

BADANIA DOŚWIADCZALNE ELEMENTÓW I KONSTRUKCJI BETONOWYCH

PUBLIKACJA POD PATRONATEM SEKCJI KONSTRUKCJI
BETONOWYCH KOMITETU INŻYNIERII LĄDOWEJ I WODNEJ PAN

ZESZYT NR 20

**Load carrying
capacity of high –
strength
reinforced
concrete columns
intersected by
lower – strength
reinforced
concrete slabs**

**Nośność słupów żelbetowych
z betonu o wysokiej wytrzymałości
przewarstwionych żelbetową płytą
z betonu o niższej wytrzymałości**

Tadeusz Urban
Michał Gołdyn
Łukasz Krawczyk

Department of Concrete
Structures, Lodz University
of Technology, Poland

Katedra Budownictwa Betonowego
Wydział Budownictwa, Architektury i Inżynierii Środowiska
Politechniki Łódzkiej
Łódź 2016

BADANIA DOŚWIADCZALNE ELEMENTÓW I KONSTRUKCJI BETONOWYCH

PUBLIKACJA POD PATRONATEM SEKCJI KONSTRUKCJI
BETONOWYCH KOMITETU INŻYNIERII LĄDOWEJ I WODNEJ PAN

ZESZYT NR 20

**Load carrying
capacity of high –
strength
reinforced
concrete columns
intersected by
lower – strength
reinforced
concrete slabs**

**Nośność słupów żelbetowych
z betonu o wysokiej wytrzymałości
przewarstwionych żelbetową płytą
z betonu o niższej wytrzymałości**

Tadeusz Urban
Michał Gołdyn
Łukasz Krawczyk

Department of Concrete
Structures, Lodz University
of Technology, Poland

Katedra Budownictwa Betonowego
Wydział Budownictwa, Architektury i Inżynierii Środowiska
Politechniki Łódzkiej
Łódź 2016

Recenzenci / Reviewers
prof. dr hab. inż. Michał Knauff
prof. dr hab. Włodzimierz Starosolski

Redaktor wydania / Editor – in – Chief
dr hab. inż. Tadeusz Urban

Tłumaczenie / Translation
mgr Agnieszka Burcan – Krawczyk
dr inż. Michał Gołdyn

Skład tekstu / Preparing of text
mgr inż. Jacek Filipczak

©2016 Katedra Budownictwa Betonowego, Łódź, Polska
©2016 Department of Concrete Structures, Lodz University of Technology, Poland

Publikacja dostępna jest również w zasobach elektronicznych Biblioteki Politechniki Łódzkiej
The publication is available also in electronic resources of Library of the Lodz University of Technology

ISSN 1230-6010

<https://doi.org/10.34658/kbb.2016.20>

DOI 10.34658/kbb.2016.20

Katedra Budownictwa Betonowego Politechniki Łódzkiej
al. Politechniki 6, 93-590 Łódź, Polska
tel. (48) (42) 6313575, fax (48) (42) 6313584, email: k-65@adm.p.lodz.pl

Wyniki badań prezentowanych w tym Zeszycie były podstawą dysertacji doktorskiej

**Wpływ różnych betonów płyty stropowej i słupa
na nośność monolitycznych połączeń płytowo – słupowych**

autor: dr inż. Michał Gołdyn

promotor: dr hab. inż. Tadeusz Urban

recenzenci:

prof. dr hab. inż. Włodzimierz Starosolski

prof. dr hab. inż. Michał Knauff

The results of the research presented in this workbook were the basis of the doctoral dissertation

**The effect of different types of column and slab concrete
on load carrying capacity of the monolithic column – slab connections**

author: PhD Michał Gołdyn

supervisor: Associate Prof. Tadeusz Urban

reviewers:

Prof. Włodzimierz Starosolski

Prof. Michał Knauff

STRESZCZENIE

Względy ekonomiczne jak również konstrukcyjne przemawiają za różnicowaniem wytrzymałości betonu słupów oraz płyt obiektów wielokondygnacyjnych. Powstaje jednak wówczas pytanie, na ile przewarstwienie betonem płyty może wpływać na zmniejszenie nośności słupa. Celem badań było przeanalizowanie czynników nierozważanych w dotychczasowych pracach, mogących determinować nośność słupów z betonów o wysokiej wytrzymałości, przewarstwionych słabszym betonem płyty.

W ramach realizowanego projektu badawczego wykonano w skali około 1:2 i zbadano łącznie 10 elementów, zgrupowanych w czterech seriach badawczych. Podstawowe modele badawcze stanowiły słupy o przekroju 200×200 mm i wysokości całkowitej 1320 mm, wykonane z betonu o wysokiej wytrzymałości. Były one przewarstwione płytą o grubości 120 mm, wykonaną z betonu zwykłego lub lekkiego betonu kruszywowego. Elementom podstawowym towarzyszyły modele porównawcze, stanowiące słupy o przekroju 200×200 mm i wysokości 600 mm, wykonane w całości z betonu o wysokiej wytrzymałości i zbrojone w taki sam sposób jak słupy modeli podstawowych. Ich nośność stanowiła poziom odniesienia dla oceny wpływu przewarstwienia słabszym betonem płyty na nośność słupów modeli podstawowych.

Pierwsza i druga seria badawcza obejmowały modele wewnętrznych słupów. Parametry zmienne stanowiły: rodzaj betonu płyty: zwykły (seria M) lub lekki kruszywowy (seria ML), jak również wielkość obciążenia płyty: 50, 100 lub 150 kN. Wyniki badań pokazały, iż nośność słupów modeli z płytami z lekkiego betonu kruszywowego była o około 20% niższa od nośności modeli odniesienia – niezależnie od wielkości obciążenia płyt, a tym samym wykorzystania ich nośności na przebiegu. Stwierdzono jednocześnie wyraźne różnice w zachowaniu i nośności modelu z płytą z betonu lekkiego i elementu z płytą z betonu zwykłego, mimo jednakowego obciążenia ich płyt.

Badania serii trzeciej obejmowały trzy modele krawędziowych słupów. Jedyny parametr zmienny stanowiło położenie słupa względem krawędzi płyty. Odległość ta równa była pełnej bądź połowie grubości płyty, zaś słup jednego z modeli zlicowany był z jej krawędzią. Nośność modelu z płytą zlicowaną z krawędzią słupa była o około 20% niższa od nośności słupa odniesienia. Jednocześnie stwierdzono, iż nieznaczne przewieszenie płyty poza krawędź słupa może skutkować znaczącym podniesieniem nośności elementu, tak iż o zniszczeniu będzie decydowało wyczerpanie nośności słupa z betonu o wysokiej wytrzymałości – nie zaś zmiążdżenie betonu w strefie węzłowej.

Czwarta seria badawcza obejmowała trzy modele narożnych słupów. Jedyny parametr zmienny stanowiła lokalizacja słupa względem krawędzi płyty. Poczynione obserwacje były zbliżone jak w przypadku badań elementów serii trzeciej. Nośność modelu ze słupem zlicowanym z obiema krawędziami płyty była o około 25% niższa od nośności słupa odniesienia. O zniszczeniu modeli z płytami przewieszonymi zadecydowało wyczerpanie nośności słupów poza strefą węzłową. Zarysowanie dolnych powierzchni płyt modeli z płytami przewieszonymi korespondowało z obrazem zarysowania płyt modeli wewnętrznych połączeń płytowo – słupowych.

Wyniki badań pokazały istotny wpływ odkształcalności betonu płyty na nośność słupów przewarstwionych, wykonanych z betonu o wysokiej wytrzymałości. Stwierdzono jednocześnie bardzo korzystny wpływ zabiegu polegającego na przewieszaniu płyty poza krawędzie słupa. W rozważanych badaniach pozwoliło to podnieść nośność o około 20 ÷ 25% względem modeli z płytami zlicowanymi z krawędziami słupów.

ABSTRACT

Economic and constructional considerations favour diversification of the strength of the concrete of columns and slabs of multi-storey structures. However, this raises a question to what extent large intersection of the slab with concrete can influence the decrease in load carrying capacity of the column. The aim of the research was to analyze the factors so far unconsidered in literature, the factors which could determine the load carrying capacity of columns made from high-strength concrete, intersected with weaker concrete of a slab.

Within the research project considered 10 elements made in half scale and divided into four test groups, were tested. The basic tested models were the columns with the cross section of 200 by 200 mm and the total height of 1320 mm, made from high-strength concrete. They were intersected with a 120 mm thick slab made from normal concrete or lightweight aggregate concrete. The basic elements were accompanied by benchmarking models, i.e. columns with the cross section of 200 by 200 mm and the height of 600 mm, made completely from high-strength concrete and reinforced like the columns of basic models. Their load carrying capacities was a benchmark for estimating the influence of intersection with weaker concrete of a slab on the load carrying capacity of the columns of basic models.

The first and the second series of the tests concerned the models of inner columns. The variable parameters were: the type of the concrete of a slab – normal (the M series) or light aggregate (the ML series), as well as the value of the load on the slab: 50, 100 or 150 kN. The results of the tests showed that the load carrying capacity of the columns of the models with slabs made from light aggregate concrete was about 20% lower than the load carrying capacity of the benchmark models, independently of the value of the load on slabs, and, consequently, exhaustion of their punching shear capacity. At the same time, clear differences in the performance and load carrying capacity of the model with a slab made from lightweight aggregate concrete and the element with a slab made from normal concrete, despite the same load on both slabs, was observed.

The tests of the third series concerned three models of edge columns. The only variable parameter was the position of a column in relation to the edge of a slab. The distance was equal to the thickness of the slab or to half of it, and the column of one of the models was surfaced with the slab's edge. The load carrying capacity of the model with the slab surfaced with the edge of the column was about 20 % lower than the load carrying capacity of the reference column. At the same time it was observed that slight overhanging of a slab beyond the edge of a column may result in significant increase of the load carrying capacity of the element, so, consequently, the factor deciding on the failure will be reaching the limit of the load carrying capacity of a column made from high-strength concrete, and not shredding of concrete in the joint zone.

The fourth series of the tests concerned three models of corner columns. The only variable parameter was the location of a column in relation to the edge of a slab. The observations were similar to the ones made in case of the tests of the third series. The load carrying capacity of the model with a column surfaced with both edges of a slab was about 25 % lower than the load carrying capacity of the reference column. What decided on the failure of the models with overhang slabs was running out of the load carrying capacity of the columns outside the joint zone.

Cracking of the lower surfaces of the slabs in the models with overhang slabs corresponded with the cracking of the slabs in the models of the internal column – slab connections.

The results of the tests showed significant influence of deformability of concrete of a slab on the load carrying capacity of the intersected columns made from high-strength concrete. What was observed at the same time was very beneficial influence of overhanging a slab beyond the edges of a column. In the tests described below it made it possible to increase the load carrying capacity by about 20 to 25% in comparison with the models of slabs surfaced with the edges of columns.

SPIS TREŚCI

1. Wstęp	11
2. Procedury normowe	12
3. Stan wiedzy	14
4. Badania własne	18
4.1. Program badań	18
4.2. Zastosowane materiały	19
4.2.1. Beton	19
4.2.2. Stal	20
4.3. Stanowisko badawcze	20
4.4. Procedura badania	22
4.5. Pomiary	23
4.5.1. Pomiary odkształceń	23
4.5.2. Inwentaryzacja zarysowania	23
5. Rezultaty badań	24
5.1. Badania modeli połączeń wewnętrznych	24
5.1.1. Charakterystyka modeli	24
5.1.2. Wyniki badań	26
5.2. Badania modeli połączeń krawędziowych	32
5.2.1. Charakterystyka modeli	32
5.2.2. Wyniki badań	35
5.3. Badania modeli połączeń narożnych	40
5.3.1. Charakterystyka modeli	40
5.3.2. Wyniki badań	43
5.4. Podsumowanie wyników badań własnych	47
5.4.1. Wpływ zróżnicowania cech betonu płyty i słupa	47
5.4.2. Wpływ usytuowania słupa względem krawędzi płyty	50
6. Wnioski	51
Literatura	53
Załącznik	55

CONTENTS

1. Introduction	11
2. Standard procedures	12
3. The state of knowledge	14
4. The author's research	18
4.1. The programme of the tests	18
4.2. The materials used	19
4.2.1. Concrete	19
4.2.2. Steel	20
4.3. The test stand	20
4.4. The testing procedure	22
4.5. Measurements	23
4.5.1. Measurements of strains	23
4.5.2. Inventory of the cracks	23
5. Results of the tests	24
5.1. The tests of the models of internal connection specimens	24
5.1.1. Characteristics of the models	24
5.1.2. Test results of the tests	26
5.2. The tests of the models of edge connection specimens	32
5.2.1. Characteristics of the models	32
5.2.2. Test results of the tests	35
5.3. The tests of the models of corner connection specimens	40
5.3.1. Characteristics of the models	40
5.3.2. Test results of the tests	43
5.4. Summary of the results of author's tests	47
5.4.1. The effect of the differences in the features of the concrete of a slab and of a column	47
5.4.2. The effect of the location of the column in relation to the edge of the slab	50
6. Conclusions	51
References	53
Appendix	55

OZNACZENIA

A_{sl}	–	sumaryczne pole przekroju poprzecznego zbrojenia podłużnego płyty
b	–	szerokość płyty modelu
b_1	–	szerokość płyty modelu, mierzona w kierunku równoległym do jej krawędzi swobodnej
b_2	–	szerokość płyty modelu, mierzona w kierunku prostopadłym do jej krawędzi swobodnej
c	–	długość boku słupa
d	–	wysokość użyteczna płyty
E_{cm}	–	wartość średnia modułu sprężystości podłużnej betonu
E_{sm}	–	wartość średnia modułu sprężystości podłużnej stali zbrojeniowej
e	–	mimośród obciążenia
F_{col}	–	obciążenie słupa, nośność modelu
$F_{w,col}$	–	nośność eksperymentalna modelu odniesienia
f_c	–	wytrzymałość betonu na ściskanie określana na próbkach walcowych
$f_{c,c}$	–	wytrzymałość betonu w stanie trójosiowego ściskania
f_{cc}	–	wytrzymałość betonu słupa na ściskanie
f_{ce}	–	efektywna wytrzymałość betonu węzła na ściskanie
f_{ck}	–	wartość charakterystyczna wytrzymałości betonu na ściskanie
f_{cm}	–	średnia wytrzymałość betonu na ściskanie
$f_{ck,c}$	–	wartość charakterystyczna wytrzymałości betonu w stanie trójosiowego ściskania
$f_{lcm,c}$	–	średnia wytrzymałość betonu lekkiego w stanie trójosiowego ściskania
$f_{cm,c}$	–	średnia wytrzymałość betonu zwykłego w stanie trójosiowego ściskania
f_{cs}	–	wytrzymałość betonu płyty na ściskanie
f_{tm}	–	średnia wytrzymałość stali zbrojeniowej na rozciąganie
f_{ym}	–	średnia granica plastyczności zbrojenia
h	–	grubość płyty
h_c	–	wysokość słupa modelu
k	–	współczynnik uwzględniający wpływ naprężeń poprzecznych σ_2 na efektywną wytrzymałość betonu na ściskanie
l_k	–	wysięg przewieszzonego pasma płyty poza krawędź słupa
$V_{RL,c}$	–	nośność na przebicie płyty z lekkiego betonu kruszywowego
V_{slab}	–	obciążenie płyty
w_k	–	szerokość rozwarcia rysy
$\Delta\varepsilon_{sm}$	–	zmiana odkształceń zbrojenia podłużnego płyty
ε_{c2}	–	odkształcenie betonu wywołane maksymalnym naprężeniem f_c
$\varepsilon_{c2,c}$	–	odkształcenie betonu skrapowanego przy ściskaniu, wywołane maksymalnym naprężeniem $f_{c,c}$
ε_{cu2}	–	odkształcenie graniczne betonu przy ściskaniu
$\varepsilon_{cu2,c}$	–	odkształcenie graniczne betonu skrapowanego

NOTATION

A_{sl}	–	total cross sectional area of slab longitudinal reinforcement
b	–	width of the specimen's slab
b_1	–	width of the specimen's slab measured parallel to its free edge
b_2	–	width of the specimen's slab measured perpendicular to its free edge
c	–	column width
d	–	effective depth
E_{cm}	–	mean value of the secant modulus of elasticity of concrete
E_{sm}	–	average value of the secant modulus of elasticity of steel
e	–	load eccentricity
F_{col}	–	column load, load carrying capacity of specimen
$F_{w,col}$	–	load carrying capacity of comparison model
f_c	–	cylinder compressive strength of concrete
$f_{c,c}$	–	compressive strength of confined concrete
f_{cc}	–	column concrete strength
f_{ce}	–	effective strength of joint concrete
f_{ck}	–	characteristic value of compressive cylinder strength of concrete
f_{cm}	–	mean value of concrete cylinder compressive strength
$f_{ck,c}$	–	characteristic value of compressive strength of confined concrete
$f_{lcm,c}$	–	mean value of compressive strength of confined lightweight aggregate concrete
$f_{cm,c}$	–	mean value of compressive strength of confined normal density concrete
f_{cs}	–	slab concrete strength
f_{tm}	–	mean value of tensile strength of reinforcement
f_{ym}	–	mean value of yield strength of reinforcement
h	–	thickness of the slab
h_c	–	height of specimen's column
k	–	coefficient taking into account effect of lateral stress σ_2 on effective strength of concrete
l_k	–	slab overhang beyond column edge
$V_{RL,c}$	–	punching shear carrying capacity of the slab of lightweight aggregate concrete
V_{slab}	–	slab load
w_k	–	crack width
$\Delta\varepsilon_{sm}$	–	change of strains of slab longitudinal reinforcement
ε_{c2}	–	compressive strain in the concrete at the peak stress f_c
$\varepsilon_{c2,c}$	–	compressive strain in the confined concrete at the peak stress $f_{c,c}$
ε_{cu2}	–	ultimate compressive strain in the concrete
$\varepsilon_{cu2,c}$	–	ultimate compressive strain in the confined concrete

ε_{init}	– odkształcenia zbrojenia podłużnego płyty, wynikające z jej obciążenia	ε_{init}	– strains of slab longitudinal reinforcement resulting from slab load
ε_{sm}	– średnie odkształcenia zbrojenia płyty	ε_{sm}	– mean value of strains of slab reinforcement
ε_{ym}	– średnia wartość odkształcenia plastycznego zbrojenia	ε_{ym}	– mean value of yield strain of reinforcement
η_y	– współczynnik wykorzystania nośności zbrojenia podłużnego płyty	η_y	– coefficient taking into account exhaustion of load carrying capacity of slab reinforcement
κ_c	– współczynnik zróżnicowania wytrzymałości	κ_c	– coefficient of differentiation of strength
κ_E	– współczynnik zróżnicowania odkształcalności	κ_E	– coefficient of differentiation of deformability
λ	– smukłość węzła wyrażona ilorazem grubości płyty h do szerokości słupa c	λ	– joint slenderness expressed as slab thickness h to column width c ratio
ρ	– gęstość objętościowa betonu	ρ	– bulk density of concrete
$\rho_{l,tot}$	– sumaryczny stopień zbrojenia podłużnego płyty	$\rho_{l,tot}$	– total slab longitudinal reinforcement ratio
$\rho_{l,c}$	– stopień zbrojenia podłużnego słupa	$\rho_{l,c}$	– column longitudinal reinforcement ratio
σ_1	– naprężenia główne działające w kierunku równoległym do osi próbki	σ_1	– mean stress acting parallel to axis of the specimen
σ_2	– naprężenia poprzeczne, działające w kierunku prostopadłym do osi słupa	σ_2	– stress acting perpendicular to column axis

1. WSTĘP

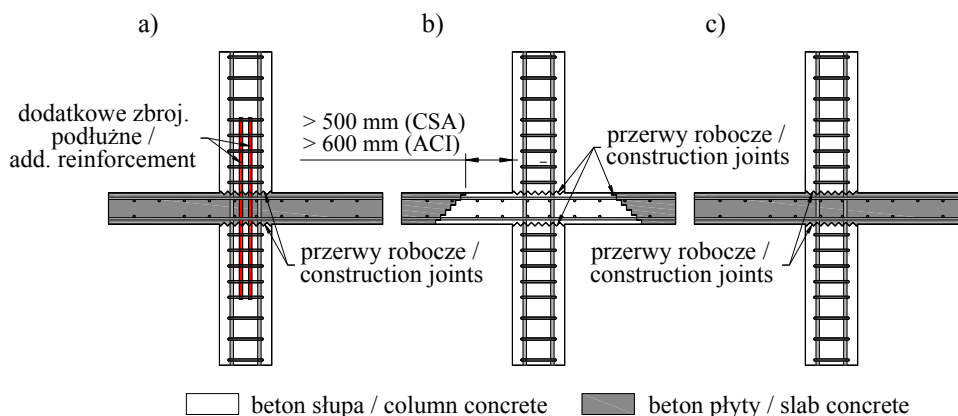
Postęp w technologii betonu umożliwił upowszechnienie betonów o wysokiej wytrzymałości, które z powodzeniem stosowane są do wykonywania elementów głównej konstrukcji nośnej obiektów wysokich, takich jak słupy czy trzony usztywniające. Względy technologiczne oraz ekonomiczne przemawiają jednak za tym, by płyty stropowe wykonywać z betonów niższych klas – także z uwagi na mniejszy skurcz. W przypadku różnicowania wytrzymałości stosowanych betonów istotny staje się problem połączenia płyty ze słupem. Najprostsze z technologicznego punktu widzenia rozwiązanie polega na wykonywaniu całej płyty stropowej z jednego rodzaju betonu. Prowadzi to do przewarstwienia słupów betonem o niższej wytrzymałości, nasuwając jednocześnie pytanie o wpływ takiego zabiegu na ich nośność. W postanowieniach norm europejskich (m.in. Eurokodu 2 [7]) nie zamieszczono żadnych wskazówek dotyczących tego problemu. Zalecenia dotyczące postępowania w przypadku analizy słupów przewarstwionych betonem o niższej wytrzymałości można jednak znaleźć w przepisach norm krajów anglosaskich [1], [2], [4] i [23].

Spadek nośności słupa w strefie węzłowej, wynikający z różnicy wytrzymałości betonów słupa i płyty, można kompensować sposobami pokazanymi na rys. 1.1a i b. Najbardziej racjonalne wydaje się jednak rozwiązanie pokazane na rys. 1.1c. Nasuwa ono jednakże wątpliwości natury projektowej: jaką wytrzymałość betonu – słupa czy płyty, należy uwzględnić w obliczeniach. Podejście konserwatywne nakazywałoby przyjąć wytrzymałość betonu płyty, czyli niższą z wartości. Wyniki badań eksperymentalnych pokazują jednak, iż takie podejście byłoby nazbyt zachowawcze. Rzeczywista wytrzymałość betonu węzła z reguły przewyższa – niekiedy znacznie, wytrzymałość betonu płyty w stanie jednoosiowego ściskania. Obserwacje te znalazły odzwierciedlenie w postanowieniach przepisów normowych krajów anglosaskich.

1. INTRODUCTION

Progress in concrete technology made it possible to popularize high-strength concretes, which are successfully used to make the elements of the main bearing structure of tall buildings such as columns or stiffening shafts. Technological and economic aspects are an argument for making floor slabs from concretes of lower classes, also because of smaller shrinkage. In case of differentiating the strengths of the used concretes, the problem that becomes important is connecting a slab with a column. The solution which is technologically simplest is to make the whole floor slab from one kind of concrete. This leads to intersecting columns with lower-strength concrete of and raises the question of the influence of using such a solution on their load carrying capacity. In European Codes, e.g. Eurocode 2 [7], there are no tips concerning this problem. However, guidelines about proceeding in case of the analysis of columns intersected with lower strength concrete can be found in the codes of Anglo-Saxon countries: [1], [2], [4] and [23].

The decrease in the load carrying capacity of a column in the joint zone, resulting from the difference in the strength of concrete of a column and of a slab can be compensated for in the ways shown in fig. 1.1a and b. However, the most rational solution seems to be the one shown in fig. 1.1c but it brings about doubts connected with design, i.e. which strength of concrete: of the column or of the slab should be used in calculations. A conservative approach would require using the strength of the concrete of the slab, i. e. the one of the lower value. However, the results of tests show that such an approach would be too conservative. The real strength of the concrete of a joint usually exceeds, sometimes highly, the strength of concrete of a slab in the uniaxial stress state. These observations are considered in the codes of Anglo-Saxon countries.



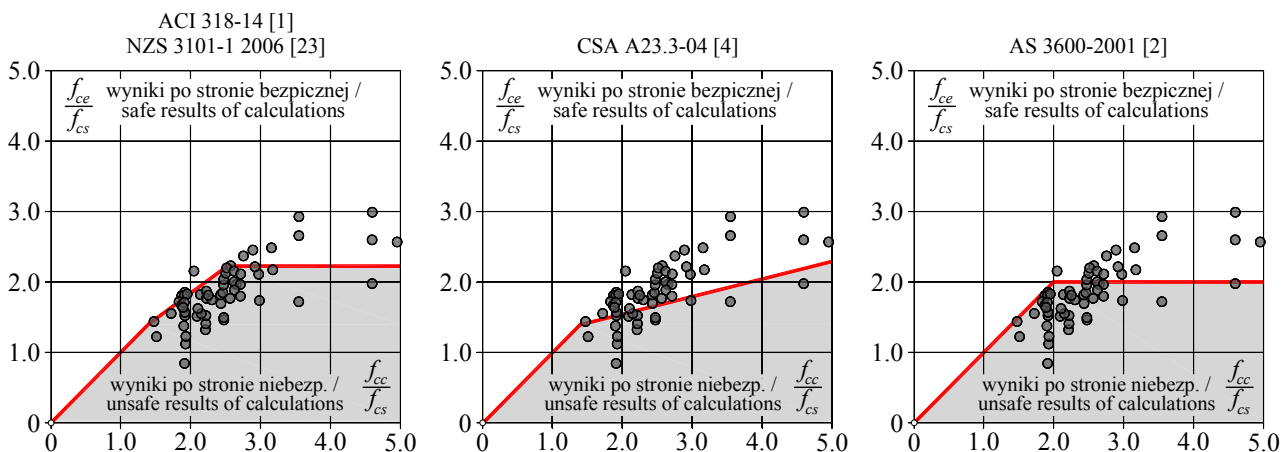
Rys. 1.1. Sposoby realizowania połączeń płytowo – słupowych w przypadku zróżnicowania wytrzymałości betonu płyty i słupa: a) dodatkowe zbrojenie podłużne słupa w strefie przywęzłowej, b) płyta w sąsiedztwie słupa z betonu o wyższej wytrzymałości, c) płyta wykonana w całości z jednego rodzaju betonu

Fig. 1.1. Methods of realizing column – slab connection joints in case of difference between column and slab concrete strength: a) additional column reinforcement within joint zone, b) slab within connection zone made of higher strength concrete, c) slab made entirely of one type of concrete

2. PROCEDURY NORMOWE

Obowiązujące przepisy normowe dotyczące analizy słupów przewarstwionych słabszym betonem płyty zostały sformułowane na podstawie wyników badań eksperymentalnych przeprowadzonych w latach 60. XX-go wieku [3]. Jeżeli nie stosuje się żadnych specjalnych zabiegów technologicznych, w obliczeniach należy uwzględnić tzw. efektywną wytrzymałość betonu węzła f_{ce} . Stanowi ona wartość pośrednią pomiędzy wytrzymałością betonu płyty f_{cs} i słupa f_{cc} . W przypadku, gdy zróżnicowanie wytrzymałości betonów płyty i słupa nie jest znaczne, tj. iloraz f_{cc}/f_{cs} nie przekracza wartości granicznej dla danego rodzaju połączenia (w przypadku norm ACI 318-14 [1] i NZS 3101-1:2006 [23] przyjmuje się 1,4), wówczas w obliczeniach można pominąć wpływ przewarstwienia słupa betonem płyty i założyć $f_{ce} = f_{cc}$. W przypadku większego zróżnicowania wytrzymałości należy określić teoretyczną wytrzymałość $f_{ce} < f_{cc}$. Opis zagranicznych procedur normowych przedstawiono m.in. w pracach [10], [11] oraz [12].

Na rysunkach 2.1 ÷ 2.3 pokazano wyniki dotychczasowych badań eksperymentalnych, do których autorzy uzyskali dostęp, na tle zależności normowych – oznaczonych liniami czerwonymi. Porównując rys. 2.1 dotyczący modeli wewnętrznych połączeń płytowo – słupowych można zauważyć, iż wiele rezultatów badań znalazło się poniżej krzywych normowych, co oznacza wyniki po stronie niebezpiecznej. W szczególności dotyczy to norm: amerykańskiej [1], australijskiej [2] i nowozelandzkiej [23]. Najbardziej bezpieczna w swych postanowieniach okazała się norma kanadyjska [4], choć i w tym przypadku wytrzymałość betonu węzłów około 30% modeli została przeszacowana.



Rys. 2.1. Wyniki badań modeli wewnętrznych połączeń płytowo – słupowych w świetle procedur normowych
Fig. 2.1. Results of investigations of internal column – slab connection specimens in the view of code provisions

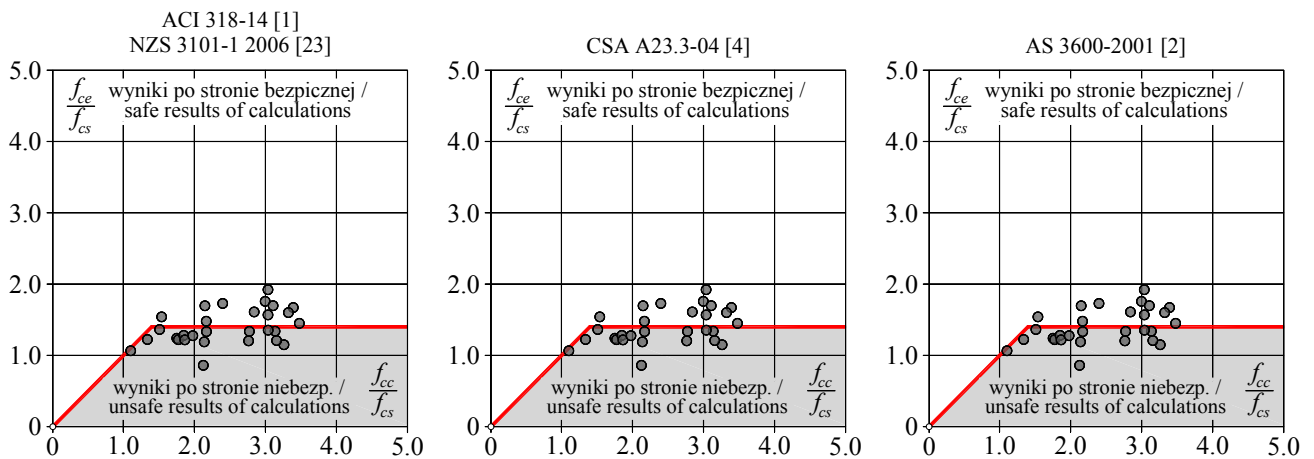
Średni stosunek teoretycznej do rzeczywistej wytrzymałości betonu węzłów modeli krawędziowych połączeń płytowo – słupowych był bliski jedności. Nie świadczyło to jednak o wysokiej zgodności wyników badań z wartościami przewidywanymi, bowiem połowa rezultatów znalazła się po stronie niebezpiecznej – patrz rys. 2.2.

2. STANDARD PROCEDURES

The existing standard regulations concerning the analysis of columns intersected with weaker concrete of a slab were formulated on the basis of experimental research carried out in the 1960s [3]. If no special technological procedures are used, what is to be considered in calculations is the so called effective strength of the concrete of a joint f_{ce} . It is the benchmark between the strength of the concrete of a slab f_{cs} and the one of the column f_{cc} . In case of small difference between the strength of the concrete of a slab and the concrete of a column, i.e. when the quotient f_{cc}/f_{cs} doesn't exceed the limit value for a given type of connection (in case of ACI 318-14 [1] and NZS 3101-1:2006 codes [23] the approved value is 1.4), the influence of intersection of a column by concrete of a slab may be ignored in calculations and one can assume that $f_{ce} = f_{cc}$. In case of greater difference of the strength one has to specify theoretical strength $f_{ce} < f_{cc}$. The description of foreign standard procedures was presented e.g. in papers [10], [11], and [12].

Fig. 2.1 ÷ 2.3 show the results of the experimental research conducted so far, the ones which the authors got access to, compared with code dependences marked with red lines. Comparing fig. 2.1 regarding models of internal slab-and-column connections, one can observe that many results of the tests are below the standard curves, which means the results of the calculations overrated results of the tests. This applies in particular to the: American [1], Australian [2], and New Zealand's [23] Codes. The safest standards are included in the Canadian Code [4], although even in this case the strength of the concrete of the joints of about 30% of the models was overvalued.

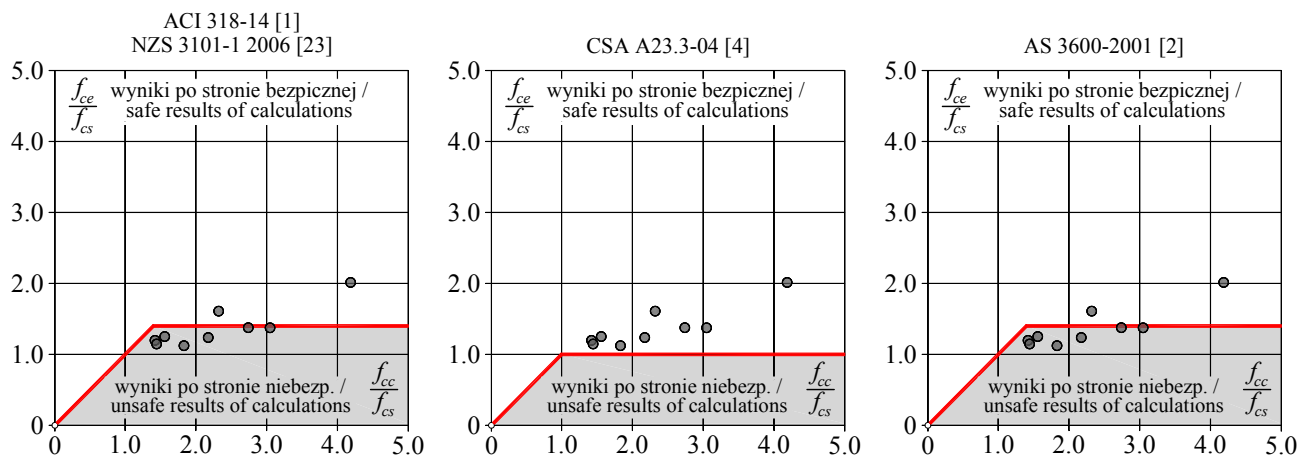
The average ratio of theoretical to real strength of the concrete of the joints in edge slab-and-column connections was close to one. However, this did not indicate high compliance of the results of the tests with forecast values because half of the results were overrated (see fig. 2.2).



Rys. 2.2. Wyniki badań modeli krawędziowych połączeń płytowo – słupowych w świetle procedur normowych
 Fig. 2.2. Results of investigations of edge column – slab connection specimens in the view of code provisions

W przypadku modeli połączeń narożnych większość wyników znalazła się po stronie niebezpiecznej. Jedynie w przypadku normy CSA A23.3-04 [4] wyniki znalazły się powyżej krzywej teoretycznej – patrz rys. 2.3. Wynika to jednak z konserwatywnego podejścia przyjętego w normie kanadyjskiej – w obliczeniach nakazuje się bowiem przyjmować wartość nie większą niż wynika z wytrzymałości betonu płyty f_{cs} .

In case of corner connections, most of the results were overrated. Only in case of the CSA A23.3-04 Code [4], the results were above theoretical curve (see fig. 2.3). However, this stems from conservative approach of the Canadian Code which imposes assuming the value not larger than the one resulting from the strength of the concrete of the slab f_{cs} for calculations.



Rys. 2.3. Wyniki badań modeli narożnych połączeń płytowo – słupowych w świetle procedur normowych
 Fig. 2.3. Results of investigations of corner column – slab connection specimens in the view of code provisions

Przedstawione analizy porównawcze pokazały, iż stosowanie postanowień norm krajów anglosaskich może prowadzić do przeszacowania rzeczywistej nośności słupów przewarstwionych słabszym betonem płyty. Przyczyny znacznej rozbieżności z wynikami badań należy upatrywać w nazbyt uproszczonym podejściu do określania efektywnej wytrzymałości betonu węzła na ściskanie. W postanowieniach normowych została ona uzależniona wyłącznie od relacji pomiędzy wytrzymałością betonów: słupa i płyty. Nie uwzględniono szeregu czynników, na które zwracano uwagę w dotychczasowych badaniach eksperymentalnych. Najważniejsze z nich omówiono w kolejnym rozdziale.

The presented comparative analyses showed that complying with the regulations of the codes of Anglo-Saxon countries may lead to overvaluation of the real load-carrying capacity of columns intersected with weaker concrete of a slab. The reason for big difference from the results of the tests is an over-simplified approach to estimating effective compressive strength of concrete. In standard regulations it is dependent only on the relation between the strength of the concrete of a column and the concrete of a slab. A number of factors which had been pointed out in previous experimental research were not considered. The most important of these factors are described in the next chapter.

3. STAN WIEDZY

Początki badań eksperymentalnych dotyczących zagadnienia nośności słupów przewarstwionych słabszym betonem płyty sięgają lat 60. ubiegłego wieku, kiedy to po raz pierwszy sformułowano termin efektywnej wytrzymałości betonu węzła (*Bianchini* i in. [3]). Prace prowadzone na przestrzeni lat w różnych ośrodkach badawczych pozwoliły wyróżnić najważniejsze czynniki, które wpływają na nośność słupów przewarstwionych betonem płyty. Zostały one zestawione poniżej i omówione w sposób syntetyczny.

Zróżnicowanie wytrzymałości betonu słupa i płyty (f_{cc}/f_{cs})

Badania *Bianchini*ego i in. [3] pokazały, że poniżej pewnej, krytycznej wartości ilorazu f_{cc}/f_{cs} przewarstwienie słupa słabszym betonem płyty nie wpływa na jego nośność. Wraz ze wzrostem zróżnicowania wytrzymałości betonów słupa i płyty obserwowano jednak spadek nośności elementów względem słupów wykonanych w całości z jednego rodzaju betonu. Późniejsze badania *Gamble* i *Klinara* [9] pokazały, że efektywna wytrzymałość betonu zależy wyłącznie od relacji pomiędzy wytrzymałościami betonu płyty f_{cs} i słupa f_{cc} – niezależnie od klas stosowanych betonów.

Kształt strefy przywęzłowej

Najmniejszy wpływ przewarstwienia słabszym betonem płyty odnotowano w przypadku słupów wewnętrznych (modele serii BI [3]). Wynikało to z wszechstronnego ograniczenia odkształceń poprzecznych betonu węzła. Ze względu na różnice w nośności modeli, wynikające z usytuowania słupa (wewnętrzny, krawędziowy, narożny), sposób określania efektywnej wytrzymałości betonu węzła uzależniono od kształtu połączenia.

Proporcje boków słupa

Według *Ospiny* i *Alexandra* [24], [25] wyższą efektywność skrzepowania betonu węzła (f_{cc}/f_{cs}) uzyskuje się dla słupów o przekroju kwadratowym. Przy ustalaniu smukłości węzła h/c zaleca się przyjmować długość krótszego z boków słupa o przekroju prostokątnym.

Smukłość węzła – ($\lambda = h/c$)

Shu i *Hawkins* [27] obserwowali wzrost nośności elementów, wraz ze zmniejszaniem grubości warstwy betonu o niższej wytrzymałości. Stwierdzono, iż wpływ warstwy słabszego betonu był bardziej wyraźny w przypadku elementów wykonanych z betonów o znacznie różniących się wytrzymałościach (f_{cc}/f_{cs}). Proporcje węzła (wyrażone stosunkiem grubości płyty h do szerokości słupa c) determinowały lokalizację stref zniszczenia: w obrębie słupa górnego lub dolnego – przy niskich ilorazach h/c , bądź w obrębie przewarstwienia – przy wysokich ilorazach h/c . Obserwacje te zostały potwierdzone przez *Lee* i *Mendisa* [17]. Wyniki badań *Helene* i in. [14] i *Freire* [8], jak również własna analiza porównawcza [10] wykazały, iż smukłość węzła nie wpływa w istotny sposób na nośność słupów wewnętrznych. Ujawnia się wtedy efekt skrzepowania

3. THE STATE OF KNOWLEDGE

Experimental research concerning load carrying capacity of columns intersected with the weaker concrete of a slab began in the 1960s. It was then when the term "effective strength of the concrete of a joint" was introduced (*Bianchini* et al. [3]). The tests conducted in various research centres made it possible to determine the most important factors influencing load carrying capacity of columns intersected with the concrete of a slab. They were compiled and synthesized below.

Differences of the strength of the concrete of a column and of a slab (f_{cc}/f_{cs})

The tests by *Bianchini* et al. [3] showed that below certain critical value of the quotient f_{cc}/f_{cs} intersection of a column with weaker concrete of a slab doesn't influence the column's load carrying capacity. However, with the increase of the difference between the strength of the concrete of a column and the strength of the concrete of a slab, the load carrying capacity of the elements decreased in comparison with the columns made from one kind of concrete. The later tests conducted by *Gamble* and *Klinar* [9] showed that the effective strength of concrete depends exclusively on the relation between the strength of the concrete of a slab f_{cs} and the strength of the concrete of a column f_{cc} – regardless of the classes of the used concretes.

The geometry of the joint zone

The smallest influence of intersection with the weaker concrete of a slab was observed in case of internal columns (models of the BI series [3]). It resulted from comprehensive limitation of lateral strains in the concrete of the joint. Due to the differences in the load carrying capacities of the models, resulting from the position of the column (internal, edge, corner), the way of determining the effective strength of the concrete of the joint depended on the geometry of the connection.

The proportions of the sides of the column

According to *Ospina* and *Alexander* [24], [25] higher effectiveness of confinement of the concrete of a joint (f_{cc}/f_{cs}) is obtained for the columns with square section, while determining the slenderness of a joint h/c it is recommended to assume the length of the shorter side of the column with rectangular section.

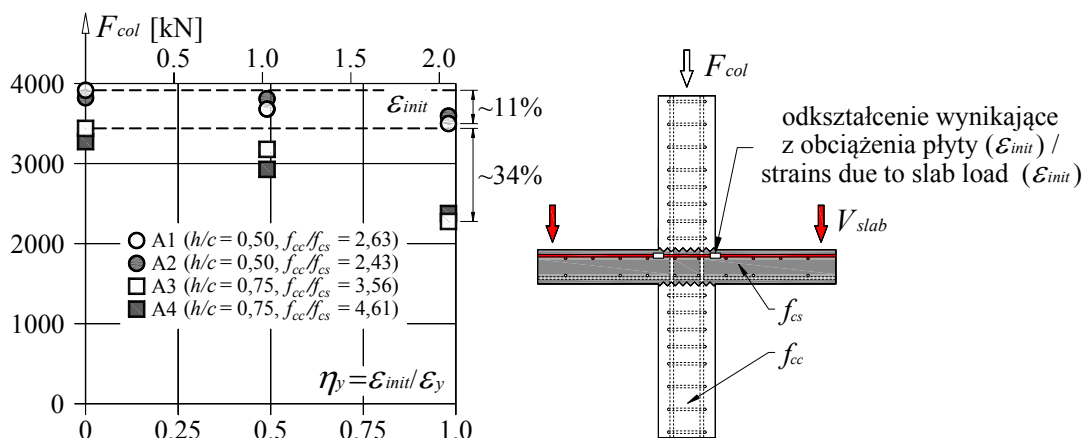
Slenderness of the joint – ($\lambda = h/c$)

Shu and *Hawkins* [27] observed the increase in the load carrying capacity of elements accompanying the decrease in the thickness of the layer of the lower strength concrete. It was discovered that the influence of the layer of the weaker concrete was more obvious in case of elements made from concretes with greater differences in strength values (f_{cc}/f_{cs}). The proportions of the joint (expressed by the ratio of the thickness of slab h to the width of column c) determined the location of the areas of failure: with low h/c quotients within the upper or the lower column, and with high h/c quotients within the intersection

słabszego betonu płyty na wszystkich bokach słupa. *Lee* i *Yoon* postulowali w pracy [20], by parametr h/c uwzględnić w analizie słupów narożnych.

Obciążenie płyty

Wzrost obciążenia płyt w badaniach *Ospina* i *Alexandra* [25] skutkowało spadkiem nośności modeli w stosunku do elementów z płytami nieobciążonymi. W badaniach tych różnica ta dochodziła do ponad 30% – patrz rys. 3.1. Zginanie płyty powodowało wydłużenie zbrojenia górnego płyty, co w znacznym stopniu ograniczało możliwość krępowania betonu i w efekcie zmniejszenie nośności słupa w strefie połączenia. Badania *Shaha* i in. [26], [29] wykazały, iż spadek nośności słupa wynikający z obciążenia płyty może być bardziej wydatny w przypadku znacznego zróżnicowania wytrzymałości obu betonów. W elementach z płytami nieobciążonymi zarysowanie następowało niemal jednocześnie na górnych i dolnych powierzchniach. W przypadku elementów z płytami obciążonymi rysy na powierzchniach dolnych pojawiały się dopiero przy znacznym zaawansowaniu obciążenia, co poprzedzało zniszczenie modeli.



Rys. 3.1. Wpływ wykorzystania nośności zbrojenia płyty na nośności eksperymentalne modeli rozważanych w badaniach *Ospina* i *Alexandra* [25]

Fig. 3.1. Effect of slab load on load carrying capacities of specimens considered by *Ospina* and *Alexander* [25]

Zbrojenie w strefie przywęzłowej

Zastosowanie dodatkowego zbrojenia poprzecznego w formie spirali bądź strzemion pozwoliło w badaniach *Gamble* i *Klinara* [9] na istotne podniesienie efektywnej wytrzymałości betonu węzła poprzez jego skrupowanie. Zabieg ten powodował również zmianę mechanizmu zniszczenia – w badaniach *Kayaniego* [16] oraz *Ospina* i *Alexandra* [25] obserwowano rozwój cech plastycznych betonu. Zwiększenie stopnia zbrojenia płyt $\rho_{l,tot}$ modeli rozważanych w badaniach *Shaha* i in. [26] skutkowało wzrostem nośności słupów – stwierdzenie to potwierdzają także wyniki innych badań, zamieszczone na rys. 3.2.

Koncentracja zbrojenia podłużnego płyty w obrębie strefy węzłowej (patrz rys. 3.3) prowadziła do zwiększenia o około 30% nośności modeli serii B badanych przez *McHarga* i in. [21], w stosunku do elementów serii U ze zbrojeniem rozmieszczonym równomiernie (przy utrzymaniu jednakowego, sumarycznego przekroju zbrojenia płyt modeli). Efektywność skrupowania betonu węzłów połączeń belkowo – słupowych zależna jest według *Siao* [28]

zone. These observations were also proved by *Lee* and *Mendis* [17]. The results of the tests by *Helene* et al. [14] as well as those by *Freire* [8], and the authors' comparative analysis [10] proved that the slenderness of the joint doesn't have significant influence on the load carrying capacity in case of internal columns. This is due to the fact that in such cases the effect of confinement of the weaker concrete on all the sides of the column appears. In their paper *Lee* and *Yoon* [20] suggested considering the h/c parameter for determining the effective strength of the concrete of the corner column – slab connection joints.

Loading of the slab

The increase in the load on the slabs in *Ospina* and *Alexander's* tests [25] resulted in the decrease in the load carrying capacity of the models when compared with the elements with unloaded slabs. In the tests the difference reached over 30% (see fig. 3.1). Bending of the slab caused the extension of the upper reinforcement of the slab, which seriously limited the possibility of confinement of concrete of the joint to a great extent and resulted in the decrease in the load carrying capacity of the column in the slab zone.

The tests by *Shah* et al. [26], [29] proved that the drop in load carrying capacity of the column resulting from the load on the slab may be more greater in case of large differences between the strength of both concretes. In the elements with unloaded slabs, cracks occurred almost simultaneously on the upper and lower surfaces. In case of the elements with loaded slabs cracks on the lower surfaces occurred only with great load and preceded the failure of the models.

The reinforcement of the joint zone

The application of additional transverse reinforcement in the form of spirals or stirrups enabled *Gamble* and *Klinar* [9] to highly increase the effective strength of the concrete of a joint by confining it in their tests. This solution also resulted in the change in the mechanism of failure – in the tests conducted by *Kayani* [16] as well as those by *Ospina* and *Alexander* [25] the development of plastic properties of concrete was observed. The increase in the total reinforcement ratio of the slabs $\rho_{l,tot}$ of the models

od rozstawu strzemion, zapobiegających rozwarstwieniu belek.

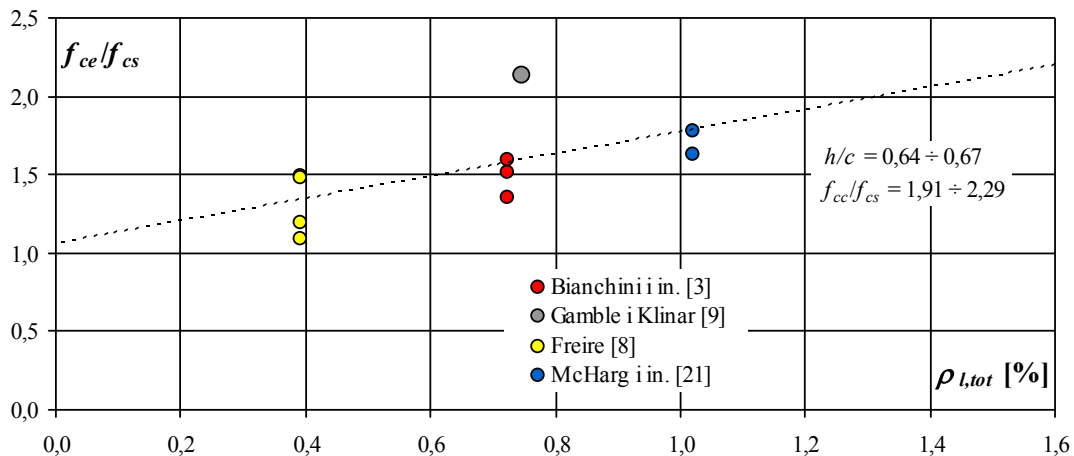
Specjalne zabiegi technologiczne

Zastosowanie w strefie węzłowej rdzenia z betonu o wysokiej wytrzymałości pozwoliło znacząco podnieść nośność modelu badanego przez *Ospinę* i *Alexandra* [25], jak również ograniczyć deformację strefy węzłowej.

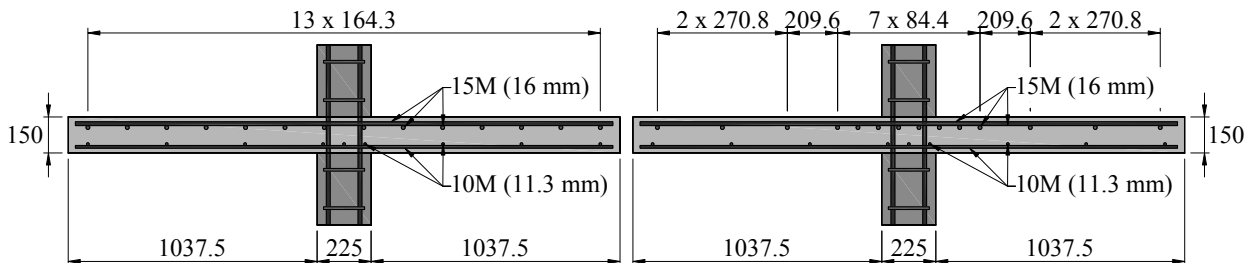
Dodatek włókien stalowych do betonu płyt modeli rozpatrywanych przez *Lee* i in. [19] i *McHarga* i in. [21] pozwolił na zwiększenie nośności elementów, ograniczając intensywność rozwoju zarysowania płyty.

tested by *Shah* et al. [26], [29] resulted in the increase of the load carrying capacity of the columns. This was also proved by the results of other tests shown in fig. 3.2.

The concentration of longitudinal reinforcement of the slab in the connection zone (see fig. 3.3) lead to the increase of the load carrying capacity of the models of series B tested by *McHarg* et al. [21] by about 30%, in comparison with the elements of U series with reinforcement distributed evenly (with keeping equal total cross-sectional area of the reinforcement in the slabs of the models). According to *Siao* [28] the effectiveness of confining concrete of the joints of slab-and-column connections depends on the spacing of the stirrups which prevent beams from delamination.



Rys. 3.2. Wpływ stopnia zbrojenia podłużnego płyty na efektywną wytrzymałość betonu węzła
Fig. 3.2. Effect of slab longitudinal reinforcement ratio on effective strength of joint concrete



Rys. 3.3. Układ zbrojenia podłużnego płyt modeli rozpatrywanych przez *McHarga* i in. [21]
Fig. 3.3. Arrangement of slab reinforcement of specimens considered by *McHarg* et al. [21]

Wykonanie płyty w strefie węzłowej z betonu o wysokiej wytrzymałości (*puddling*) pozwoliło na zwiększenie nośności modeli rozważanych przez *Lee* i in. [18], mimo iż zasięg strefy wykonanej z betonu o wysokiej wytrzymałości był znacznie mniejszy od określonego w postanowieniach norm zagranicznych [1], [4] – patrz rys. 1b.

Na podstawie rozważań analitycznych *Guidotti* i in. [13] oraz *Cyllok* [5] sugerują, by słup sytuować w odległości od krawędzi płyty nie mniejszej niż jej grubość – pozwoli to bowiem uniknąć lokalnej koncentracji naprężeń.

Kompensowanie różnic w wytrzymałości betonu płyty i słupa poprzez stosowanie dodatkowego zbrojenia ze stali o podwyższonej wytrzymałości może okazać się nieefektywne, co wykazano w pracy [30].

Special technological measures

The use of the core made from high-strength concrete in the joint zone made it possible to increase load carrying capacity of the model tested by *Ospina* and *Alexander's* [25] substantially, as well as to limit the deformations of the joint zone.

The addition of steel fibers to the concrete of the slabs of the models considered by *Lee* et al. [19] and *McHarg* et al. [21] made it possible to increase the load carrying capacity of the elements, limiting the intensity of the development of cracks on the slab.

Making the joint zone of the slab from the high-strength concrete (*puddling*) made it possible to increase the load carrying capacity of the models considered by *Lee et al.* [18], despite the fact that the size of the zone made from high-strength concrete was much smaller than

the one given in the specifications of foreign standards [1], [4].

On the basis of analytical considerations, *Guidotti et al.* [13] as well as *Cyllok* [5] suggest placing the column in the distance from the edge of the slab which is not smaller than the slab's thickness because it will make it possible to avoid local stress concentration.

Compensating the differences in the strength of the concrete of a slab and of a column by applying additional high-strength steel reinforcement may turn out to be ineffective, which was proved in the paper [30].

4. BADANIA WŁASNE

4.1. Program badań

W badaniach własnych uwzględniono wpływ parametrów, które nie były ujęte w dotychczasowych pracach obcych:

- rodzaj betonu płyty – zwykły lub lekki kruszywowy (serie M i ML),
- stopień wykorzystania nośności płyty na przebiecie (seria ML),
- usytuowanie słupa względem krawędzi płyty (serie MK i MN).

Wszystkie modele badawcze wykonano w skali 1:2. Kształt elementów podstawowych pokazano na rys. 4.1. W Tabelicy 4.1 zestawiono wymiary charakterystyczne. Modelom podstawowym towarzyszyły także słupy porównawcze, o przekroju 200×200 mm i wysokości 600 mm. Zostały one wykonane z tego samego betonu i były jednakoż zbrojone jak słupy modeli podstawowych.

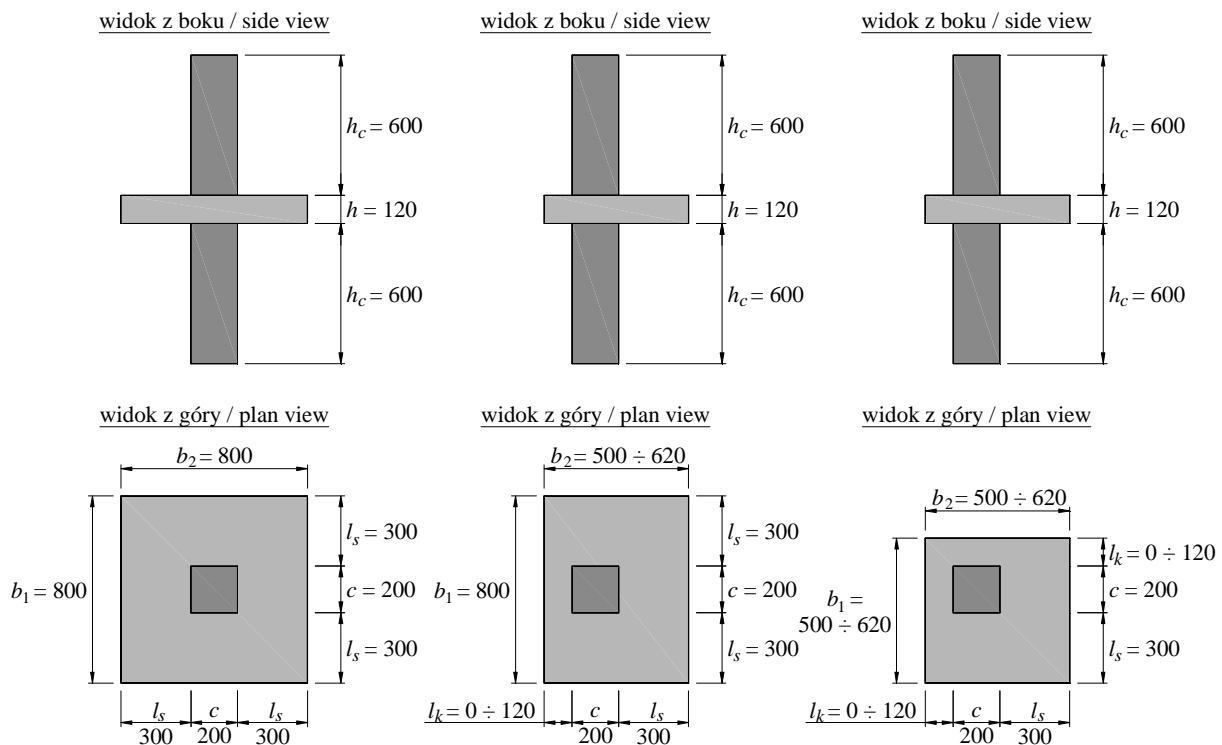
4. THE AUTHORS' RESEARCH

4.1. The programme of the tests

The research considers the influence of the following parameters, unmentioned in other research papers, into account:

- the kind of the concrete of a slab, i.e. normal or light-weight aggregate (M and ML series),
- the degree of exhaustion of punching shear capacity of the slab (ML series)
- the location of the column against the edge of the slab (MK and MN series).

All the test models were made half sized. Figure 4.1 shows the geometry of the basic elements and table 4.1 presents the characteristic dimensions. The basic models were accompanied by reference columns, with the section of 200×200 mm and the height of 600 mm. The concrete they were made from as well as the reinforcement were identical with those of the columns of the basic models.



Rys. 4.1. Kształt i wymiary modeli w badaniach własnych serii: a) M i ML, b) MK, c) MN

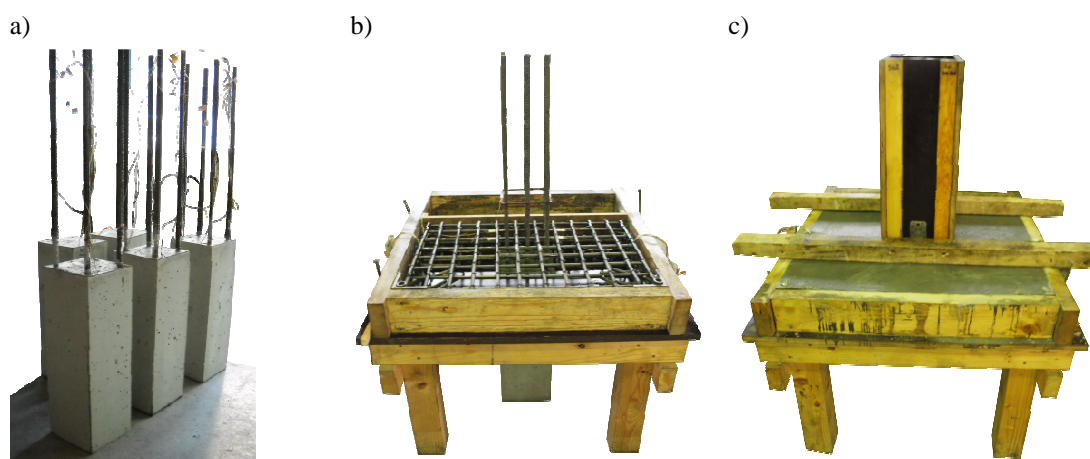
Fig. 4.1. Geometry and dimensions of specimens in author's investigations: a) M i ML, b) MK, c) MN – series

Modele podstawowe wykonywano w trzech etapach, realizowanych w odstępie 24 godzin. Prace rozpoczynano od zabetonowania słupów dolnych (patrz rys. 4.2a). Po rozformowaniu osadzano na nich deskowanie płyty i umieszczano w nim przygotowane uprzednio zbrojenie (patrz rys. 4.2b). Ostatni etap stanowiło wykonanie słupów górnych. Na zbrojeniu podłużnym słupa osadzano strzemiona, po czym zakładano formę i mocowano ją do deskowania płyty (patrz rys. 4.2c). Po upływie około 7 dni przystępowano do rozformowania. Elementy przechowywano w laboratorium przez okres około 3 ÷ 6 miesięcy. Oczekiwano, iż po tym czasie proces narastania wytrzymałości betonu ulegnie ustabilizowaniu. Było to istotne, bowiem niemożliwe było zbadanie wszystkich elementów w przeciągu jednego dnia.

The basic models were made in three stages, carried out every 24 hours. The work began with setting lower columns in concrete (see fig. 4.2a). After demoulding, the slab formwork was placed on them and the previously prepared reinforcement was fixed in it (see fig. 4.2b). The last stage was making upper columns. Stirrups were laid out on the longitudinal reinforcement of the column, then the mould was placed and fastened to slab formwork (see fig. 4.2c). After about 7 days it was demoulded. The elements were then kept in the laboratory for about 3 ÷ 6 months. It had been assumed that after this time the process of growing of the strength of concrete will stabilize. This was important because it was impossible to test all the elements during one day.

Tablica 4.1. Wymiary modeli rozważanych w badaniach własnych
 Table 4.1. Dimensions of specimens considered in author's investigations

Seria Series	Model Specimen	Płyta Slab				Słup górny Top column		Słup dolny Bottom column	
		b_1 [mm]	b_2 [mm]	h [mm]	l_k [mm]	c [mm]	h_c [mm]	c [mm]	h_c [mm]
M	M60/20/1	800	800	120	—	200	600	200	600
ML	ML – 1	800	800	120	—	200	600	200	600
	ML – 2								
	ML – 3								
MK	MK – 0	800	500	120	0	200	600	200	600
	MK – 0.5		560		60				
	MK – 1.0		620		120				
MN	MN – 0	500	500	120	0	200	600	200	600
	MN – 0.5	560	560		60				
	MN – 1.0	620	620		120				



Rys. 4.2. Kolejne etapy przygotowania modeli badawczych:

a) betonowanie słupów dolnych, b) zbrojenie i betonowanie płyt, c) betonowanie słupów górnych

Fig. 4.2. Subsequent stages of preparing of specimens:

a) casting concrete of bottom columns, b) reinforcing and casting concrete of slabs, c) casting concrete of top columns

4.2. Zastosowane materiały

4.2.1. Beton

Elementy wykonano z betonu przygotowywanego w laboratorium. Receptury stosowanych mieszanek betonowych, zamieszczono w Tablicy 4.2. Skład kruszywa dobierano na podstawie granicznych krzywych uziarnienia według DIN 1045 – 2 [6].

Wytrzymałość betonu na ściskanie f_{cm} jak również sieczny moduł sprężystości podłużnej E_{cm} określono na podstawie badań na próbkach walcowych o średnicy 150 mm i wysokości 300 mm. Z każdego zarobu mieszanki betonowej pobierano przeważnie 6 ÷ 10 próbek. Parametry wytrzymałościowe określano każdorazowo w dniu badania elementu.

4.2. The materials used

4.2.1. Concrete

The elements were made from the concrete prepared in the laboratory. Table 4.2. shows the recipes of concrete mixes used. The composition of aggregate was chosen on the basis of the limit aggregate grading curves, according to DIN 1045-2 [6].

The compressive strength of concrete f_{cm} as well as secant modulus of elasticity E_{cm} were determined on the basis of the tests on cylindrical samples with the diameter of 150 mm and the height of 300 mm. From each batch of concrete mixture usually 6 to 10 samples were taken. The strength parameters were determined each time on the day of testing an element.

Tablica 4.2. Receptury stosowanych mieszanek betonowych
Table 4.2. The mixes of concrete used

Beton wysokiej wytrzymałości High strength concrete (słupy dolne i górne bottom and top columns)		Beton zwykły Normal strength concrete (płyty / slabs)		Beton lekki Lightweight aggregate concrete (płyty / slabs)	
Projektowana klasa wytrzymałości Target concrete class	C70/85	Projektowana klasa wytrzymałości Target concrete class	C25/30	Projektowana klasa wytrzymałości Target concrete class	LC20/22
Zawartość składników w 1,0 m ³ mieszanki betonowej / Ingredients for 1,0 m ³ of concrete mix					
Piasek / Sand 0-2 „Czatoлин”	727 kg	Piasek / Sand 0-2 „Czatoлин”	882 kg	Piasek / Sand 0-2 „Czatoлин”	350 kg
Grys / Grit 2-8 „Graniczna”	889 kg	Grys / Grit 2-8 „Graniczna”	955 kg	Keramzyt / LECA 0-4	180 kg
				Keramzyt / LECA 3-10	380 kg
				Keramzyt / LECA 8-16	370 kg
Cement CEM I 42,5R Premium Góraǳe	540 kg	Cement CEM II 32,5R Góraǳe	300 kg	Cement CEM II 32,5R Góraǳe	370 kg
Woda wodociągowa / Tap water	170 dm ³	Woda wodociągowa Tap water	183 dm ³	Woda wodociągowa Tap water	200 dm ³
Viscocrete 3 (2,0% masy cementu) (2,0% of cement weight)	10,0 dm ³	Viscocrete 3 (2,0% masy cementu) (2,0% of cement weight)	5,6 dm ³	Viscocrete 3 (2,0% masy cementu) (2,0% of cement weight)	6,9 dm ³
Sika Perfin (0,5% masy cementu) (0,5% of cement weight)	2,8 dm ³	Sika Perfin (0,5% masy cementu) (0,5% of cement weight)	1,5 dm ³	Sika Perfin (0,5% masy cementu) (0,5% of cement weight)	1,5 dm ³
Mikrokrzemionka Silica fume MC Bauchemie	40 kg				
Powietrze / Air	2,0 %	Powietrze / Air	2,0 %	Powietrze / Air	2,0 %
Punkt piaskowy Sand equivalent [%]	51,0		59,3		—
w/c [-]	0,274		0,610		0,540
Gęstość / Density [kg/m ³]	2380		2327		1859

4.2.2. Stal

Zbrojenie modeli wykonano ze stali BSt500S o klasie ciągliwości C. Parametry wytrzymałościowe stali zbrojeniowej określono na podstawie badań próbek (przeciętnie 6) pobieranych losowo z każdej partii materiału. Uzyskana, średnia granica plastyczności była, w zależności od średnicy prętów, wyższa o 10 ÷ 30% od deklarowanej wartości charakterystycznej $f_{yk} = 500$ MPa. Naroża płyt modeli (z wyjątkiem elementów serii MN) zakończono stalowymi kątownikami z przyspawanymi rurami przelotowymi, które służyły późniejszemu osadzeniu trawersu.

4.3. Stanowisko badawcze

Badania prowadzone były w maszynie wytrzymałościowej o maksymalnym nacisku tłoka równym 6000 kN – patrz rys. 4.3 oraz 4.4. Wielkość przykładowej siły kontrolowano za pomocą wskazań manometru umieszczonego w obiegu płynu hydraulicznego. Modele mocowano w wózku stanowiska za pośrednictwem „stalowego buta”, składającego się z czterech kątowników i blachy stalowej. W celu zabezpieczenia głowic słupów górnych przed zni-

4.2.2. Steel

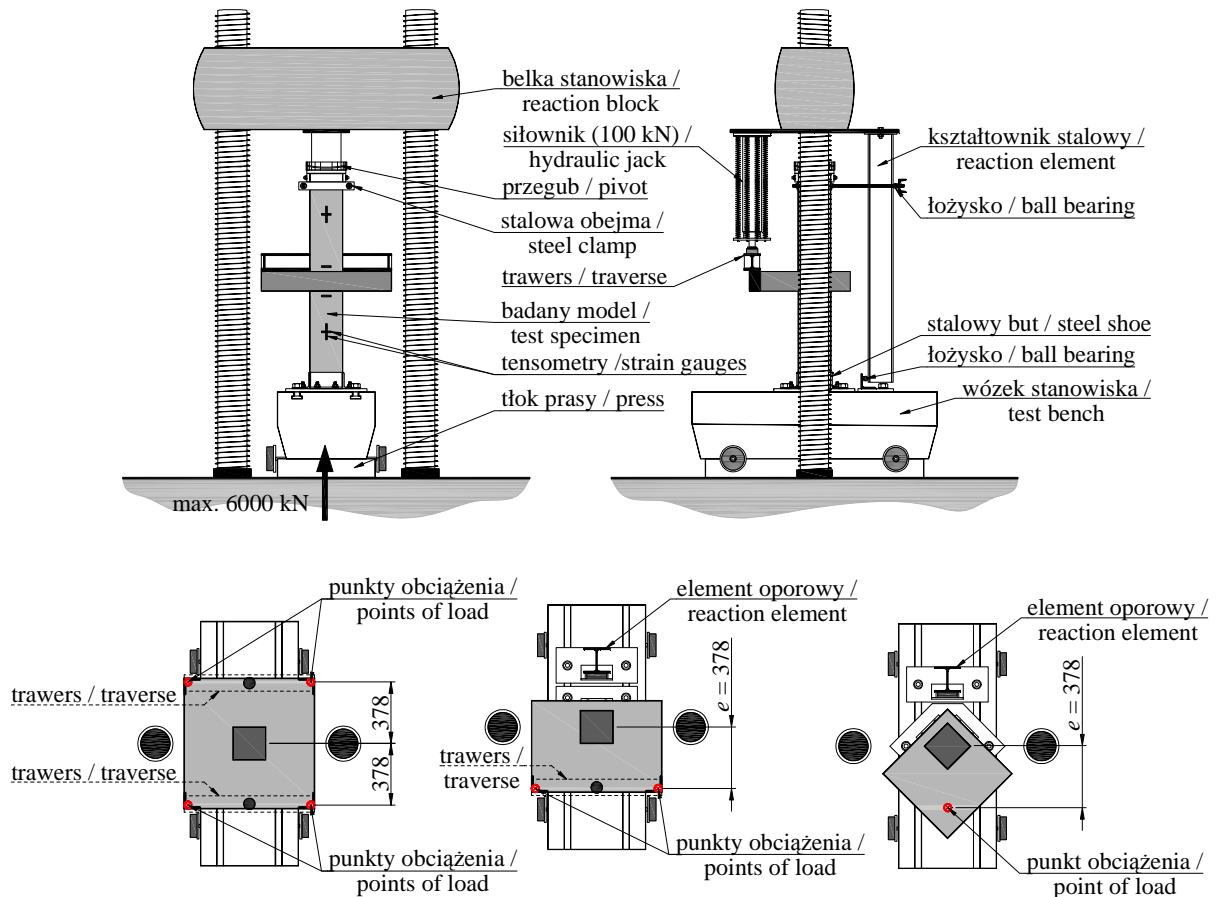
The reinforcement of the models was made of steel BSt500S with the ductility class C. The strength parameters of the reinforcing steel were determined on the basis of the tests on the samples taken at random from each batch, 6 ones on average. The obtained average yield strength was, depending on the diameter of bars, 10 ÷ 30% higher than the declared specific value $f_{yk} = 500$ MPa. The corners of the slabs of the models, except for the MN series, were finished with steel angle bars with welded metal sleeves, which were later used to set the cross beam.

4.3. The test stand

The tests were carried out in the testing machine with maximum pressure of the jack, equal to 6000 kN (see fig. 4.3 and 4.4). The value of the applied force was controlled on the basis of the indications of the pressure gauge placed in the hydraulic fluid circulation system. The models were fixed in the test setup with the use of a "steel shoe" consisting of four angles and a steel plate. In order

szczeniem wskutek lokalnego docisku stosowano dodatkową stalową obejmę. Słupy obciążano za pośrednictwem przegubu kulistego.

to protect the column head from failure resulting from local pressure, an additional steel clamp was used. The columns were loaded with the use of a spherical joint.



Rys. 4.3. Schemat stanowiska badawczego
Fig. 4.3. Scheme of test setup



Rys. 4.4. Widok stanowiska badawczego
Fig. 4.4. Test setup – front view

Płyty obciążano dodatkowymi siłownikami podłączonymi do niezależnego układu hydraulicznego. W ten sposób możliwe było prowadzenie niezależnego obciążania słupów oraz płyt modeli. W zależności od kształtu badanych modeli stosowano jeden lub dwa siłowniki, połączone przegubowo z trawersami.

The slabs were loaded with extra jacks connected with the independent hydraulic system. This made it possible to load the columns and the slabs of the models separately. Depending on the geometry of the tested models, one or two jacks, pinned with trawers were used. The proper location of the slabs was provided by bolts put in the sleeves cast in the slab.

Właściwe usytuowanie belek zapewniały bolce wprowadzane w zabetonowane w płycie tuleje. Jedynie w przypadku elementów serii MN obciążenie przykładano na płytę bezpośrednio poprzez głowicę siłownika.

Zarówno w przypadku modeli połączeń krawędziowych (seria MK) jak i narożnych (seria MN), mimośród obciążenia płyty względem osi słupa był stały i wynosił $e = 378 \text{ mm}$ – patrz rys. 4.3. Z uwagi na sposób obciążenia konieczne było w tym przypadku wprowadzenie dodatkowej konstrukcji wsporczej, przenoszącej reakcje poziome. W tym celu zastosowano kształtownik stalowy (pełniący funkcję elementu oporowego), połączony ze słupem górnym za pomocą stalowej obejmy w sposób umożliwiający przesuw pionowy.

4.4. Procedura badania

Badanie rozpoczynano od stopniowego obciążenia słupa. Skok siły wynosił 100 kN co 4 min. Po osiągnięciu siły równej 300 bądź 500 kN (w zależności od rodzaju elementu) przystępowano do stopniowego obciążania płyty w tempie 25 kN co 5 min (modele słupów wewnętrznych serii M i ML) bądź 5 kN (modele słupów skrajnych serii MK i MN), pozostawiając obciążenie słupa na niezmiennym poziomie. Zwiększanie obciążenia płyty przerywano z chwilą osiągnięcia założonej siły V_{slab} , przy której średnie odkształcenia zbrojenia głównego płyty ε_{init} wynosiły około $0,5 \div 2,0\%$ – patrz Tablica 4.3.

Tablica 4.3. Obciążenie płyt modeli i odpowiadające mu odkształcenia zbrojenia podłużnego
Table 4.3. Applied slab load and corresponding strains of slab longitudinal reinforcement

Model	M60/20/1	ML – 1	ML – 2	ML – 3	MK – 0	MK – 0.5	MK – 1.0	MN – 0	MN – 0.5	MN – 1.0
V_{slab} [kN]	100	150	100	50	50			25	50	
ε_{init} [%]	1,476	1,799	1,520	0,375	1,510	1,520	1,502	1,867	1,879	1,617

W drugiej fazie badania siła przekazywana na płytę pozostawała niezmienną. Stopniowemu zwiększaniu ulegało jedynie obciążenie słupa – o 100 kN co 5 min. Wraz ze zbliżaniem się do obciążenia maksymalnego, co przejawiało się zwiększeniem intensywności narastania odkształceń, wydłużano czas trwania każdego etapu obciążenia do 10 min. Badanie jednego elementu trwało od 4 do 5 godz. Na rysunku 4.5 pokazano przykładowy harmonogram badania modelu MN – 0.5.

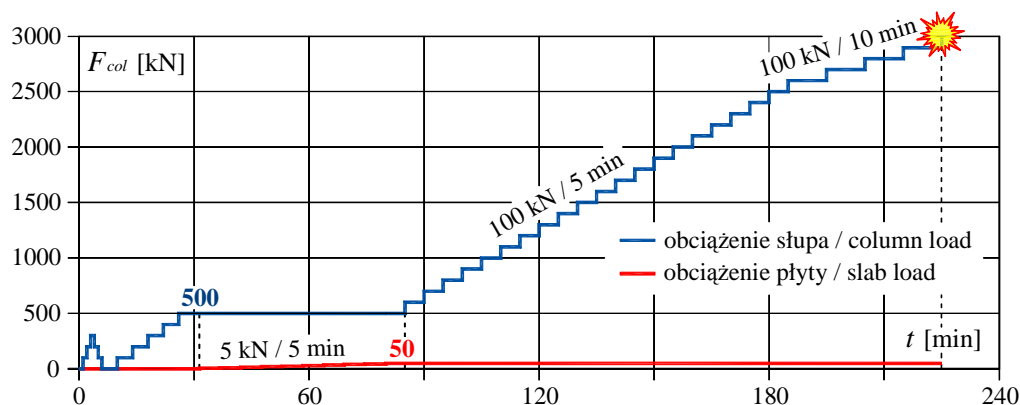
It was only in case of the elements of the MN series that the load was applied onto the slab directly with the hydraulic jack.

Both in case of the models of the edge connections (the MK series) and the corner connections (the MN series), the eccentricity of the loading on the slab in relation to the axis of the column e was constant and equal to 378 mm (see fig. 4.3). Due to the way of loading, in this case it was necessary to introduce an additional supporting structure carrying the horizontal reactions. For this reason, a steelwork flange working as a reaction element connected with the upper column with a steel clamp in a way which made vertical displacement possible was introduced.

4.4. The testing procedure

The test started with gradual loading of the column. The force was increased by 100 kN every 4 minutes. Reaching the value of 300 or 500 kN (depending on the kind of an element), meant the beginning of gradual applying load on the slabs of the models of internal connections from M and ML series by 25 kN every 5 minutes and 5 kN for outermost specimens, leaving the load on the column at the constant level. Increasing the load on the slab was stopped when the planned force V_{slab} was reached. With this force the average strains of the main reinforcement of the slab ε_{init} were about $0.5 \div 2.0\%$ (see Tab. 4.3).

In the second stage of the test the force transmitted onto the slab remained constant. It was only the load on the column that was increased and the increase was equal to 100 kN every 5 minutes. As the load was moving towards the maximum value, which was manifested with more intense growth of the strains, the time for each stage of loading was extended to 10 min. Testing one element lasted from 4 to 5 hours. Fig. 4.5 presents an example of a test schedule of the MN – 0.5 model.

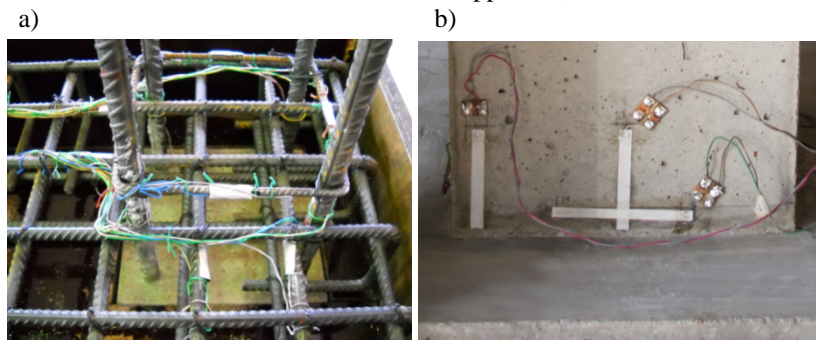


Rys. 4.5. Przebieg procesu obciążania modelu MN – 0.5
Fig. 4.5. Load history of specimen MN – 0.5

4.5. Pomiary

4.5.1. Pomiary odkształceń

Pomiar odkształceń zbrojenia prowadzono za pomocą tensometrów elektrooporowych o bazie pomiarowej 8,5 mm w przypadku zbrojenia podłużnego słupów i płyt modeli oraz o bazie 15,4 mm w przypadku strzemion słupów. Rozmieszczenie tensometrów na zbrojeniu pokazano na rys. 4.6a. Pomiar odkształceń betonu na powierzchni słupów modeli prowadzono za pomocą tensometrów elektrooporowych na matrycy papierowej o bazach 50 lub 80 mm (patrz rys. 4.6b). Ze względu na różną konfigurację punktów pomiarowych w poszczególnych seriach badawczych ich rozmieszczenie pokazano na schematach zamieszczonych w Załączniku.



Rys. 4.6. Układ tensometrów na: a) zbrojeniu, b) powierzchni słupa
Fig. 4.6. Arrangement of strain gauges on: a) reinforcement, b) column surface

W celu sprawdzenia poprawności działania stanowiska badawczego, w trakcie badania modeli serii M prowadzono dodatkowe pomiary odkształceń na powierzchni betonu za pomocą ekstensometru mechanicznego o bazie 200 mm.

4.5.2. Inwentaryzacja zarysowania

W trakcie badań prowadzono inwentaryzację rys. Nie wielkie, początkowe zarysowanie spowodowane było skurczem betonu i miało charakter powierzchniowy. Po każdorazowym zwiększeniu obciążenia dokonywano oględzin modelu i oznaczano wszystkie zaobserwowane rysy – patrz rys. 4.7. W przypadku wybranych rys o największym rozwarciu dokonywano także pomiaru ich szerokości za pomocą lupki *Brinella* o elementarnej podziałce 0,05 mm.

4.5. Measurements

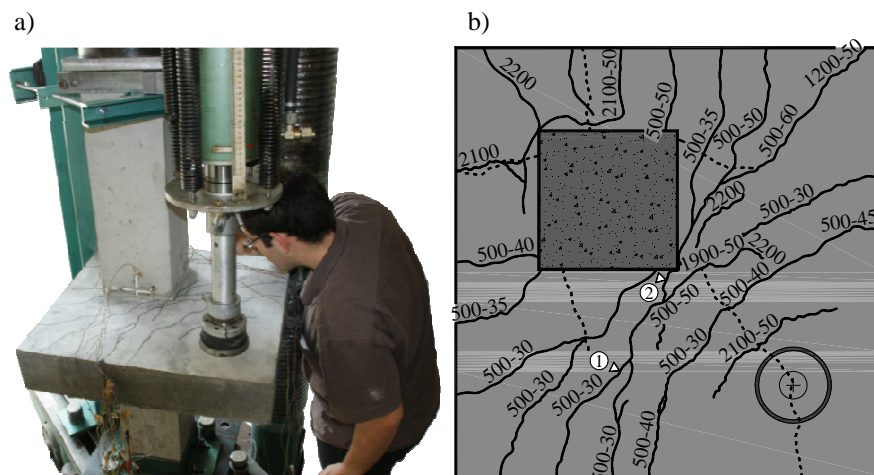
4.5.1. Measurements of strains

The strains of the reinforcement were measured with the use of foil strain gauges with the measuring base of 8.5 mm in case of longitudinal reinforcement of the columns and slabs of the models, and with the measuring base of 15.4 mm in case stirrups of the columns. The layout of the strain gauges on the reinforcement is shown in fig. 4.6a. The measurement of strains of the concrete on the surface of the columns of the models was carried out with the use of strain gauges on the paper matrix with the base of 50 or 80 mm (see fig. 4.6b). Due to different configuration of new measuring points in different test series, their layout is shown in the in the diagrams in the Appendix.

In order to check whether the performance of the test setup is correct, during the test of the models of the M series additional measurements of strains were taken on the surface of the concrete with the use of a mechanical extensometer with the basis of 200 mm.

4.5.2. Inventory of the cracks

During the tests, the inventory of the cracks was conducted. The initial small cracking resulted from concrete shrinkage and was of surface nature. After each increase of the load the model was inspected and all the observed cracks were marked (see fig.4.7). In case of cracks chosen for the largest opening, their width was measured with the *Brinell* lens with the reading interval of 0.05 mm.



Rys. 4.7. Inwentaryzacja rys: a) oznaczanie rys na powierzchni płyty, b) szkic wykonany po badaniu
Fig. 4.7. Stocktaking of crack pattern: a) marking of cracks on slab surface, b) sketch made after the test

5. REZULTATY BADAŃ

5.1. Badania modeli połączeń wewnętrznych

5.1.1. Charakterystyka modeli

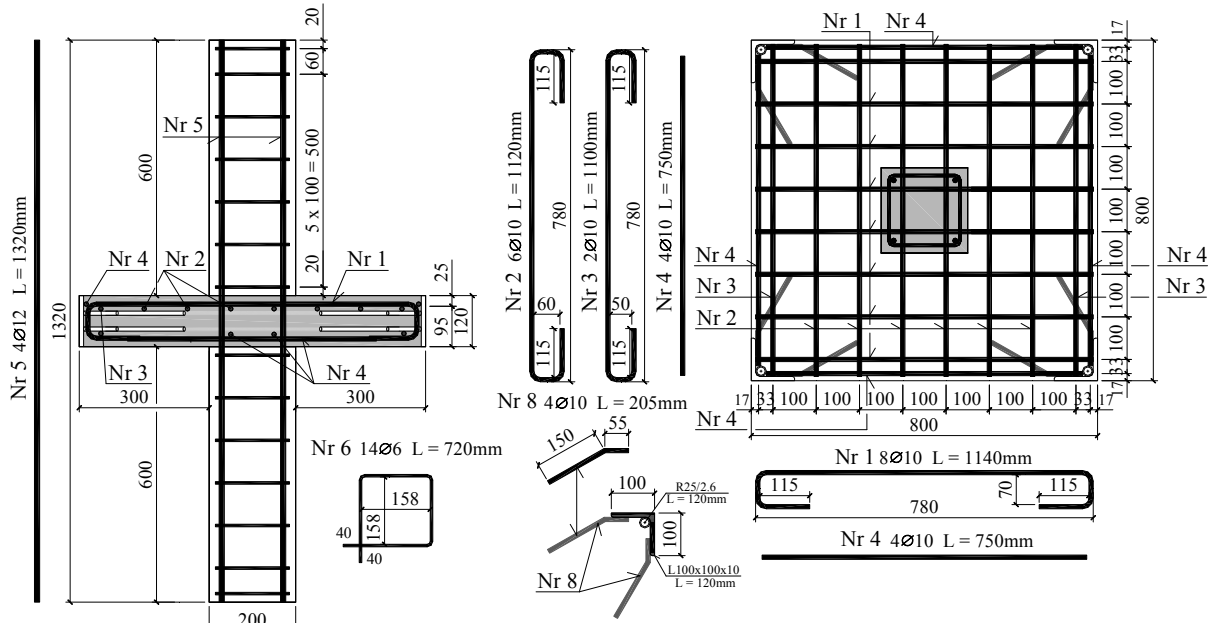
Modele serii M i ML charakteryzował jednakowy kształt i zbrojenie. Zbrojenie podłużne słupów stanowiły 4 pręty $\varnothing 12$, natomiast zbrojenie płyt pręty $\varnothing 10$ w rozstawie co 100 mm – patrz rys. 5.1. Parametry opisujące rozmieszczenie zbrojenia zestawiono w Tabelcy 5.1.

5. REASULTS OF THE TESTS

5.1. The tests of the models of internal connection specimens

5.1.1. Characteristics of the models

The characteristic features of the models of the M and ML series are identical geometry and reinforcement. The longitudinal reinforcement of the columns consisted of 4 bars $\varnothing 12$, and the reinforcement of the slabs consisted of the $\varnothing 10$ bars with spacing of 100 mm (see fig.5.1). The parameters describing the layout of reinforcement are compiled in Table 5.1.



Rys. 5.1. Zbrojenie modeli serii M i ML

Fig. 5.1. Reinforcement of the M and ML – series specimens

Tablica 5.1. Zbrojenie modeli serii M i ML

Table 5.1. Reinforcement of the M and ML – series specimens

Seria Series	Model Specimen	Słup dolny i górny Top and bottom column			Płyta / Slab							
		#	$A_{s,c}$ [mm ²]	$\rho_{l,c}$ [%]	Kierunek x / Direction x				Kierunek y / Direction y			
					#	d_x [mm]	$A_{s,sx}$ [mm ²]	$\rho_{l,sx}$ [%]	#	d_y [mm]	$A_{s,sy}$ [mm ²]	$\rho_{l,sy}$ [%]
M	M60/20/1	4 $\varnothing 12$	453	1,14	10 $\varnothing 10$	100	627	0,78	10 $\varnothing 10$	90	627	0,87
ML	ML – 1	4 $\varnothing 12$	451	1,14	10 $\varnothing 10$	100	622	0,78	10 $\varnothing 10$	90	622	0,86
	ML – 2											
	ML – 3											

Stosowano stal klasy 500C, która w przypadku obu serii badawczych pochodziła z różnych dostaw. W Tabelcy 5.2 zestawiono wyniki badań prętów zbrojeniowych. Na rysunkach 5.2 ÷ 5.4 pokazano zależności naprężenie – odkształcenie charakteryzujące zastosowaną stal zbrojeniową.

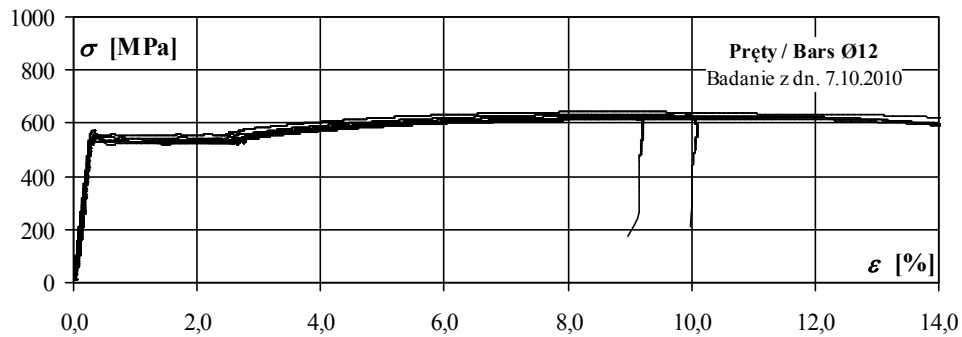
The steel used was steel class 500C, which in case of both test series was delivered from different sources. Table 5.2 presents the results of the tests on reinforcement bars. Figures 5.2 ÷ 5.4 show the stress-strain dependences characteristic for the reinforced steel used.

Tablica 5.2. Charakterystyka zbrojenia modeli serii M i ML

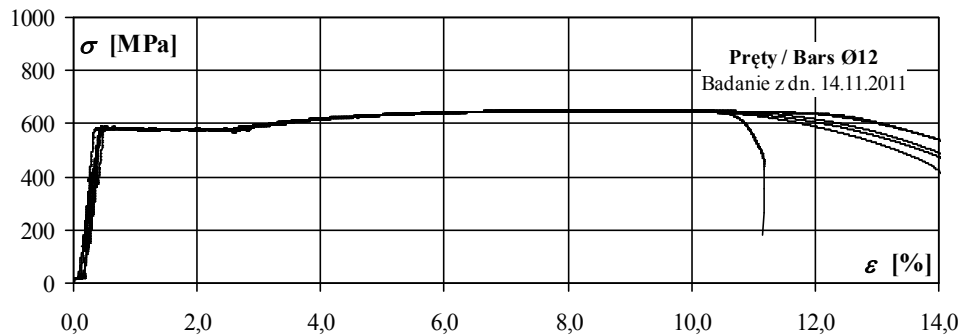
Table 5.2. Properties of the reinforcement of the M and ML – series specimens

Średnica nominalna Nominal diameter		n [-]	A_{sm} [mm ²]	f_{yl} [MPa]	f_{yh} [MPa]	f_{ym} [MPa]	f_{tm} [MPa]	E_{sm} [GPa]
Ø 6 (strzemiona / stirrups)	M	/	29,20	–	–	640,2	758,7	199,6
	ML	/	28,30	–	–	586,4	–	215,7
Ø 10 (zbroj. płyty / slab reinforcement)	M	/	78,40	540,2	548,7	544,4	653,4	203,1
	ML	6	77,71	532,8	546,8	539,8	619,3	211,5
Ø 12 (zbroj. słupa / column reinforcement)	M	6	113,29	529,2	551,6	580,2	627,4	194,5
	ML	6	112,76	573,0	587,3	580,2	649,0	204,3

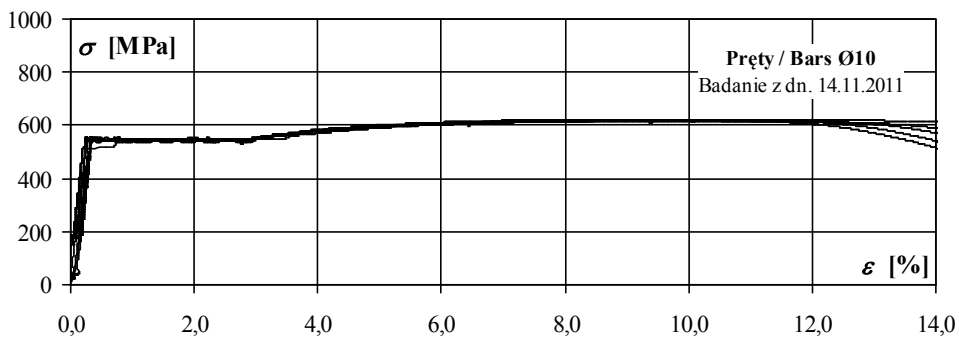
Stal żebrowana klasy C / Ribbed steel bars – ductility class C
 A_s – rzeczywiste pole przekroju poprzecznego / actual cross – section of the bar
 f_{yl} – dolna wartość granicy plastyczności / lower yield point
 f_{yh} – górna wartość granicy plastyczności / upper yield point
 f_{ym} – średnia granica plastyczności / mean value of the yield strength
 f_{tm} – średnia wytrzymałość na rozciąganie / mean value of the ultimate tensile stress
 E_{sm} – średni moduł odkształcalności podłużnej / mean value of the *Young* modulus



Rys. 5.2. Zależność naprężenie – odkształcenie charakteryzująca zbrojenie słupa modelu serii M
 Fig. 5.2. Stress – strain relationship characterizing reinforcing steel of column of M – series specimen



Rys. 5.3. Zależność naprężenie – odkształcenie charakteryzująca zbrojenie słupów modeli serii ML
 Fig. 5.3. Stress – strain relationship characterizing reinforcing steel of columns of ML – series specimens



Rys. 5.4. Zależność naprężenie – odkształcenie charakteryzująca zbrojenie płyt modeli serii ML
 Fig. 5.4. Stress – strain relationship characterizing reinforcing steel of slabs of ML – series specimens

Podstawowym wyróżnikiem modeli był beton zastosowany w płytach. W przypadku modelu M60/20/1 (seria M) zastosowano beton zwykły, natomiast w przypadku modeli serii ML – lekki beton kruszywowy. Płyty modeli serii ML wykonano z różnych mieszanek betonowych, czego rezultatem były pewne różnice w uzyskanych parametrach wytrzymałościowych. Słupy dolne i górne wykonano z betonu o wysokiej wytrzymałości. Ścisłe przestrzeganie receptury pozwoliło w przypadku obu słupów uzyskać betony o bardzo zbliżonych wytrzymałościach.

Wiek betonu w chwili badania modelu M60/20/1 wynosił średnio 120 dni. Badania elementów serii ML prowadzono sekwencyjnie, w odstępie 1 ÷ 2 dni. Wiek betonu w chwili badania wynosił: 216 ÷ 219 dni (słupy dolne), 215 ÷ 218 dni (płyty), 214 ÷ 217 dni (słupy górne). Wyniki badania betonu zamieszczono w Tablicach 5.3 i 5.4. Mimo iż badania próbek prowadzono w różnym czasie, nie stwierdzono istotnych różnic w wytrzymałości betonu. Z tego względu zdecydowano się rozpatrywać łącznie wszystkie wyniki badania betonu pochodzącego z tego samego zarobu.

The primary distinguishing feature of the models was the concrete used in the slabs. In case of M60/20/1 model (the M series) normal concrete was used and in case of models from the ML series it was light weight aggregate concrete. The slabs of the models of the ML series were made from various concrete mixes, which resulted in certain differences in the obtained strength parameters. The lower and upper columns were made from high-strength concrete. Strict compliance with the procedure made it possible to obtain concretes of very similar strength in case of both columns.

During the tests on the M60/20/1 model, average concrete age was 120 days. The tests on elements of the ML series were carried out sequentially, every 1 ÷ 2 days. Concrete age during the tests was 216 ÷ 219 days for the lower columns, 215 ÷ 218 days for the slabs, and 214 ÷ 217 days for the upper columns. The results of the tests on the concrete are presented in Tables 5.3 and 5.4. Despite the fact that the tests on the samples were carried out at different times, no significant differences in concrete strength were observed. For this reason it was decided that all the results of the tests on the concrete coming from the same batch should be considered as a whole.

Tablica 5.3. Wyniki badania betonu modelu serii M

Table 5.3. Results of concrete test of M – series specimen

Model serii M M series specimen	<i>n</i> [–]	<i>f_{cm}</i> [MPa]	<i>σ</i> [MPa]	<i>n</i> [–]	<i>E_{cm}</i> [GPa]	<i>σ</i> [GPa]	<i>n</i> [–]	<i>ρ</i> [kg/m ³]	<i>σ</i> [kg/m ³]
Słup dolny / Bottom column	2	72,8	1,6	–	–	–	2	2335	7
Płyta / Slab	6	26,9	0,5	–	–	–	6	2207	9
Słup górny / Top column	2	75,1	1,2	–	–	–	2	2385	7

n – liczba próbek / number of samples
σ – odchylenie standardowe / standard deviation
f_{cm} – średnia wytrzymałość betonu na ściskanie / mean value of concrete compressive strength
E_{cm} – sieczny moduł sprężystości podłużnej / secant modulus of elasticity
ρ – gęstość / density

Tablica 5.4. Wyniki badania betonu modeli serii ML

Table 5.4. Results of concrete test of ML – series specimens

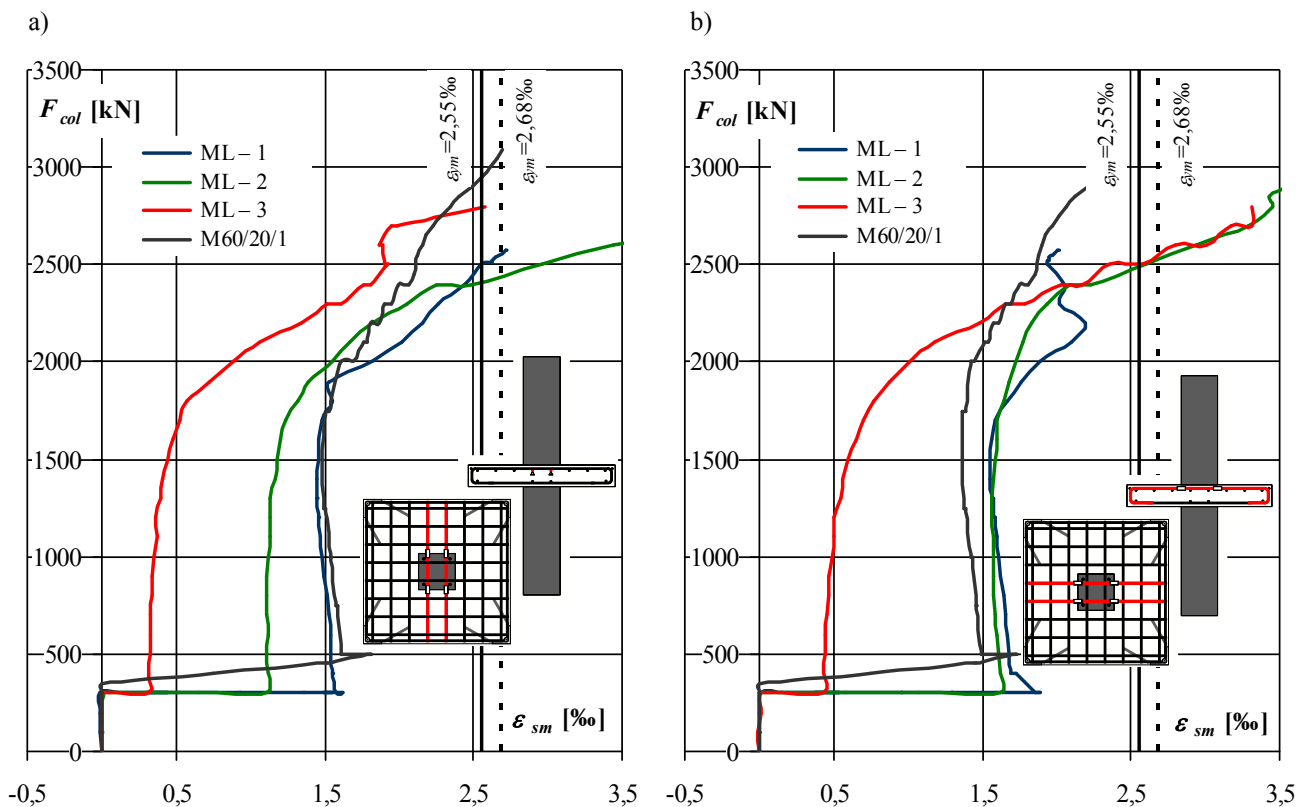
Modele serii ML ML series specimens	<i>n</i> [–]	<i>f_{cm}</i> [MPa]	<i>σ</i> [MPa]	<i>n</i> [–]	<i>E_{cm}</i> [GPa]	<i>σ</i> [GPa]	<i>n</i> [–]	<i>ρ</i> [kg/m ³]	<i>σ</i> [kg/m ³]	
Słup dolny / Bottom column	10	90,1	3,7	3	32,2	0,1	10	2319	10	
Płyta / Slab	ML – 1	6	33,0	2,2	1	13,9	–	6	1722	10
	ML – 2	10	29,8	4,5	3	13,0	0,8	10	1708	19
	ML – 3	4	25,1	1,8	2	12,6	0,5	4	1688	5
Słup górny / Top column	13	88,3	2,8	3	32,9	0,8	13	2315	15	

5.1.2. Wyniki badań

Na rysunku 5.5 pokazano średnie odkształcenia górnego zbrojenia podłużnego płyt w funkcji obciążenia słupa. Widoczny znaczny wzrost odkształceń w początkowej fazie badania wynikał z obciążenia płyty.

5.1.2. The results of the tests

Figure 5.5 shows average strains of the upper longitudinal reinforcement of the slabs as a function of the load on the column. The apparent significant growth of strains during the initial stage of the test was the result of the load on the slab.



Rys. 5.5. Porównanie średnich odkształceń zbrojenia podłużnego płyty:
 a) warstwa dolna, b) warstwa górna (ϵ_{ym} : linia ciągła – seria ML, linia przerywana – seria M)
 Fig. 5.5. Comparison between average strains of slab reinforcement:
 a) bottom layer, b) top layer (ϵ_{ym} : continuous line – ML – series, dashed line – M – series)

Wraz ze zwiększaniem obciążenia słupa obserwowano początkowo nieznaczne zmniejszenie odkształceń. Dalsze zwiększanie obciążenia słupa prowadziło do stopniowego wzrostu odkształceń zbrojenia płyty. Przy obciążeniu równym około 1500 ÷ 2000 kN zauważalny był wzrost intensywności ich narastania. Należy zauważyć, iż w przypadku wszystkich modeli doprowadzono do uplastycznienia zbrojenia jedynie poprzez zwiększanie obciążenia słupa (odkształcenia ϵ_{ym} wyznaczające początek uplastycznienia oznaczono na rys. 5.5 liniami czarnymi).

Zmiana odkształceń zbrojenia jak również rozwój zarysowania płyt oraz słupów modeli pozwoliły wyróżnić charakterystyczne fazy badania, pokazane na rys. 5.6:

- deformacja płyty wskutek zginania
- i c) prostowanie płyty wskutek obciążenia słupa
- rozpieranie płyty wynikające z odkształceń poprzecznych betonu węzła
- zarysowanie słupa poprzedzające zniszczenie, wynikające z odkształceń betonu węzła

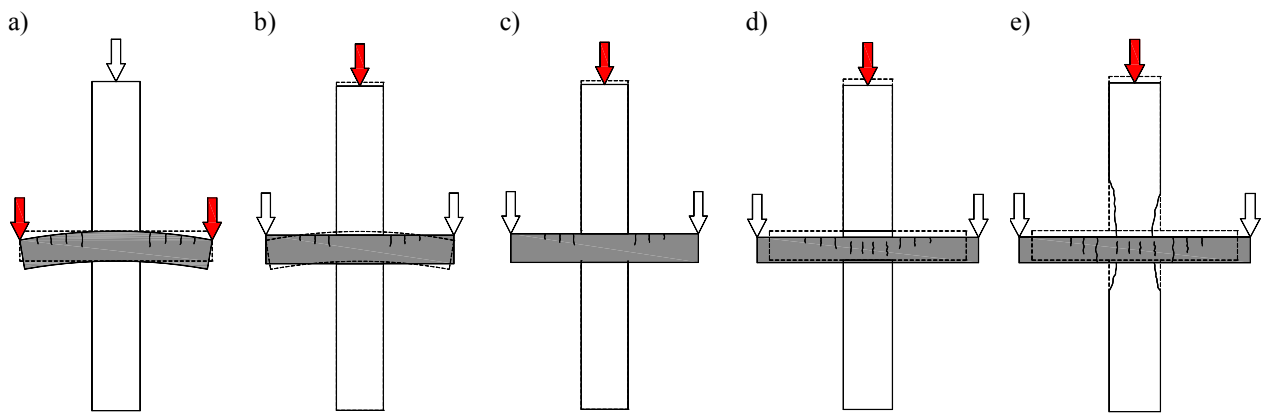
Wyniki pomiarów odkształceń strzemion słupa zlokalizowanych bezpośrednio przy obu powierzchniach płyty pokazano na rys. 5.7. Wskutek zginania płyty jak również sił poprzecznych wynikających z docisku słupa w strzemionach górnych rejestrowano naprężenia rozciągające o znacznej wartości. Intensywność ich narastania była zależna od wielkości obciążenia płyty (największa w przypadku elementu ML – 1 z najmocniej obciążoną płytą).

The increase of the load on the column was at first accompanied by slight decrease in strains. Further increase of the load on the column led to gradual growth of strains of the reinforcement of the slab. When the load reached about 1500 ÷ 2000 kN the increase in the intensity of their growth was observed. It is worth noticing that in case of all models, the yielding of slab reinforcement resulted only from increasing the load on the column (strains ϵ_{ym} determining the beginning of the yielding are marked in fig. 5.5 with black lines).

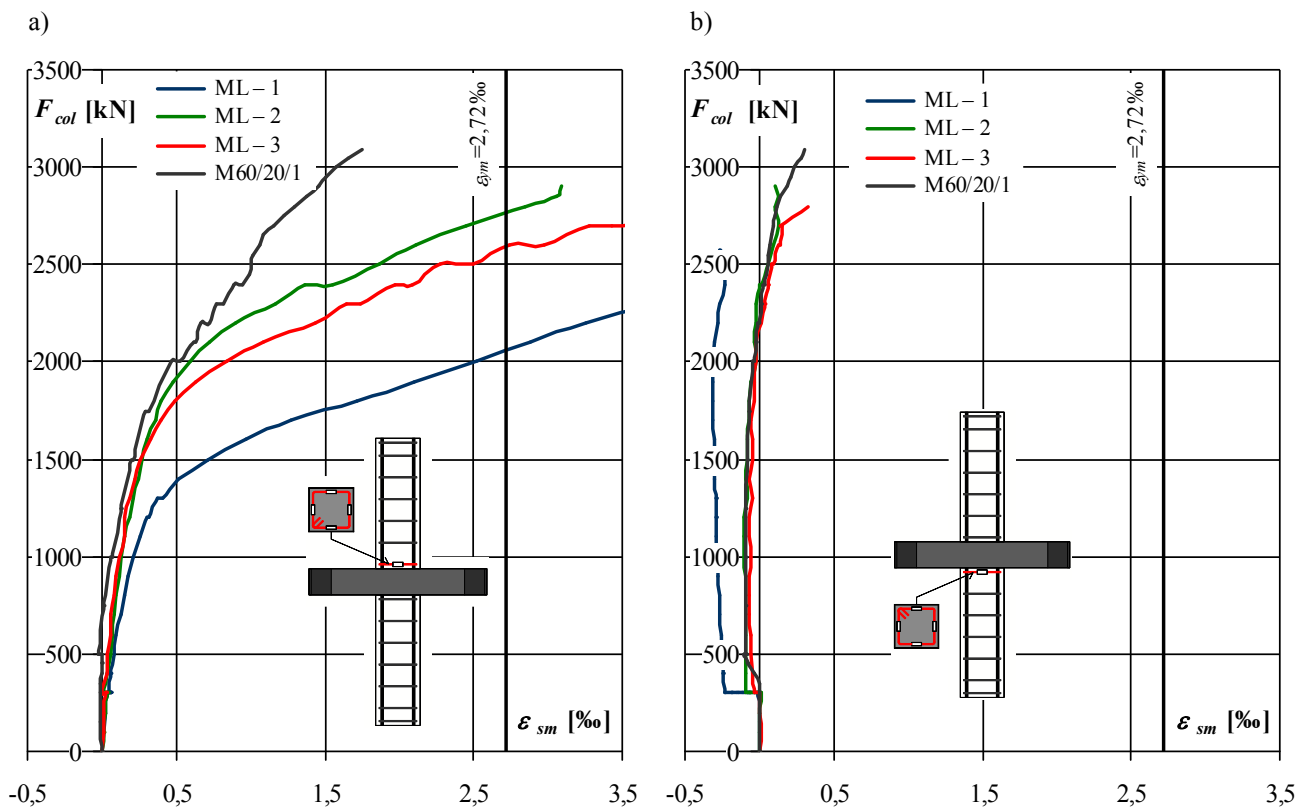
The change of strains of the reinforcement as well as development of the cracks in the slabs and columns of the models made it possible to distinguish characteristic phases of the test, shown in fig.5.6:

- deformation of the slab resulting from bending
- b), c) flattening of the slab resulting from loading the column
- expansion of the slab resulting from lateral strains of the concrete of the joint
- cracking of the column preceding failure, resulting from lateral expansion of the concrete of the joint.

The results of measurements of strains of the stirrups of the column situated directly at both the surfaces of the slab are shown in fig.5.7. Due to bending of the slab and lateral forces resulting from compression of the column in upper stirrups, tensile stresses of significant value were observed. The intensity of their growth depended on the value of the load on the slab and was highest in case of element ML – 1 with the most loaded slab.



Rys. 5.6. Kolejne etapy badania i związana z nimi deformacja modelu
(kolorem czerwonym oznaczono obciążenie, które w danym etapie badania ulegało zwiększeniu)
Fig. 5.6. Subsequent stages of the test and corresponding specimen's deformations
(with red was marked the load, which was increased)

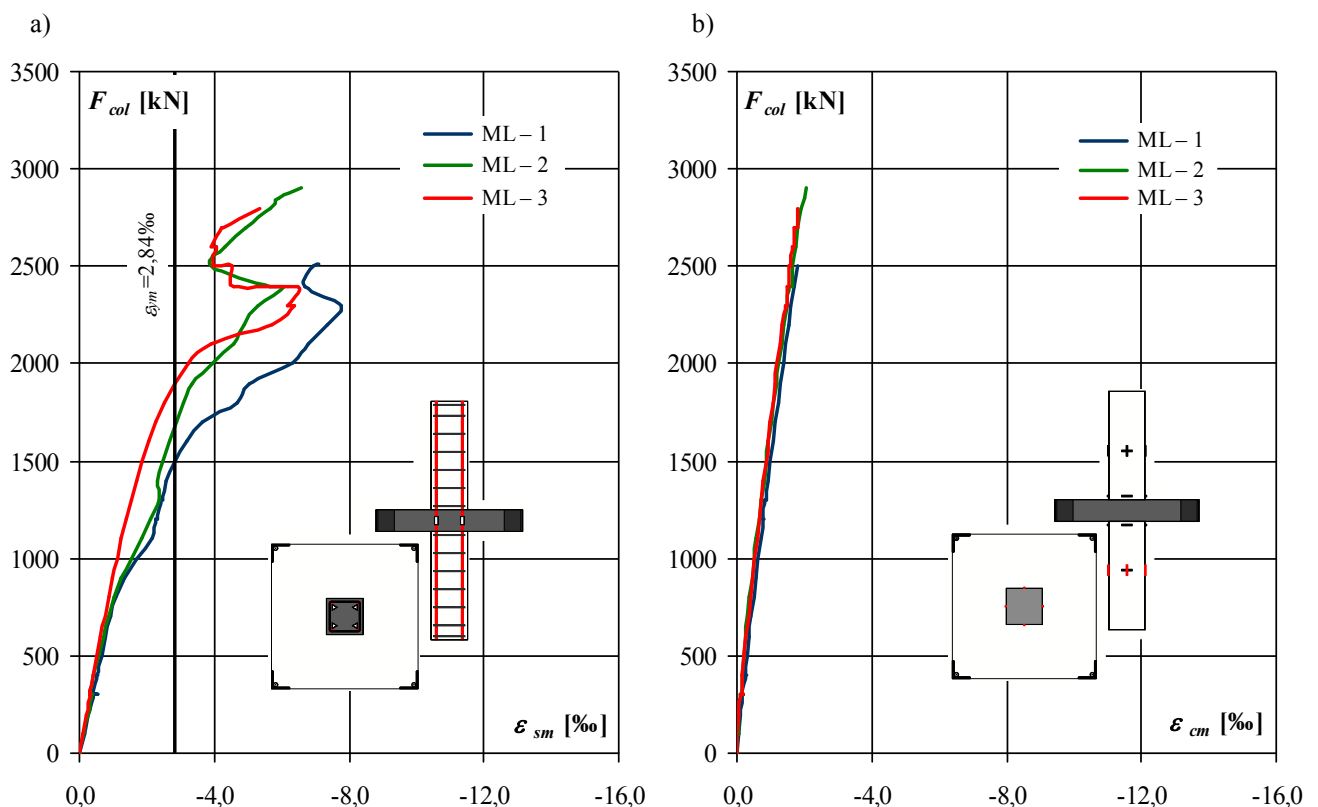


Rys. 5.7. Porównanie średnich odkształceń strzemion zlokalizowanych przy powierzchniach płyty: a) górnej, b) dolnej
Fig. 5.7. Comparison between average strains of stirrups located by: a) top, b) bottom slab surface

W przypadku wszystkich modeli serii ML z płytami z betonu lekkiego strzemiona uległy uplastycznieniu. W przypadku elementu M60/20/1 z płytą z betonu zwykłego obserwowano znacznie mniej intensywne narastanie odkształceń. Jedynie w przypadku tego modelu zniszczenie nie zostało poprzedzone uplastycznieniem strzemienia górnego. Wskutek zginania płyty strzemiona dolne pozostały ściskane, przy czym rejestrowane odkształcenia były nieznaczne – nie przekraczały $-0,3\%$. Przy znacznym zaawansowaniu obciążenia, równym około $75 \div 90\%$ siły niszczącej, obserwowano zmianę charakteru naprężeń na rozciągające. Maksymalne rejestrowane wartości dochodziły do $0,35\%$ i były $6 \div 10$ – krotnie mniejsze od odkształceń rejestrowanych wówczas na strzemionach górnych.

In case of all the models from the ML series with slabs made from lightweight aggregate concrete, the stirrups yielded. Much less intense growth of strains was observed in case of element M60/20/1 with a slab made from normal concrete. This model was the only case in which failure was not preceded by yielding of the upper stirrup. As a result of bending of the slab, the lower stirrups remained compressed, but the strains were not of significant values, i.e. they didn't exceed -0.3% . With high load, equal to around $75 \div 90\%$ of failure force, the change of stresses into tensile stresses was observed. The highest recorded values reached 0.35% and were $6 \div 10$ – times smaller than the strains recorded on the upper stirrups.

Na rysunku 5.8a pokazano średnie odkształcenia zbrojenia słupa mierzone w obrębie przewarstwienia słabszym betonem płyty. Do uplastycznienia zbrojenia dochodziło przy obciążeniu równym około $1500 \div 2000$ kN – najszybciej w przypadku elementu ML – 1 z najmocniej obciążoną płytą. Uplastycznienie zbrojenia słupa związane było ze wzrostem intensywności narastania odkształceń zbrojenia podłużnego płyty – por. rys. 5.5. Przy obciążeniu stanowiącym około $80 \div 90\%$ wartości siły niszczonej rejestrowano znaczną zmienność odkształceń, mogącą świadczyć o lokalnym wyoboczeniu zbrojenia słupa. Poza strefą węzłową rejestrowano mniejsze odkształcenia, co pokazano na rys. 5.8b. W chwili zniszczenia maksymalne odkształcenia mierzone na powierzchni betonu w połowie wysokości słupów dolnych nie przekraczały $1,7 \div 2,1\%$.

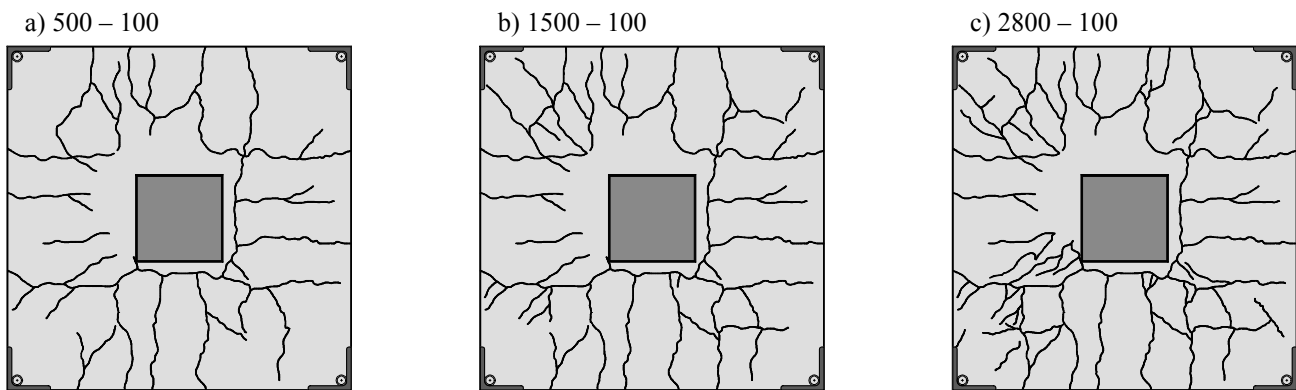


Rys. 5.8. Porównanie średnich odkształceń: a) zbrojenia podłużnego słupa, b) mierzonych na powierzchni słupa dolnego
Fig. 5.8. Comparison between average strains: a) of column longitudinal reinforcement, b) measured on surface of bottom column

Na rysunku 5.9 pokazano morfologię rys na górnej powierzchni płyty modelu ML – 2 w zależności od zaawansowania obciążenia. Początkowe zarysowanie wynikające z obciążenia płyty miało charakter zbliżony do układu prętów zbrojenia podłużnego płyty. W drugiej fazie badania, kiedy zwiększaniu ulegało jedynie obciążenie słupa, obserwowano początkowo nieznaczne zamykanie się rys. Dalsze zwiększanie obciążenia prowadziło jednak do stopniowej ich propagacji, przy czym układ rys stawał się nieregularny – patrz rys. 5.9c. Obserwowano szczególnie intensywny rozwój zarysowania przebiegającego pod kątem około 45° względem ortogonalnej siatki zbrojenia, co może świadczyć o rozpieraniu płyty przez beton węzła.

Figure 5.8 a shows average strains of reinforcement of the column, measured within the area of intersection with the weaker concrete of the slab. The yielding of reinforcement accompanied the load of about $1500 \div 2000$ kN – and it occurred soonest in case of element ML – 1 with the highest loaded slab. The yielding of reinforcement of the column was connected with growing intensity of the increase of the strains in the longitudinal reinforcement of the slab (compare fig. 5.5). What was observed with the load equal to about $80 \div 90\%$ of the value of failure force, was a significant variability of strains which may indicate local buckling of the reinforcement of the column. Outside the joint zone smaller strains were observed, which is shown in fig. 5.8b. At the moment of failure the maximum strains measured on the surface of concrete at half a height of the lower columns did not exceed $1.7 \div 2.1\%$.

Figure 5.9 shows crack morphology on the upper surface of the slab of the ML – 2 model depending on the load level. The initial cracking resulting from the load on the slab was similar to arrangement of bars of longitudinal reinforcement of the slab. In the second phase of the test, when the only value which increased was the load on the column, at first slight crack closure was observed. However, further increase of the load led to their gradual propagation, and the distribution of the cracks was becoming irregular (see fig. 5.9c). The most intense development of cracking was observed for cracking at an angle of about 45° to orthogonal reinforcement mesh, which may indicate spreading of the slab by the concrete of the joint.

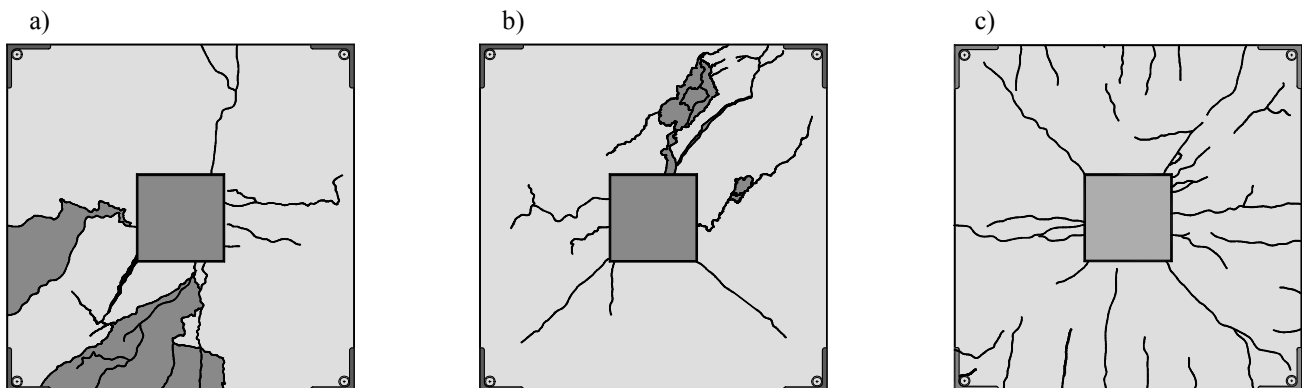


Rys. 5.9. Zarysowanie górnej powierzchni płyty modelu ML – 2 w zależności od zaawansowania obciążenia słupa F_{col} i płyty V_{slab} : $F_{col} - V_{slab}$, siły podano w [kN]

Fig. 5.9. Crack pattern on top slab surface of ML – 2 specimen depending on load level of column F_{col} and slab V_{slab} : $F_{col} - V_{slab}$, all forces in [kN]

Na krótko przed zniszczeniem modeli obserwowano rysy na dolnych powierzchniach płyt, ściskanych przez większą część badania – patrz rys. 5.10. Rysy przelotowe świadczyły o rozrywaniu płyty. Efektu takiego nie należy jednak oczekiwać w przypadku konstrukcji rzeczywistych, z uwagi na działanie efektu membranowego. Zarysowanie płyty modelu ML – 3 z najslabiej obciążoną płytą (patrz rys. 5.10c) było zbliżone do obserwowanego przez *Ospina* i *Alexandra* [25] w przypadku modeli z płytami nieobciążonymi.

Shortly before the failure of the models, cracks on the lower surfaces of the slabs compressed during the greater part of the test were observed (see fig. 5.10). Cracks through the entire thickness indicated spreading of the slab. However, such an effect should not be expected in case of real structures because of membrane effect. The crack pattern of the slab of the ML – 3 model with the least loaded slab (see fig. 5.10c) was similar to the one observed by *Ospina and Alexander* [25] for models with unloaded slabs.



Rys. 5.10. Zarysowanie dolnej powierzchni płyt modeli:

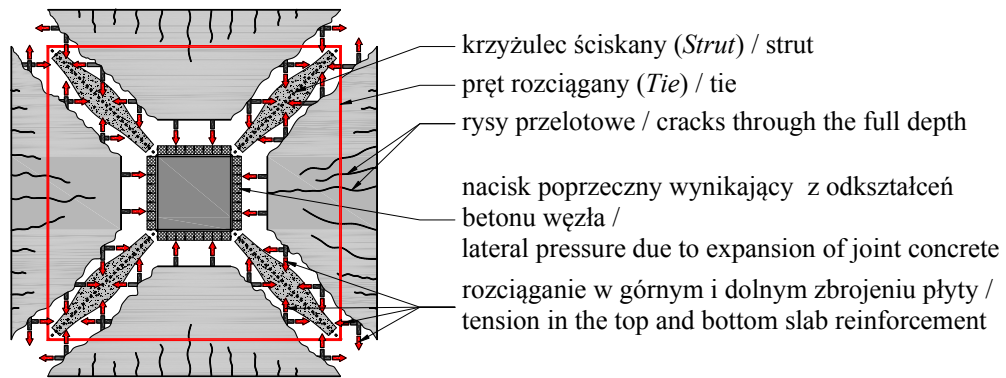
a) ML – 1, b) ML – 2, c) ML – 3 (zaciemniono obszary odspojenia betonu)

Fig. 5.10. Crack pattern on bottom slab surfaces:

a) ML – 1, b) ML – 2, c) ML – 3 (the zones of spalling of concrete were shaded)

Obraz zarysowania pozwolił sformułować teoretyczny model kratownicowy, wyjaśniający mechanizm przekazywania oddziaływań w strefie węzłowej – patrz rys. 5.11. Wskutek odkształceń poprzecznych betonu węzła formują się ukośne krzyżulce ściskane (*Struts*). Powodują one rozpięcie płyty, prowadząc do powstania sił rozciągających w zbrojeniu podłużnym, reprezentowanym przez pierścienie składający się z hipotetycznych prętów rozciąganych (*Ties*). Do momentu uplastycznienia, sygnalizowanego pojawieniem się rys przelotowych, zbrojenie podłużne płyty ogranicza odkształcenia betonu węzła.

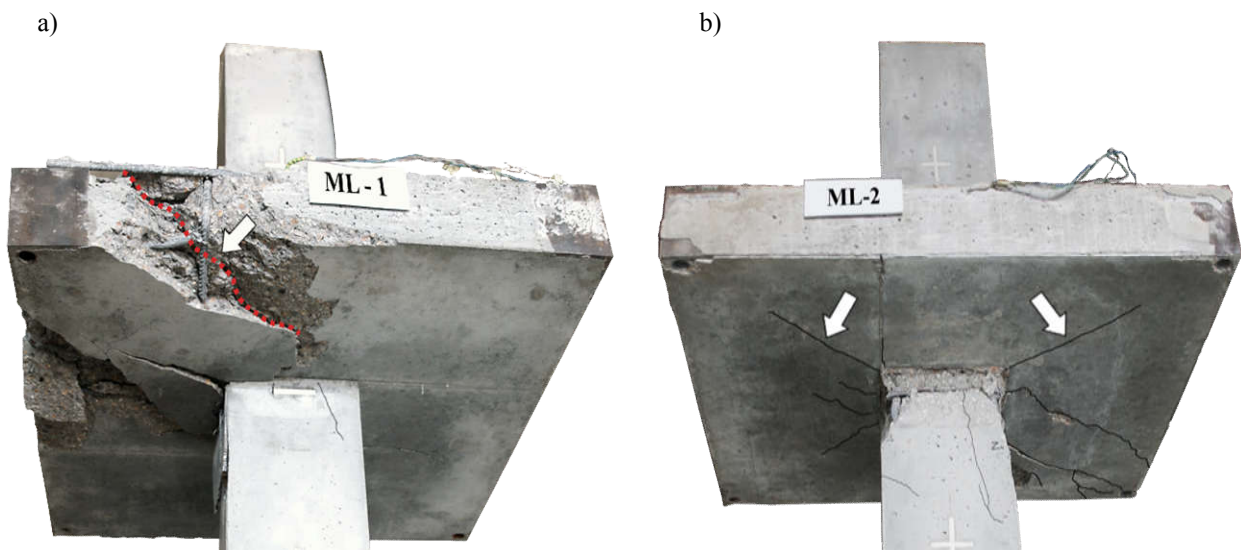
The cracks' pattern made it possible to formulate a theoretical strut-and-tie model, explaining the mechanism of transferring the internal forces in the joint zone (see fig. 5.11). As a result of lateral expansion of the concrete of the joint diagonal struts are formed. They cause the expansion of the slab, producing tensile forces in longitudinal reinforcement represented by a ring, consisting of hypothetical tie bars. Until the moment of yielding, signaled by the appearance of cracks through the entire thickness, longitudinal reinforcement limits the strains of the concrete of the joint.



Rys. 5.11. Teoretyczny układ sił wewnętrznych w chwili poprzedzającej zniszczenie elementu
 Fig. 5.11. Theoretical configuration of internal forces at the time preceding the failure

Na rysunku 5.12 pokazano modele serii ML po zniszczeniu. W przypadku elementu ML – 1 było ono poprzedzone uszkodzeniem płyty w sposób charakterystyczny dla przebicia (widoczna rysa ukośna). Mogło to wynikać ze znacznego wykorzystania jej nośności bowiem założone obciążenie V_{slab} równe było teoretycznej nośności na przebicie $V_{Rl,c}$, określonej wg zasad Eurokodu 2 [7]. W przypadku obu modeli widoczne jest także uszkodzenie słupa w strefie przywęzłowej, przejawiające się odspojeniem otuliny i wyobczeniem zbrojenia podłużnego. Na rysunku 5.12b widoczne są rysy skrośne, jakie pojawiły się w końcowej fazie badania. Szczegółową dokumentację fotograficzną modeli zamieszczono w Załączniku.

Figure 5.12 shows the models of the ML series after failure. In case of element ML – 1 it was preceded by the damage of the slab in the way characteristic for punching shear (visible diagonal crack). It may have been the result of using most of its load carrying capacity because the assumed load V_{slab} was equal to theoretical punching shear carrying capacity $V_{Rl,c}$, determined according to the Eurocode 2 [7] regulations. In case of both models one can also observe damage of the column near joint, manifested with spalling of concrete cover and buckling of longitudinal reinforcement. In fig. 5.12b one can see cross cracks which appeared in the final phase of the test. The detailed photographic documentation of the models is included in the Appendix.



Rys. 5.12. Widok modeli serii ML po zniszczeniu: a) ML – 1, b) ML – 2
 Fig. 5.12. View of the test specimens after failure: a) ML – 1, b) ML – 2

W Tabelicy 5.5 zamieszczono nośności eksperymentalne modeli podstawowych F_{col} oraz słupów odniesienia $F_{w,col}$, wykonanych w całości z betonu o wysokiej wytrzymałości. Różnica w nośności elementów ML – 1 i ML – 3 (z odpowiednio: najmocniej i najsłabiej obciążoną płytą) nie przekraczała 10%. Uwidocznił się natomiast wpływ przewarstwienia słupa lekkim betonem kruszywowym płyty. Nośności modeli podstawowych były średnio o około 20% niższe od wartości uzyskanych w przypadku słupów odniesienia.

Table 5.5 presents experimental load carrying capacities of basic models F_{col} and of reference columns $F_{w,col}$, made completely from high-strength concrete. The difference in load carrying capacity of ML – 1 and ML – 3 elements, with the most heavily and the most lightly loaded slab respectively, didn't exceed 10%. What became apparent was the influence of intersection of the column with lightweight aggregate concrete of the slab. Average load carrying capacities of the basic models were about 20% lower than the values for reference columns.

Tablica 5.5. Porównanie nośności elementów podstawowych i słupów odniesienia

Table 5.5. Comparison between load carrying capacities of basic specimens and comparison models

Serial Series	Model Specimen	V_{slab} [kN]	Słup Column	F_{col} [kN]	$F_{w,col}$ [kN]	$F_{col}/F_{w,col}$
M	M60/20/1	100	górný / top	3080	3215 ¹	0,96
			dolny/bottom	3180	3124 ¹	1,02
ML	ML – 1	150	górný top	2570	3447 ²	0,75
	ML – 2	100		2900		0,84
	ML – 3	50		2800		0,81
	ML – 1	150	dolny bottom	2720	3487 ²	0,78
	ML – 2	100		3000		0,86
	ML – 3	50		2850		0,82
¹ wartości teoretyczne, ustalone na podstawie cech materiałowych / theoretical values determined on the basis of material properties ² średnia uzyskana z badania trzech modeli odniesienia / average carrying capacities obtained from the tests of three comparison models						

Porównując wyniki uzyskane dla modeli M60/20/1 oraz ML – 2 można dokonać oceny wpływu rodzaju betonu płyty – płyty obu elementów były bowiem obciążone w jednakowy sposób. Mimo, iż słup i płyta pierwszego z elementów wykonane zostały z betonu o nieco niższej wytrzymałości na ściskanie, osiągnął on nośność o 6% większą niż model ML – 2. Zniszczenie elementu M60/20/1, w odróżnieniu od modelu ML – 2, mogło wynikać z wyczerpania nośności słupa, o czym świadczy teoretyczny stosunek $F_{col}/F_{w,col}$ bliski jedności. Różnice te mogły wynikać ze znacznej dysproporcji pomiędzy modułami odkształcalności podłużnej betonów płyt – beton lekki charakteryzował się bowiem około dwukrotnie niższą wartością modułu *Younga* w stosunku do betonu zwykłego.

5.2. Badania modeli połączeń krawędziowych

5.2.1. Charakterystyka modeli

Modele serii MK różniły się wielkością przewieszenia płyty poza krawędź słupa, które wynosiło 0, 60 i 120 mm. Zbrojenie podłużne słupów stanowiło 6 prętów $\varnothing 12$. Płyty zbrojone były prętami $\varnothing 10$ w rozstawie podstawowym co 70 mm. Różnica w liczbie prętów jak również nieznaczne zaburzenie ich rozstawu wynikało wyłącznie z różnic w wielkości przewieszenia płyt. Na rysunku 5.13 pokazano przykładowe zbrojenie modelu MK – 0.5. Parametry opisujące rozmieszczenie zbrojenia zestawiono w Tabelcy 5.6.

Tablica 5.6. Zbrojenie modeli serii MK

Table 5.6. Reinforcement of the MK – series specimens

Serial Series	Model Specimen	Słup dolny i górný Top and bottom column			Płyta / Slab							
		#	$A_{s,c}$ [mm ²]	$\rho_{l,c}$ [%]	Kierunek x / Direction x			Kierunek y / Direction y				
					#	d_x [mm]	$A_{s,sx}$ [mm ²]	$\rho_{l,sx}$ [%]	#	d_y [mm]	$A_{s,sy}$ [mm ²]	$\rho_{l,sy}$ [%]
MK	MK – 0	6 $\varnothing 12$	650	1,65	12 $\varnothing 10$	105	933	1,11	7 $\varnothing 10$	95	544	1,15
	8 $\varnothing 10$								622		1,17	
	9 $\varnothing 10$								700		1,19	

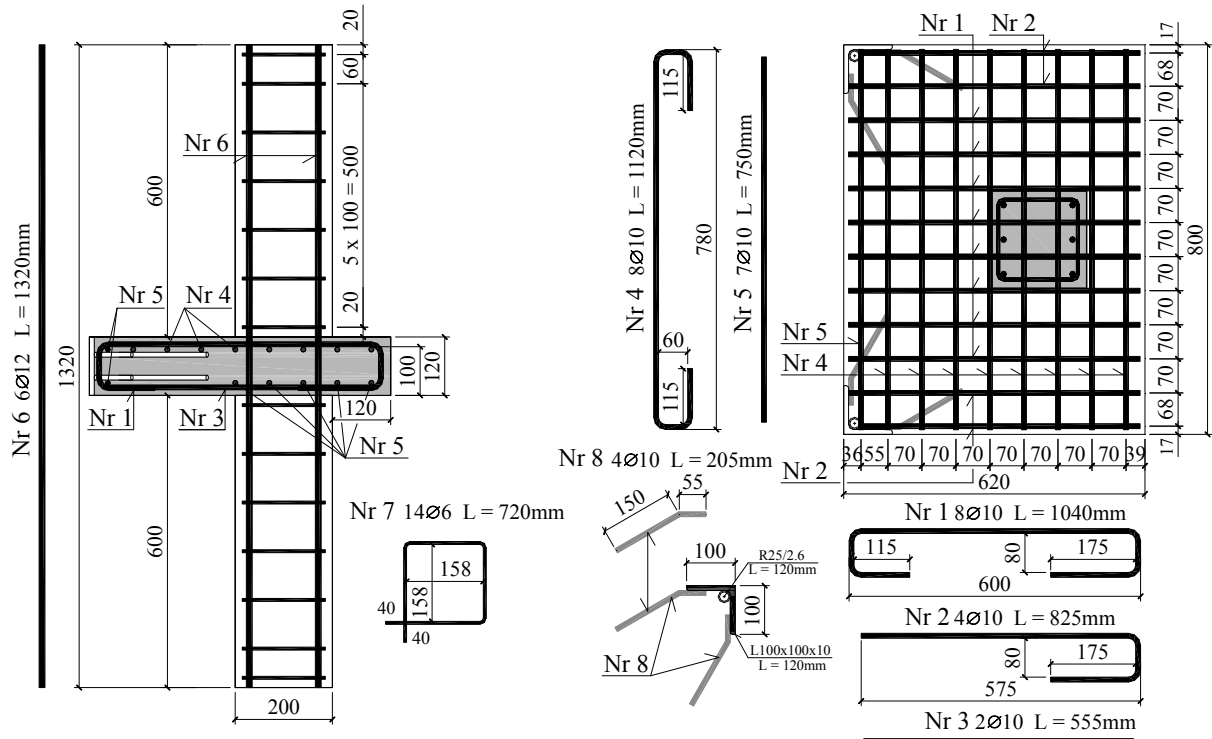
Comparing the results obtained for M60/20/1 and ML – 2 models one can estimate the influence of the kind of concrete of a slab, because the slabs of the models were loaded identically. Despite of the fact that the column and the slab of the first element were made from the concrete of slightly lower compressive strength, it reached the load carrying capacity which was 6% greater than ML – 2 model. Failure of the element M60/20/1, in contrast to ML – 2 model, could have been caused by using up load carrying capacity of bottom column, which is proved by theoretical $F_{col}/F_{w,col}$ ratio close to 1. These differences might have been caused by vast disproportion between values of secant moduli of elasticity of the concretes of the slabs. The value of *Young's* modulus for lightweight aggregate concrete was about twice lower than for normal concrete.

5.2. The tests of the models of edge connection specimens

5.2.1. Characteristics of the models

The models of the MK series were different from one another when it came to the overhang of the slab beyond the outer edge of the column, which was 0, 60 and 120 mm. The longitudinal reinforcement of the columns consisted of six $\varnothing 12$ bars. The slabs were reinforced with $\varnothing 10$ bars with basic spacing every 70 mm.

The difference in the number of the bars as well as slight disruption of their spacing were caused only by the differences in the value of overhang of the slabs. Figure 5.13 shows an example of reinforcement of the MK – 0.5 model. The parameters describing the arrangement of reinforcement are compiled in Table 5.6.



Rys. 5.13. Zbrojenie modelu MK – 0.5
Fig. 5.13. Reinforcement of the MK – 0.5 specimen

Parametry stali zbrojeniowej zostały zestawione w Tabelicy 5.7, a na rys. 5.14 ÷ 5.16 pokazano wykresy naprężenie – odkształcenie.

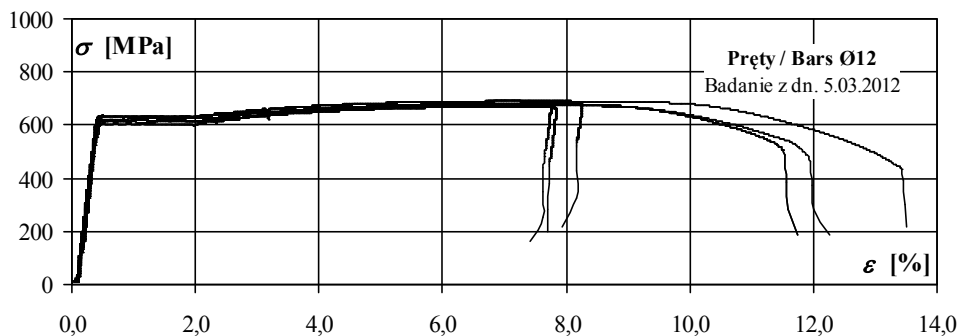
The parameters of reinforcement steel are listed in Table 5.7, and fig. 5.14 ÷ 5.16 show the graphs of stress-strain relationship.

Tablica 5.7. Charakterystyka zbrojenia modeli serii MK

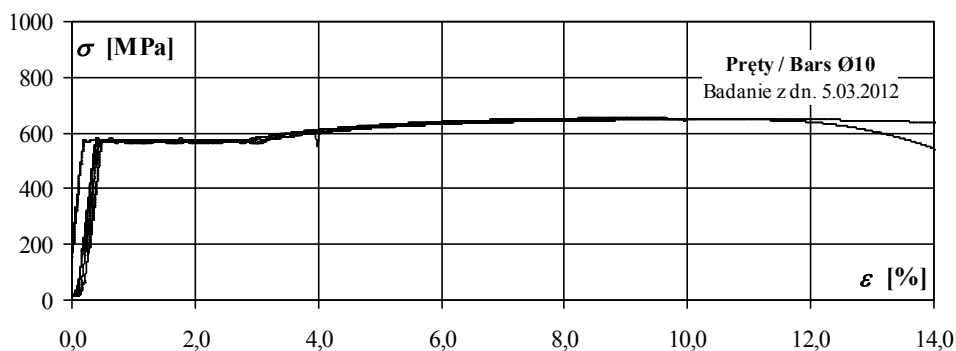
Table 5.7. Properties of the reinforcement of the MK – series specimens

Średnica nominalna Nominal diameter	n [-]	A_{sm} [mm ²]	f_{yl} [MPa]	f_{yh} [MPa]	f_{ym} [MPa]	f_{tm} [MPa]	E_{sm} [GPa]
Ø 6 (strzemiona / stirrups)	5	29,20	–	–	640,2	758,7	199,6
Ø 10 (zbroj. płyty / slab reinforcement)	5	77,73	576,2	563,9	570,1	649,7	193,5
Ø 12 (zbroj. słupa / column reinforcement)	6	108,41	624,2	614,1	619,2	680,6	205,8

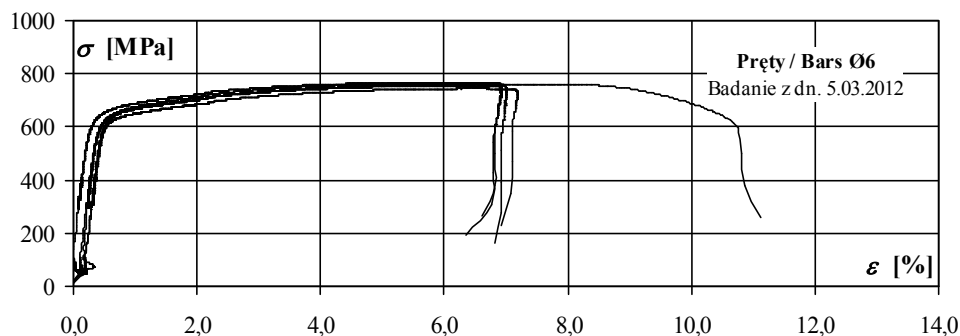
Stal żebrzana klasy C / Ribbed steel bars – ductility class C
 A_s – rzeczywiste pole przekroju poprzecznego / actual cross – section of the bar
 f_{yl} – dolna wartość granicy plastyczności / lower yield point
 f_{yh} – górna wartość granicy plastyczności / upper yield point
 f_{ym} – średnia granica plastyczności / mean value of the yield strength
 f_{tm} – średnia wytrzymałość na rozciąganie / mean value of the ultimate tensile stress
 E_{sm} – średni moduł odkształcalności podłużnej / mean value of the Young modulus



Rys. 5.14. Zależność naprężenie – odkształcenie charakteryzująca zbrojenie słupów modeli serii MK
 Fig. 5.14. Stress – strain relationship characterizing reinforcing steel of columns of MK – series specimens



Rys. 5.15. Zależność naprężenie – odkształcenie charakteryzująca zbrojenie płyt modeli serii MK
 Fig. 5.15. Stress – strain relationship characterizing reinforcing steel of slabs of MK – series specimens



Rys. 5.16. Zależność naprężenie – odkształcenie charakteryzująca strzemiona słupów modeli serii MK
 Fig. 5.16. Stress – strain relationship characterizing reinforcing steel of stirrups of MK – series specimens

Do wykonania modeli zastosowano beton pochodzący z tego samego zarobu. Słupy dolne i górne wykonano z betonu o wysokiej wytrzymałości natomiast płyty – z betonu zwykłego. Ścisłe przestrzeganie receptury pozwoliło w przypadku obu słupów uzyskać betony o bardzo zbliżonych wytrzymałościach. Badania elementów serii MK prowadzono sekwencyjnie, w odstępie 1 ÷ 2 dni, począwszy od modelu MK – 1.0 i zakończywszy na elemencie MK – 0. Wiek betonu w chwili badania wynosił: 160 ÷ 163 dni (słupy dolne), 159 ÷ 162 dni (płyty), 158 ÷ 161 dni (słupy górne). Wyniki badania betonu zamieszczono w Tablicy 5.8. Mimo iż badania próbek prowadzono w różnym czasie, nie stwierdzono istotnych różnic w wytrzymałości betonu. Zdecydowano zatem rozpatrywać łącznie wszystkie wyniki badania betonu pochodzącego z tego samego zarobu.

The models were made from the concrete from the same batch. The lower and upper columns were made from high-strength concrete, whereas the slabs from normal concrete. Strict compliance with the composition of concrete made it possible, in case of both columns, to obtain the concrete of very similar strength. The tests on the elements of the MK series were carried out sequentially, every 1-2 days, beginning with the MK – 1.0 model and finishing with the element MK – 0. The age of the concrete during the test was: 160 ÷ 163 days in case of lower columns, 159 ÷ 162 days for slabs, and 158 ÷ 161 days for upper columns. The results of the test on the concrete are shown in Table 5.8. Even though the tests on the samples were carried out at different times, no significant differences in the strength of concrete were observed. Therefore it was decided that all the results of the tests on the concrete coming from the same batch should be considered as a whole.

Tablica 5.8. Wyniki badania betonu modeli serii MK

Table 5.8. Results of concrete test of MK – series specimens

Modele serii MK MK series specimens	n [-]	f_{cm} [MPa]	σ [MPa]	n [-]	E_{cm} [GPa]	σ [GPa]	n [-]	ρ [kg/m ³]	σ [kg/m ³]
Słup dolny / Bottom column	6	80,5	1,8	7	33,6	3,0	6	2322	7
Płyta / Slab	10	16,5	3,6	5	21,8	3,6	8	2040	51
Słup górny / Top column	7	81,7	1,2	6	33,6	3,2	7	2309	6

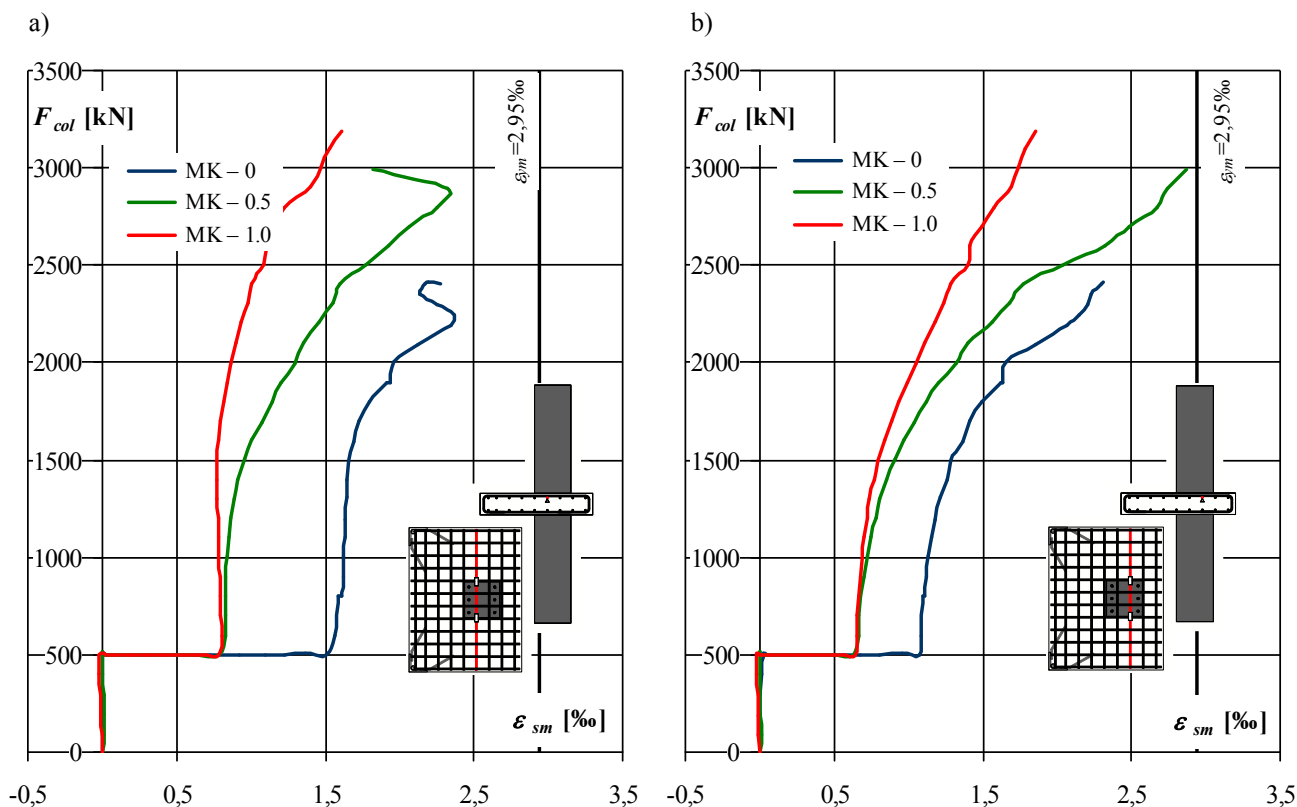
n – liczba próbek / number of samples
 σ – odchylenie standardowe / standard deviation
 f_{cm} – średnia wytrzymałość betonu na ściskanie / mean value of concrete compressive strength
 E_{cm} – sieczny moduł sprężystości podłużnej / secant modulus of elasticity
 ρ – gęstość / density

5.2.2. Wyniki badań

Analizując zamieszczone na rys. 5.17 wykresy średnich odkształceń zbrojenia podłużnego płyty można zauważyć wyraźny ich wzrost w początkowej fazie badania, wynikający ze wzrostu obciążenia płyty. Wraz ze stopniowym zwiększaniem obciążenia słupa obserwowano, początkowo nieznaczny, wzrost rejestrowanych wartości. Większą intensywność narastania odkształceń rejestrowano w prętach położonych bliżej swobodnej krawędzi płyty. Widoczne załamanie wykresów przy obciążeniu równym około 1500 kN związane było z początkiem uplastycznienia zbrojenia podłużnego słupa (patrz rys. 5.20). W przypadku żadnego z modeli nie doszło do uplastycznienia zbrojenia podłużnego, mimo iż rejestrowane wartości były bliskie ε_{ym} (linie czarne na rys. 5.17).

5.2.2. The results of the tests

Analyzing the graphs presented in fig. 5.17 showing average strains of longitudinal reinforcement of a slab, one can observe their clear increase during the initial stage of the test, resulting from increasing loading on the slab. What was observed with gradual increase of the load on the column was, at first slight, increase of registered values. Higher intensity of the growth of strains was registered in the bars situated closer to the free edge of the slab. Visible dramatic decline in the graphs at the load of about 1500 kN was connected with the beginning of the yielding of longitudinal reinforcement of the column (see fig. 5.20). In none of the models longitudinal reinforcement was yielded even though the registered values were close to ε_{ym} (black lines in fig. 5.17).



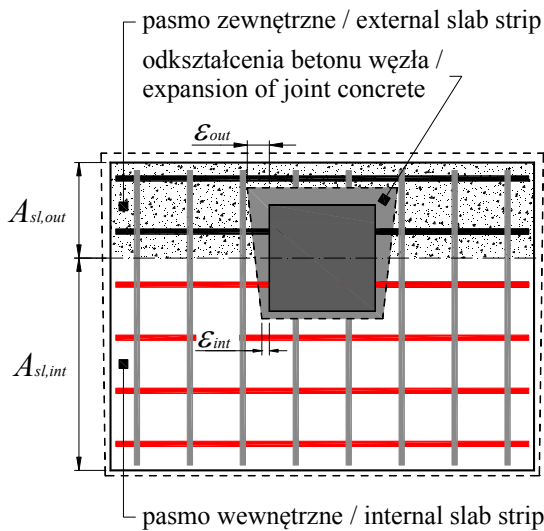
Rys. 5.17. Porównanie średnich odkształceń zbrojenia podłużnego płyty zlokalizowanego bliżej:

a) wewnętrznej krawędzi słupa, b) swobodnej krawędzi płyty

Fig. 5.17. Comparison between average strains of slab reinforcement located close to:

a) inner column edge, b) free edge of the slab

Intensywność narastania odkształceń była zależna od wielkości przewieszenia płyty i wynikała z różnej ilości zbrojenia zgrupowanego w paśmie zewnętrznym. Ze względu na mniejszy przekrój poprzeczny, zbrojenie zgrupowane w obrębie przewieszenia powodowało ograniczenie odkształceń poprzecznych betonu węzła w znacznie mniejszym stopniu niż w przypadku zbrojenia pasma wewnętrznego ($\varepsilon_{out} > \varepsilon_{in}$). Ze względu na równomierne rozmieszczenie zbrojenia efektu tego nie obserwowano w przypadku modeli połączeń wewnętrznych, co wyjaśnia rys. 5.18.



Rys. 5.18. Wpływ rozmieszczenia zbrojenia płyty na odkształcenia poprzeczne betonu węzła
Fig. 5.18. Effect of arrangement of slab reinforcement on lateral expansion of joint concrete

Na rysunku 5.19 pokazano średnie odkształcenia strzemion zlokalizowanych przy górnej oraz dolnej powierzchni płyty. Początkowo w strzemionach dolnych rejestrowano naprężenia ściskające. Przy obciążeniu równym około 30% (w przypadku modelu ze słupem zlicowanym z krawędzią płyty) bądź 50% (w przypadku modelu z płytą przewieszoną) siły niszczącej obserwowano zmianę charakteru naprężeń na rozciągające. Zwiększenie intensywności narastania odkształceń zaczęto rejestrować przy obciążeniu równym 1500 kN oraz 2000 kN odpowiednio w przypadku strzemion: górnych i dolnych. Przyrost odkształceń w strzemionach dolnych był bardziej intensywny toteż w chwili zniszczenia przewyższały one wartości rejestrowane w strzemionach górnych. W przypadku modelu MK – 1.0 doszło do uplastycznienia strzemienia dolnego – a zatem maksymalne odkształcenia znacznie, niemal dziesięciokrotnie przewyższały wartości rejestrowane w przypadku modeli połączeń wewnętrznych (patrz rys. 5.7b).

Upłastycznienie zbrojenia podłużnego słupów w obrębie przewarstwienia słabszym betonem płyty nastąpiło przy obciążeniu równym około 1500 ÷ 1800 kN – patrz rys. 5.20. Upłastycznienie zbrojenia słupa wyznaczało początek fazy wzrostu intensywności narastania odkształceń zbrojenia podłużnego płyty – por. rys. 5.17. Gwałtowna zmiana wartości rejestrowanych w końcowej fazie badania modelu MK – 0 (patrz rys. 5.20b) była następstwem lokalnego wyboczenia prętów w strefie węzłowej, widocznego na rys. 5.24.

The intensity of the growth of strains depended on the size of the overhang of the slab and resulted from various amount of reinforcement placed in peripheral zone. Due to smaller cross section, reinforcement placed in the overhang zone limited transverse strains of the concrete of the joint to a much lesser degree than in case of reinforcement of the inner band ($\varepsilon_{out} > \varepsilon_{in}$). Owing to regular layout of reinforcement, this effect was not observed in case of the models of the internal connections, which is explained in fig. 5.18.

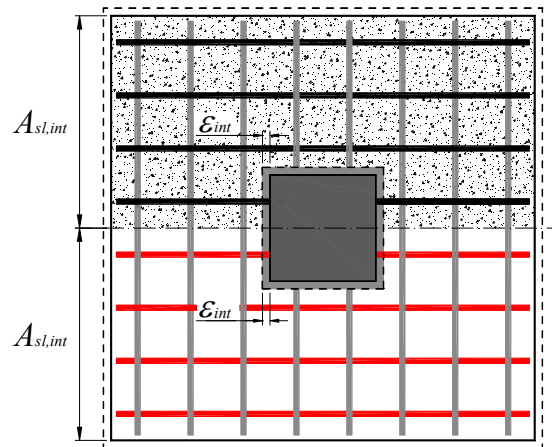
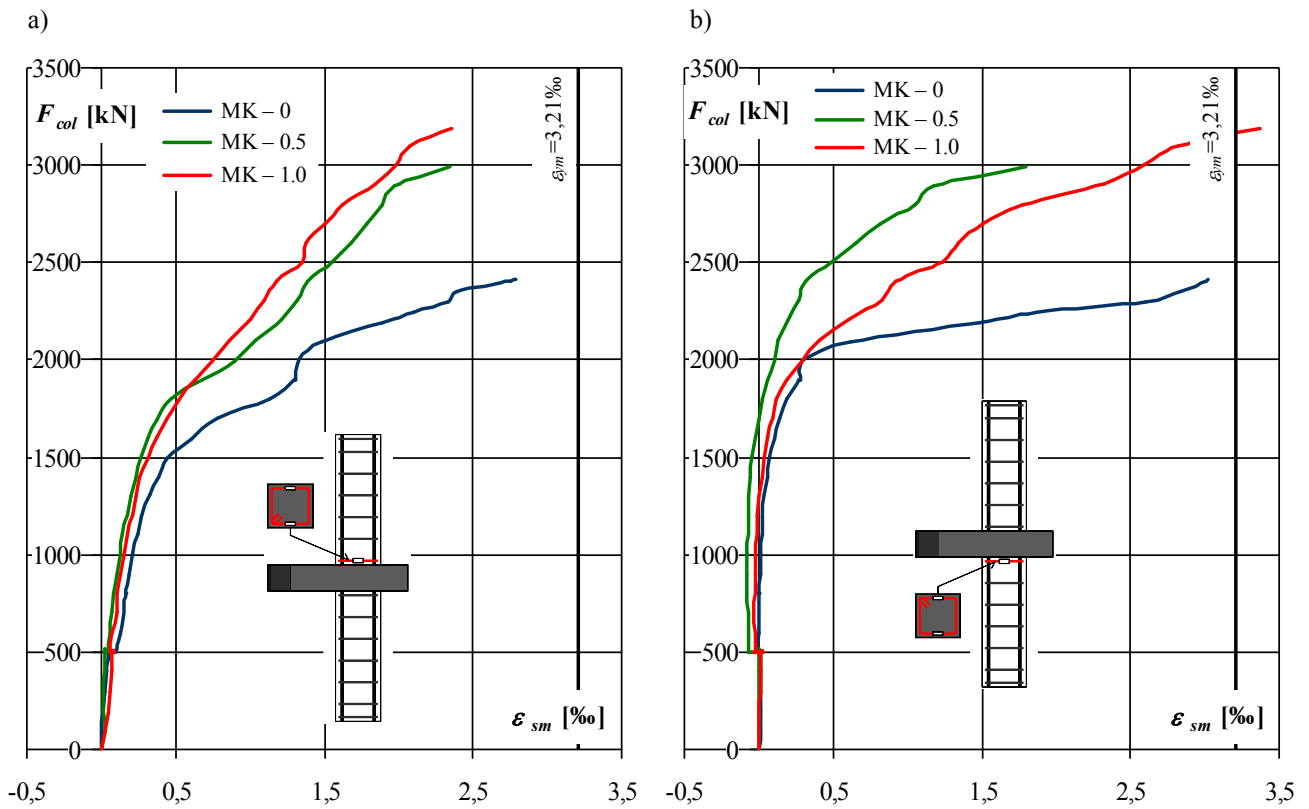
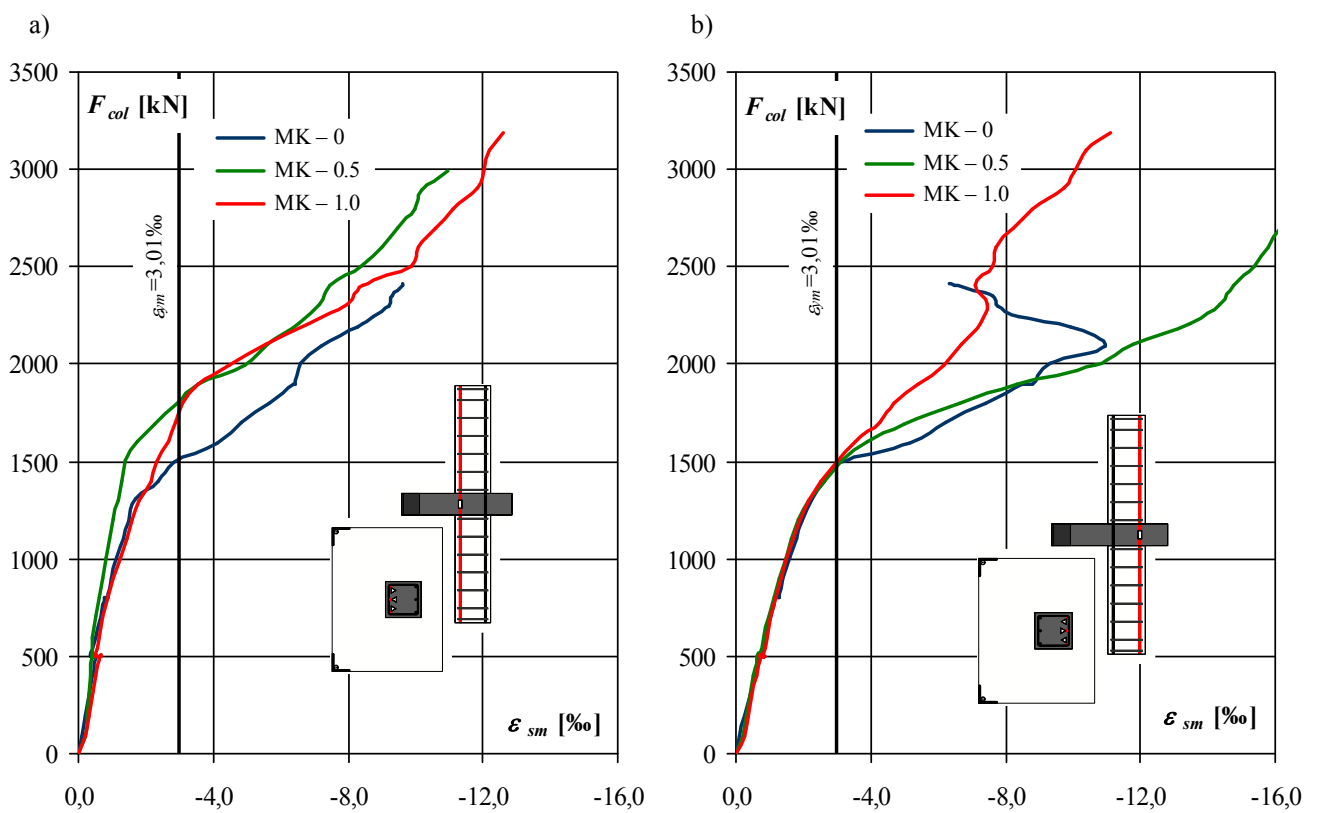


Figure 5.19 shows average strains of stirrups placed at the upper and the lower surface of the slab. At first, in lower stirrups compressive stresses were registered. With the load equal to about 30% of failure force (in case of the model with the column surfaced with the edge of the slab), or 50% of failure force (the models with overhang slab) the change of the character of stresses for tensile stresses was observed. The increase of intensity of the growth of strains started with the load equal to 1500 kN and 2000 kN, for upper and lower stirrups respectively. The growth of strains was more intense in lower stirrups, so at the moment of failure they exceeded the values registered for the upper stirrups. In case of the MK – 1.0 model, the lower stirrup was yielded, so maximum strains were significantly, almost ten times, higher than the values registered for the models of internal connections (see fig. 5.7b).

Yielding of longitudinal reinforcement of columns within the area of intersection with weaker concrete of the slab took place when the load was equal to about 1500 ÷ 1800 kN (see fig. 5.20). Yielding of the reinforcement of a column marked the beginning of the phase of the increase of intensity of the growth of strains of longitudinal reinforcement of the slab (compare fig. 5.17). The rapid change of values registered in the final phase of testing the MK – 0 model (see fig. 5.20b) was a result of local buckling of bars in the joint zone shown in fig. 5.24.



Rys. 5.19. Porównanie średnich odkształceń strzemion zlokalizowanych przy powierzchniach płyty: a) górnej, b) dolnej
 Fig. 5.19. Comparison between average strains of stirrups located by: a) top, b) bottom slab surface



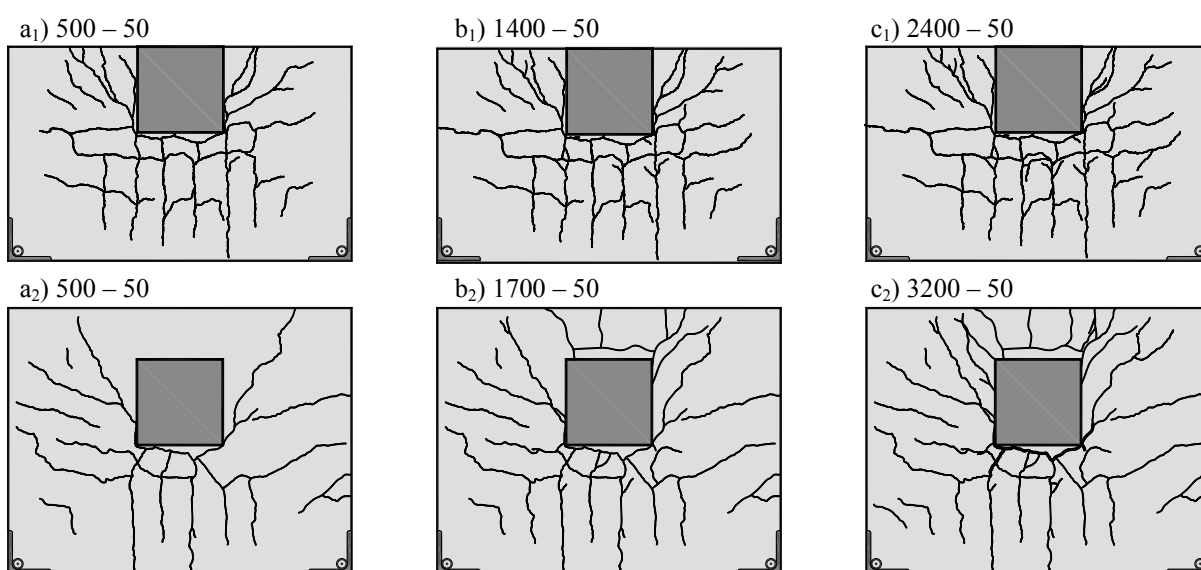
Rys. 5.20. Porównanie średnich odkształceń zbrojenia podłużnego słupa bliżej:
 a) krawędzi wewnętrznej, b) krawędzi zewnętrznej
 Fig. 5.20. Comparison between average strains of column longitudinal reinforcement close to:
 a) inner edge, b) outer edge

Odształcenia dochodzące do granicy zakresu pomiarowego tensometrów równej 19,5‰ świadczą o istotnej deformacji strefy węzłowej i wskazują na rozwój cech plastycznych betonu płyty.

Na rysunku 5.21 pokazano rozwój zarysowania płyt modeli. W początkowej fazie badania układ rys wynikających ze zginania płyty odzwierciedlał rozmieszczenie prętów zbrojenia podłużnego. Przy obciążeniu płyty równym około 25 kN, tj. 50% wartości docelowej, obserwowano powstawanie biegnących ukośnie rys, wychodzących pod kątem około 45° od wewnętrznych naroży słupa ku krawędzi swobodnej płyty i charakterystycznych dla stref podporowych ustrojów płytowo – słupowych, obciążonych mimośrodowo. Przy sile równej około 50 ÷ 60% nośności eksperymentalnej modeli, zaczęto obserwować rysy przelotowe, formujące się w obrębie przewieszzonego pasma płyty.

Strains reaching the limit of the measuring range of strain gauges equal to 19.5‰ prove significant strain of the joint zone and indicate the development of plastic properties of the concrete of the slab.

Figure 5.21 shows the development of cracking of the slabs of the models. In the initial phase of testing, the distribution of the cracks reflected the arrangement of the bars of longitudinal reinforcement. When the load on the slab reached about 25 kN, i.e. 50% of the target value, diagonal cracks, running at the angle of 45° from inner corners of the column to the free edge of the slab and characteristic for support zones of slab and column systems under eccentric load were observed. With the force equal to about 50 ÷ 60% of experimental load carrying capacity of the models, cracks through the entire thickness, forming within the overhanging part of the slab appeared.



Rys. 5.21. Zarysowanie górnej powierzchni płyt modeli MK – 0 i MK – 1.0 w zależności od zaawansowania obciążenia słupa F_{col} i płyty $V_{slab} : F_{col} - V_{slab}$, siły podano w [kN]

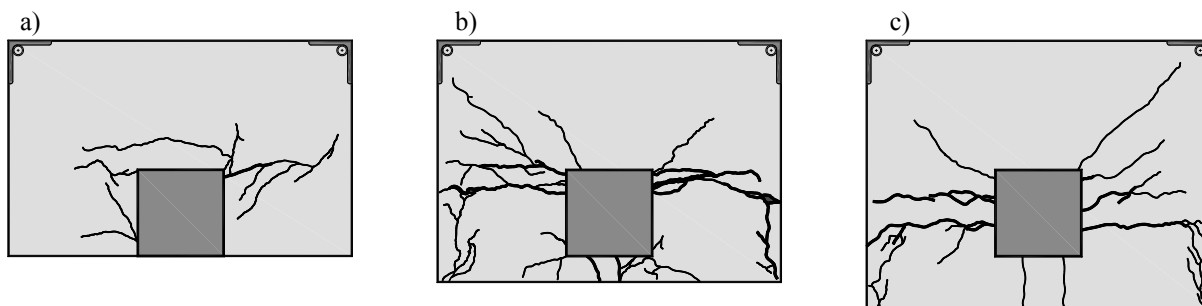
Fig. 5.21. Crack pattern on top slab surface of MK – 0 and MK – 1.0 specimens depending on load level of: column F_{col} and slab $V_{slab} : F_{col} - V_{slab}$, all forces in [kN]

Na krótko przed zniszczeniem modeli zaczęto obserwować stopniowy rozwój zarysowania na dolnych powierzchniach płyt. Ich układ w chwili zniszczenia, pokazany na rys. 5.22, był w znacznej mierze determinowany wielkością przewieszenia płyty poza krawędź słupa. W przypadku modelu MK – 0 rysy występowały głównie w otoczeniu słupa. Zarysowanie powierzchni dolnych płyt pozostałych modeli było bardziej intensywne zaś układ rys nawiązywał do obserwowanego w przypadku modeli połączeń wewnętrznych – por. rys. 5.10.

Wraz ze zwiększaniem szerokości przewieszzonego pasma płyty połączenie przypominało swym kształtem w coraz większym stopniu wewnętrzny węzeł płytowo – słupowy. Widoczne były charakterystyczne rysy biegnące od naroży słupa ku narożom płyty. Rysy przelotowe, które tworzyły się w obrębie przewieszenia świadczyły o znacznych siłach rozciągających. Zbrojenie zgrupowane w zewnętrznym paśmie płyty pracowało w charakterze ściągę (*Tie*) łączącego ukośne krzyżulce ściskane (*Struts*), co pokazano na rys. 5.23.

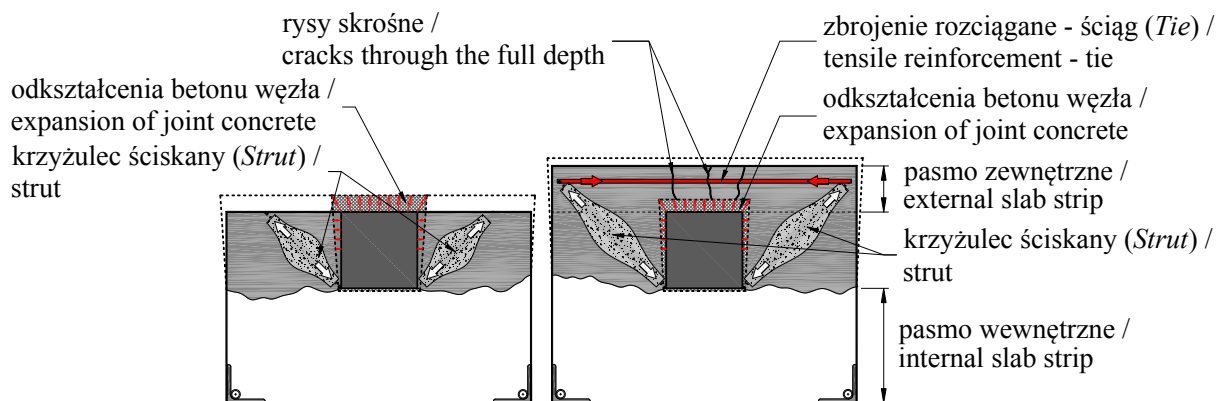
Shortly before the failure of the models gradual development of cracking was observed on lower surfaces of the slabs of the models. Their distribution at the moment of failure, shown in fig. 5.22, was highly determined by the size of the overhang of the slab beyond the edge of the column. In case of the MK – 0 model, the cracks appeared mainly around the column. The cracking on lower surfaces of the slabs of the rest of the models was more intense and the distribution of the cracks was similar to the one observed in case of the models of internal connections (compare fig. 5.10).

When the width of overhanging part of the slab was growing, the geometry of the connection was more and more similar to internal slab-and-column joint. Characteristic cracks were running from the corners of the column to the corners of the slab. Cracks through the entire thickness, which were forming within in the overhang zone, indicated large tensile forces. Reinforcement placed in peripheral zone of the slab was working as a tie connecting struts, which is shown in fig. 5.23.



Rys. 5.22. Zarysowanie dolnej powierzchni płyt modeli: a) MK – 0, b) MK – 0.5, c) MK – 1.0
(zaciemniono obszary odspojenia betonu)

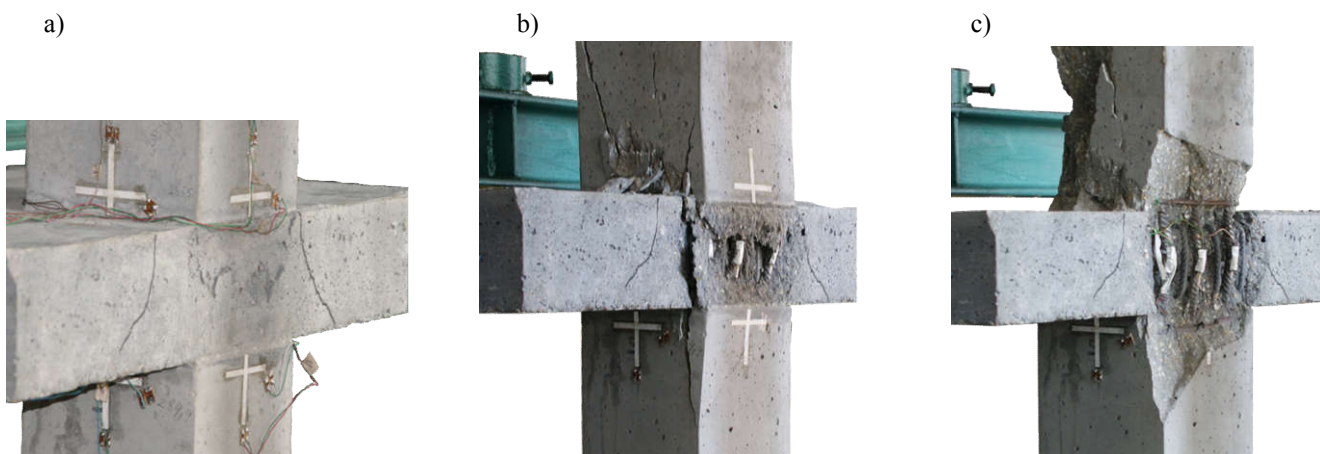
Fig. 5.22. Crack pattern on bottom slab surfaces: a) MK – 0, b) MK – 0.5, c) MK – 1.0
(the zones of spalling of concrete were shaded)



Rys. 5.23. Mechanizm przekazywania oddziaływań w obrębie pasma przewieszzonego
Fig. 5.23. Internal forces transfer within overhang strip of the slab

Pojawienie się pionowych rys na powierzchniach słupów poprzedzało zniszczenie modeli MK – 0.5 i MK – 1.0. Miało ono charakter gwałtowny i wiązało się z uszkodzeniem słupa dolnego i górnego. W przypadku elementu MK – 0 proces niszczenia był stosunkowo długotrwały i został zapoczątkowany łuszczeniem betonu węzła przy obciążeniu stanowiącym około 80% maksymalnego. Odkształcenia poprzeczne betonu węzła skutkowały stopniowym odpajaniem otuliny, co pokazano na rys. 5.24. Widoczne było również wyoboczenie prętów zlokalizowanych przy zewnętrznej powierzchni węzła.

The emergence of vertical cracks on the surfaces of the columns preceded the failure of the MK – 0.5 and MK – 1.0 models. It was of a rapid nature and was connected with the damage of the lower and upper column. In case of element MK – 0 the process of failure was quite long-lasting and began with peeling of concrete of the joint at the load being about 80% of the maximum. The transverse strains of the concrete of the joint resulted in gradual loosening of concrete cover, which is shown in fig. 5.24. Also the buckling of the bars placed near the outer surface of the joint was observed.



Rys. 5.24. Kolejne etapy niszczenia strefy węzłowej modelu MK – 0: a) łuszczenie betonu, b) odspojenie fragmentów betonu i wyoboczenie zbrojenia, c) całkowite odspojenie otuliny i odsłonięcie zbrojenia

Fig. 5.24. Subsequent stages of destruction of MK – 0 specimen's connection zone: a) peeling of concrete pieces and buckling of reinforcement, c) spalling of concrete cover and exposing of reinforcement

W Tablicy 5.9 zamieszczono nośności eksperymentalne modeli podstawowych F_{col} oraz słupów odniesienia $F_{w,col}$. Nośność elementu z płytą zlicowaną z krawędzią słupa była o około 20 ÷ 25% niższa od nośności elementów z płytami przewieszonymi. Warto przy tym zauważyć, iż nośność elementu MK – 0 była o około 20% niższa od wartości sił niszczących słupy odniesienia. Nośności pozostałych elementów były niemal równe nośnościom słupów odniesienia wykonanych w całości z betonu o wysokiej wytrzymałości, a zatem w tym przypadku przewarstwienie słabszym betonem płyty nie powodowało osłabienia przekroju słupa. Przyczyn takiego stanu rzeczy należy upatrywać we wszechstronnym skrzepowaniu węzła przez płytę.

Table 5.9 presents experimental load carrying capacities of basic models F_{col} and of reference columns $F_{w,col}$. The load carrying capacity of the element with the slab surfaced with the edge of the column was about 20 ÷ 25% lower than load carrying capacity of the elements with overhang slabs. It is worth noticing that load carrying capacity of the MK – 0 element was about 20% lower than the values of the ultimate loads of the reference columns. The load carrying capacities of the rest of the elements were almost equal to load carrying capacities of the reference columns made entirely from high-strength concrete, so in this case intersection with weaker concrete of the slab did not affect a decrease in load carrying capacity of the column. The reasons for this should be ascribed to total confinement of the joint by the slab.

Tablica 5.9. Porównanie nośności elementów podstawowych i słupów odniesienia

Table 5.9. Comparison between load carrying capacities of basic specimens and comparison models

Seria Series	Model Specimen	V_{slab} [kN]	Słup Column	F_{col} [kN]	$F_{w,col}$ [kN]	$F_{col}/F_{w,col}$
MK	MK – 0	50	górny top	2400	3150 ¹	0,76
	MK – 0.5	100		3000		0,95
	MK – 1.0	50		3200		1,02
	MK – 0	50	dolny bottom	2450		0,79
	MK – 0.5	100		3050		0,98
	MK – 1.0	50		3250		1,05
¹ średnia uzyskana z badania trzech modeli odniesienia / average carrying capacities obtained from the tests of three comparison models						

5.3. Badania modeli połączeń narożnych

5.3.1. Charakterystyka modeli

Modele serii MN różniły się wysięgiem przewieszenia płyty poza krawędź słupa, który równy był 0, 60 oraz 120 mm. Zbrojenie podłużne słupów stanowiły 4 pręty $\varnothing 16$. Płyty zbrojone były prętami $\varnothing 10$ w rozstawie podstawowym co 70 mm. Różnica w liczbie prętów jak również nieznaczne zaburzenie ich rozstawu wynikało wyłącznie z różnic w wielkości przewieszenia płyt. Na rysunku 5.25 pokazano przykładowe zbrojenie modelu MN – 0.5. Parametry opisujące układ zbrojenia zestawiono w Tablicy 5.10. Parametry zbrojenia zostały zamieszczone w Tablicy 5.11. Na rysunkach 5.26 ÷ 5.28 pokazano zależności naprężenie – odkształcenie charakteryzujące stal zbrojeniową.

5.3. The tests on the models of corner connection specimens

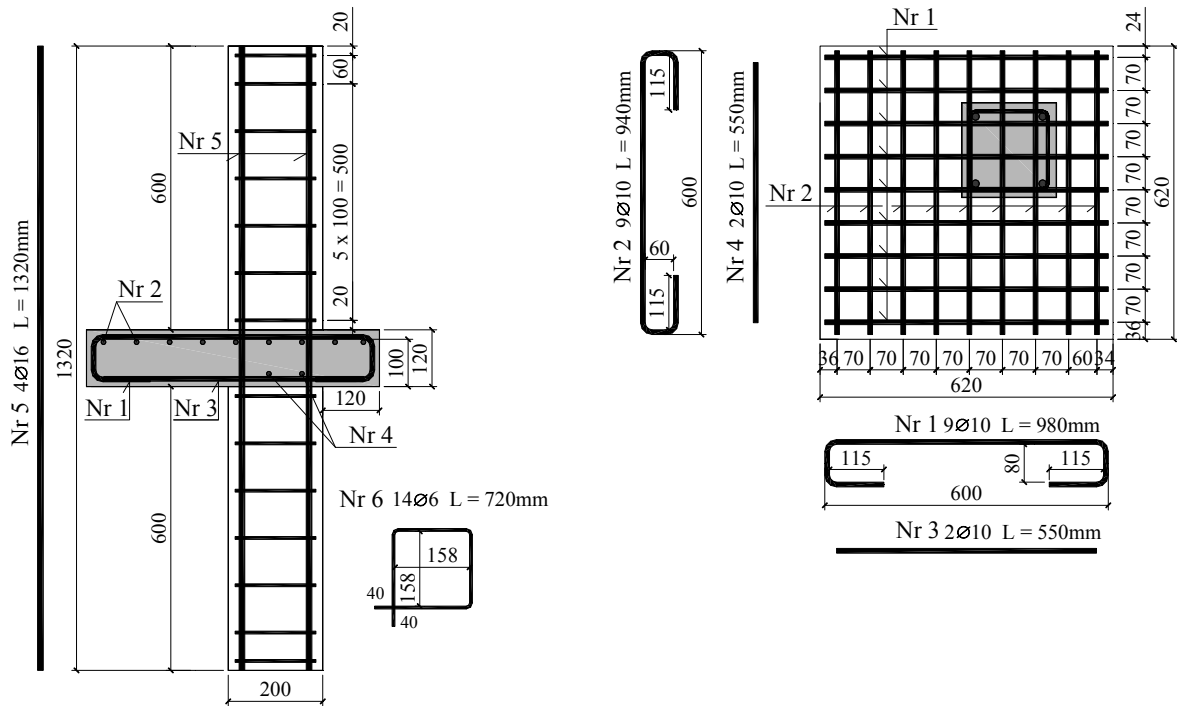
5.3.1. Characteristics of the models

The models from the MN series differed when it came to overhang of the slab beyond the edge of the column, which was equal to 0, 60 and 120 mm. Longitudinal reinforcement of the columns consisted of four $\varnothing 16$ bars. The slabs were reinforced with $\varnothing 10$ bars with basic spacing of 70 mm. The difference in the number of bars as well as slight disruption of their spacing resulted only from the differences in the size of the overhang of the slabs. Figure 5.25 shows an example of the reinforcement of the MN – 0.5 model. The parameters describing the arrangement of reinforcement are compiled in Table 5.10. The parameters of reinforcement are shown in Table 5.11. Figures 5.26 ÷ 5.28 show stress-strain dependences characteristic for reinforcing steel.

Tablica 5.10. Zbrojenie modeli serii MN

Table 5.10. Reinforcement of the MN – series specimens

Seria Series	Model Specimen	Słup dolny i górny Top and bottom column		Płyta / Slab								
				Kierunek x / Direction x				Kierunek y / Direction y				
		#	$A_{s,c}$ [mm ²]	$\rho_{l,c}$ [%]	#	d_x [mm]	$A_{s,sx}$ [mm ²]	$\rho_{l,sx}$ [%]	#	d_y [mm]	$A_{s,sy}$ [mm ²]	$\rho_{l,sy}$ [%]
MN	MN – 0	4 $\varnothing 16$	801	2,04	7 $\varnothing 10$	105	566	1,08	7 $\varnothing 10$	95	566	1,19
	8 $\varnothing 10$				728		1,10	8 $\varnothing 10$	647		1,22	
	9 $\varnothing 10$				728		1,12	9 $\varnothing 10$	728		1,24	



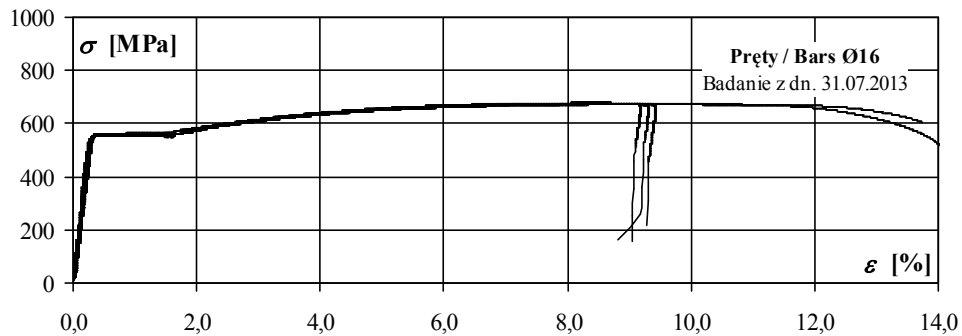
Rys. 5.25. Zbrojenie modelu MN – 0.5
Fig. 5.25. Reinforcement of the MN – 0.5 specimen

Tablica 5.11. Charakterystyka zbrojenia modeli serii MN

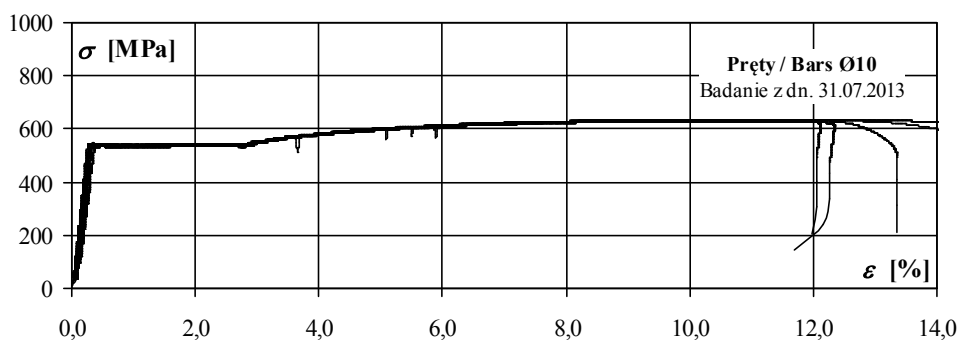
Table 5.11. Properties of the reinforcement of the MN – series specimens

Średnica nominalna Nominal diameter	n [-]	A_{sm} [mm ²]	f_{yl} [MPa]	f_{yh} [MPa]	f_{ym} [MPa]	f_{tm} [MPa]	E_{sm} [GPa]
Ø6 (strzemiona / stirrups)	9	28,23	–	–	630,8	664,4	218,8
Ø10 (zbroj. płyty / slab reinforcement)	6	80,84	533,8	542,2	538,0	632,8	201,5
Ø16 (zbroj. słupa / column reinforcement)	5	200,18	551,9	558,1	555,0	674,8	203,1

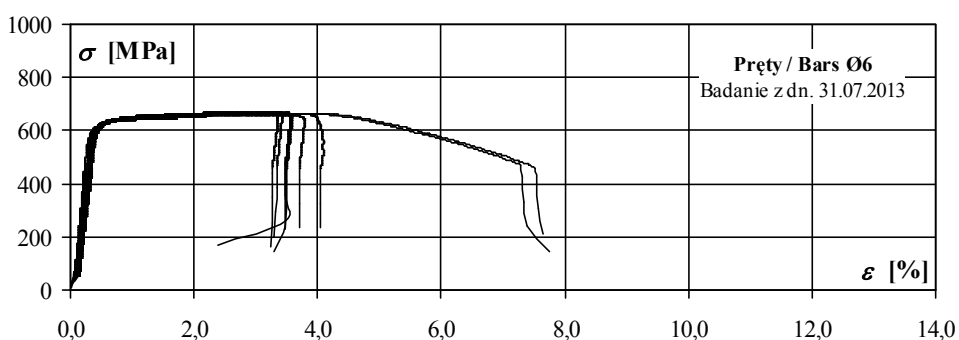
Stal żebrzana klasy C / Ribbed steel bars – ductility class C
 A_s – rzeczywiste pole przekroju poprzecznego / actual cross – section of the bar
 f_{yl} – dolna wartość granicy plastyczności / lower yield point
 f_{yh} – górna wartość granicy plastyczności / upper yield point
 f_{ym} – średnia granica plastyczności / mean value of the yield strength
 f_{tm} – średnia wytrzymałość na rozciąganie / mean value of the ultimate tensile stress
 E_{sm} – średni moduł odkształcalności podłużnej / mean value of the *Young* modulus



Rys. 5.26. Zależność naprężenie – odkształcenie charakteryzująca zbrojenie podłużne słupów modeli serii MN
Fig. 5.26. Stress – strain relationship characterizing reinforcing steel of columns of MN – series specimens



Rys. 5.27. Zależność naprężenie – odkształcenie charakteryzująca zbrojenie płyty modeli serii MN
Fig. 5.27. Stress – strain relationship characterizing reinforcing steel of slabs of MN – series specimens



Rys. 5.28. Zależność naprężenie – odkształcenie charakteryzująca strzemiona słupów modeli serii MN
Fig. 5.28. Stress – strain relationship characterizing stirrups of column of MN – series specimens

W danym etapie wszystkie modele wykonywano z betonu pochodzącego z jednego zarobu. Słupy dolne i górne wykonano z betonu o wysokiej wytrzymałości natomiast płyty – z betonu zwykłego. Ścisłe przestrzeganie receptury pozwoliło w przypadku obu słupów uzyskać betony o bardzo zbliżonych wytrzymałościach. Badania elementów serii MN prowadzono sekwencyjnie, w odstępie 1 ÷ 3 dni, począwszy od modelu MN – 1.0 i zakończywszy na elemencie MN – 0. Wiek betonu w chwili badania wynosił: 74 ÷ 78 dni (słupy dolne), 73 ÷ 77 dni (płyty), 72 ÷ 76 dni (słupy górne). Wyniki badania betonu zamieszczono w Tablicy 5.12. Mimo iż badania próbek prowadzono w różnym czasie, nie stwierdzono istotnych różnic w wytrzymałości betonu. Zdecydowano zatem rozpatrywać łącznie wszystkie wyniki badania betonu pochodzącego z tego samego zarobu.

At this stage all the models were made from concrete coming from one batch. The lower and upper columns were made from high-strength concrete, and the slabs from normal concrete. Strict compliance with the composition of concrete made it possible to obtain concretes of very similar values of strength for both columns. The tests on elements of the MN series were carried out sequentially, every 1 ÷ 3 days, beginning with MN – 1.0 model and finishing with the element MN – 0. Concrete age during the tests was 74 ÷ 78 days for the lower columns, 73 ÷ 77 days for the slabs, and 72 ÷ 76 days for the upper columns. The results of the tests on the concrete are presented in Table 5.12. Despite the fact that the tests on the samples were run at different times, no significant differences in concrete strength were observed. For this reason it was decided that all the results of the tests on the concrete coming from the same batch should be considered as a whole.

Tablica 5.12. Wyniki badania betonu modeli serii MN

Table 5.12. Results of concrete test of MN – series specimens

Modele serii MN MN series specimens	<i>n</i> [-]	<i>f_{cm}</i> [MPa]	<i>σ</i> [MPa]	<i>n</i> [-]	<i>E_{cm}</i> [GPa]	<i>σ</i> [GPa]	<i>n</i> [-]	<i>ρ</i> [kg/m ³]	<i>σ</i> [kg/m ³]
Słup dolny / Bottom column	6	77,5	2,9	5	33,1	0,3	6	2373	5
Płyta / Slab	9	30,1	2,4	7	25,1	0,9	9	2218	29
Słup górny / Top column	6	79,8	4,8	5	33,5	0,5	5	2373	5

n – liczba próbek / number of samples

σ – odchylenie standardowe / standard deviation

f_{cm} – średnia wytrzymałość betonu na ściskanie / mean value of concrete compressive strength

E_{cm} – sieczny moduł sprężystości podłużnej / secant modulus of elasticity

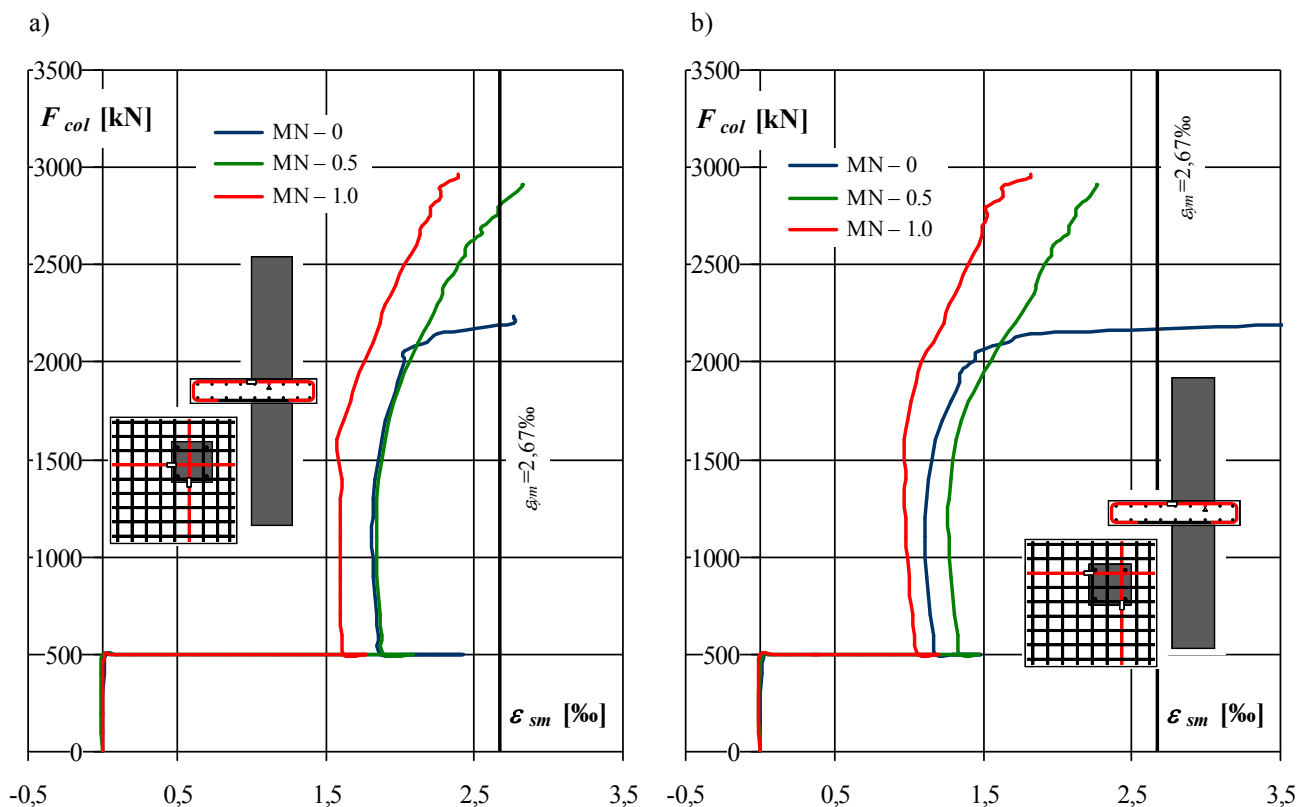
ρ – gęstość / density

5.3.2. Wyniki badań

Analizując pokazane na rys. 5.29 wykresy odkształceń zbrojenia podłużnego płyt w funkcji obciążenia słupa zauważyć można wyraźny ich wzrost w początkowej fazie badania, wynikający ze zwiększania obciążenia płyty. Większe odkształcenia rejestrowano na prętach usytuowanych bliżej wewnętrznego naroża słupa. Do wartości siły w słupie równej 1500 kN odkształcenia utrzymywały się na stałym poziomie. Powyżej tego obciążenia rejestrowano stopniowe narastanie odkształceń we wszystkich modelach. Warto zauważyć, iż zniszczenie elementu MN – 0 poprzedzone było bardzo gwałtownym wzrostem rejestrowanych odkształceń, świadczących o uplastycznieniu zbrojenia (odkształcenia ε_{ym} wyznaczające początek uplastycznienia oznaczono na rys. 5.29 liniami czarnymi). W przypadku pozostałych modeli nie obserwowano zmiany intensywności narastania odkształceń, poprzedzającej zniszczenie.

5.3.2. The results of the tests

Analyzing fig. 5.29 presenting the graphs that show average strains of longitudinal reinforcement of the slabs in the function of loading of the column, one can observe their obvious increase during the initial stage of the test, resulting from increasing loading on the slab. Higher strains were registered in the bars situated closer to inner corner of the column. Strains were constant until the value of the force in the column reached about 1500 kN. What was observed when the load exceeded this value was gradual increase of strains in all models. It is worth noticing that failure of the element MN – 0 was preceded by rapid increase of registered strains indicating the yielding of reinforcement (strains ε_{ym} determining the beginning of the yielding are marked in fig. 5.29 with black lines). In case of the rest of the models no change in the intensity of growth of strains preceding failure was observed.

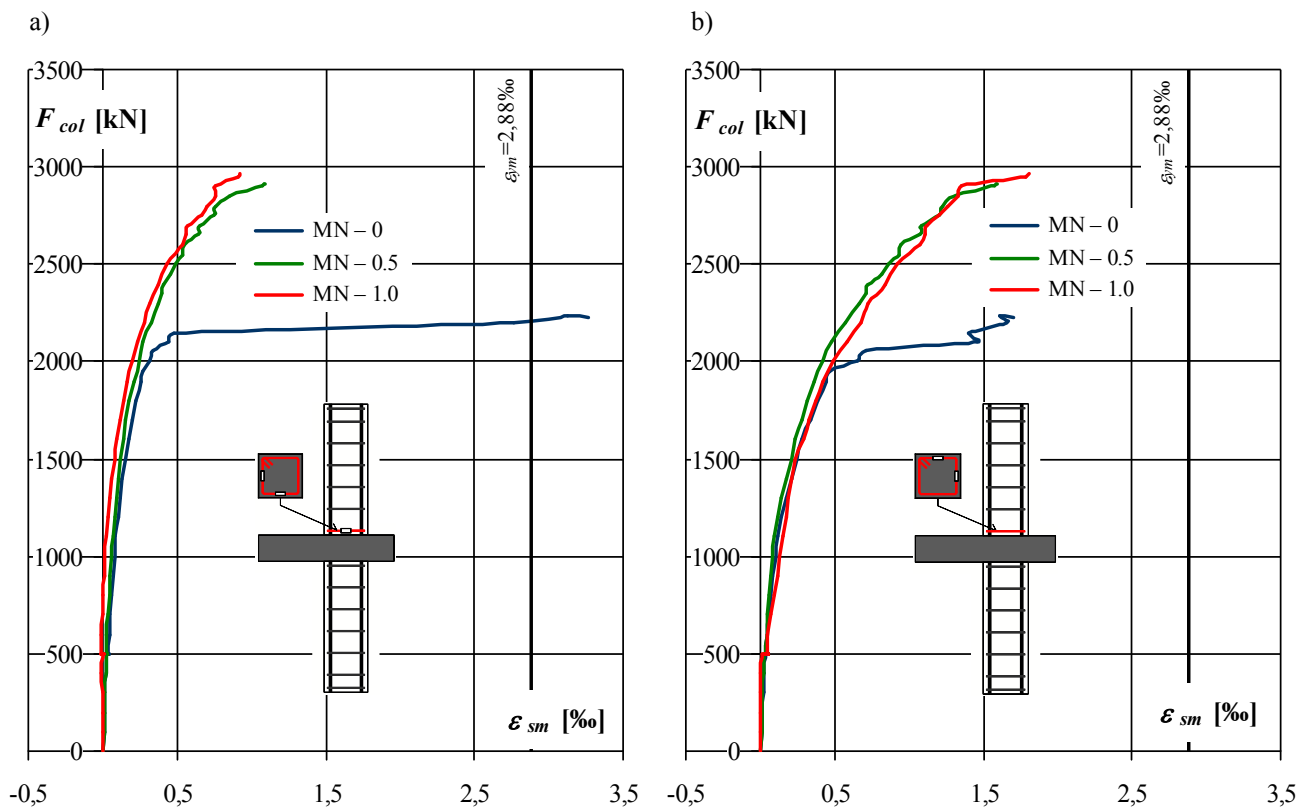


Rys. 5.29. Porównanie średnich odkształceń zbrojenia podłużnego płyty zlokalizowanego bliżej:
a) wewnętrznego b) zewnętrznego naroża słupa

Fig. 5.29. Comparison between average strains of slab reinforcement located close to:
a) inner b) outer corner of the column

Wydłużenie ramion strzemion zlokalizowanych ponad górną powierzchnią płyty świadczyło, iż odkształcenia poprzeczne betonu węzła są większe w kierunku krawędzi swobodnych – patrz rys. 5.30. W przypadku modeli z płytami przewieszonymi odkształcenia strzemion mierzone na ramionach dochodzących do wewnętrznego naroża słupa były w chwili zniszczenia niemal dwukrotnie mniejsze od rejestrowanych na ramionach przeciwnych.

Extending the arms of the stirrups placed over the upper surface of the slab indicated that transverse strains of the concrete of the joint are greater in the direction of free edges (see fig. 5.30). In case of models with overhang slabs, strains measured on the arms reaching the inner corner of the column were almost twice smaller than the ones registered on the opposite arms at the moment of failure.



Rys. 5.30. Porównanie średnich odkształceń strzemion górnych, mierzonych na ramionach dochodzących do:

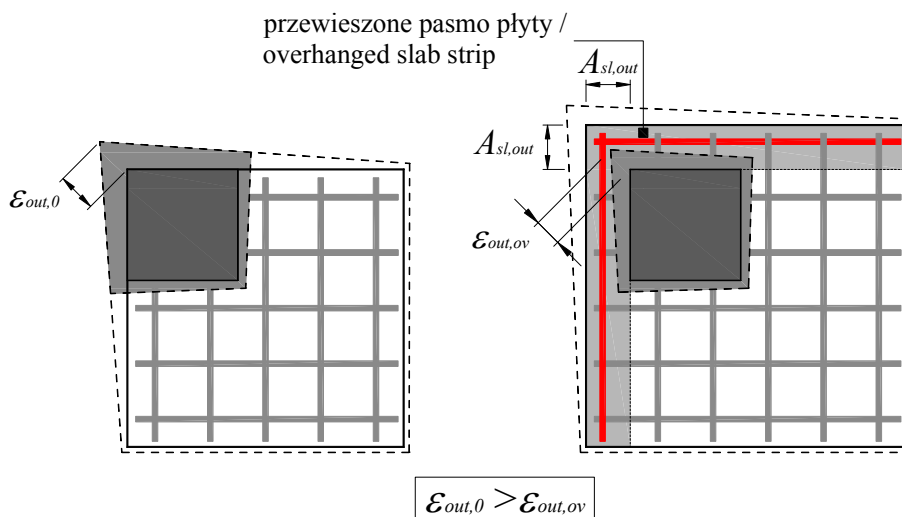
a) wewnętrznego, b) zewnętrznego naroża słupa

Fig. 5.30. Comparison between average strains of top stirrups, measured on arms closer to:

a) inner, b) outer corner of the column

Jedynie w przypadku elementu MN – 0 obserwowano bardzo intensywny wzrost odkształceń w momencie zniszczenia. Korzystne działanie przewieszenia płyty w ograniczaniu odkształceń węzła wyjaśnia rys. 5.31.

Only in case of element MN – 0 very intense increase of strains at the moment of failure was observed. The beneficial effect of overhanging of the slab on limiting the strains of the joint is explained in fig. 5.31.



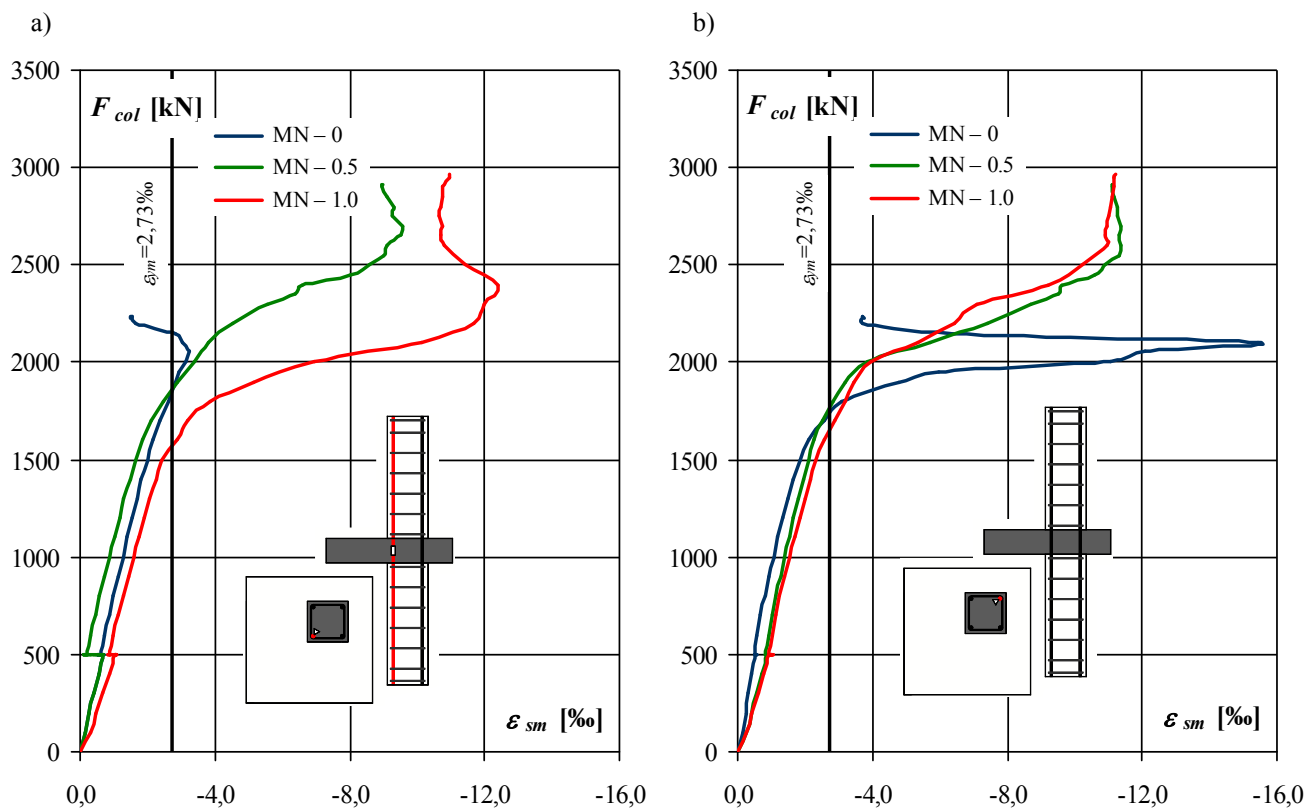
Rys. 5.31. Wpływ przewieszonego pasma płyty na odkształcenia betonu węzła

Fig. 5.31. Effect of overhanged slab strip on deformations of joint concrete

Na rysunku 5.32 pokazano średnie odkształcenia zbrojenia głównego słupa mierzone w obrębie przewarstwienia słabszym betonem płyty. Do uplastycznienia dochodziło przy obciążeniu równym około $1500 \div 1800$ kN.

Figure 5.32 shows average strains of the main reinforcement of the column measured within the intersection of the weaker concrete of the slab. Yielding of the reinforcement appeared when the load was equal to about $1500 \div 1800$ kN.

Dalsze zwiększanie obciążenia prowadziło w przypadku elementu MN – 0 do gwałtownego wzrostu odkształceń i sygnalizowało wyczerpywanie nośności modelu – patrz rys. 5.32b. Nagły spadek rejestrowanych wartości mógł być związany z wybočeniem pręta zlokalizowanego bliżej zewnętrznego naroża słupa, co widoczne jest na rys. 5.35.



Rys. 5.32. Porównanie średnich odkształceń zbrojenia zlokalizowanego bliżej:
a) wewnętrznego, b) zewnętrznego naroża słupa

Fig. 5.32. Comparison between average strains of reinforcement located close to:
a) inner, b) outer column corner

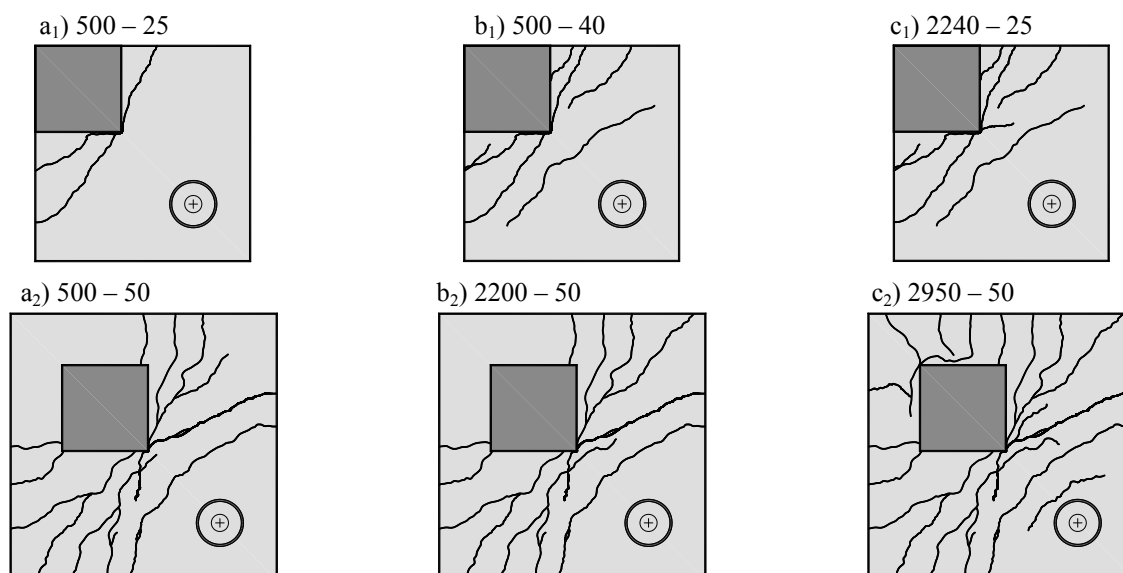
Na rysunku 5.33 pokazano rozwój zarysowania górnych powierzchni płyt modeli. Pierwsze rysy zaczęto obserwować przy obciążeniu płyt równym około 50% wartości docelowej. Ich układ odpowiadał kierunkowi działania momentu zginającego. Widoczne rysy wychodzące pod kątem około 45° od wewnętrznych naroży słupa ku krawędzi płyty są charakterystyczne dla stref podporowych ustrojów płytowo – słupowych, obciążonych mimośrodowo. Zwiększaniu obciążenia słupa towarzyszył rozwój zarysowania płyty. Pierwsze rysy w obrębie przewieszonych pasm płyty zaczęły obserwować przy obciążeniu równym 50 ÷ 55% nośności eksperymentalnej modeli. Miały one charakter przelotowy o czym świadczył obraz zarysowania dolnych powierzchni płyt modeli – patrz rys. 5.34.

Na krótko przed zniszczeniem modeli z płytą przewieszoną obserwowano pojawienie się rysy biegnącej ukośnie od wewnętrznego naroża słupa ku narożu płyty. W przypadku modelu MN – 0 na dolnej powierzchni nie wystąpiło zarysowanie. Potwierdza to wcześniejsze przypuszczenie, iż odkształcenia betonu węzła odbywały się głównie w kierunku swobodnych krawędzi płyty – patrz rys. 5.31.

In case of element MN – 0, further increase of the load led to rapid growth of strains which signaled reaching the limit of load carrying capacity of the model (see fig. 5.32b.) Rapid decrease of registered values might have been connected with the buckling of the bar placed near the outer corner of the column, which is shown in fig. 5.35.

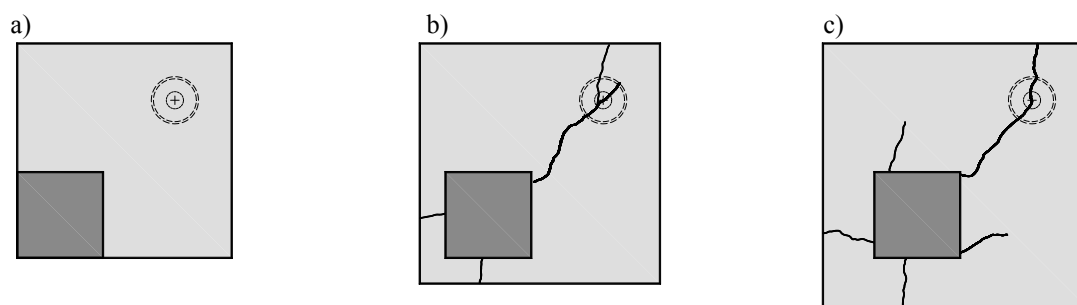
Figure 5.33 shows development of the cracks of the upper surfaces of the slabs of the models. The first cracks were observed when the load on the slabs was equal to about 50% of the target value. Their arrangement corresponded to the direction of the bending moment. The visible cracks running at the angle of 45° from inner corners of the column to the edge of the slab are characteristic for support zones of slab and column systems under eccentric load. The increase of the load on the column was accompanied by the increase of cracking of the slab. The first cracks within overhanging strips of the slab were observed with the load equal to 50 ÷ 55% of experimental load carrying capacity of the models. They ran through the entire thickness, which was indicated by crack pattern of the lower surfaces of the slabs of the models (see fig. 5.34).

Shortly before the failure of the models with overhang slab, a crack running diagonally from inner corner of the column to the corner of the slab was observed. In case of MN – 0 model there was no crack on the lower surface. It proves the earlier assumption that the strains of the concrete of the joint took place mainly in the direction of free edges of the slab (see fig. 5.31).



Rys. 5.33. Zarysowanie górnej powierzchni płyt modeli MN – 0 i MN – 1.0 w zależności od zaawansowania obciążenia słupa F_{col} i płyty $V_{slab} : F_{col} - V_{slab}$, siły podano w [kN]

Fig. 5.33. Crack pattern on top slab surface of MN – 0 and MN – 1.0 specimens depending on load level of: column F_{col} and slab $V_{slab} : F_{col} - V_{slab}$, all forces in [kN]



Rys. 5.34. Zarysowanie dolnej powierzchni płyt modeli: a) MN – 0, b) MN – 0.5, c) MN – 1.0 (zaciemniono obszary odspojenia betonu)

Fig. 5.34. Crack pattern on bottom slab surfaces: a) MN – 0, b) MN – 0.5, c) MN – 1.0 (the zones of spalling of concrete were shaded)

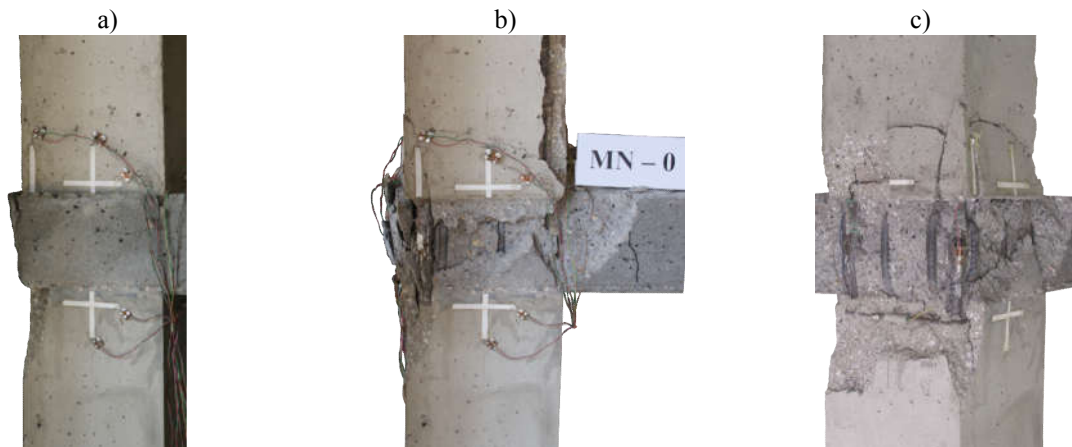
Zarysowanie słupów widoczne było w końcowej fazie badania, przy obciążeniu stanowiącym około 80 ÷ 85% nośności eksperymentalnej modeli. Zniszczenie modeli z płytami przewieszonymi związane było z wyczerpaniem nośności słupów dolnych. Miało ono charakter eksplozji – a zatem zbliżony do obserwowanego w trakcie badania słupów odniesienia. W przypadku elementu MN – 0 obserwowano stopniowe odspajanie betonu otuliny węzła. Zniszczenie, któremu towarzyszyło wyobczenie zbrojenia słupa, związane było ze zmiążdżeniem betonu płyty i miało gwałtowny charakter. Przebieg procesu niszczenia strefy węzłowej elementu MN – 0 pokazano na rys. 5.35.

W Tabelicy 5.13 zamieszczono nośności eksperymentalne modeli podstawowych F_{col} oraz słupów odniesienia $F_{w,col}$, wykonanych w całości z betonu o wysokiej wytrzymałości. Nośności modeli z płytą przewieszoną przewyższały wartości sił niszczących słupy odniesienia. Świadczy to o bardzo efektywnym skrzepowaniu betonu węzła, skutkiem czego przewarstwienie słabszym betonem płyty nie stanowiło osłabienia przekroju słupa. Nośność modelu MN – 0 z płytą zlicowaną z krawędziami słupa stanowiła około 85% nośności słupów odniesienia. Była też o około 25% niższa od wartości sił niszczących elementy MN – 0.5 i MN – 1.0.

Cracks on the column surfaces were visible in the final stage of the test, with the load of about 80 ÷ 85% of experimental load carrying capacity of the models. Failure of the models with overhang slabs was connected with running out of load carrying capacity of the lower columns. It was in fact an explosion, so it was similar to the phenomenon observed during the tests on comparison models. In case of element MN – 0 gradual spalling of concrete cover of the joint was observed. Failure, accompanied by buckling of the reinforcement of the column, was connected with the damage of the concrete of the slab and was of a rapid nature. The process of failure of the joint zone of the element MN – 0 is shown in fig. 5.35.

Table 5.13 presents experimental load carrying capacities of basic models F_{col} and of reference columns $F_{w,col}$, made completely from high-strength concrete. Load carrying capacities of the models with an overhang slab were higher than the values of the ultimate loads of reference columns. This is the evidence of very effective confining of the concrete of the joint, resulting in the fact that intersecting with weaker concrete of the slab didn't cause a decrease in the load carrying capacity of the column. The load carrying capacity of the MN – 0 model with a slab surfaced with the edges of the column accounted for approximately 85%

of load carrying capacity of the reference columns. It was also approximately 25% lower than the ultimate loads of elements MN – 0.5 and MN – 1.0.



Rys. 5.35. Kolejne etapy niszczenia strefy węzłowej modelu MN – 0: a) odspajanie otuliny, b) odsłonięcie zbrojenia, c) wyboeczenie zbrojenia słupa i odspojenie otuliny w obrębie słupa dolnego i górnego

Fig. 5.35. Subsequent stages of destruction of MN – 0 specimen's connection zone: a) spalling of concrete cover, b) exposing of reinforcement, c) buckling of reinforcement and spalling of concrete cover of bottom and top column

Tablica 5.13. Porównanie nośności elementów podstawowych i słupów odniesienia

Table 5.13. Comparison between load carrying capacities of basic specimens and comparison models

Seria Series	Model Specimen	V_{slab} [kN]	Słup Column	F_{col} [kN]	$F_{w,col}$ [kN]	$F_{col}/F_{w,col}$
MN	MN – 0	25	górny top	2240	2750 ¹	0,81
	MN – 0.5	50		2900		1,05
	MN – 1.0	50		2950		1,07
	MN – 0	25	dolny bottom	2265	2600 ¹	0,87
	MN – 0.5	50		2950		1,13
	MN – 1.0	50		3000		1,15

¹ średnia uzyskana z badania trzech modeli odniesienia / average carrying capacities obtained from the tests of three comparison models

5.4. Podsumowanie wyników badań własnych

5.4. Summary of the results of authors' tests

5.4.1. Wpływ zróżnicowania cech betonu płyty i słupa

5.4.1. The effect of the differences in the features of the concrete of a slab and of a column

Badania własne potwierdziły częściowo wyniki badań obcych, pokazując iż zróżnicowanie wytrzymałości betonu płyty f_{cs} i słupa f_{cc} może wpływać na nośność słupów. Osłabienie słupa przewarstwieniem z betonu o niższej wytrzymałości stwierdzono jednak wyłącznie w przypadku modeli serii ML – z płytami z lekkiego betonu kruszywowego. Mimo istotnego zróżnicowania wytrzymałości betonu płyty i słupa elementu M60/20/1 ($f_{cc}/f_{cs} = 2,71 \div 2,79$) nie stwierdzono spadku nośności słupa – patrz Tablica 5.14. Podobne obserwacje poczyniono także w trakcie badania modeli serii MK i MN z płytami przewieszonymi. Mimo, iż beton płyty charakteryzowała 2,5– a nawet 5– krotnie niższa wytrzymałość, nośności modeli podstawowych i słupów porównawczych (wykonanych w całości z betonu o wysokiej wytrzymałości) były bardzo zbliżone – patrz Tablice 5.9 i 5.13.

The authors' tests partly confirmed the results of other tests, showing that differences in of the strength of the concrete of the slab f_{cs} and the concrete of the column f_{cc} may affect load carrying capacity of columns. However, weakening a column with intersection made from concrete of lower strength was observed only in case of models from ML series – with the slabs made from lightweight aggregate concrete. Despite significant differences of the strength of the concrete of the slab and of the column of element M60/20/1 ($f_{cc}/f_{cs} = 2.71 \div 2.79$) no decrease of load carrying capacity of the column was observed (see Table 5.14). Similar observations were made during the tests of the models from MK and MN series with overhang slabs. Despite the fact that the concrete of the slab was characterized by 2.5, or even 5 times lower strength than the concrete of the column, load carrying capacities of the basic models and reference columns, made completely from high-strength concrete, were of very similar values (see Tables 5.9 and 5.13).

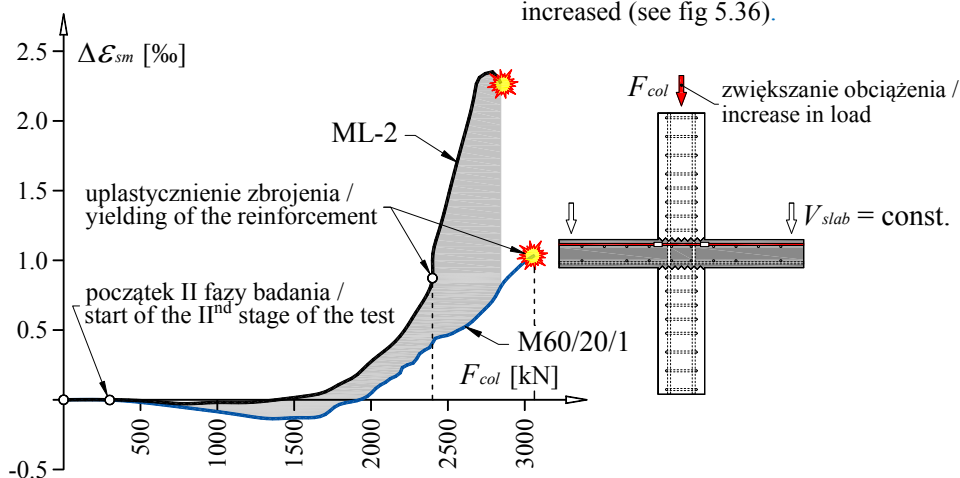
Tablica 5.14. Porównanie nośności elementów podstawowych (F_{col}) i słupów odniesienia ($F_{w,col}$)
 Table 5.14. Comparison between load carrying capacities of basic specimens (F_{col}) and comparison models ($F_{w,col}$)

Series	Model Specimen	Słup Column	$\frac{f_{cc}}{f_{cs}}$	$\frac{E_{cc}}{E_{cs}}$	V_{slab} [kN]	F_{col} [kN]	$F_{w,col}$ [kN]	$\frac{F_{col}}{F_{w,col}}$
M	M60/20/1	górný / top	2,79	1,37 ¹	100	3080	3215 ¹	0,96
		dolny / bottom	2,71	1,35 ¹		3180	3124 ¹	1,02
ML	ML – 1	górný / top	2,68	2,37	150	2570	3447 ²	0,75
		dolny / bottom	2,73	2,32		2720	3487 ²	0,78
	ML – 2	górný / top	2,96	2,53	100	2900	3447 ²	0,84
		dolny / bottom	3,02	2,48		3000	3487 ²	0,86
	ML – 3	górný / top	3,52	2,61	50	2800	3447 ²	0,81
		dolny / bottom	3,59	2,56		2850	3487 ²	0,82

¹ wartości teoretyczne / theoretical values
² średnia uzyskana z badań modeli odniesienia / average carrying capacities obtained from the tests of comparison models

Porównanie nośności eksperymentalnych modeli M60/20/1 i ML – 2, których płyty obciążone były w jednakowy sposób, wskazuje na dodatkowy czynnik warunkujący wielkość wpływu przewartwiania płyty na nośność słupa – różnicę pomiędzy modułami sprężystości podłużnej obu betonów (E_{cc}/E_{cs}). Znaczna, niemal dwukrotna różnica modułów sprężystości betonu płyt obu modeli (przy zbliżonej wytrzymałości na ściskanie), skutkowała różną intensywnością narastania odkształceń zbrojenia, rejestrowaną w drugiej fazie badania, gdy zwiększaniu ulegało jedynie obciążenie słupa – patrz rys. 5.36.

The comparison of the load carrying capacity of experimental models M60/20/1 and ML – 2, whose slabs were loaded identically, indicates an additional factor affecting the extent of the influence of the intersection of the slab on the load carrying capacity of the column, i. e. the difference between the values of secant moduli of elasticity for both concretes (E_{cmc}/E_{cms}). Significant, almost twice the difference between the values of secant moduli of elasticity of the slabs of both models (with similar compressive strength) resulted in different intensity of the growth of strains of reinforcement, registered in the second stage of the test, when only the column load was increased (see fig 5.36).



Rys. 5.36. Zmiana odkształceń zbrojenia podłużnego płyty wynikająca ze wzrostu obciążenia słupa
 Fig. 5.36. Increase in strains of slab longitudinal reinforcement resulting from increasing of column load

Z uwagi na większe odkształcenia poprzeczne betonu lekkiego początek uplastycznienia zbrojenia podłużnego płyty modelu ML – 2 obserwowano przy obciążeniu F_{col} stanowiącym około 85% maksymalnego. W przypadku elementu M60/20/1 intensywność narastania odkształceń była znacznie niższa zaś początek uplastycznienia zbrojenia poprzedzał zniszczenie modelu. Powyższe obserwacje znalazły odzwierciedlenie w wynikach badań. Mimo, iż słupy oraz płyta modelu M60/20/1 wykonane zostały z betonów o wytrzymałościach niższych odpowiednio o 17% i 10% niż w przypadku elementu ML – 2, zarejestrowana w trakcie jego badania siła niszcząca była o około 6% wyższa.

Due to greater lateral strains of lightweight aggregate concrete, the beginning of yielding of longitudinal reinforcement of the slab of the ML – 2 model was observed for the load F_{col} around 85% of maximum load. In case of element M60/20/1 the intensity of the growth of strains was significantly lower, whereas the beginning of yielding of reinforcement preceded the failure of the model. The above observations were reflected in the results of the tests. Despite the fact that the columns and the slab of the M60/20/1 model were made from concretes of 17% and 10% lower strength than in case of element ML – 2. The failure force registered during the test of M60/20/1 was about 6% higher.

Pokazuje to, iż uwzględnianie w obliczeniach jedynie różnicy wytrzymałości obu betonów (co zalecają postanowienia normowe) może prowadzić do przeszacowania efektywnej wytrzymałości betonu lekkiego. Na rysunku 5.37 oznaczono punkty wyrażające stosunek nośności słupów elementów podstawowych (F_{col}) do wartości sił niszczących słupy odniesienia ($F_{w,col}$). Widać wyraźnie, iż wraz ze wzrostem zróżnicowania modułów sprężystości podłużnej betonu słupa i płyty (E_{cc}/E_{cs}) zwiększeniu ulega wpływ przewarstwienia betonem płyty na nośność słupa. W odniesieniu do wyników badań własnych teoretyczny spadek nośności słupa przewarstwionego, związany ze zróżnicowaniem odkształcalności betonu płyty i słupa, można wyrazić za pomocą współczynnika κ_E , określonego następująco:

$$\kappa_E = \frac{F_{col}}{F_{w,col}} = \left(1,09 - 0,09 \frac{E_{cc}}{E_{cs}} \right) \quad (1)$$

gdzie: F_{col} – nośność słupa przewarstwionego słabszym betonem płyty,
 $F_{w,col}$ – nośność słupa wykonanego w całości z jednego rodzaju betonu,
 E_{cc} – moduł sprężystości podłużnej betonu słupa
 E_{cs} – moduł sprężystości podłużnej betonu płyty

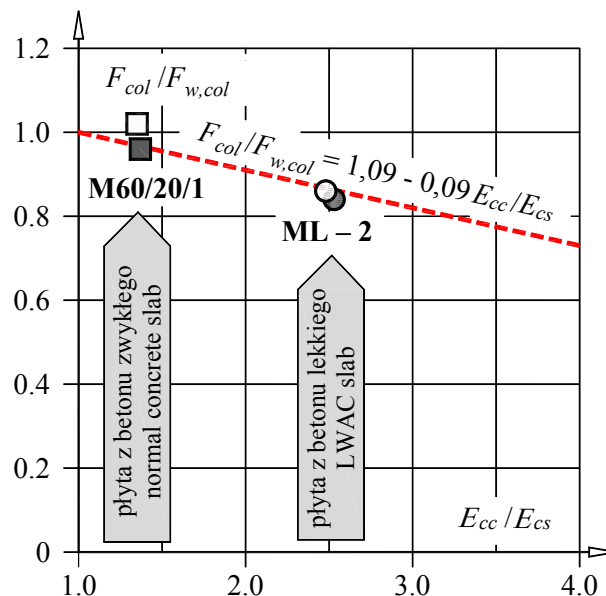
Współczynniki κ_E równe były 0,87 oraz 0,97 odpowiednio w przypadku modeli: ML – 2 oraz M60/20/1. Świadczy to, iż w przypadku modelu z płytą z betonu lekkiego należało oczekiwać o około 11% niższej efektywnej wytrzymałości betonu węzła w stosunku do elementu z płytą z betonu zwykłego.

It shows that calculations taking into account only the difference in strength of both concretes, which is recommended by code provisions, may lead to overrating of the effective strength of lightweight aggregate concrete. In fig. 5.37 points expressing the ratio of load carrying capacity of the columns of basic elements (F_{col}) to the values of the ultimate loads of reference columns ($F_{w,col}$) are marked. It is evident that the increase of the differences between the secant modulus of elasticity of concrete of the column and the modulus for the slab (E_{cc}/E_{cs}) accompanied the increase of the influence of intersection of the column with the concrete of the slab on the load carrying capacity of the column. When it comes to the results of the authors' tests, theoretical drop in the load carrying capacity of the intersected column, connected with the difference of formability of the concrete of the slab and the column can be expressed by coefficient κ_E described as follows:

$$\kappa_E = \frac{F_{col}}{F_{w,col}} = \left(1,09 - 0,09 \frac{E_{cc}}{E_{cs}} \right) \quad (1)$$

where: F_{col} – load carrying capacity of column intersected by slab concrete
 $F_{w,col}$ – load carrying capacity made entirely from one type of concrete
 E_{cc} – secant modulus of elasticity of column concrete
 E_{cs} – secant modulus of elasticity of slab concrete

Coefficients κ_E were equal to 0.87 and 0.97 for models ML – 2 and M60/20/1 respectively. It indicates that in case of a model with a slab made from light weight concrete one should expect about 11% lower effective strength of the concrete of the joint than in case of an element with a slab made from normal concrete.



Rys. 5.37. Relacja pomiędzy nośnościami modeli podstawowych i słupów odniesienia w zależności od zróżnicowania odkształcalności betonów słupa i płyty

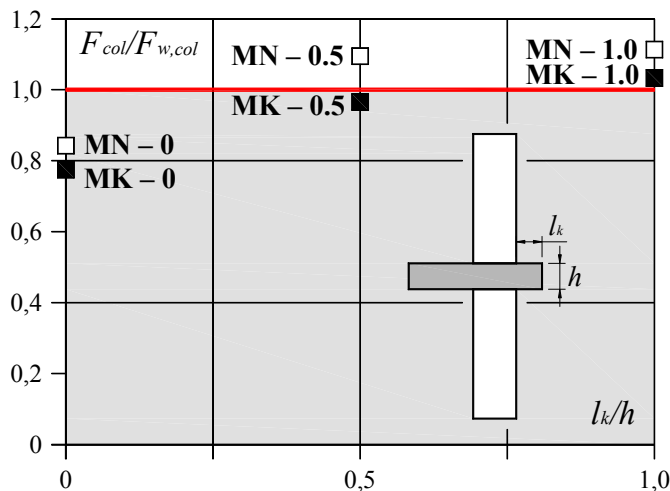
Fig. 5.37. Relationship between load carrying capacities of basic specimens and comparison models depending on the diversity of deformability of column and slab concrete

5.4.2. Wpływ usytuowania słupa względem krawędzi płyty

Stwierdzono istotny wpływ położenia słupa względem krawędzi płyty. Wprowadzenie stosunkowo niewielkiego, przewieszono pasma płyty o wysięgu równym maksymalnie jej grubości pozwoliło wydatnie zwiększyć nośność eksperymentalną modeli. Była ona średnio o około 20 ÷ 25% wyższa w stosunku do nośności elementów z płytą zlicowaną – patrz rys. 5.38. Zniszczenie modeli z płytami przewieszonymi wynikało z wyczerpania nośności słupów – nie zaś zmiżdżenia betonu płyty, jak miało to miejsce w przypadku elementów MK – 0 i MN – 0. Wprowadzenie przewieszenia umożliwiło na tyle efektywne skrępowanie betonu węzłów, iż uzyskiwał on ponad 2– (seria MN) a nawet 4– krotnie (seria MK) wyższą wytrzymałość niż wynikałoby to z badania w stanie jednoosiowego ściskania. Na podstawie obrazu zarysowania płyt modeli (szczególnie powierzchni dolnych) można stwierdzić podobieństwa w mechanizmie niszczenia modeli połączeń wewnętrznych oraz skrajnych – z płytą przewieszoną. Gdyby w przypadku ostatnich z wymienionych modeli nie doszło do zniszczenia słupów dolnych, zmiżdżenie betonu węzła związane byłoby najpewniej z wyczerpaniem nośności zbrojenia zgrupowanego w obrębie przewieszenia.

5.4.2. The effect of the location of the column in relation to the edge of the slab

Significant influence of the position of the column in relation to the edge of the slab was observed. Introducing a relatively small overhanging strip of a slab with the overhang equal up to its thickness made it possible to increase experimental load carrying capacity of the models significantly. On average it was about 20 ÷ 25% higher than the load carrying capacity of the elements with fixed flush slab (see fig. 5.38). Failure of the models with overhang slabs resulted from running out of the load carrying capacity of the columns, and not from crushing the concrete of the slab as it happened in case of elements MK – 0 and MN – 0. Introducing slab overhang made it possible to confinement of the concrete of the joints effectively enough to obtain over two (MN series) or even four times (MK series) higher strength than would result from a uniaxial compression test. Watching the cracks in the slabs of the models, especially on the lower parts, one can observe similarities in the mechanism of failure of the models of internal connections and outer connections with the overhanging slab. If in case of the latter of the mentioned models there was no failure of the lower columns, crushing of the concrete of the joint would be most probably connected with running out of the load carrying capacity of the reinforcement grouped within the overhang.



Rys. 5.38. Porównanie nośności modeli podstawowych i słupów odniesienia w zależności od względnego wysięgu płyty l_k/h

Fig. 5.38. Comparison between load carrying capacities of basic specimens and comparison models according to relative slab overhang l_k/h

6. WNIOSKI

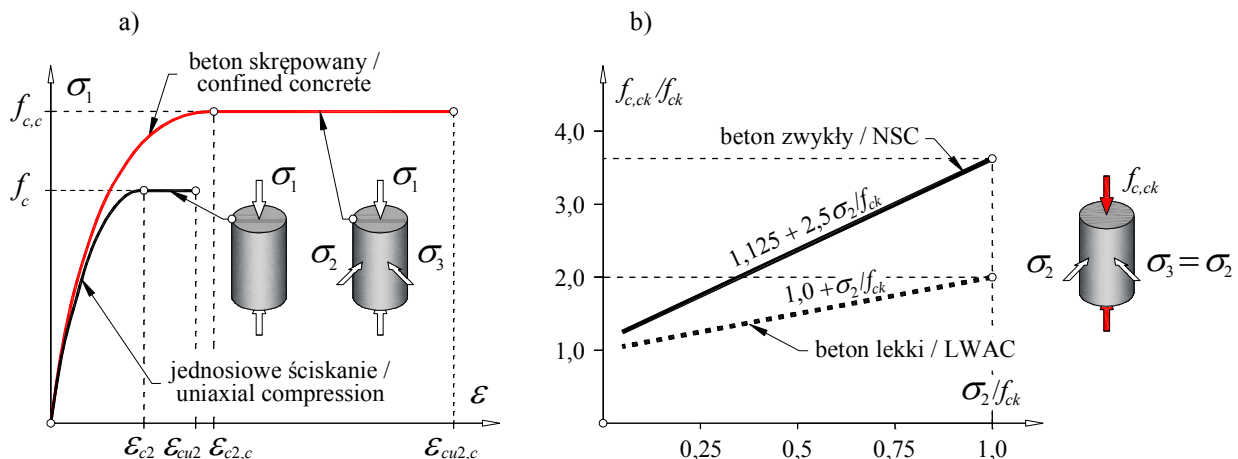
Na podstawie wyników badań własnych można stwierdzić, iż przewarstwienie słabszym betonem płyty może prowadzić do spadku nośności słupa z betonu o wysokiej wytrzymałości. Wykazano jednak, że spadek nośności jest niższy niż wynikałoby to z różnicy wytrzymałości betonu słupa f_{cc} i płyty f_{cs} . W przypadku niektórych modeli przewarstwienie betonem płyty nie stanowiło osłabienia słupa, bowiem ich nośności były zbliżone do wartości sił niszczących słupy odniesienia wykonane w całości z betonu o wysokiej wytrzymałości. Przyczyny takiego zachowania należy upatrywać w skrępowaniu betonu węzła. Wskutek ograniczenia odkształceń poprzecznych zmianie ulegają efektywne cechy wytrzymałościowe betonu i charakteryzująca go zależność naprężenie – odkształcenia – patrz rys. 6.1a. Zniszczenie betonu następuje przy wyższych naprężeniach głównych σ_1 niż w przypadku betonu poddanego osiowemu ścisnaniu. Beton nabiera ponadto cech plastycznych, co przejawia się wzrostem granicznych odkształceń.

Efektywna wytrzymałość betonu powiązana jest ściśle z wielkością skrępowania, wyrażonego poprzez naprężenia poprzeczne σ_2 . Badania eksperymentalne *Hobbsa* [15] przytoczone w pracy [22] pokazały, iż wpływ nacisku poprzecznego zależy jest w dużej mierze także od rodzaju betonu, co znalazło odzwierciedlenie w postanowieniach Eurokodu 2 [7]. Wpływ skrępowania na efektywne cechy wytrzymałościowe betonu lekkiego jest znacznie mniejszy od obserwowanego w przypadku betonu zwykłego. Na rysunku 6.1b pokazano proste teoretyczne wyrażające wzrost efektywnej wytrzymałości w zależności od względnych naprężeń poprzecznych σ_2/f_{ck} . Widać wyraźnie, iż przy naprężeniach poprzecznych σ_2 stanowiących około 35% wytrzymałości f_{ck} możliwy jest dwukrotny wzrost efektywnej wytrzymałości betonu zwykłego $f_{ck,c}$ w stosunku do wartości f_{ck} w stanie jednoosiowego ściskania.

6. CONCLUSIONS

On the basis of the authors' tests one can state that intersection with weaker concrete of a slab may lead to decrease in the load carrying capacity of a column made from high-strength concrete. However, it was proved that the decrease of load carrying capacity is smaller than the difference between the strength of the concrete of a column f_{cc} and the strength of the concrete of a slab f_{cs} would suggest. In case of some models of the series, intersection with the concrete of the slab did not limit the load carrying capacity of the column because these values were close to ultimate loads of the reference columns made entirely from high-strength concrete. The reason for such a reaction can be confining of the concrete of the joint. As a result of limiting of lateral expansion of concrete effective strength properties of concrete and stress-strain dependence characteristic for it change (see fig. 6.1a). The failure of concrete takes place at higher principal stresses σ_1 than in case of concrete under axial compression. Moreover, concrete adopts plastic features, which is indicated by the growth of peak strains.

Effective strength of concrete is strictly connected with the effectiveness of confinement, expressed by lateral stresses σ_2 . Experimental tests by *Hobbs* [15] mentioned in the paper [22] showed that the influence of lateral stress is also largely dependent on the kind of concrete, which was reflected in regulations of Eurocode 2 [7]. The influence of confinement on effective strength properties of lightweight aggregate concrete is far smaller than the one observed in case of normal concrete. Fig 6.1b shows theoretical lines representing the increase of effective strength depending on relative lateral stresses σ_2/f_{ck} . It is clear that with transverse stresses σ_2 standing for approximately 35% of the strength f_{ck} twofold increase in effective strength of normal concrete $f_{ck,c}$ in relation to the f_{ck} value under uniaxial compression is possible.



Rys. 6.1. Cechy betonu skrępowanego: a) zależność naprężenie – odkształcenie, b) efektywna wytrzymałość w funkcji naprężeń σ_2/f_{ck} w ujęciu procedur Eurokodu 2 [7]

Fig. 6.1. Properties of confined concrete: a) stress – strain relationship, b) relation between effective strength of concrete and confining stress σ_2/f_{ck} according to Eurocode 2 [7] principles

Mając na względzie powyższe rozważania można założyć, iż przy niewielkim zróżnicowaniu cech wytrzymałościowych płyty i słupa przewarstwienie nie będzie w sposób istotny wpływało na nośność słupów. Korzystny wpływ skrzepowania betonu węzła pozwoli bowiem na rozwój jego efektywnych cech wytrzymałościowych. Opis efektywnej wytrzymałości betonu węzłów, jakim operuje się w przepisach normowych, wydaje się nadmiernie uproszczony. Nie uwzględnia on bowiem efektywności skrzepowania zależnej od zbrojenia strefy węzłowej, jak również różnic pomiędzy odkształcalnością betonów płyty i słupa. Badania własne pokazały, iż stosowanie reguł normowych w odniesieniu do płyt z betonu lekkiego może prowadzić do wyników po stronie niebezpiecznej.

Stwierdzono jednocześnie wyraźne różnice w zachowaniu modeli połączeń krawędziowych i narożnych, w zależności od usytuowania słupa względem krawędzi płyty. W przypadku przewieszenia płyty poza krawędź słupa możliwe było znaczące zwiększenie efektywnej wytrzymałości betonu węzła. Pozwala to wnioskować, iż przy dostatecznie dużym przewieszeniu płyty (równym przynajmniej jej grubości) i właściwym jego zbrojeniu, analizę nośności słupów krawędziowych i narożnych można byłoby prowadzić jak w przypadku podpór wewnętrznych.

Taking the above mentioned considerations into account, one can assume that with small differences in strength properties of concrete of the slab and of the column, the intersection will not have significant influence on the columns. It is due to the fact that a positive impact of confining of the concrete of the joint will make it possible to develop its effective strength properties. The description of effective strength of the concrete of the joints used in standard regulations seems to be oversimplified. The reason is that it doesn't take effectiveness of confinement depending on the reinforcement of the joint zone or the differences in deformability of the concretes of the slab and of the column into account. The authors' tests proved that using standard regulations for slabs made from lightweight aggregate concrete may lead to overrated results.

What was observed at the same time were clear differences in the behavior of the models of the edge connections and the corner connections depending on the location of the column in relation to the edge of the slab. In case of overhanging a slab beyond the edge of a column, it was possible to increase the effective strength of the concrete of the joints significantly. This leads to a conclusion that with sufficiently large overhang of a slab, i.e. equal to at least its thickness, and proper arrangement of its reinforcement, the analysis of the load carrying capacity of the edge and corner columns could be carried out like in case of internal columns.

LITERATURA / REFERENCES

- [1] ACI 318-14 Building Code Requirements for Structural Concrete (ACI 318-14) Commentary on Building Code Requirements. *American Concrete Institute*, Farmington Hills (2015), 203-204;
- [2] AS 3600-2001 Australian Standard. Concrete Structures. *Council of Standards Australia*, Sydney (2001), 119;
- [3] Bianchini A., Woods, R., and Kesler, C. Effect of Floor Concrete Strength on Column Strength. *ACI Journal Proceedings*, 56, 5 (May 1960), 1149-1170;
- [4] CSA A23.3-04 Canadian Standard. Design of concrete structures. *Canadian Standards Association*, Mississauga (2004), 46;
- [5] Cyllok, M. Bemessung der Lastdurchleitung hochfester Stahlbetonstützen durch normalfeste Flachdecken nach EN 1992-1-1. *Beton- und Stahlbetonbau*, 106, 10 (Oktober 2011), 672–684;
- [6] DIN 1045-2:2014 Tragwerke aus Beton, Stahlbeton und Spannbeton - Teil 2: Beton - Festlegung, Eigenschaften, Herstellung und Konformität - Anwendungsregeln zu DIN EN 206. *Deutsches Institut für Normung*, Berlin (2014);
- [7] EN 1992-1-1:2004 Eurocode 2: Design of concrete structures - Part 1-1: General rules and rules for buildings. *European Committee for Standardization*, Brussels (2004);
- [8] Freire, L. *Resistência De Pilares De Concreto De Alta Resistência Interceptados Por Elementos De Concreto De Menor Resistência*. Universidade Federal de Rio de Janeiro, Rio de Janeiro (2003), Praca magisterska;
- [9] Gamble, W. and Klinar, J. Tests of High – Strength Concrete Columns with Intervening Floor Slabs. *Journal of Structural Engineering*, 117, 5 (Maj 1991), 1462–1476;
- [10] Gołdyn, M. Wpływ różnych betonów płyty stropowej i słupa na nośność monolitycznych połączeń płytowo – słupowych, , Politechnika Łódzka, Łódź (Kwiecień 2016), Rozprawa doktorska;
- [11] Gołdyn, M., Krawczyk, L., and Urban, T. Carrying Capacity of Axially Loaded HSC Concrete Columns Intersected by NSC Slab. *ACEE Journal*, 8, 3 (September 2015), 51-60;
- [12] Gołdyn, M. and Urban, T. Behaviour of Eccentrically Loaded High Strngth Concrete Columns Intersected by Lower Strength Concrete Slabs. *Structural Concrete*, 16, 4 (December 2015), 480-495;
- [13] Guidotti, R., Fernández Ruiz, M., and Muttoni, A. Crushing and flexural strength of slab–column joints. *Engineering Structures*, 33, 3 (March 2011), 855–867;
- [14] Helene, P., Tula, L., and Diaz, N. Resistência à Compressão do Concreto Confinado. In *IBRACON 42º Congresso Brasileiro do Concreto* (Fortaleza 2000);
- [15] Hobbs, D. W. *Strength and Deformation Properties of Plain Concrete Subject to Combined Stress. Part 3: Strength results obtained on one concrete*. Cement Concrete Association, London, 1974;
- [16] Kayani, M. *Load transfer from high-strength concrete columns through lower strength concrete slabs*. University of Illinois, Urbana-Champaign, 1992, Rozprawa doktorska;
- [17] Lee, S. and Mendis, P. Behavior of High-Strength Concrete Corner Columns Intersected by Weaker Slabs with Different Thicknesses. *ACI Structural Journal*, 101, 1 (January 2004), 11-18;
- [18] Lee, J. and Yoon, Y. Prediction of strength of interior HSC column- NSC slab joints. *Magazine of Concrete Research*, 62, 7 (July 2010), 507-518;
- [19] Lee, J., Yoon, Y., Cook, W., and Mitchell, D. Benefits of Using Puddled HSC with Fibers in Slabs to Transmit HSC Column Loads. *Journal of Structural Engineering*, 133, 12 (December 2007), 1843-1847;
- [20] Lee, J. and Yoon, Y. Prediction of effective compressive strength of corner columns comprising weaker slab–column joint. *Magazine of Concrete Research*, 64, 12 (December 2012), 1113-1121;
- [21] McHarg, P., William, D., Mitchell, D., and Young-Soo, Y. Improved Transmission of High-Strength Concrete Column Loads through Normal Strength Concrete Slabs. *ACI Structural Journal*, 97, 1 (January 2000), 157-165;
- [22] Neville, A. *Właściwości Betonu*. Stowarzyszenie Producentów Cementu, Kraków, 2012;
- [23] NZS 3101-1 Concrete structures standard - Part 1: The design of concrete structures. *Standards Council*, Wellington (2006), 10-5;
- [24] Ospina C. and Alexander, S. Transmission of Interior Concrete Column Loads through Floors. *Journal of Structural Engineering*, 124, 6 (June 1998), 602–610;
- [25] Ospina, C. and Alexander, S. *Transmission of high strength concrete column loads through concrete slabs*. Department of Civil and Environmental Engineering, University of Alberta, Edmonton, 1997;
- [26] Shah, A., Dietz, J., Tue, N., and König, G. Experimental Investigation of Column-Slab Joints. *ACI Structural Journal*, 102, 1 (January 2005), 103-113;
- [27] Shu, C. and Hawkins, N. Behavior of columns continuous through concrete floors. *ACI Structural Journal*, 89, 4 (April 1992), 405-414;

- [28] Siao, W. Reinforced Concrete Column Strength at Beam/Slab and Column Intersection. *ACI Structural Journal*, 91, 1 (January 1994), 3-9;
- [29] Tue, N., Dietz, J., and Shah, A. Vorschlag für die Bemessung der Deckenknoten mit Stützen aus hochfestem Beton. *Beton- und Stahlbetonbau*, 100, 2 (Februar 2005), 132-138;
- [30] Yoon, Y., Lee, J., and Yang, J. Strategic slab–column joint details for improved transmission of HSC column loads. *Magazine of Concrete Research*, 60, 2 (March 2008), 85-91;

Załącznik

Wyniki pomiarów

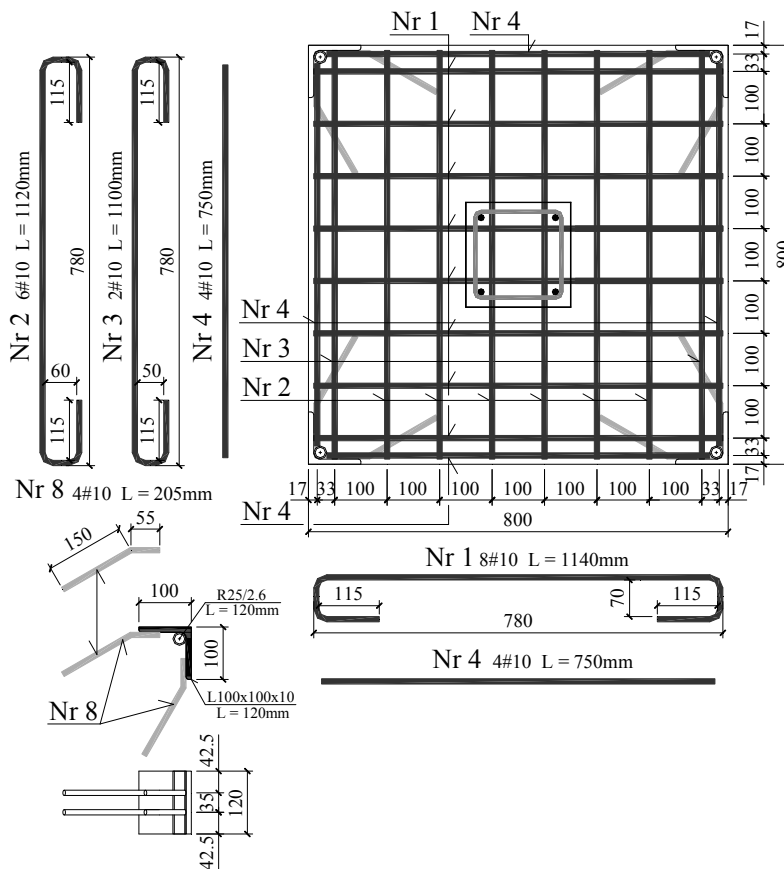
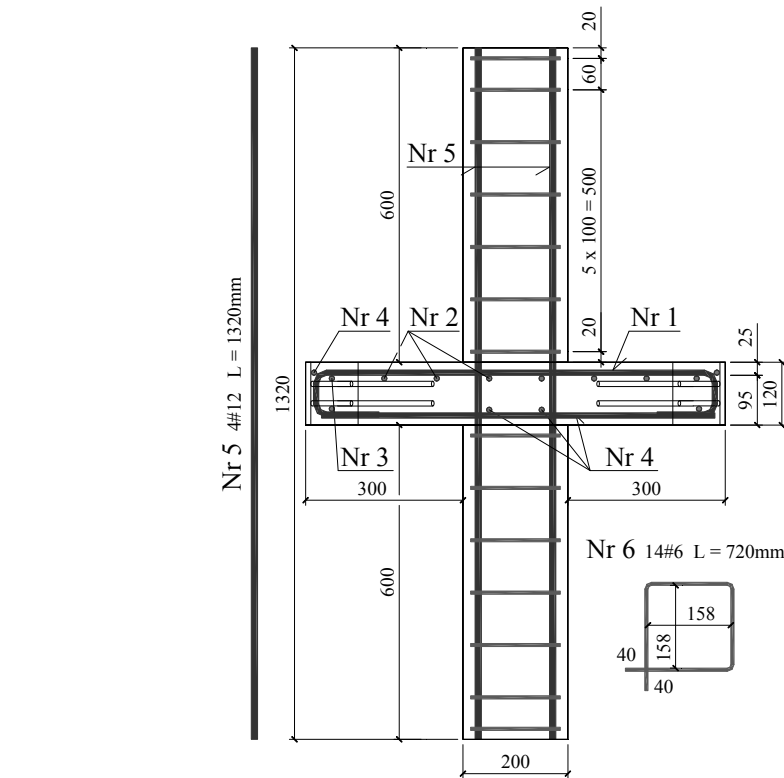
Badania zostały wykonane w Laboratorium Badawczym Materiałów i Konstrukcji Budowlanych Katedry Budownictwa Betonowego Politechniki Łódzkiej (akredytacja w PCA nr AB536).

Appendix

Results of measurements

Tests were made in Testing Laboratory for Materials and Concrete Structures (Accreditation Certificate in PCA no. AB536) Department of Concrete Structures, Faculty Civil Engineering, Architecture and Environmental Engineering, Lodz University of Technology.

Połączenia wewnętrzne
Internal connections



Wytrzymałość betonu / Strength of concrete

słup dolny / bottom column

$$f_{cm} = 72,8\text{MPa}$$

słup górny / upper column

$$f_{cm} = 75,1\text{MPa}$$

płyta / slab

$$f_{cm} = 26,9\text{MPa}$$

gęstość betonu płyty / density of slab concrete

$$\rho = 2207\text{kg/m}^3$$

Charakterystyka zbrojenia/
Characteristics of the reinforcement

Ø6

$$A_s = 28,30\text{mm}^2$$

$$f_{ym} = 586,4\text{MPa}$$

$$E_s = 215,7\text{GPa}$$

Ø10

$$A_s = 78,40\text{mm}^2$$

$$f_{ym} = 544,4\text{MPa}$$

$$E_s = 203,1\text{GPa}$$

Ø12

$$A_s = 113,29\text{mm}^2$$

$$f_{ym} = 540,4\text{MPa}$$

$$E_s = 194,5\text{GPa}$$

Siła niszcząca / Destructive force

$$F_{b,exp} = 3180\text{kN (słup dolny / bottom column)}$$

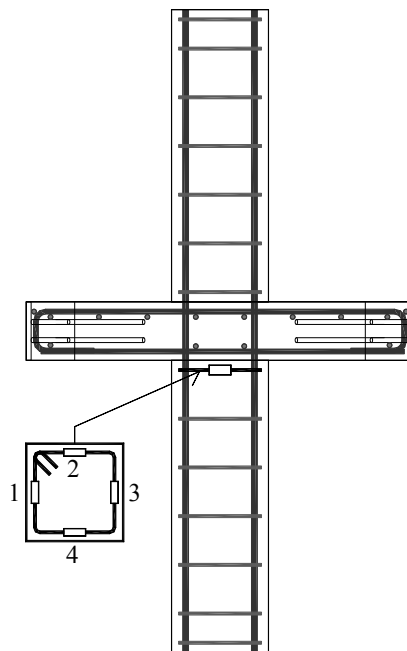
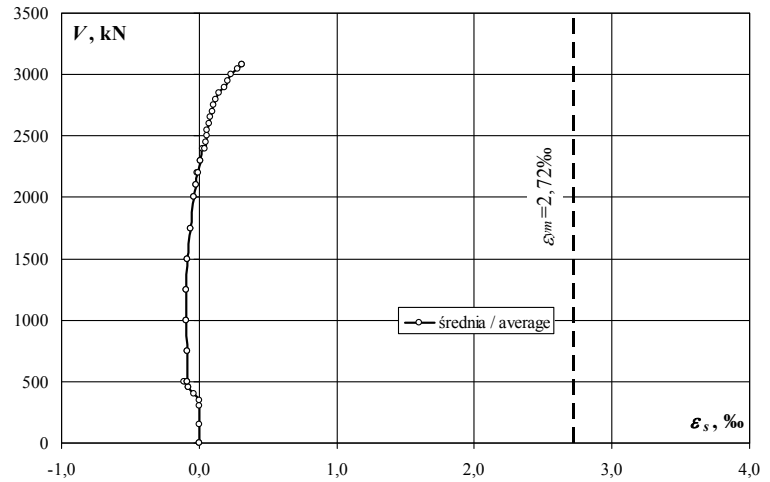
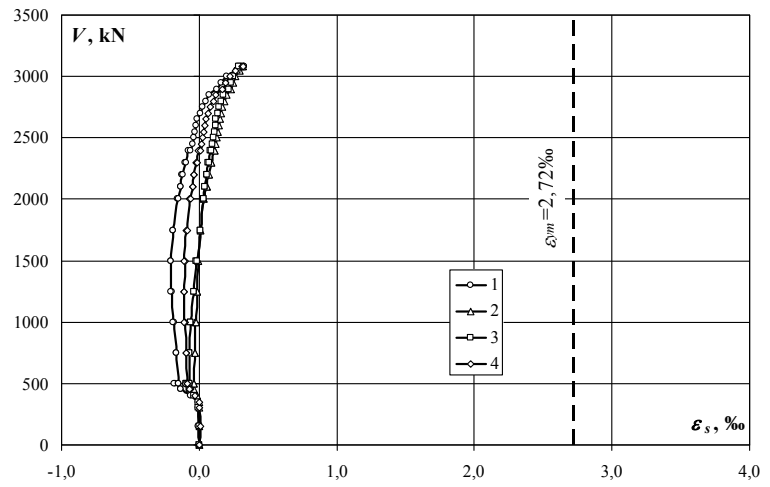
$$F_{u,exp} = 3080\text{kN (słup górny / upper column)}$$

Zbrojenie modelu / Specimen's reinforcement

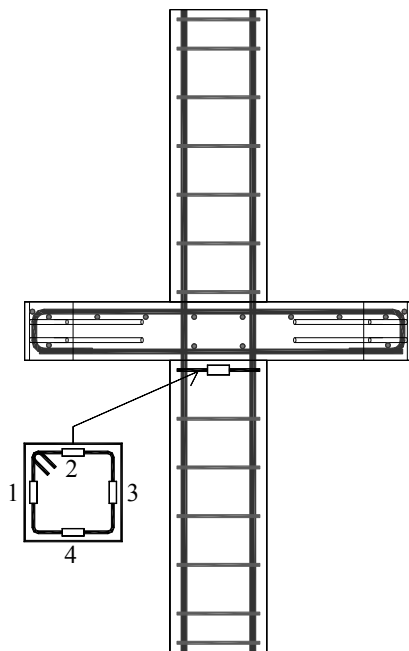
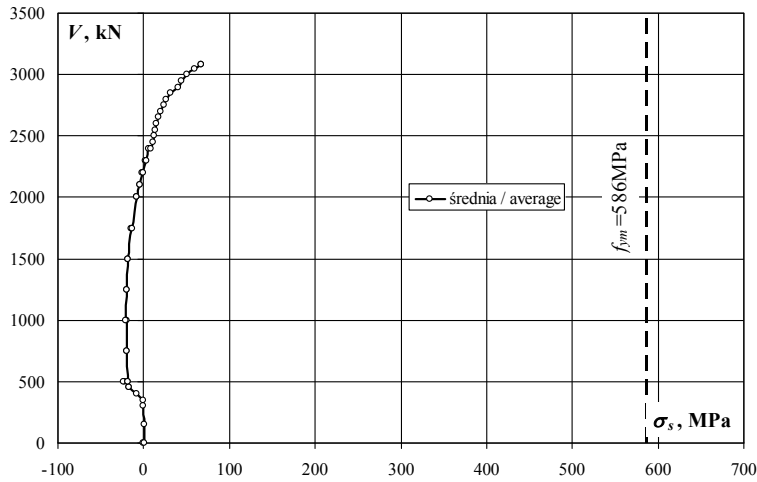
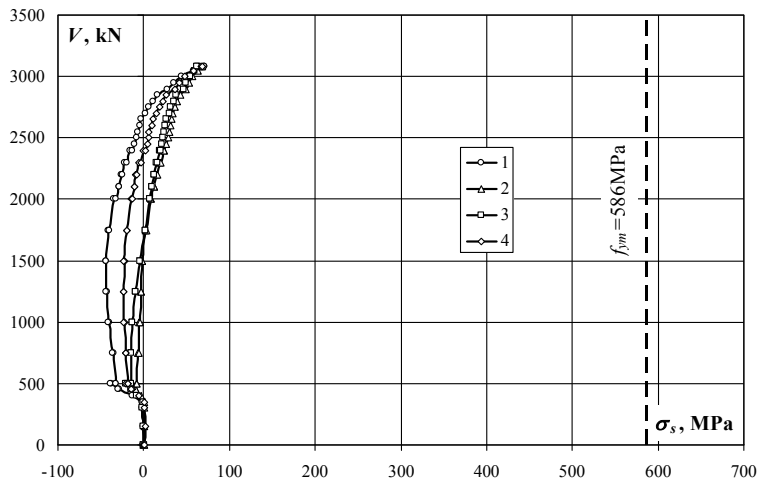
M60/20/1

Strzemie dolne – odkształcenia (ε_s) / Bottom stirrup – strains (ε_s)

obciążenie stupa/ column load	obciążenie plyty/ slab load	odkształcenie/ strain				
		1	2	3	4	średnia/ average
kN	kN	‰	‰	‰	‰	‰
0	0	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
0	0	0,000	0,002	0,001	0,001	0,001
150	0	-0,004	0,005	-0,002	0,007	0,002
300	0	-0,007	0,002	-0,007	0,005	-0,002
350	50	-0,010	0,005	-0,004	0,001	-0,002
400	100	-0,064	-0,017	-0,036	-0,027	-0,036
450	100	-0,132	-0,046	-0,069	-0,064	-0,078
450	125	-0,136	-0,042	-0,070	-0,069	-0,079
500	125	-0,174	-0,062	-0,092	-0,091	-0,105
500	100	-0,178	-0,060	-0,094	-0,098	-0,108
500	100	-0,151	-0,039	-0,070	-0,084	-0,086
500	100	-0,152	-0,038	-0,069	-0,086	-0,086
750	100	-0,163	-0,034	-0,067	-0,094	-0,090
750	100	-0,167	-0,028	-0,069	-0,095	-0,090
1000	100	-0,183	-0,028	-0,061	-0,102	-0,094
1000	100	-0,191	-0,021	-0,062	-0,107	-0,095
1250	100	-0,199	-0,017	-0,042	-0,107	-0,091
1250	100	-0,203	-0,016	-0,042	-0,110	-0,093
1500	100	-0,203	-0,009	-0,019	-0,105	-0,084
1500	100	-0,205	-0,008	-0,018	-0,106	-0,084
1750	100	-0,190	0,010	0,007	-0,090	-0,066
1750	100	-0,187	0,013	0,008	-0,088	-0,064
2000	100	-0,161	0,037	0,032	-0,066	-0,040
2000	100	-0,153	0,037	0,035	-0,062	-0,036
2100	100	-0,135	0,054	0,045	-0,050	-0,022
2100	100	-0,134	0,057	0,045	-0,049	-0,020
2200	100	-0,122	0,066	0,055	-0,041	-0,011
2200	100	-0,114	0,075	0,058	-0,035	-0,004
2300	100	-0,101	0,086	0,069	-0,024	0,008
2300	100	-0,092	0,091	0,072	-0,017	0,014
2400	100	-0,074	0,110	0,084	-0,003	0,029
2400	100	-0,059	0,113	0,091	0,011	0,039
2451	100	-0,047	0,124	0,099	0,020	0,049
2500	100	-0,038	0,132	0,105	0,025	0,056
2549	100	-0,033	0,137	0,110	0,030	0,061
2600	100	-0,021	0,144	0,119	0,043	0,071
2652	100	-0,012	0,150	0,124	0,050	0,078
2701	100	0,007	0,159	0,139	0,069	0,094
2752	100	0,026	0,171	0,148	0,085	0,108
2800	100	0,049	0,182	0,161	0,102	0,124
2852	100	0,076	0,198	0,176	0,123	0,143
2899	100	0,130	0,230	0,216	0,170	0,187
2948	100	0,162	0,246	0,230	0,192	0,208
3002	100	0,204	0,265	0,251	0,222	0,236
3050	100	0,269	0,293	0,278	0,267	0,277
3086	100	0,327	0,312	0,293	0,309	0,310
3079	100	0,331	0,318	0,289	0,317	0,314



Strzemię dolne – naprężenia (σ_s) / Bottom stirrup – stresses (σ_s)



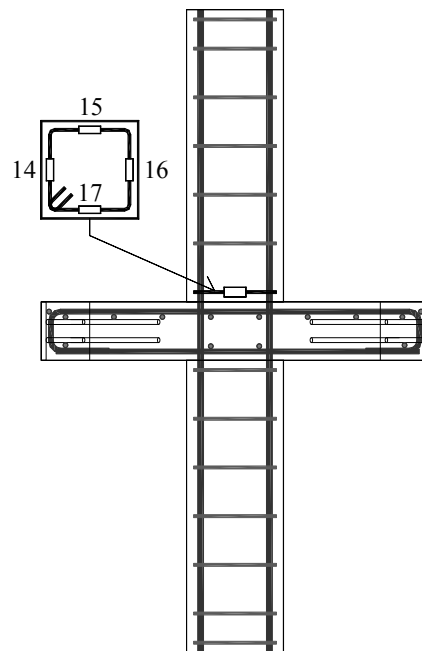
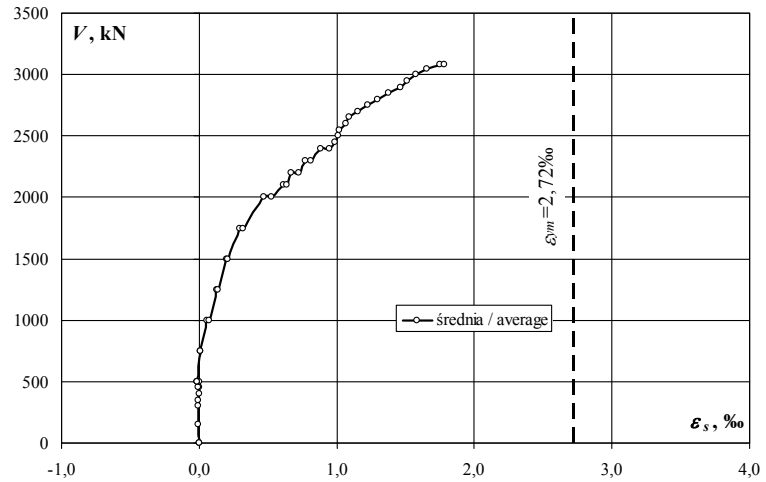
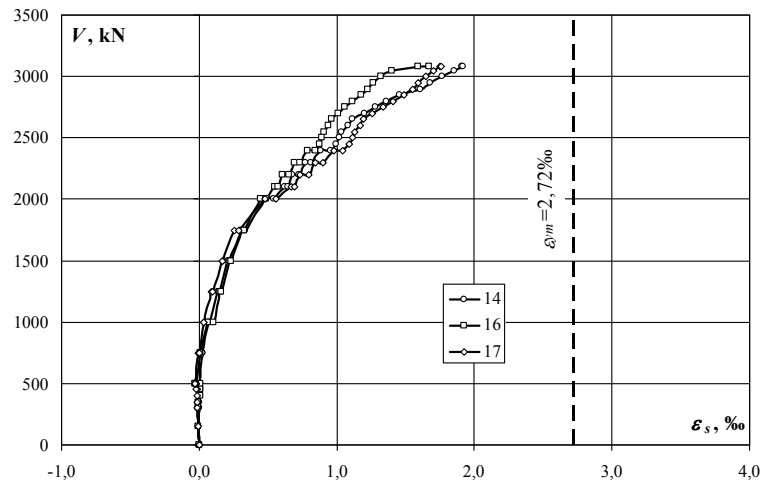
obciążenie słupa/ column load	obciążenie plyty/ slab load	naprężenie/ stress					średnia/ average
		1	2	3	4	średnia/ average	
kN	kN	MPa	MPa	MPa	MPa	MPa	
0	0	0	0	0	0	0	
0	0	0	0	0	0	0	
150	0	-1	1	0	2	0	
300	0	-2	0	-2	1	0	
350	50	-2	1	-1	0	0	
400	100	-14	-4	-8	-6	-8	
450	100	-28	-10	-15	-14	-17	
450	125	-29	-9	-15	-15	-17	
500	125	-38	-13	-20	-20	-23	
500	100	-38	-13	-20	-21	-23	
500	100	-33	-8	-15	-18	-19	
500	100	-33	-8	-15	-19	-19	
750	100	-35	-7	-14	-20	-19	
750	100	-36	-6	-15	-20	-19	
1000	100	-39	-6	-13	-22	-20	
1000	100	-41	-5	-13	-23	-21	
1250	100	-43	-4	-9	-23	-20	
1250	100	-44	-3	-9	-24	-20	
1500	100	-44	-2	-4	-23	-18	
1500	100	-44	-2	-4	-23	-18	
1750	100	-41	2	2	-19	-14	
1750	100	-40	3	2	-19	-14	
2000	100	-35	8	7	-14	-9	
2000	100	-33	8	8	-13	-8	
2100	100	-29	12	10	-11	-5	
2100	100	-29	12	10	-11	-4	
2200	100	-26	14	12	-9	-2	
2200	100	-25	16	13	-8	-1	
2300	100	-22	19	15	-5	2	
2300	100	-20	20	16	-4	3	
2400	100	-16	24	18	-1	6	
2400	100	-13	24	20	2	8	
2451	100	-10	27	21	4	11	
2500	100	-8	28	23	5	12	
2549	100	-7	30	24	6	13	
2600	100	-5	31	26	9	15	
2652	100	-3	32	27	11	17	
2701	100	2	34	30	15	20	
2752	100	6	37	32	18	23	
2800	100	11	39	35	22	27	
2852	100	16	43	38	27	31	
2899	100	28	50	47	37	40	
2948	100	35	53	50	41	45	
3002	100	44	57	54	48	51	
3050	100	58	63	60	58	60	
3086	100	71	67	63	67	67	
3079	100	71	69	62	68	68	

M60/20/1

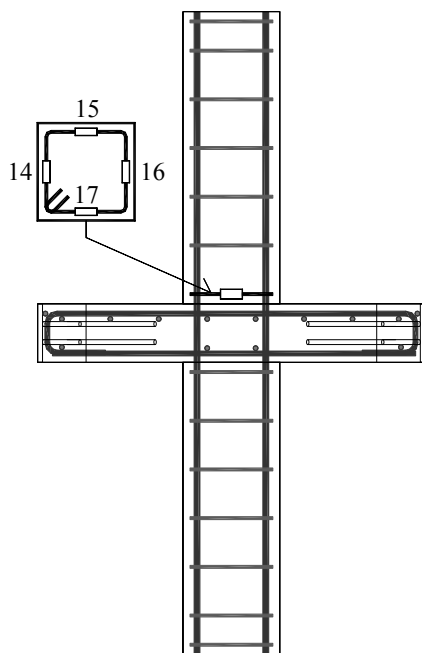
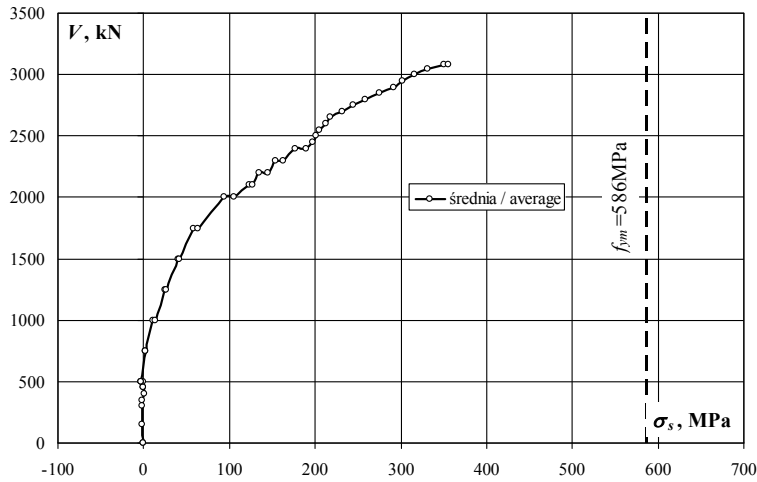
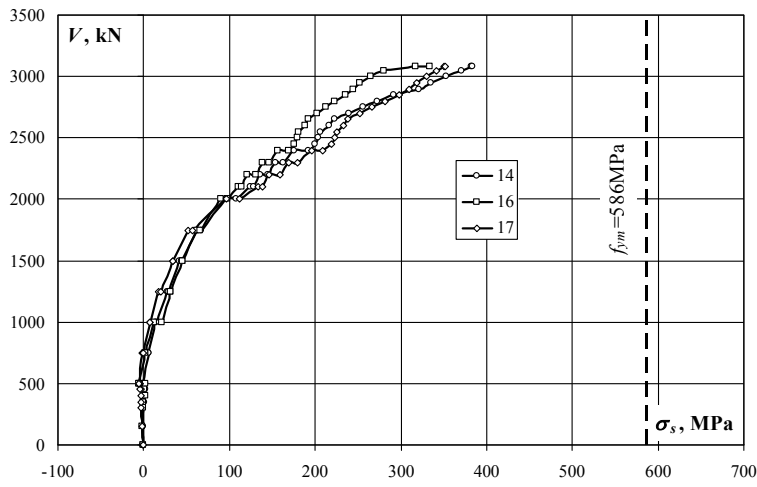
Strzeżnię górne – odkształcenia (ε_s) / Upper stirrup – strains (ε_s)

obciążenie stupa/ column load	obciążenie plyty/ slab load	odkształcenie/ strain				
		14	15	16	17	średnia/ average
kN	kN	‰	‰	‰	‰	‰
0	0	0,000		0,000	0,000	0,000
0	0	0,000		0,000	0,000	0,000
150	0	-0,003		-0,006	-0,009	-0,006
300	0	-0,001		-0,005	-0,015	-0,007
350	50	0,001		-0,003	-0,017	-0,006
400	100	0,006		0,012	-0,012	0,002
450	100	0,008		0,007	-0,013	0,001
450	125	0,005		0,006	-0,022	-0,004
500	125	0,010		0,009	-0,019	0,000
500	100	0,006		-0,024	-0,023	-0,014
500	100	0,002		-0,029	-0,025	-0,017
500	100	0,000		-0,025	-0,028	-0,018
750	100	0,027		0,013	-0,006	0,011
750	100	0,027		0,013	-0,002	0,013
1000	100	0,069		0,062	0,034	0,055
1000	100	0,071		0,103	0,036	0,070
1250	100	0,139		0,155	0,086	0,127
1250	100	0,144		0,159	0,097	0,133
1500	100	0,210		0,225	0,170	0,202
1500	100	0,218		0,230	0,172	0,207
1750	100	0,309		0,308	0,259	0,292
1750	100	0,338		0,327	0,286	0,317
2000	100	0,483		0,450	0,481	0,471
2000	100	0,543		0,488	0,558	0,530
2100	100	0,625		0,554	0,669	0,616
2100	100	0,645		0,572	0,690	0,636
2200	100	0,678		0,605	0,730	0,671
2200	100	0,728		0,656	0,797	0,727
2300	100	0,772		0,696	0,848	0,772
2300	100	0,815		0,733	0,900	0,816
2400	100	0,880		0,785	0,981	0,882
2400	100	0,958		0,848	1,046	0,951
2451	100	0,999		0,877	1,092	0,989
2500	100	1,019		0,894	1,113	1,009
2549	100	1,032		0,905	1,128	1,022
2600	100	1,082		0,940	1,168	1,063
2652	100	1,114		0,960	1,193	1,089
2701	100	1,198		1,011	1,260	1,156
2752	100	1,279		1,062	1,334	1,225
2800	100	1,364		1,115	1,405	1,295
2852	100	1,458		1,179	1,490	1,376
2899	100	1,606		1,224	1,551	1,460
2948	100	1,676		1,262	1,590	1,509
3002	100	1,766		1,323	1,647	1,579
3050	100	1,854		1,403	1,706	1,654
3086	100	1,913		1,588	1,752	1,751
3079	100	1,915		1,669	1,756	1,780

tensometer uszkodzony / failure of gauge



Strzemię górne – naprężenia (σ_s) / Upper stirrup – stresses (σ_s)



obciążenie słupa/ column load	obciążenie plyty/ slab load	naprężenie/ stress				
		14	15	16	17	średnia/ average
kN	kN	MPa	MPa	MPa	MPa	MPa
0	0	0		0	0	0
0	0	0		0	0	0
150	0	-1		-1	-2	-1
300	0	0		-1	-3	-1
350	50	0		-1	-3	-1
400	100	1		2	-2	0
450	100	2		1	-3	0
450	125	1		1	-4	-1
500	125	2		2	-4	0
500	100	1		-5	-5	-3
500	100	0		-6	-5	-3
500	100	0		-5	-6	-4
750	100	5		3	-1	2
750	100	5		3	0	3
1000	100	14		12	7	11
1000	100	14		21	7	14
1250	100	28		31	17	25
1250	100	29		32	19	27
1500	100	42		45	34	40
1500	100	44		46	34	41
1750	100	62		62	52	58
1750	100	68		65	57	63
2000	100	97		90	96	94
2000	100	109		98	112	106
2100	100	125		111	134	123
2100	100	129		114	138	127
2200	100	136		121	146	134
2200	100	146		131	159	145
2300	100	154		139	170	154
2300	100	163		147	180	163
2400	100	176		157	196	176
2400	100	192		170	209	190
2451	100	200		175	218	198
2500	100	204		179	223	202
2549	100	206		181	226	204
2600	100	216		188	234	213
2652	100	223		192	239	218
2701	100	240		202	252	231
2752	100	256		212	267	245
2800	100	273		223	281	259
2852	100	292		236	298	275
2899	100	321		245	310	292
2948	100	335		252	318	302
3002	100	353		265	329	316
3050	100	371		281	341	331
3086	100	383		318	350	350
3079	100	383		334	351	356

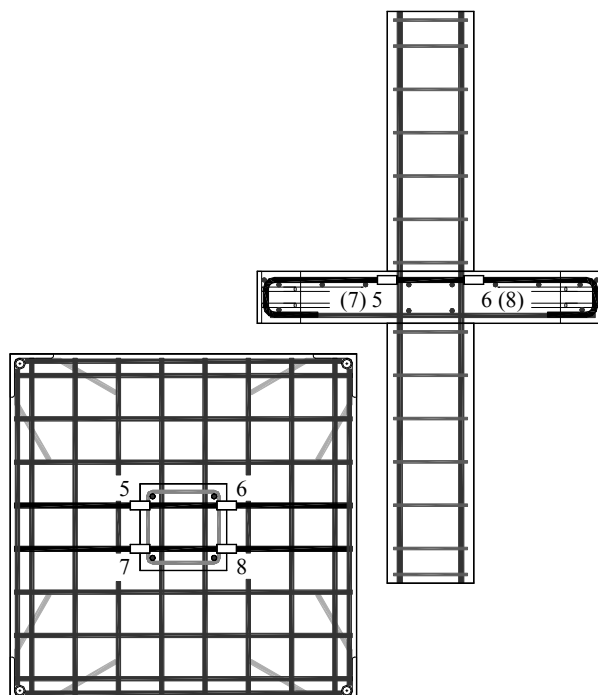
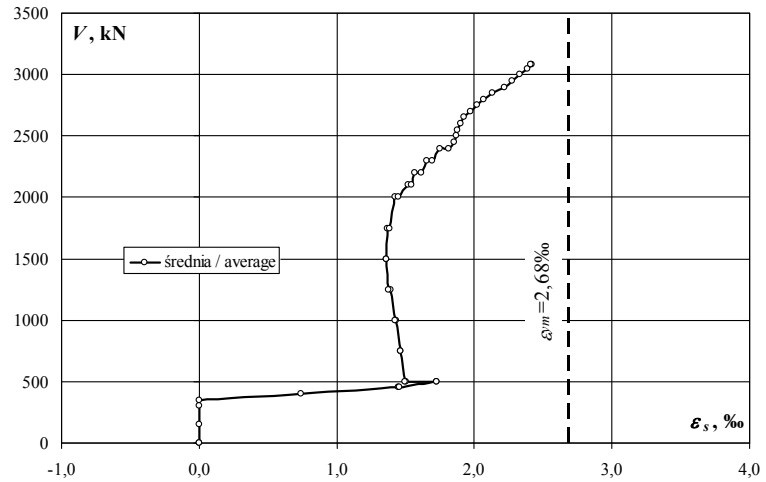
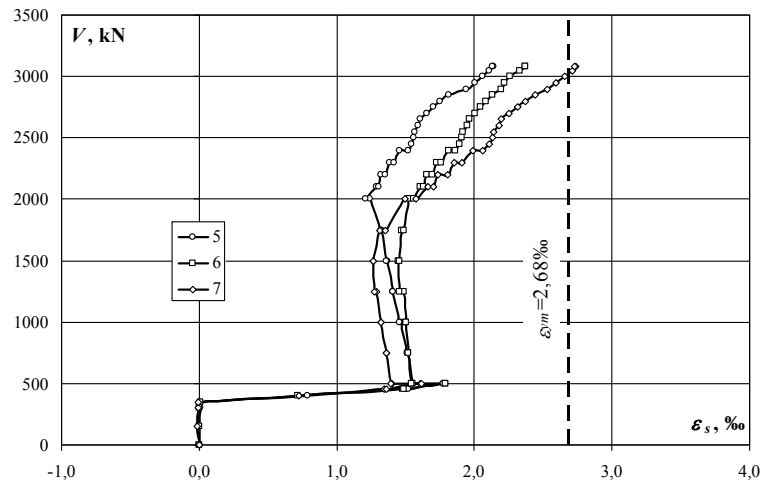
tensometr uszkodzony / failure of gauge

M60/20/1

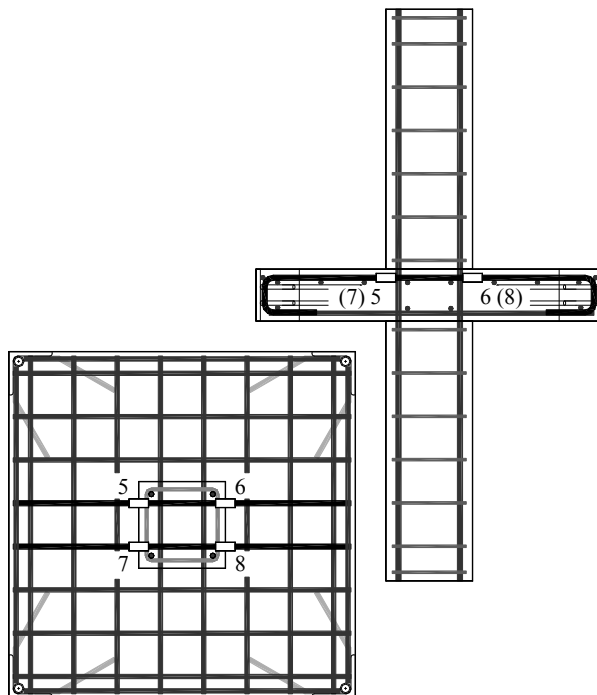
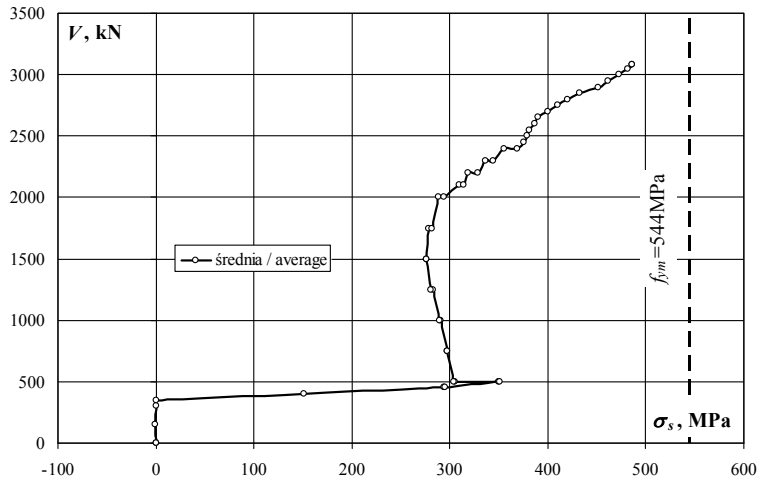
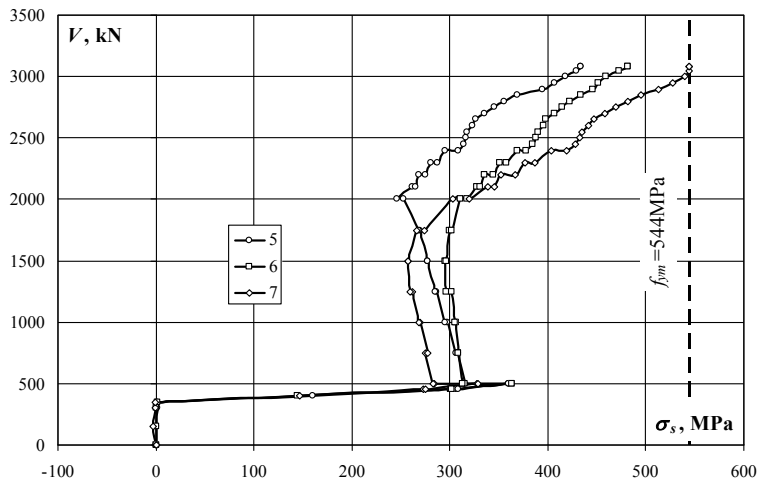
Zbrojenie podłużne płyty (warstwa górna) – odkształcenia (ε_s) / Slab reinforcement (upper layer) – strains (ε_s)

obciążenie stupa/ column load	obciążenie płyty/ slab load	odkształcenie/ strain					średnia/ average
		5	6	7	8	średnia/ average	
kN	kN	‰	‰	‰	‰	‰	
0	0	0,000	0,000	0,000		0,000	
0	0	0,000	0,000	0,000		0,000	
150	0	0,005	0,002	-0,012		-0,002	
300	0	0,007	0,005	-0,005		0,002	
350	50	0,010	0,006	-0,005		0,004	
400	100	0,788	0,714	0,724		0,742	
450	100	1,511	1,482	1,346		1,446	
450	125	1,518	1,486	1,357		1,454	
500	125	1,774	1,791	1,611		1,725	
500	100	1,772	1,790	1,616		1,726	
500	100	1,552	1,551	1,398		1,500	
500	100	1,552	1,540	1,393		1,495	
750	100	1,518	1,519	1,357		1,465	
750	100	1,510	1,522	1,363		1,465	
1000	100	1,467	1,507	1,325		1,433	
1000	100	1,454	1,505	1,320		1,426	
1250	100	1,408	1,485	1,291		1,395	
1250	100	1,406	1,460	1,276		1,381	
1500	100	1,368	1,452	1,264		1,361	
1500	100	1,364	1,458	1,265		1,362	
1750	100	1,328	1,474	1,312		1,371	
1750	100	1,321	1,485	1,351		1,386	
2000	100	1,244	1,531	1,493		1,423	
2000	100	1,211	1,561	1,572		1,448	
2100	100	1,290	1,611	1,666		1,522	
2100	100	1,306	1,630	1,700		1,545	
2200	100	1,322	1,653	1,736		1,570	
2200	100	1,352	1,693	1,803		1,616	
2300	100	1,382	1,728	1,853		1,654	
2300	100	1,414	1,762	1,906		1,694	
2400	100	1,456	1,814	1,986		1,752	
2400	100	1,518	1,863	2,062		1,814	
2451	100	1,546	1,895	2,109		1,850	
2500	100	1,558	1,912	2,129		1,866	
2549	100	1,566	1,921	2,140		1,876	
2600	100	1,592	1,947	2,176		1,905	
2652	100	1,607	1,962	2,199		1,923	
2701	100	1,653	2,002	2,254		1,970	
2752	100	1,700	2,041	2,311		2,017	
2800	100	1,752	2,082	2,370		2,068	
2852	100	1,814	2,134	2,440		2,129	
2899	100	1,942	2,195	2,526		2,221	
2948	100	2,002	2,221	2,595		2,273	
3002	100	2,060	2,263	2,660		2,328	
3050	100	2,111	2,328	2,709		2,383	
3086	100	2,136	2,373	2,735		2,415	
3079	100	2,135	2,372	2,732		2,413	

tensometer uszkodzony / failure of gauge



Zbrojenie podłużne płyty (warstwa górna) – naprężenia (σ_s) / Slab reinforcement (upper layer) – stresses (σ_s)



obciążenie słupa/ column load	obciążenie płyty/ slab load	naprężenie/ stress					średnia/ average
		5	6	7	8	MPa	
0	0	0	0	0		0	
0	0	0	0	0		0	
150	0	1	0	-2		0	
300	0	1	1	-1		0	
350	50	2	1	-1		1	
400	100	160	145	147		151	
450	100	307	301	273		294	
450	125	308	302	276		295	
500	125	360	364	327		350	
500	100	360	364	328		351	
500	100	315	315	284		305	
500	100	315	313	283		304	
750	100	308	309	276		297	
750	100	307	309	277		298	
1000	100	298	306	269		291	
1000	100	295	306	268		290	
1250	100	286	302	262		283	
1250	100	286	297	259		280	
1500	100	278	295	257		276	
1500	100	277	296	257		277	
1750	100	270	299	266		279	
1750	100	268	302	274		281	
2000	100	253	311	303		289	
2000	100	246	317	319		294	
2100	100	262	327	338		309	
2100	100	265	331	345		314	
2200	100	268	336	353		319	
2200	100	275	344	366		328	
2300	100	281	351	376		336	
2300	100	287	358	387		344	
2400	100	296	368	403		356	
2400	100	308	378	419		368	
2451	100	314	385	428		376	
2500	100	316	388	432		379	
2549	100	318	390	435		381	
2600	100	323	395	442		387	
2652	100	326	398	447		390	
2701	100	336	407	458		400	
2752	100	345	415	469		410	
2800	100	356	423	481		420	
2852	100	368	433	496		432	
2899	100	394	446	513		451	
2948	100	407	451	527		462	
3002	100	418	460	540		473	
3050	100	429	473	544		482	
3086	100	434	482	544		487	
3079	100	434	482	544		486	

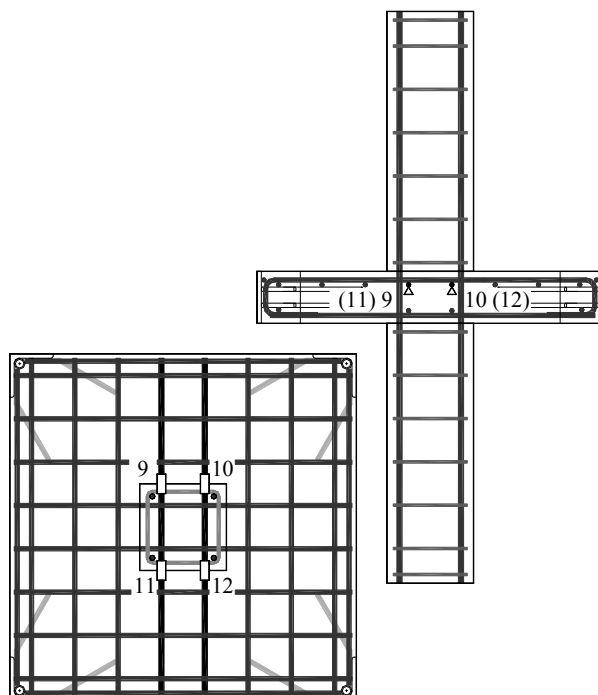
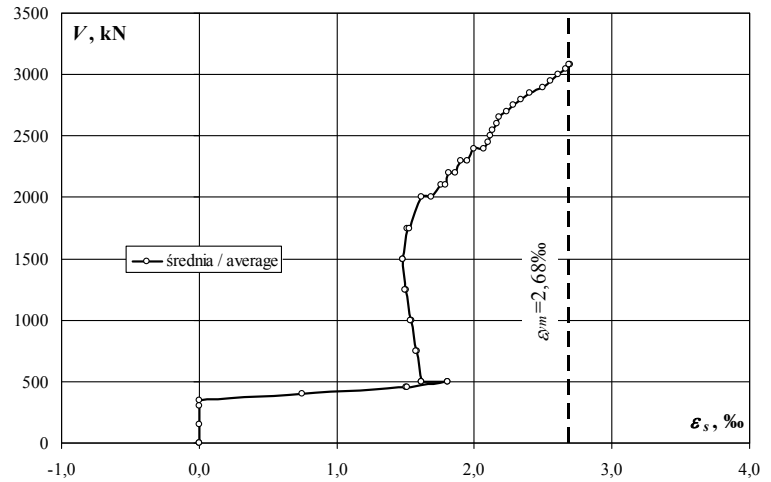
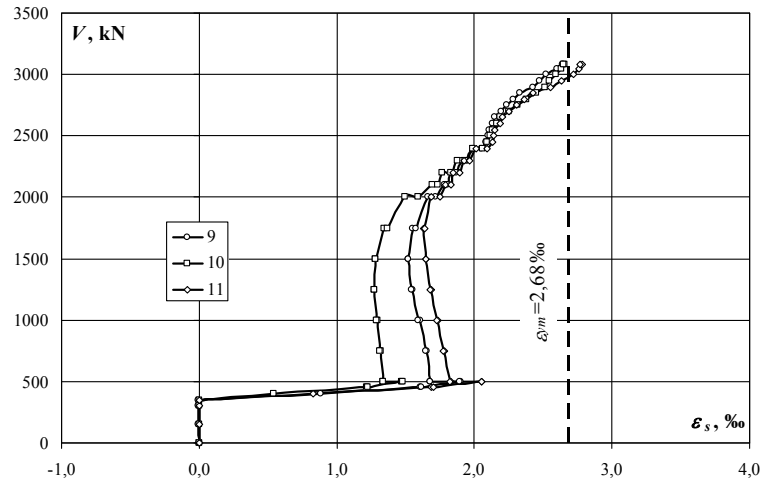
tensometer uszkodzony / failure of gauge

M60/20/1

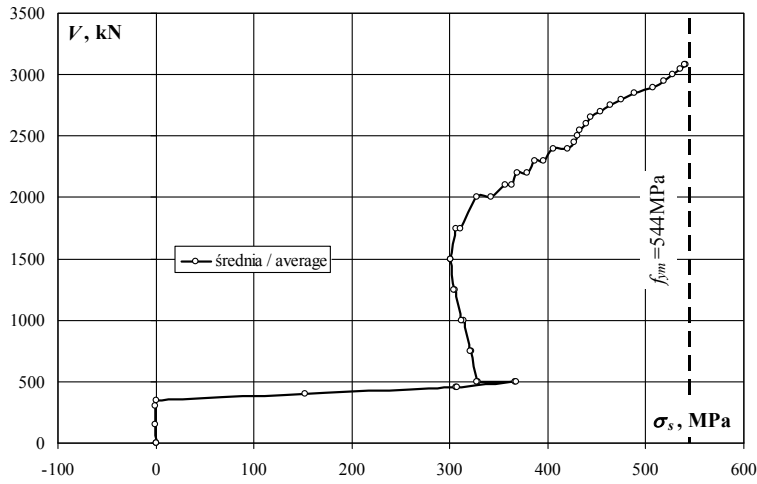
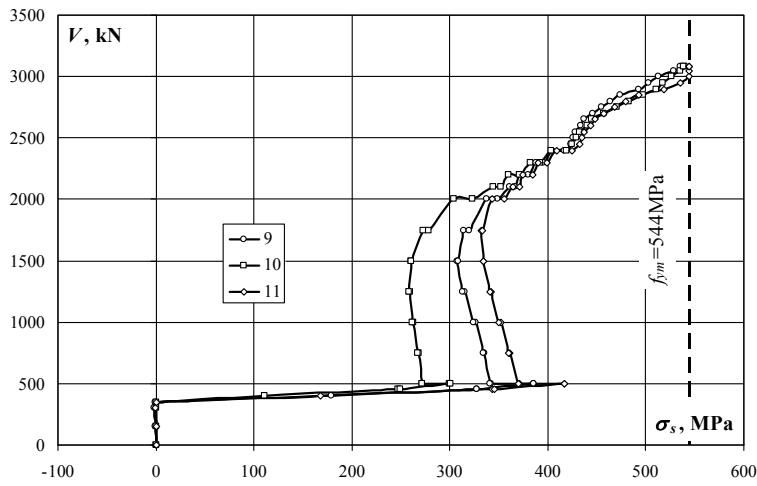
Zbrojenie podłużne płyty (warstwa dolna) – odkształcenia (ε_s) / Slab reinforcement (bottom layer) – strains (ε_s)

obciążenie stupa/ column load	obciążenie płyty/ slab load	odkształcenie/ strain					średnia/ average
		9	10	11	12	‰	
0	0	0,000	0,000	0,000		0,000	
0	0	0,000	0,002	0,000		0,001	
150	0	-0,004	0,002	0,000		-0,001	
300	0	-0,006	0,002	-0,002		-0,002	
350	50	-0,005	0,004	0,002		0,000	
400	100	0,883	0,545	0,825		0,751	
450	100	1,611	1,219	1,688		1,506	
450	125	1,613	1,227	1,702		1,514	
500	125	1,899	1,474	2,051		1,808	
500	100	1,897	1,479	2,053		1,810	
500	100	1,682	1,340	1,827		1,616	
500	100	1,678	1,336	1,824		1,613	
750	100	1,653	1,319	1,779		1,584	
750	100	1,645	1,316	1,773		1,578	
1000	100	1,609	1,295	1,733		1,546	
1000	100	1,595	1,286	1,725		1,535	
1250	100	1,552	1,277	1,686		1,505	
1250	100	1,540	1,270	1,679		1,496	
1500	100	1,516	1,281	1,646		1,481	
1500	100	1,518	1,285	1,644		1,482	
1750	100	1,548	1,344	1,633		1,508	
1750	100	1,574	1,372	1,641		1,529	
2000	100	1,660	1,498	1,689		1,616	
2000	100	1,719	1,591	1,750		1,687	
2100	100	1,779	1,697	1,794		1,757	
2100	100	1,803	1,732	1,827		1,787	
2200	100	1,829	1,770	1,842		1,814	
2200	100	1,871	1,828	1,893		1,864	
2300	100	1,908	1,880	1,923		1,904	
2300	100	1,946	1,930	1,963		1,946	
2400	100	1,991	1,988	2,015		1,998	
2400	100	2,054	2,064	2,090		2,069	
2451	100	2,085	2,092	2,128		2,102	
2500	100	2,098	2,113	2,143		2,118	
2549	100	2,108	2,129	2,151		2,129	
2600	100	2,134	2,167	2,185		2,162	
2652	100	2,151	2,191	2,204		2,182	
2701	100	2,193	2,253	2,252		2,233	
2752	100	2,237	2,315	2,306		2,286	
2800	100	2,285	2,377	2,359		2,340	
2852	100	2,334	2,448	2,424		2,402	
2899	100	2,425	2,517	2,551		2,498	
2948	100	2,476	2,546	2,635		2,552	
3002	100	2,525	2,592	2,720		2,612	
3050	100	2,602	2,633	2,763		2,666	
3086	100	2,649	2,656	2,780		2,695	
3079	100	2,637	2,650	2,769		2,685	

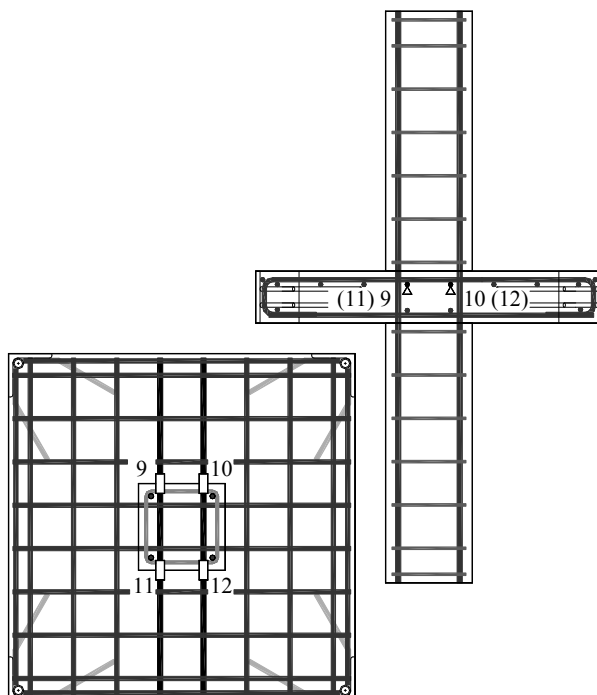
tensometer uszkodzony / failure of gauge



Zbrojenie podłużne płyty (warstwa dolna) – naprężenia (σ_s) / Slab reinforcement (bottom layer) – stresses (σ_s)



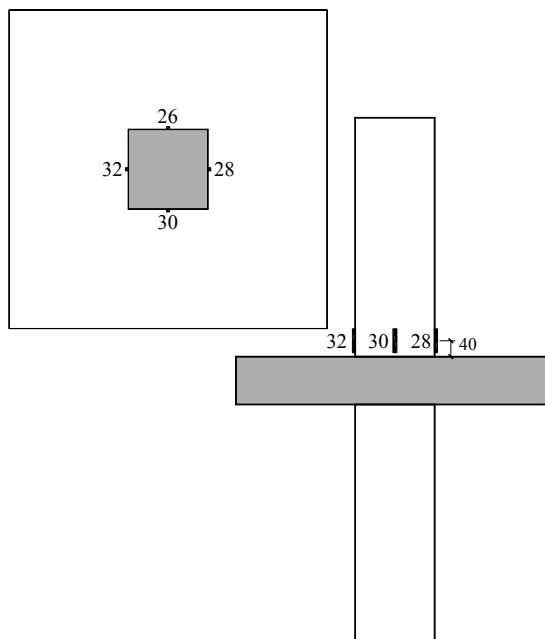
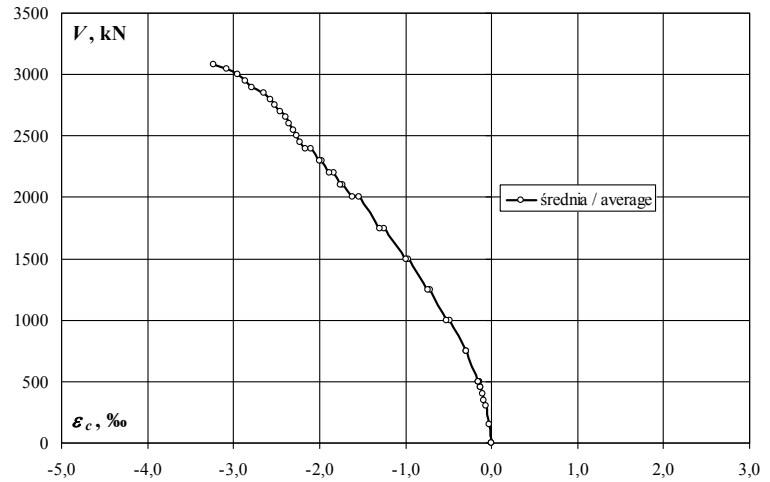
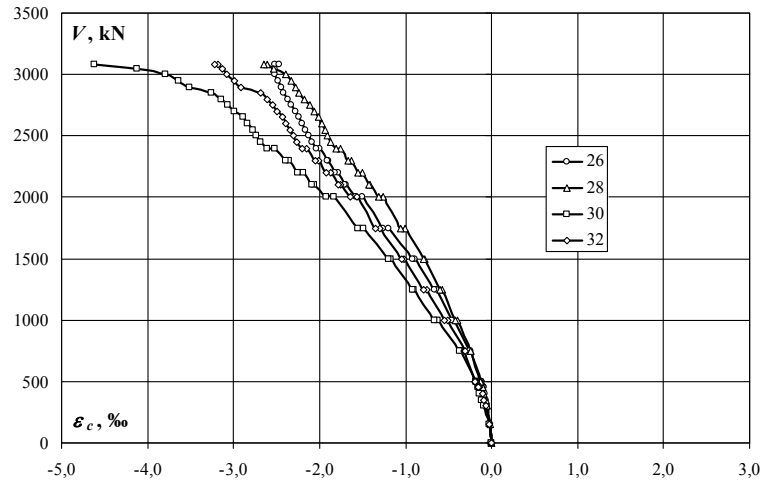
obciążenie słupa/ column load	obciążenie płyty/ slab load	naprężenie/ stress				średnia/ average
		9	10	11	12	
kN	kN	MPa	MPa	MPa	MPa	MPa
0	0	0	0	0		0
0	0	0	0	0		0
150	0	-1	0	0		0
300	0	-1	0	0		0
350	50	-1	1	0		0
400	100	179	111	168		153
450	100	327	248	343		306
450	125	328	249	346		307
500	125	386	299	417		367
500	100	385	300	417		368
500	100	342	272	371		328
500	100	341	271	370		328
750	100	336	268	361		322
750	100	334	267	360		320
1000	100	327	263	352		314
1000	100	324	261	350		312
1250	100	315	259	342		306
1250	100	313	258	341		304
1500	100	308	260	334		301
1500	100	308	261	334		301
1750	100	314	273	332		306
1750	100	320	279	333		311
2000	100	337	304	343		328
2000	100	349	323	355		343
2100	100	361	345	364		357
2100	100	366	352	371		363
2200	100	371	359	374		368
2200	100	380	371	384		379
2300	100	388	382	391		387
2300	100	395	392	399		395
2400	100	404	404	409		406
2400	100	417	419	424		420
2451	100	423	425	432		427
2500	100	426	429	435		430
2549	100	428	432	437		432
2600	100	433	440	444		439
2652	100	437	445	448		443
2701	100	445	458	457		453
2752	100	454	470	468		464
2800	100	464	483	479		475
2852	100	474	497	492		488
2899	100	493	511	518		507
2948	100	503	517	535		518
3002	100	513	526	544		528
3050	100	528	535	544		536
3086	100	538	539	544		540
3079	100	536	538	544		539



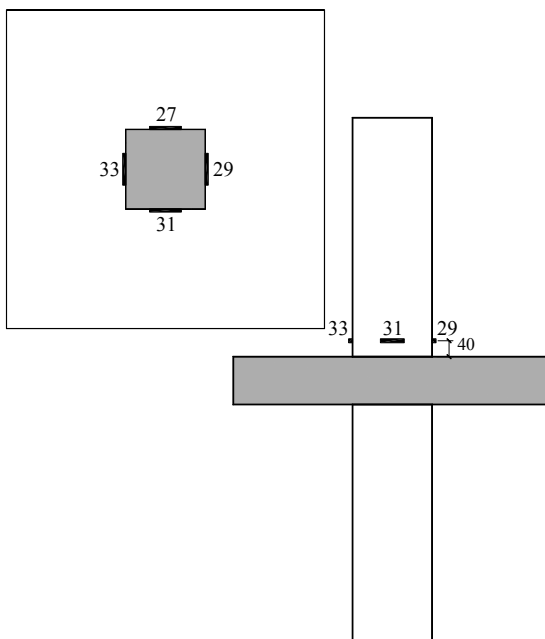
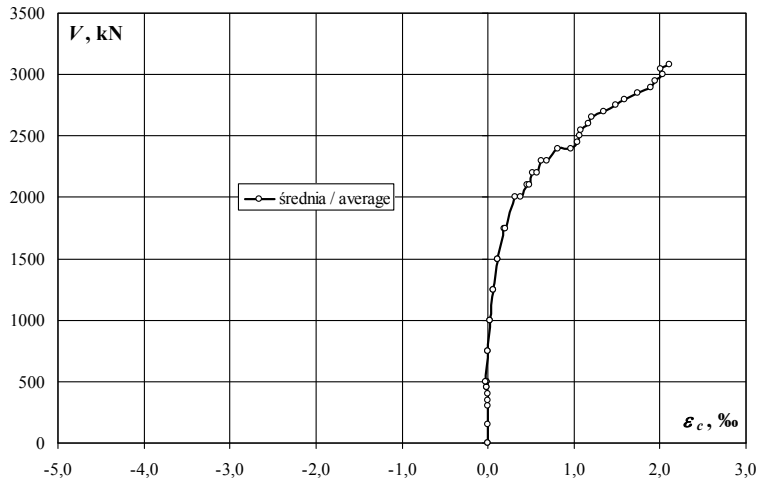
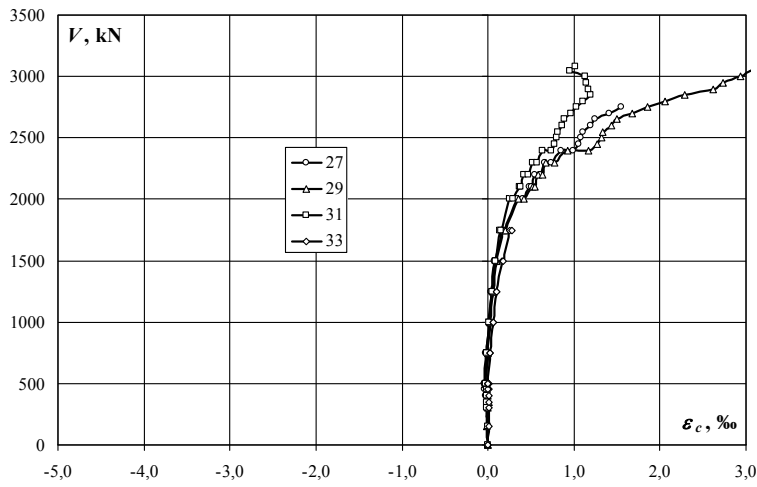
M60/20/1

Słup górny (tensometry pionowe) – odkształcenia (ϵ_c) / Upper column (vertical gauges) – strains (ϵ_c)

obciążenie słupa/ column load	obciążenie plyty/ slab load	odkształcenie/ strain				
		26	28	30	32	średnia/ average
kN	kN	‰	‰	‰	‰	‰
0	0	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
0	0	0,000	0,000	-0,004	0,000	-0,001
150	0	-0,019	-0,018	-0,033	-0,027	-0,024
300	0	-0,051	-0,055	-0,095	-0,070	-0,068
350	50	-0,065	-0,070	-0,118	-0,090	-0,086
400	100	-0,081	-0,087	-0,140	-0,108	-0,104
450	100	-0,093	-0,103	-0,152	-0,146	-0,124
450	125	-0,094	-0,103	-0,149	-0,152	-0,125
500	125	-0,112	-0,122	-0,175	-0,177	-0,147
500	100	-0,112	-0,123	-0,173	-0,181	-0,147
500	100	-0,115	-0,127	-0,184	-0,187	-0,153
500	100	-0,117	-0,128	-0,182	-0,196	-0,156
750	100	-0,244	-0,239	-0,364	-0,320	-0,292
750	100	-0,262	-0,247	-0,372	-0,310	-0,298
1000	100	-0,429	-0,395	-0,624	-0,515	-0,491
1000	100	-0,456	-0,418	-0,669	-0,543	-0,522
1250	100	-0,641	-0,577	-0,900	-0,754	-0,718
1250	100	-0,665	-0,598	-0,916	-0,791	-0,743
1500	100	-0,889	-0,774	-1,170	-1,018	-0,963
1500	100	-0,921	-0,796	-1,199	-1,041	-0,989
1750	100	-1,192	-1,004	-1,492	-1,295	-1,246
1750	100	-1,255	-1,055	-1,556	-1,347	-1,303
2000	100	-1,506	-1,257	-1,836	-1,566	-1,541
2000	100	-1,573	-1,315	-1,918	-1,646	-1,613
2100	100	-1,689	-1,412	-2,061	-1,761	-1,731
2100	100	-1,706	-1,429	-2,087	-1,784	-1,752
2200	100	-1,786	-1,500	-2,185	-1,869	-1,835
2200	100	-1,822	-1,549	-2,249	-1,917	-1,884
2300	100	-1,895	-1,632	-2,349	-2,007	-1,971
2300	100	-1,915	-1,662	-2,396	-2,045	-2,005
2400	100	-2,000	-1,756	-2,524	-2,145	-2,106
2400	100	-2,031	-1,810	-2,606	-2,203	-2,163
2451	100	-2,087	-1,871	-2,688	-2,267	-2,228
2500	100	-2,126	-1,905	-2,734	-2,307	-2,268
2549	100	-2,160	-1,935	-2,774	-2,343	-2,303
2600	100	-2,201	-1,978	-2,839	-2,393	-2,353
2652	100	-2,234	-2,009	-2,887	-2,431	-2,390
2701	100	-2,279	-2,065	-2,986	-2,491	-2,455
2752	100	-2,325	-2,117	-3,068	-2,550	-2,515
2800	100	-2,367	-2,171	-3,149	-2,613	-2,575
2852	100	-2,414	-2,241	-3,252	-2,689	-2,649
2899	100	-2,439	-2,278	-3,516	-2,912	-2,786
2948	100	-2,477	-2,328	-3,639	-2,991	-2,859
3002	100	-2,520	-2,391	-3,798	-3,075	-2,946
3050	100	-2,519	-2,527	-4,123	-3,128	-3,074
3086	100	-2,516	-2,612	-4,616	-3,183	-3,232
3079	100	-2,469	-2,645		-3,215	



Słup górny (tensometry poziome) – odkształcenia (ϵ_c) / Upper column (horizontal gauges) – strains (ϵ_c)

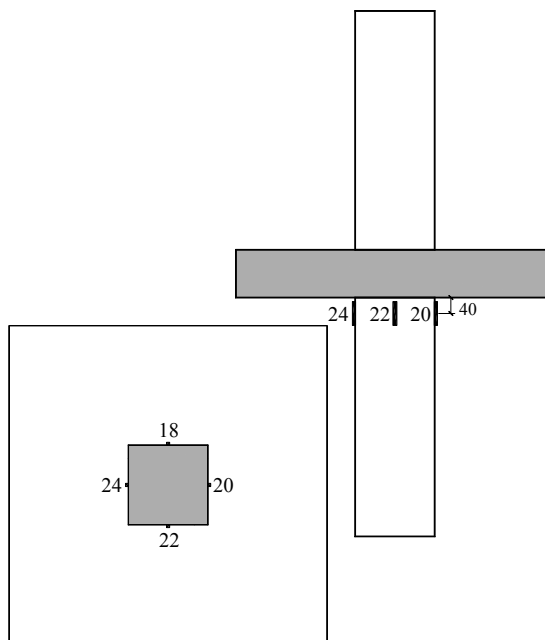
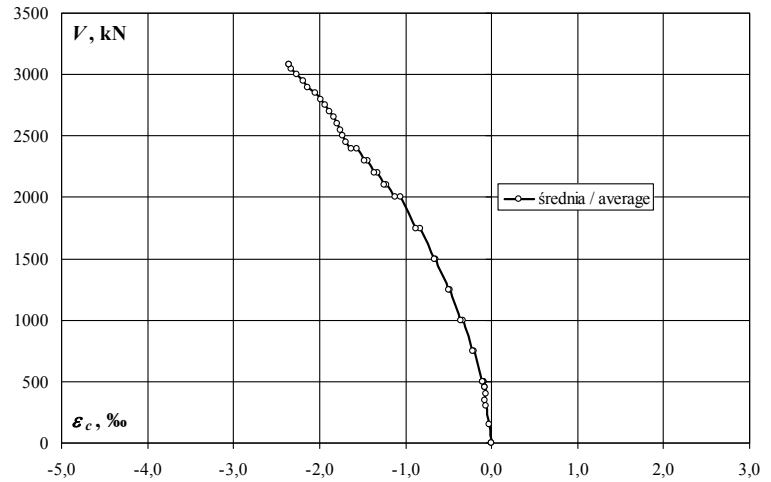
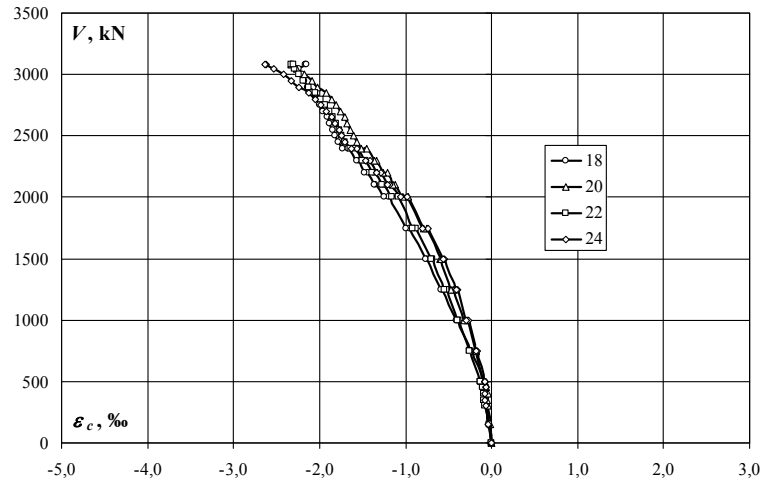


obciążenie słupa/ column load	obciążenie plyty/ slab load	odkształcenie/ strain				
		27	29	31	33	średnia/ average
kN	kN	‰	‰	‰	‰	‰
0	0	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
0	0	0,000	0,000	-0,002	0,000	-0,001
150	0	-0,007	-0,015	-0,004	0,005	-0,005
300	0	-0,013	-0,004	-0,012	0,015	-0,004
350	50	-0,014	0,005	-0,013	0,016	-0,002
400	100	-0,021	0,004	-0,014	0,009	-0,006
450	100	-0,031	-0,010	-0,017	0,006	-0,013
450	125	-0,034	-0,016	-0,020	0,003	-0,017
500	125	-0,034	-0,017	-0,020	0,005	-0,017
500	100	-0,038	-0,022	-0,022	0,002	-0,020
500	100	-0,038	-0,021	-0,022	0,000	-0,020
500	100	-0,040	-0,021	-0,023	-0,002	-0,022
750	100	-0,023	-0,001	-0,009	0,026	-0,002
750	100	-0,019	-0,003	-0,015	0,027	-0,003
1000	100	0,007	0,025	0,010	0,059	0,025
1000	100	0,008	0,024	0,006	0,056	0,024
1250	100	0,039	0,058	0,043	0,102	0,061
1250	100	0,038	0,056	0,044	0,105	0,061
1500	100	0,078	0,100	0,087	0,170	0,109
1500	100	0,084	0,100	0,088	0,175	0,112
1750	100	0,163	0,178	0,141	0,255	0,184
1750	100	0,186	0,196	0,150	0,280	0,203
2000	100	0,343	0,354	0,257		0,318
2000	100	0,407	0,423	0,295		0,375
2100	100	0,486	0,516	0,367		0,456
2100	100	0,506	0,539	0,384		0,476
2200	100	0,542	0,579	0,420		0,514
2200	100	0,606	0,628	0,472		0,569
2300	100	0,661	0,677	0,518		0,619
2300	100	0,735	0,770	0,567		0,691
2400	100	0,852	0,929	0,640		0,807
2400	100	0,987	1,174	0,734		0,965
2451	100	1,054	1,274	0,780		1,036
2500	100	1,081	1,315	0,804		1,067
2549	100	1,101	1,339	0,817		1,086
2600	100	1,188	1,437	0,865		1,163
2652	100	1,245	1,499	0,892		1,212
2701	100	1,413	1,683	0,960		1,352
2752	100	1,552	1,861	1,033		1,482
2800	100		2,058	1,107		1,583
2852	100		2,284	1,191		1,738
2899	100		2,620	1,165		1,893
2948	100		2,728	1,148		1,938
3002	100		2,937	1,125		2,031
3050	100		3,051	0,956		2,004
3086	100		3,192	1,022		2,107
3079	100		3,185			

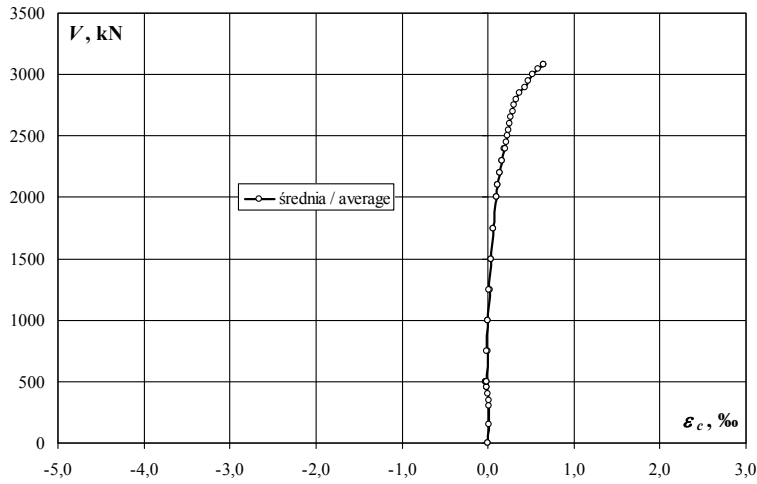
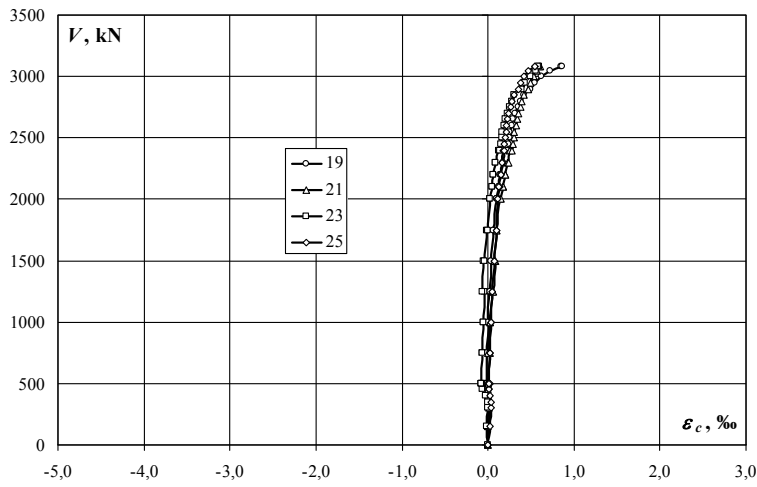
M60/20/1

Słup dolny (tensometry pionowe) – odkształcenia (ϵ_c) / Bottom column (vertical gauges) – strains (ϵ_c)

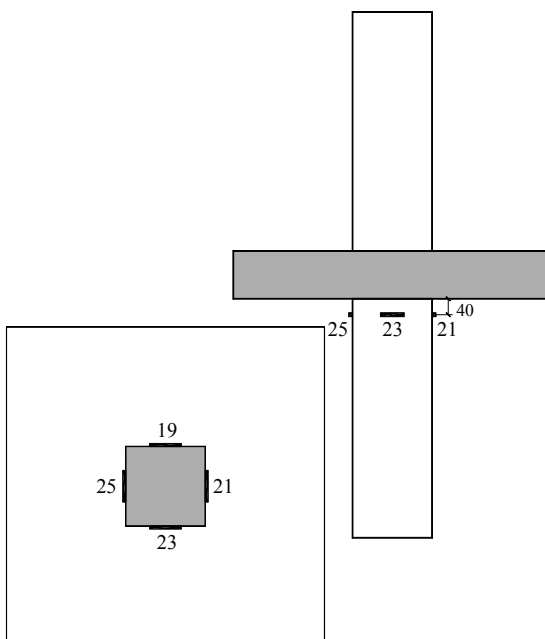
obciążenie słupa/ column load	obciążenie plyty/ slab load	odkształcenie/ strain					średnia/ average
		18	20	22	24		
kN	kN	‰	‰	‰	‰	‰	
0	0	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	
0	0	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	
150	0	-0,027	-0,018	-0,027	-0,038	-0,028	
300	0	-0,047	-0,038	-0,081	-0,070	-0,059	
350	50	-0,062	-0,051	-0,096	-0,080	-0,072	
400	100	-0,061	-0,043	-0,095	-0,073	-0,068	
450	100	-0,060	-0,064	-0,101	-0,065	-0,073	
450	125	-0,062	-0,071	-0,105	-0,065	-0,076	
500	125	-0,077	-0,080	-0,120	-0,073	-0,088	
500	100	-0,079	-0,085	-0,124	-0,076	-0,091	
500	100	-0,089	-0,096	-0,132	-0,081	-0,100	
500	100	-0,093	-0,097	-0,134	-0,084	-0,102	
750	100	-0,227	-0,186	-0,251	-0,168	-0,208	
750	100	-0,237	-0,177	-0,261	-0,179	-0,214	
1000	100	-0,391	-0,279	-0,377	-0,270	-0,329	
1000	100	-0,412	-0,314	-0,399	-0,292	-0,354	
1250	100	-0,568	-0,443	-0,525	-0,400	-0,484	
1250	100	-0,585	-0,468	-0,544	-0,413	-0,503	
1500	100	-0,747	-0,595	-0,687	-0,548	-0,644	
1500	100	-0,765	-0,593	-0,707	-0,566	-0,658	
1750	100	-0,954	-0,749	-0,874	-0,743	-0,830	
1750	100	-0,996	-0,791	-0,922	-0,797	-0,877	
2000	100	-1,201	-0,963	-1,084	-0,987	-1,059	
2000	100	-1,254	-1,029	-1,159	-1,063	-1,126	
2100	100	-1,346	-1,125	-1,258	-1,179	-1,227	
2100	100	-1,365	-1,145	-1,278	-1,204	-1,248	
2200	100	-1,433	-1,215	-1,348	-1,281	-1,319	
2200	100	-1,472	-1,258	-1,393	-1,332	-1,364	
2300	100	-1,539	-1,331	-1,468	-1,417	-1,439	
2300	100	-1,569	-1,366	-1,502	-1,458	-1,474	
2400	100	-1,667	-1,455	-1,594	-1,565	-1,570	
2400	100	-1,727	-1,510	-1,645	-1,630	-1,628	
2451	100	-1,786	-1,568	-1,706	-1,700	-1,690	
2500	100	-1,820	-1,605	-1,741	-1,738	-1,726	
2549	100	-1,851	-1,636	-1,772	-1,773	-1,758	
2600	100	-1,883	-1,677	-1,811	-1,821	-1,798	
2652	100	-1,912	-1,710	-1,843	-1,858	-1,831	
2701	100	-1,956	-1,759	-1,887	-1,916	-1,880	
2752	100	-2,003	-1,811	-1,937	-1,980	-1,933	
2800	100	-2,041	-1,862	-1,986	-2,045	-1,984	
2852	100	-2,083	-1,928	-2,044	-2,125	-2,045	
2899	100	-2,142	-2,028	-2,129	-2,245	-2,136	
2948	100	-2,173	-2,091	-2,187	-2,328	-2,195	
3002	100	-2,201	-2,175	-2,241	-2,420	-2,259	
3050	100	-2,238	-2,266	-2,293	-2,531	-2,332	
3086	100	-2,158	-2,326	-2,332	-2,626	-2,361	
3079	100	-2,157	-2,331	-2,308	-2,631	-2,357	



Słup dolny (tensometry poziome) – odkształcenia (ϵ_c) / Bottom column (horizontal gauges) – strains (ϵ_c)



obciążenie słupa/ column load	obciążenie plyty/ slab load	odkształcenie/ strain				
		19	21	23	25	średnia/ average
kN	kN	‰	‰	‰	‰	‰
0	0	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
0	0	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
150	0	0,012	0,003	-0,011	0,018	0,006
300	0	0,020	0,012	-0,005	0,032	0,015
350	50	0,020	0,016	-0,006	0,036	0,017
400	100	0,002	-0,004	-0,024	0,026	0,000
450	100	-0,019	-0,012	-0,050	0,016	-0,016
450	125	-0,019	-0,007	-0,061	0,015	-0,018
500	125	-0,030	-0,012	-0,074	0,009	-0,027
500	100	-0,032	-0,006	-0,083	0,007	-0,029
500	100	-0,017	0,004	-0,069	0,018	-0,016
500	100	-0,018	-0,002	-0,076	0,017	-0,020
750	100	-0,008	0,018	-0,070	0,030	-0,008
750	100	-0,010	0,000	-0,069	0,026	-0,013
1000	100	0,006	0,018	-0,058	0,037	0,001
1000	100	0,002	0,022	-0,051	0,031	0,001
1250	100	0,017	0,052	-0,041	0,049	0,019
1250	100	0,018	0,057	-0,060	0,052	0,017
1500	100	0,034	0,083	-0,047	0,073	0,036
1500	100	0,036	0,073	-0,046	0,072	0,034
1750	100	0,057	0,103	-0,011	0,094	0,061
1750	100	0,061	0,105	-0,003	0,096	0,065
2000	100	0,095	0,144	0,028	0,118	0,096
2000	100	0,103	0,155	0,026	0,119	0,101
2100	100	0,123	0,176	0,044	0,132	0,119
2100	100	0,124	0,176	0,045	0,131	0,119
2200	100	0,142	0,198	0,060	0,145	0,136
2200	100	0,150	0,206	0,068	0,146	0,143
2300	100	0,172	0,226	0,085	0,159	0,161
2300	100	0,180	0,235	0,093	0,162	0,168
2400	100	0,206	0,259	0,122	0,179	0,192
2400	100	0,223	0,275	0,135	0,184	0,204
2451	100	0,239	0,286	0,149	0,193	0,217
2500	100	0,249	0,298	0,160	0,202	0,227
2549	100	0,259	0,308	0,169	0,209	0,236
2600	100	0,279	0,324	0,189	0,220	0,253
2652	100	0,292	0,336	0,201	0,228	0,264
2701	100	0,321	0,356	0,224	0,246	0,287
2752	100	0,350	0,374	0,248	0,260	0,308
2800	100	0,381	0,393	0,276	0,280	0,333
2852	100	0,422	0,418	0,310	0,305	0,364
2899	100	0,497	0,465	0,395	0,359	0,429
2948	100	0,549	0,497	0,436	0,383	0,466
3002	100	0,624	0,531	0,491	0,420	0,517
3050	100	0,729	0,573	0,559	0,472	0,583
3086	100	0,854	0,598	0,596	0,541	0,647
3079	100	0,868	0,603	0,587	0,551	0,652

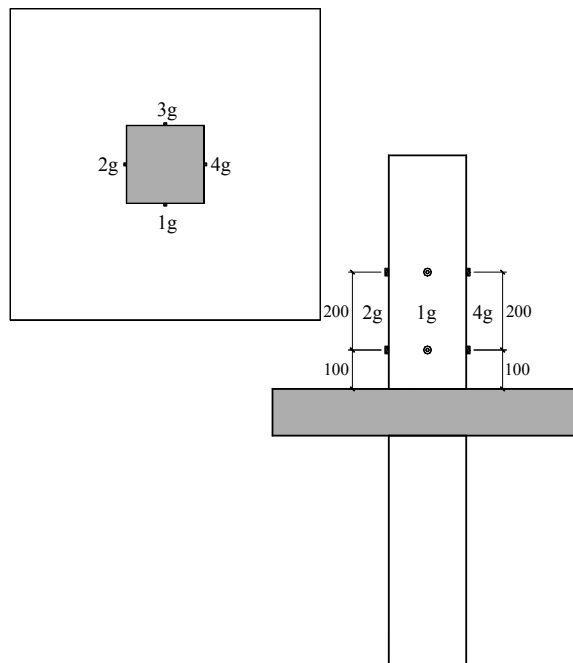
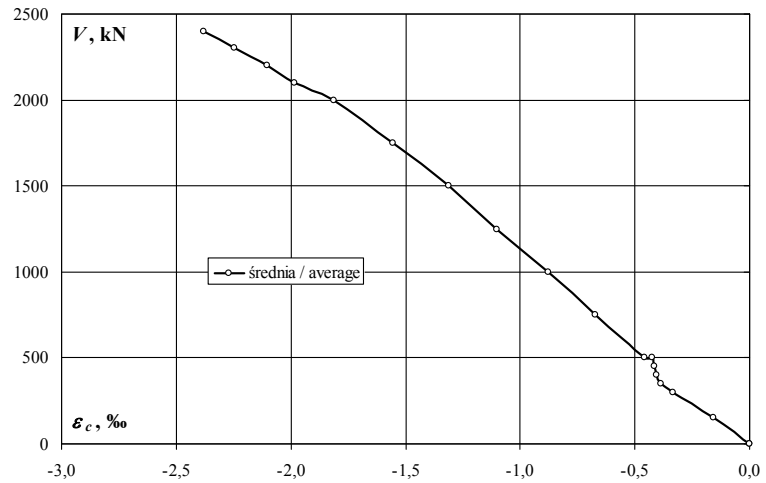
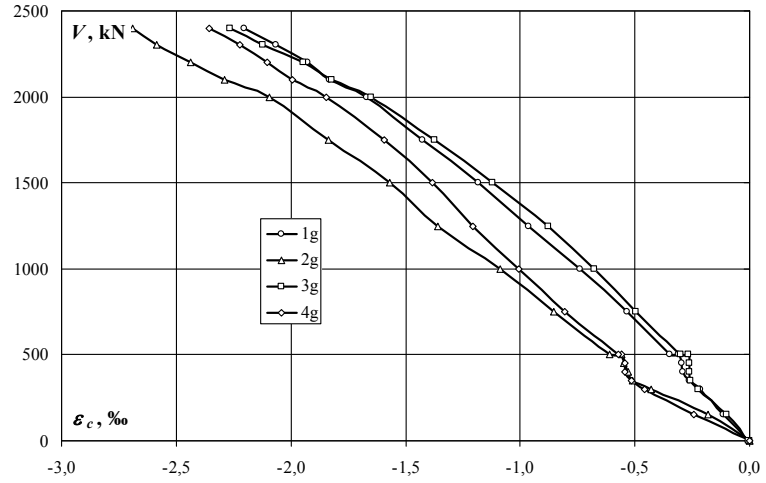


M60/20/1

Słup górny – pomiary ekstensometryczne / Upper column – extensometric measurements

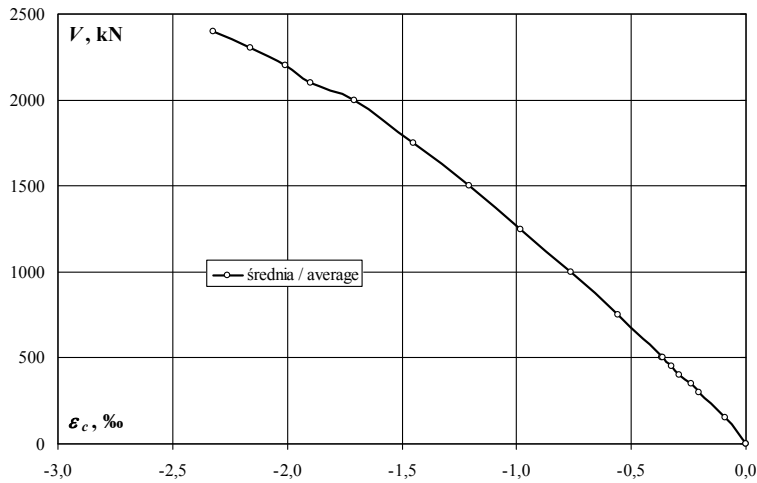
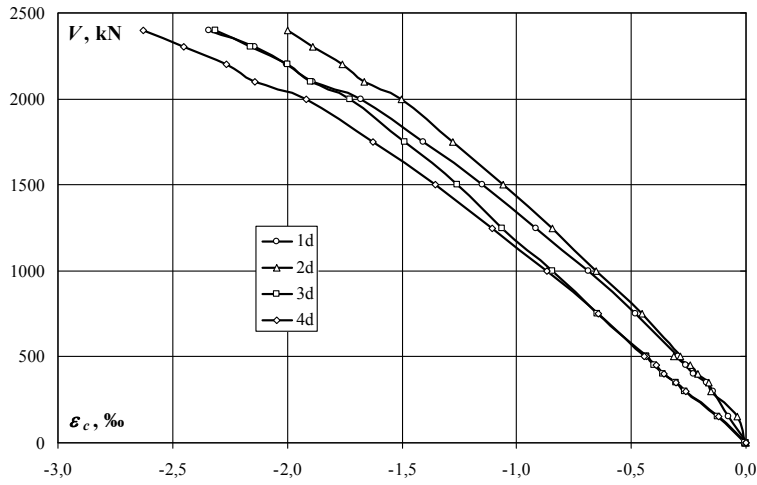
Baza / Base : 200 mm Wzornik / Templet : 0.000

obciążenie słupa/ column load kN	obciążenie plyty/ slab load kN	odkształcenie/ strain				
		1g	2g	3g	4g	średnia/ average
		‰	‰	‰	‰	‰
0	0	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
0	0	-0,004	0,000	-0,004	0,004	-0,001
150	0	-0,113	-0,179	-0,101	-0,241	-0,159
300	0	-0,214	-0,428	-0,226	-0,459	-0,332
350	0	-0,261	-0,510	-0,257	-0,513	-0,385
400	50	-0,292	-0,529	-0,265	-0,545	-0,407
450	100	-0,296	-0,548	-0,265	-0,545	-0,413
500	125	-0,311	-0,556	-0,268	-0,556	-0,423
500	100	-0,350	-0,611	-0,300	-0,572	-0,458
750	100	-0,533	-0,852	-0,494	-0,805	-0,671
1000	100	-0,739	-1,085	-0,677	-1,008	-0,877
1250	100	-0,965	-1,358	-0,879	-1,206	-1,102
1500	100	-1,183	-1,568	-1,120	-1,385	-1,314
1750	100	-1,424	-1,836	-1,373	-1,595	-1,557
2000	100	-1,669	-2,093	-1,649	-1,848	-1,815
2100	100	-1,832	-2,287	-1,821	-1,996	-1,984
2200	100	-1,926	-2,435	-1,945	-2,104	-2,103
2300	100	-2,066	-2,583	-2,120	-2,221	-2,247
2400	100	-2,206	-2,688	-2,268	-2,357	-2,380

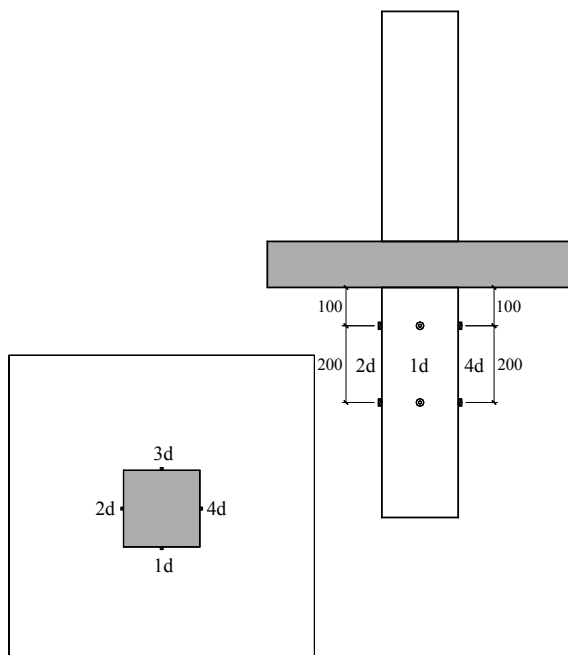


Słup dolny – pomiary ekstensometryczne / Bottom column – extensometric measurements

Baza / Base : 200 mm Wzornik / Templet : 0.000



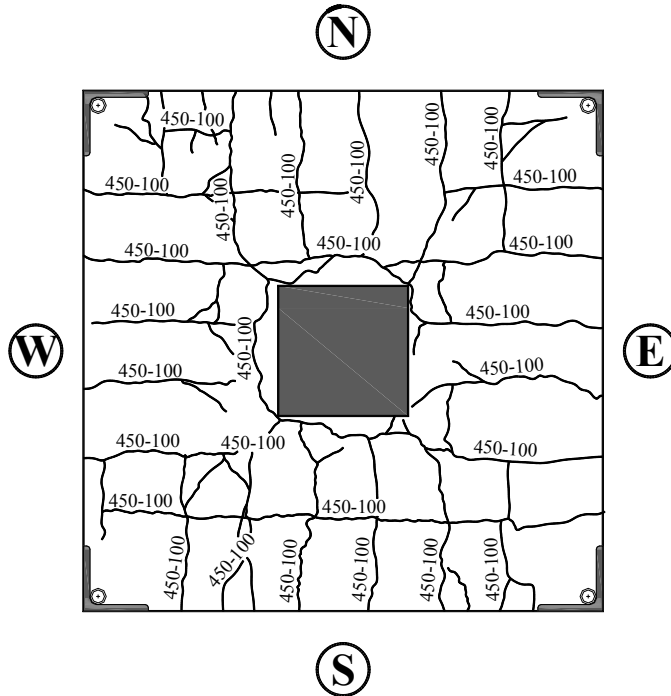
obciążenie słupa/ column load	obciążenie plyty/ slab load	odkształcenie/ strain				
		1d	2d	3d	4d	średnia/ average
kN	kN	‰	‰	‰	‰	‰
0	0	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
0	0	0,004	-0,004	-0,004	0,000	-0,001
150	0	-0,078	-0,039	-0,124	-0,121	-0,090
300	0	-0,144	-0,152	-0,268	-0,261	-0,206
350	0	-0,171	-0,163	-0,307	-0,303	-0,236
400	50	-0,230	-0,210	-0,362	-0,358	-0,290
450	100	-0,265	-0,241	-0,401	-0,389	-0,324
500	125	-0,300	-0,315	-0,432	-0,432	-0,370
500	100	-0,296	-0,284	-0,432	-0,443	-0,364
750	100	-0,482	-0,455	-0,650	-0,642	-0,557
1000	100	-0,689	-0,654	-0,844	-0,867	-0,763
1250	100	-0,914	-0,844	-1,062	-1,105	-0,981
1500	100	-1,148	-1,058	-1,260	-1,354	-1,205
1750	100	-1,408	-1,280	-1,490	-1,626	-1,451
2000	100	-1,677	-1,502	-1,727	-1,918	-1,706
2100	100	-1,891	-1,665	-1,898	-2,140	-1,898
2200	100	-2,003	-1,758	-1,999	-2,268	-2,007
2300	100	-2,140	-1,891	-2,159	-2,451	-2,160
2400	100	-2,342	-1,999	-2,315	-2,626	-2,320



M60/20/1

Zarysowanie modelu / Crack pattern

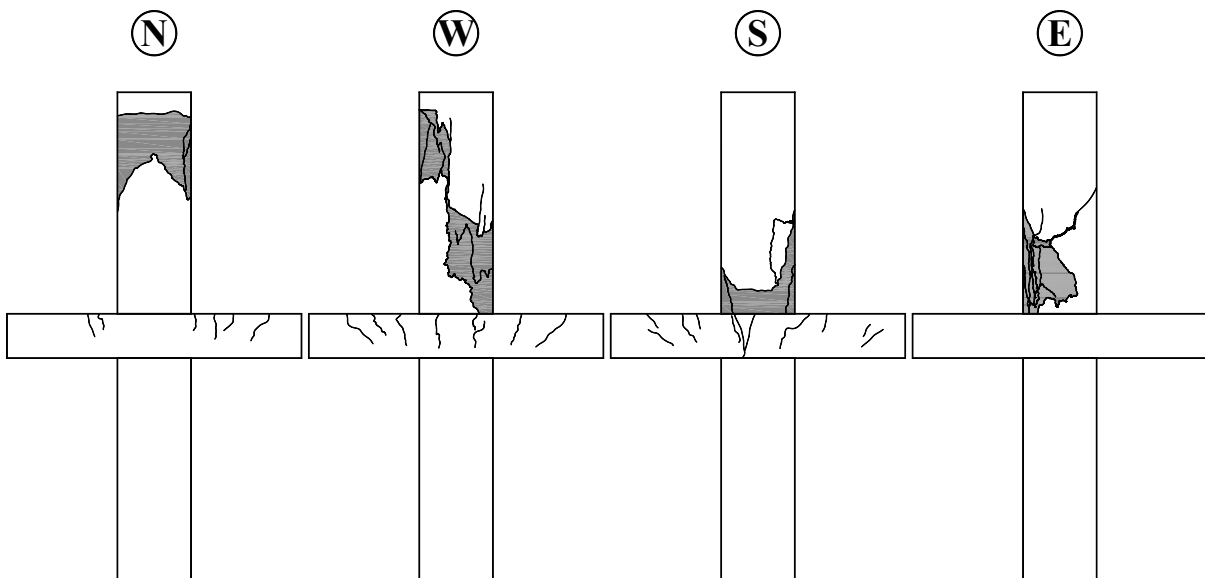
Zarysowanie płyty modelu / Crack pattern of slab



— - rysy na powierzchni górnej / cracks on the top slab surface
..... - rysy na powierzchni dolnej / cracks on the bottom slab surface

nie prowadzono inwentaryzacji rys na powierzchni dolnej/
cracks on the bottom slab surface weren't be recorded

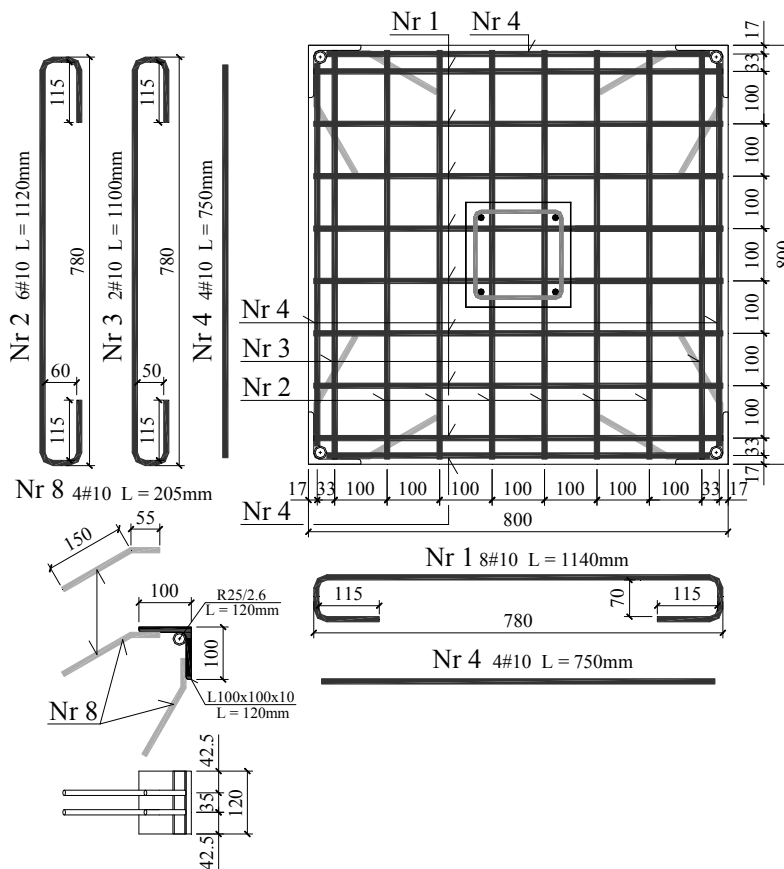
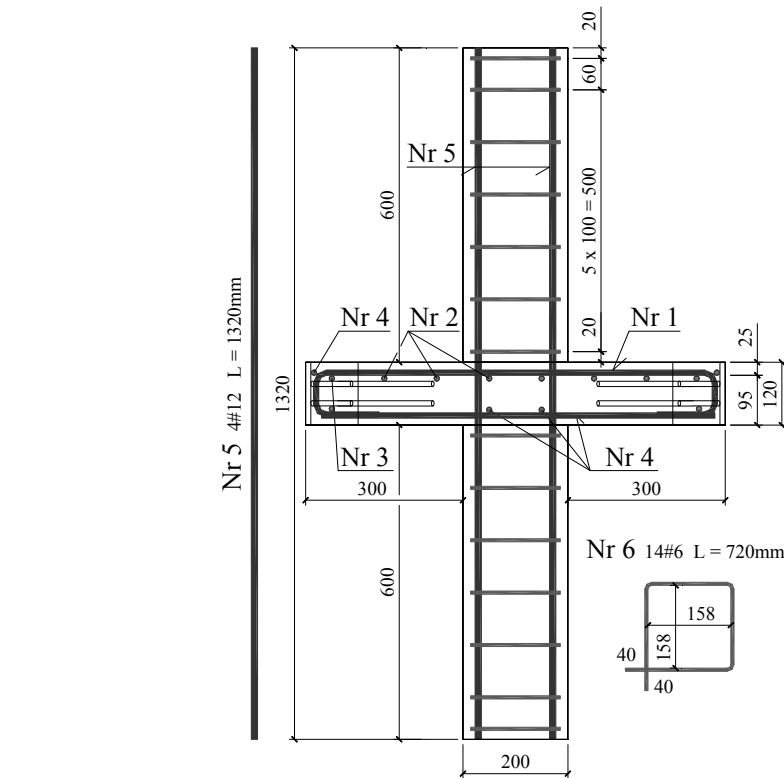
Rysy na powierzchniach bocznych / Cracks on the surfaces of the specimen



■ - odspojenie otuliny / spalling of concrete cover

Fotografie modelu / Photos of test specimen





Wytrzymałość betonu / Strength of concrete
 słup dolny / bottom column
 $f_{cm} = 90,1\text{MPa}$, $E_{cm} = 32,2\text{GPa}$
 słup górny / upper column
 $f_{cm} = 88,3\text{MPa}$, $E_{cm} = 33,3\text{GPa}$
 płyta / slab
 $f_{cm} = 33,0\text{MPa}$, $E_{cm} = 13,9\text{GPa}$
 gęstość betonu płyty / density of slab concrete
 $\rho = 1722\text{kg/m}^3$

Charakterystyka zbrojenia/
 Characteristics of the reinforcement

Ø6
 $A_s = 28,30\text{mm}^2$
 $f_{ym} = 586,4\text{MPa}$
 $E_s = 215,7\text{GPa}$
 Ø10
 $A_s = 77,71\text{mm}^2$
 $f_{ym} = 539,8\text{MPa}$
 $E_s = 211,5\text{GPa}$
 Ø12
 $A_s = 112,76\text{mm}^2$
 $f_{ym} = 580,2\text{MPa}$
 $E_s = 204,3\text{GPa}$

Siła niszcząca / Destructive force

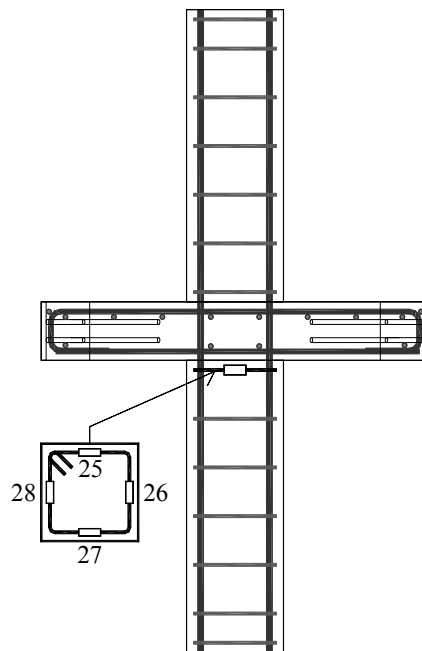
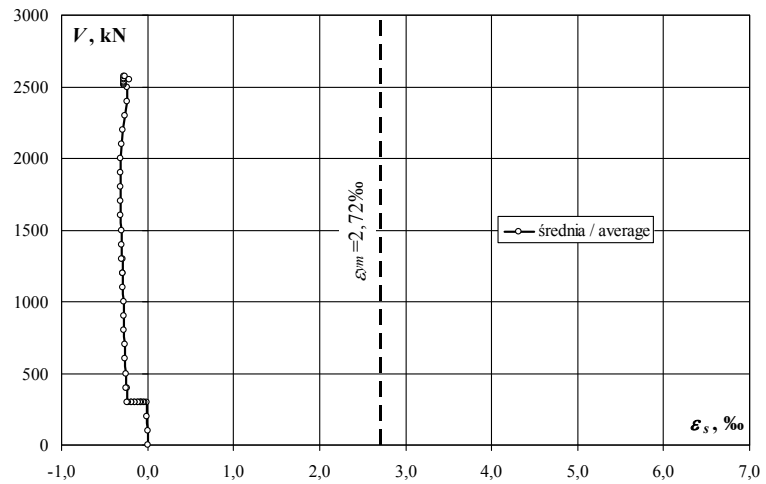
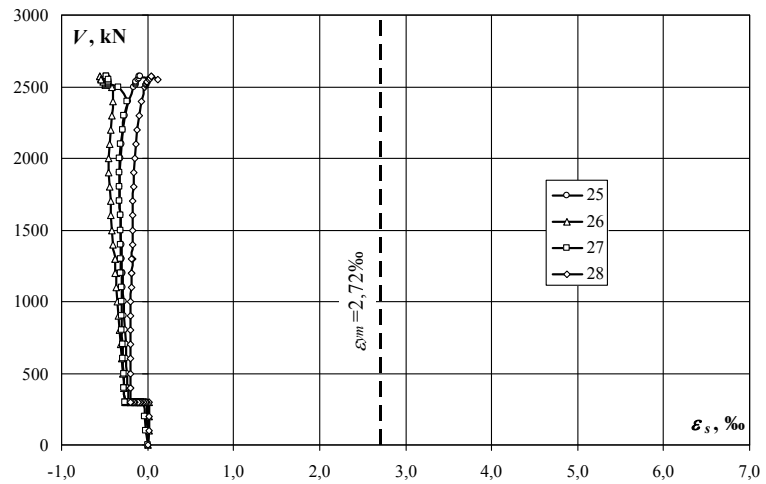
$F_{b,exp} = 2720\text{kN}$ (słup dolny / bottom column)
 $F_{u,exp} = 2570\text{kN}$ (słup górny / upper column)

Zbrojenie modelu / Specimen's reinforcement

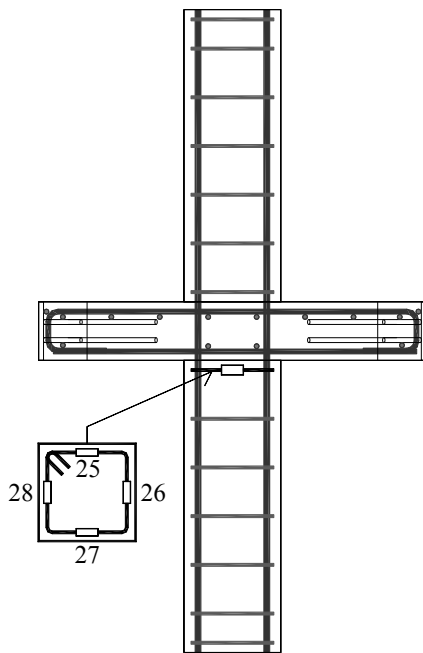
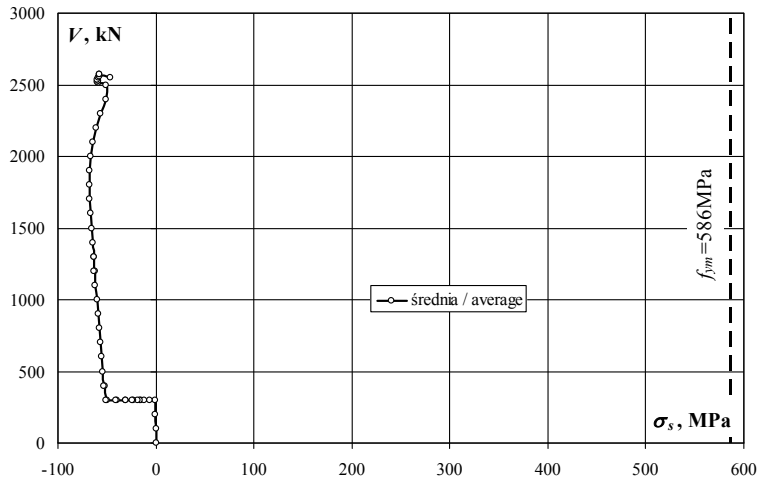
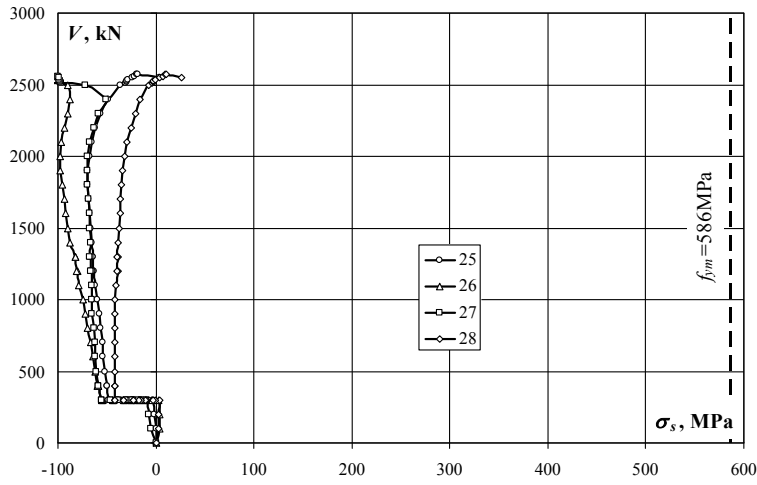
ML-1

Strzeżenie dolne – odkształcenia (ε_s) / Bottom stirrup – strains (ε_s)

obciążenie stupa/ column load	obciążenie płyty/ slab load	odkształcenie/ strain					średnia/ average
		25	26	27	28		
kN	kN	‰	‰	‰	‰	‰	
100	0	0,004	0,016	-0,025	0,012	0,002	
200	0	-0,006	0,017	-0,033	0,015	-0,002	
300	0	-0,011	0,013	-0,044	0,020	-0,006	
300	25	-0,033	-0,016	-0,070	-0,005	-0,031	
300	50	-0,066	-0,048	-0,114	-0,045	-0,068	
300	25	-0,049	-0,061	-0,084	-0,015	-0,052	
300	50	-0,070	-0,081	-0,107	-0,045	-0,076	
300	50	-0,077	-0,090	-0,119	-0,050	-0,084	
300	75	-0,109	-0,115	-0,135	-0,072	-0,108	
300	75	-0,110	-0,118	-0,144	-0,081	-0,113	
300	100	-0,136	-0,149	-0,175	-0,106	-0,142	
300	100	-0,138	-0,153	-0,180	-0,108	-0,145	
300	125	-0,178	-0,200	-0,215	-0,152	-0,186	
300	125	-0,180	-0,204	-0,217	-0,155	-0,189	
300	150	-0,221	-0,253	-0,256	-0,192	-0,231	
300	150	-0,223	-0,258	-0,259	-0,195	-0,234	
400	150	-0,230	-0,272	-0,271	-0,194	-0,242	
400	150	-0,232	-0,276	-0,272	-0,196	-0,244	
500	150	-0,243	-0,288	-0,281	-0,196	-0,252	
600	150	-0,251	-0,299	-0,287	-0,194	-0,258	
700	150	-0,253	-0,307	-0,289	-0,195	-0,261	
800	150	-0,263	-0,325	-0,295	-0,195	-0,270	
900	150	-0,269	-0,333	-0,301	-0,195	-0,275	
1000	150	-0,276	-0,347	-0,301	-0,193	-0,279	
1100	150	-0,286	-0,364	-0,303	-0,188	-0,285	
1200	150	-0,291	-0,370	-0,303	-0,181	-0,286	
1200	150	-0,299	-0,376	-0,308	-0,184	-0,292	
1300	150	-0,296	-0,382	-0,308	-0,179	-0,291	
1300	150	-0,299	-0,382	-0,315	-0,182	-0,295	
1400	150	-0,303	-0,405	-0,307	-0,177	-0,298	
1500	150	-0,310	-0,416	-0,311	-0,173	-0,303	
1600	150	-0,316	-0,427	-0,314	-0,171	-0,307	
1700	150	-0,321	-0,434	-0,321	-0,169	-0,311	
1800	150	-0,325	-0,443	-0,324	-0,164	-0,314	
1900	150	-0,324	-0,451	-0,325	-0,158	-0,315	
2000	150	-0,316	-0,453	-0,322	-0,149	-0,310	
2100	150	-0,304	-0,446	-0,313	-0,137	-0,300	
2200	150	-0,289	-0,433	-0,294	-0,119	-0,284	
2300	150	-0,264	-0,418	-0,272	-0,098	-0,263	
2400	150	-0,225	-0,406	-0,238	-0,075	-0,236	
2500	150	-0,166	-0,415	-0,335	-0,034	-0,238	
2509	150	-0,141	-0,491	-0,447	-0,016	-0,274	
2520	150	-0,140	-0,494	-0,451	-0,015	-0,275	
2529	150	-0,138	-0,493	-0,453	-0,013	-0,274	
2538	150	-0,134	-0,513	-0,458	-0,005	-0,278	
2550	150	-0,114	-0,525	-0,464	0,020	-0,271	
2559	150	-0,103	-0,539	-0,466	0,032	-0,269	
2570	150	-0,091	-0,553	-0,477	0,045	-0,269	
2572	150	-0,087	-0,553	-0,479	0,049	-0,268	
2553	150	0,017	-0,538	-0,459	0,123	-0,214	



Strzemię dolne – naprężenia (σ_s) / Bottom stirrup – stresses (σ_s)

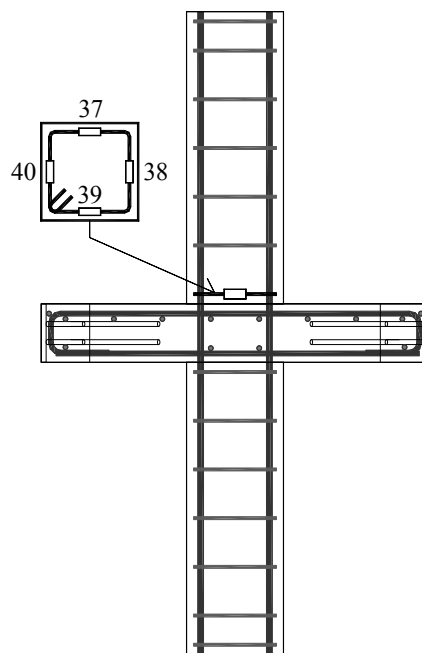
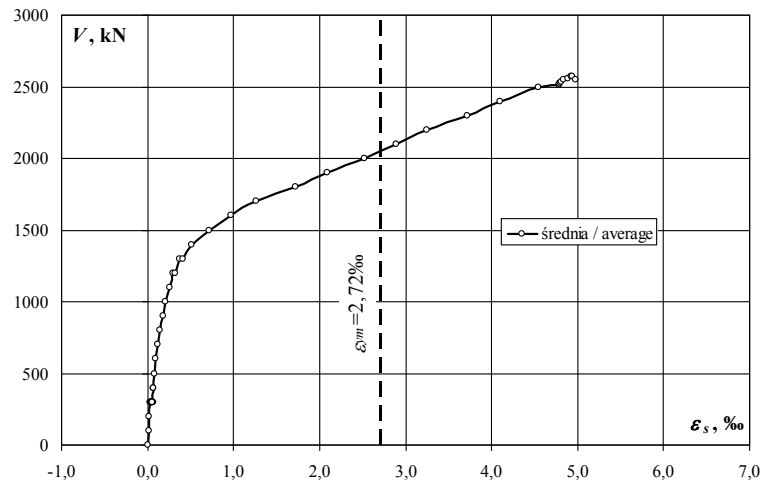
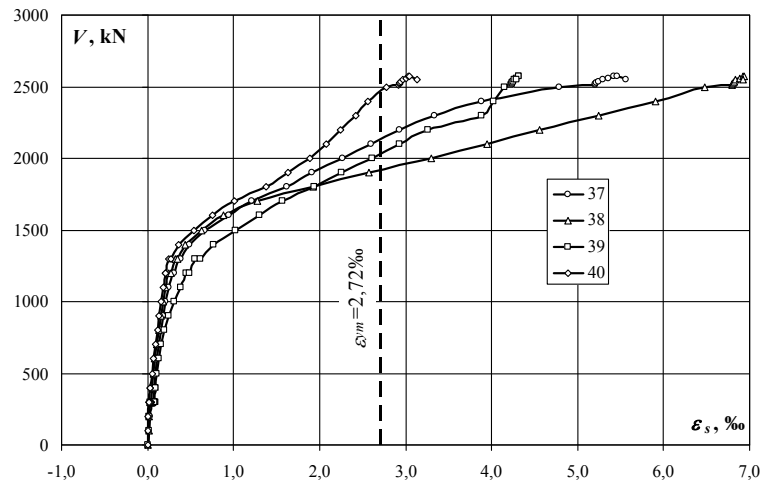


obciążenie słupa/ column load	obciążenie plyty/ slab load	naprężenie/ stress				
		25	26	27	28	średnia/ average
kN	kN	MPa	MPa	MPa	MPa	MPa
100	0	1	3	-5	3	0
200	0	-1	4	-7	3	0
300	0	-2	3	-9	4	-1
300	25	-7	-3	-15	-1	-7
300	50	-14	-10	-25	-10	-15
300	25	-11	-13	-18	-3	-11
300	50	-15	-17	-23	-10	-16
300	50	-17	-19	-26	-11	-18
300	75	-24	-25	-29	-16	-23
300	75	-24	-25	-31	-17	-24
300	100	-29	-32	-38	-23	-31
300	100	-30	-33	-39	-23	-31
300	125	-38	-43	-46	-33	-40
300	125	-39	-44	-47	-33	-41
300	150	-48	-55	-55	-41	-50
300	150	-48	-56	-56	-42	-50
400	150	-50	-59	-58	-42	-52
400	150	-50	-60	-59	-42	-53
500	150	-52	-62	-61	-42	-54
600	150	-54	-64	-62	-42	-56
700	150	-55	-66	-62	-42	-56
800	150	-57	-70	-64	-42	-58
900	150	-58	-72	-65	-42	-59
1000	150	-60	-75	-65	-42	-60
1100	150	-62	-79	-65	-41	-62
1200	150	-63	-80	-65	-39	-62
1200	150	-64	-81	-66	-40	-63
1300	150	-64	-82	-66	-39	-63
1300	150	-64	-82	-68	-39	-64
1400	150	-65	-87	-66	-38	-64
1500	150	-67	-90	-67	-37	-65
1600	150	-68	-92	-68	-37	-66
1700	150	-69	-94	-69	-36	-67
1800	150	-70	-96	-70	-35	-68
1900	150	-70	-97	-70	-34	-68
2000	150	-68	-98	-69	-32	-67
2100	150	-66	-96	-68	-30	-65
2200	150	-62	-93	-63	-26	-61
2300	150	-57	-90	-59	-21	-57
2400	150	-49	-88	-51	-16	-51
2500	150	-36	-90	-72	-7	-51
2509	150	-30	-106	-96	-3	-59
2520	150	-30	-107	-97	-3	-59
2529	150	-30	-106	-98	-3	-59
2538	150	-29	-111	-99	-1	-60
2550	150	-25	-113	-100	4	-58
2559	150	-22	-116	-101	7	-58
2570	150	-20	-119	-103	10	-58
2572	150	-19	-119	-103	11	-58
2553	150	4	-116	-99	27	-46

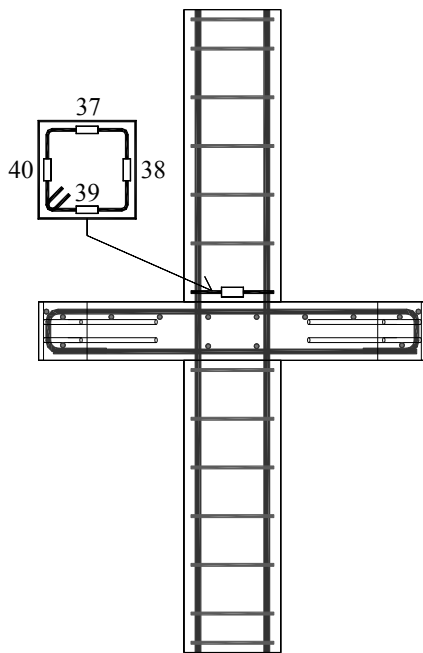
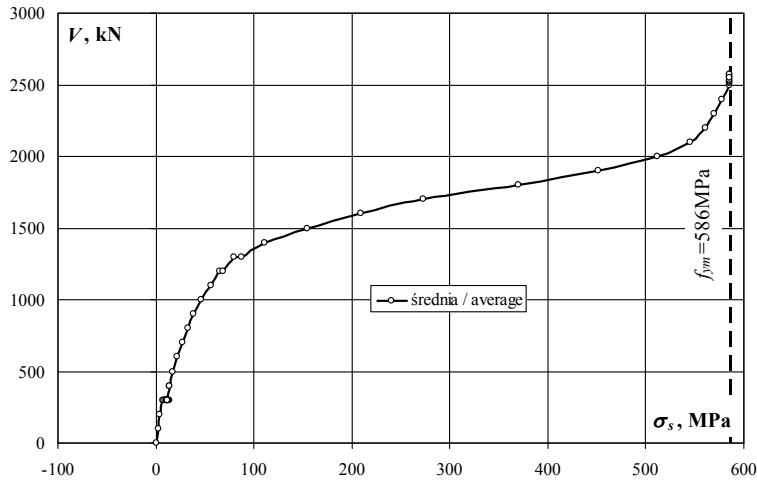
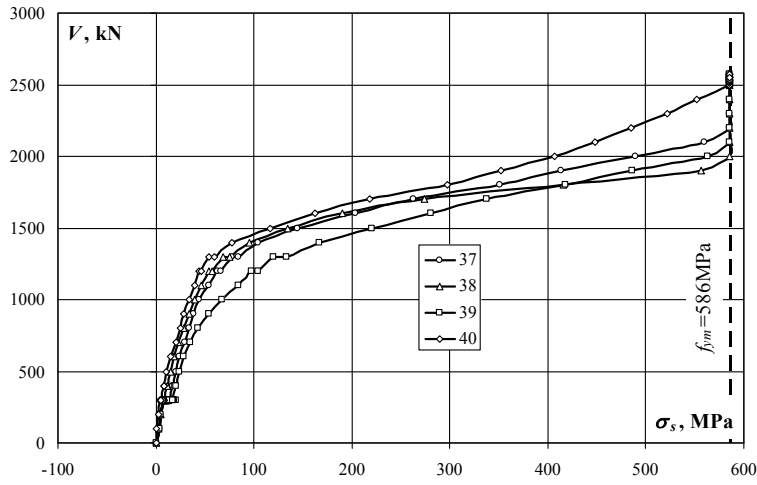
ML-1

Strzeżenie górne – odkształcenia (ϵ_s) / Upper stirrup – strains (ϵ_s)

obciążenie stupa/ column load	obciążenie plyty/ slab load	odkształcenie/ strain					średnia/ average
		37	38	39	40		
kN	kN	‰	‰	‰	‰	‰	
100	0	0,017	0,014	0,017	0,002	0,013	
200	0	0,024	0,021	0,023	0,010	0,020	
300	0	0,038	0,033	0,035	0,020	0,032	
300	25	0,041	0,044	0,054	0,032	0,043	
300	50	0,061	0,051	0,069	0,024	0,051	
300	25	0,038	0,035	0,055	0,023	0,038	
300	50	0,054	0,047	0,067	0,027	0,049	
300	50	0,051	0,044	0,066	0,025	0,047	
300	75	0,051	0,047	0,081	0,034	0,053	
300	75	0,065	0,057	0,093	0,040	0,064	
300	100	0,066	0,048	0,087	0,038	0,060	
300	100	0,065	0,044	0,083	0,035	0,057	
300	125	0,068	0,042	0,083	0,032	0,056	
300	125	0,069	0,043	0,082	0,032	0,057	
300	150	0,065	0,041	0,082	0,025	0,053	
300	150	0,063	0,041	0,080	0,023	0,052	
400	150	0,078	0,052	0,092	0,036	0,065	
400	150	0,079	0,053	0,093	0,036	0,065	
500	150	0,095	0,068	0,110	0,051	0,081	
600	150	0,112	0,085	0,130	0,068	0,099	
700	150	0,136	0,108	0,161	0,093	0,125	
800	150	0,158	0,130	0,197	0,114	0,150	
900	150	0,177	0,155	0,249	0,134	0,179	
1000	150	0,202	0,182	0,311	0,157	0,213	
1100	150	0,252	0,212	0,392	0,182	0,260	
1200	150	0,294	0,249	0,454	0,206	0,301	
1200	150	0,309	0,266	0,484	0,214	0,318	
1300	150	0,358	0,319	0,558	0,251	0,372	
1300	150	0,388	0,348	0,618	0,276	0,408	
1400	150	0,484	0,442	0,773	0,359	0,515	
1500	150	0,671	0,625	1,024	0,539	0,715	
1600	150	0,945	0,883	1,303	0,754	0,971	
1700	150	1,219	1,271	1,566	1,012	1,267	
1800	150	1,625	1,928	1,940	1,378	1,718	
1900	150	1,917	2,578	2,253	1,635	2,096	
2000	150	2,268	3,303	2,612	1,885	2,517	
2100	150	2,596	3,945	2,927	2,077	2,886	
2200	150	2,932	4,564	3,264	2,246	3,252	
2300	150	3,334	5,251	3,888	2,421	3,724	
2400	150	3,887	5,911	4,030	2,559	4,097	
2500	150	4,784	6,483	4,156	2,774	4,549	
2509	150	5,201	6,794	4,230	2,922	4,787	
2520	150	5,211	6,800	4,236	2,926	4,793	
2529	150	5,222	6,807	4,242	2,931	4,801	
2538	150	5,243	6,821	4,248	2,942	4,814	
2550	150	5,290	6,841	4,266	2,967	4,841	
2559	150	5,365	6,884	4,292	3,001	4,886	
2570	150	5,429	6,920	4,312	3,026	4,922	
2572	150	5,457	6,931	4,318	3,039	4,936	
2553	150	5,562	6,924	4,285	3,135	4,977	



Strzemię górne – naprężenia (σ_s) / Upper stirrup – stresses (σ_s)

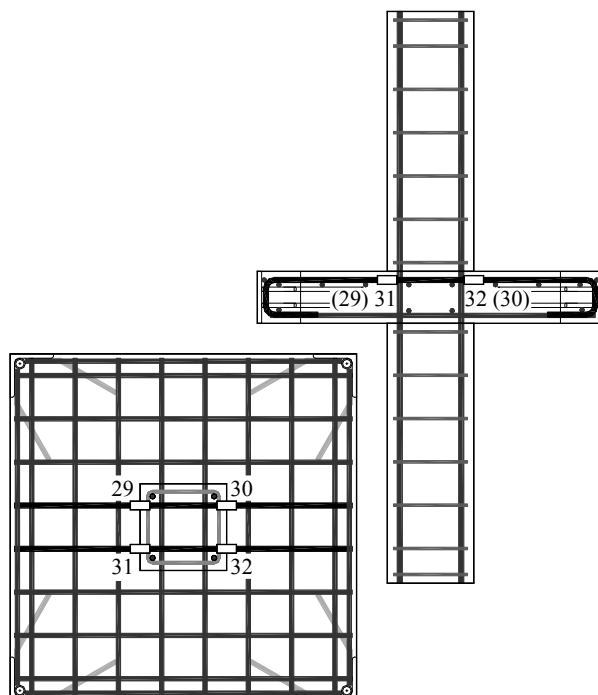
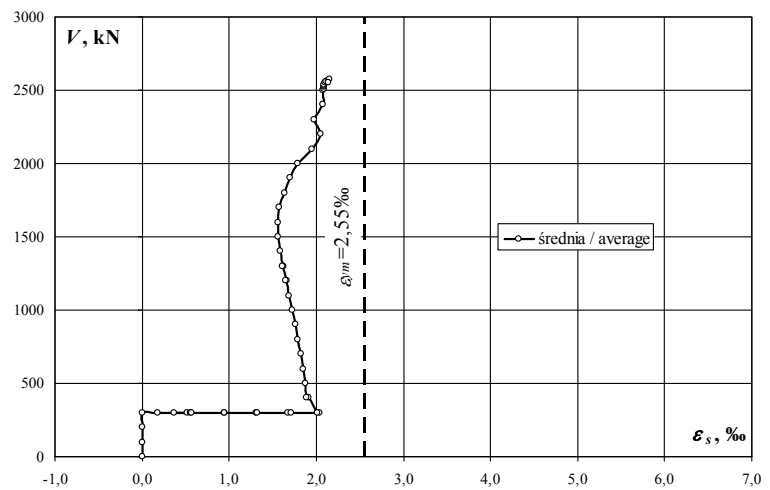
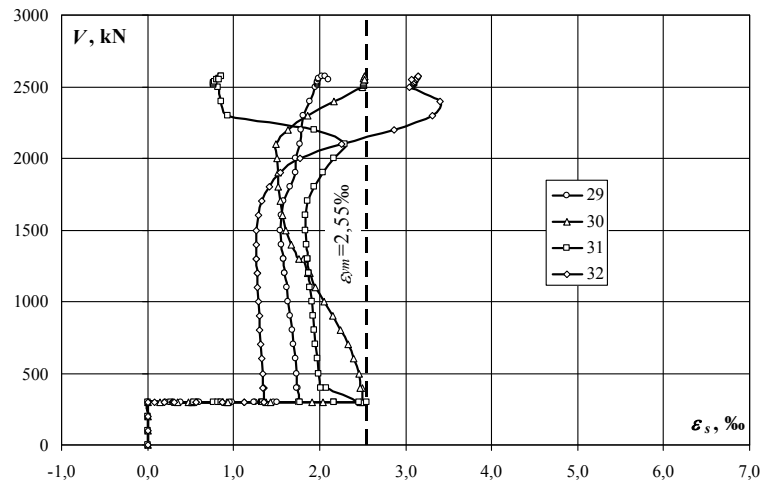


obciążenie słupa/ column load	obciążenie plyty/ slab load	naprężenie/ stress					średnia/ average
		37	38	39	40	MPa	
kN	kN	MPa	MPa	MPa	MPa	MPa	MPa
100	0	4	3	4	0	3	
200	0	5	5	5	2	4	
300	0	8	7	8	4	7	
300	25	9	9	12	7	9	
300	50	13	11	15	5	11	
300	25	8	8	12	5	8	
300	50	12	10	14	6	11	
300	50	11	9	14	5	10	
300	75	11	10	17	7	11	
300	75	14	12	20	9	14	
300	100	14	10	19	8	13	
300	100	14	9	18	8	12	
300	125	15	9	18	7	12	
300	125	15	9	18	7	12	
300	150	14	9	18	5	11	
300	150	14	9	17	5	11	
400	150	17	11	20	8	14	
400	150	17	11	20	8	14	
500	150	20	15	24	11	17	
600	150	24	18	28	15	21	
700	150	29	23	35	20	27	
800	150	34	28	42	25	32	
900	150	38	33	54	29	39	
1000	150	44	39	67	34	46	
1100	150	54	46	85	39	56	
1200	150	63	54	98	44	65	
1200	150	67	57	104	46	69	
1300	150	77	69	120	54	80	
1300	150	84	75	133	60	88	
1400	150	104	95	167	77	111	
1500	150	145	135	221	116	154	
1600	150	204	190	281	163	209	
1700	150	263	274	338	218	273	
1800	150	351	416	418	297	371	
1900	150	413	556	486	353	452	
2000	150	489	586	563	407	511	
2100	150	560	586	586	448	545	
2200	150	586	586	586	484	561	
2300	150	586	586	586	522	570	
2400	150	586	586	586	552	577	
2500	150	586	586	586	586	586	
2509	150	586	586	586	586	586	
2520	150	586	586	586	586	586	
2529	150	586	586	586	586	586	
2538	150	586	586	586	586	586	
2550	150	586	586	586	586	586	
2559	150	586	586	586	586	586	
2570	150	586	586	586	586	586	
2572	150	586	586	586	586	586	
2553	150	586	586	586	586	586	

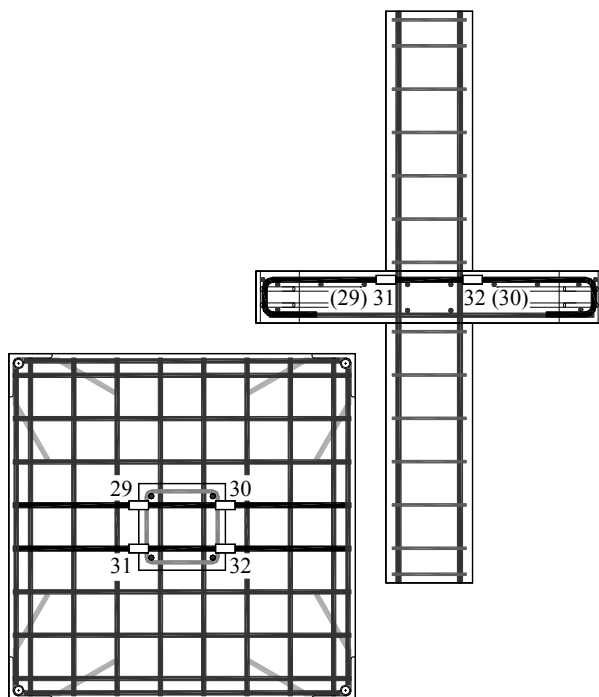
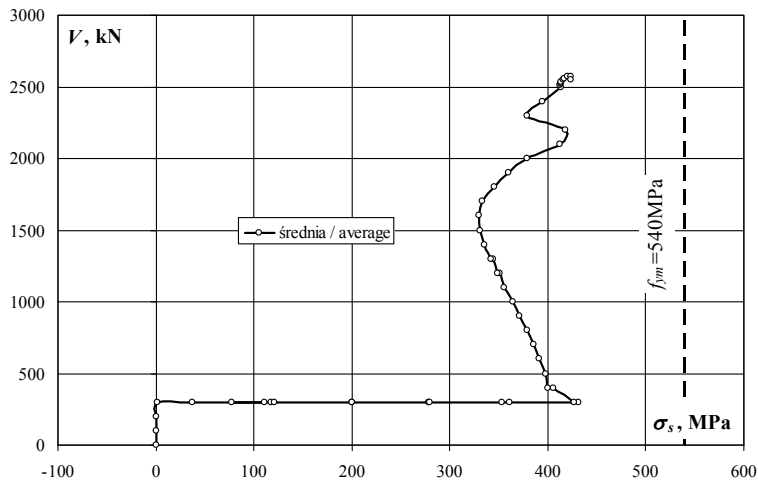
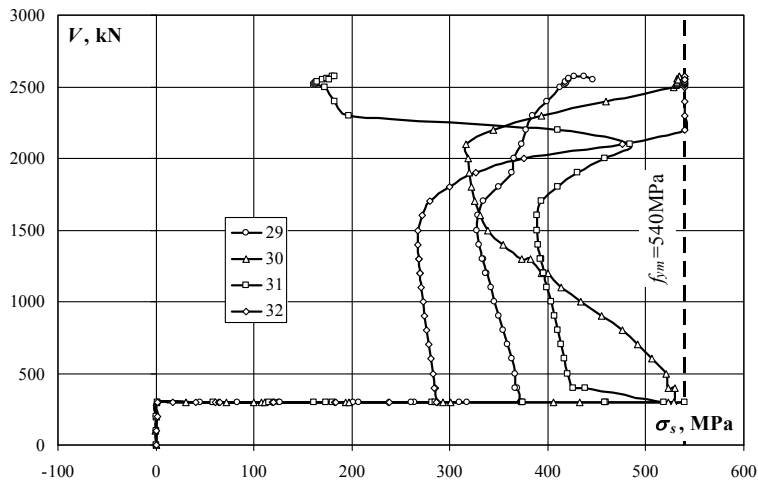
ML-1

Zbrojenie podłużne płyty (warstwa górna) – odkształcenia (ε_s) / Slab reinforcement (upper layer) – strains (ε_s)

obciążenie stupa/ column load	obciążenie płyty/ slab load	odkształcenie/ strain					średnia/ average
		29	30	31	32		
kN	kN	‰	‰	‰	‰	‰	
100	0	0,003	-0,001	0,001	0,002	0,001	
200	0	0,003	0,000	0,001	0,005	0,002	
300	0	0,011	0,001	0,006	0,008	0,007	
300	25	0,211	0,144	0,275	0,082	0,178	
300	50	0,572	0,472	0,765	0,285	0,524	
300	25	0,391	0,342	0,545	0,194	0,368	
300	50	0,594	0,509	0,822	0,302	0,557	
300	50	0,597	0,527	0,854	0,311	0,572	
300	75	0,979	0,917	1,333	0,562	0,948	
300	75	0,954	0,931	1,346	0,565	0,949	
300	100	1,246	1,384	1,763	0,864	1,314	
300	100	1,234	1,423	1,770	0,869	1,324	
300	125	1,467	1,916	2,173	1,123	1,670	
300	125	1,501	2,044	2,168	1,125	1,710	
300	150	1,763	2,475	2,553	1,358	2,037	
300	150	1,761	2,501	2,454	1,356	2,018	
400	150	1,745	2,503	2,073	1,347	1,917	
400	150	1,735	2,474	2,013	1,345	1,892	
500	150	1,733	2,461	1,986	1,336	1,879	
600	150	1,716	2,391	1,971	1,325	1,851	
700	150	1,697	2,326	1,957	1,315	1,824	
800	150	1,678	2,249	1,939	1,306	1,793	
900	150	1,656	2,152	1,923	1,297	1,757	
1000	150	1,635	2,050	1,908	1,290	1,721	
1100	150	1,615	1,953	1,886	1,280	1,684	
1200	150	1,599	1,892	1,873	1,273	1,659	
1200	150	1,593	1,859	1,869	1,274	1,649	
1300	150	1,581	1,807	1,860	1,269	1,629	
1300	150	1,576	1,766	1,857	1,269	1,617	
1400	150	1,559	1,675	1,844	1,265	1,586	
1500	150	1,548	1,604	1,838	1,266	1,564	
1600	150	1,553	1,564	1,841	1,285	1,561	
1700	150	1,579	1,540	1,861	1,322	1,576	
1800	150	1,652	1,522	1,940	1,419	1,633	
1900	150	1,718	1,514	2,034	1,545	1,703	
2000	150	1,726	1,509	2,165	1,777	1,794	
2100	150	1,767	1,498	2,288	2,252	1,951	
2200	150	1,785	1,629	1,938	2,861	2,053	
2300	150	1,817	1,861	0,931	3,312	1,980	
2400	150	1,886	2,170	0,861	3,398	2,079	
2500	150	1,950	2,497	0,814	3,043	2,076	
2509	150	1,973	2,512	0,765	3,091	2,085	
2520	150	1,977	2,514	0,767	3,096	2,089	
2529	150	1,982	2,514	0,771	3,099	2,092	
2538	150	1,977	2,515	0,778	3,106	2,094	
2550	150	1,990	2,519	0,804	3,118	2,108	
2559	150	1,993	2,513	0,826	3,129	2,115	
2570	150	2,021	2,523	0,852	3,142	2,135	
2572	150	2,066	2,528	0,861	3,145	2,150	
2553	150	2,106	2,522	0,834	3,075	2,134	



Zbrojenie podłużne płyty (warstwa górna) – naprężenia (σ_s) / Slab reinforcement (upper layer) – stresses (σ_s)

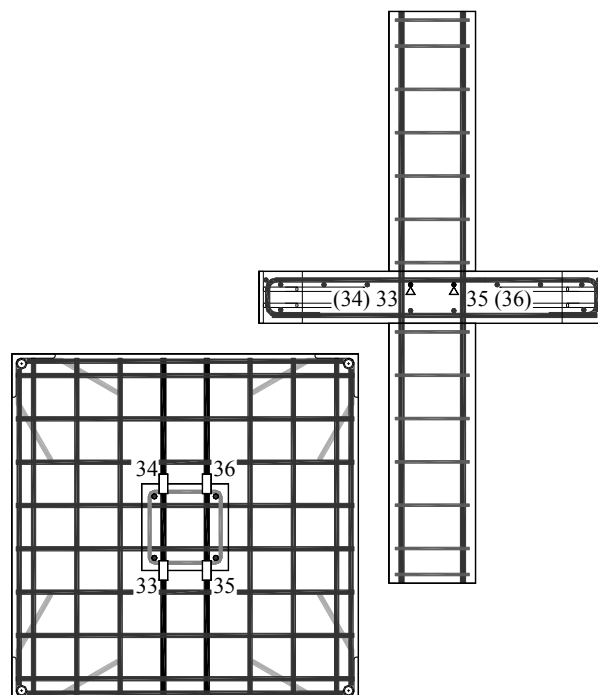
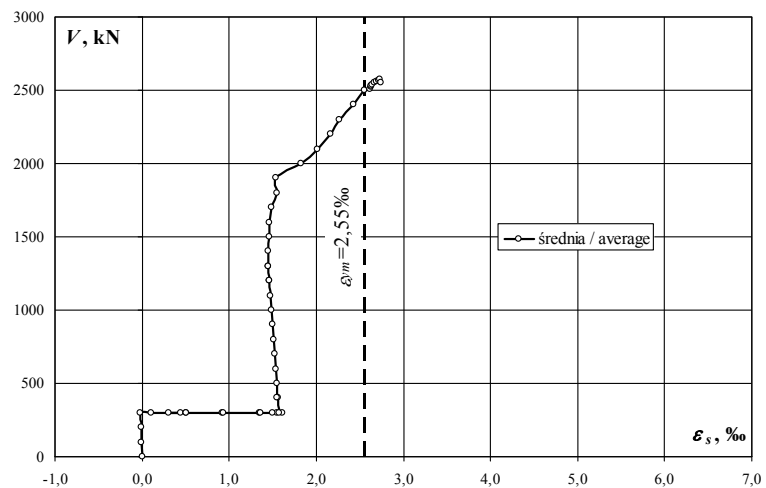
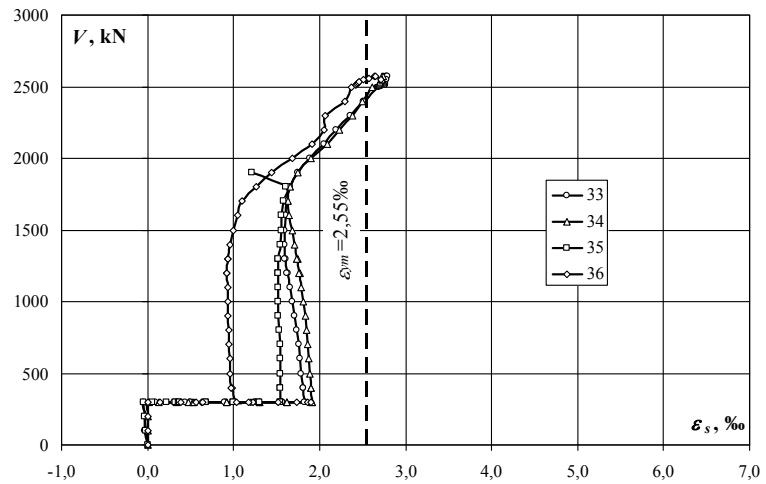


obciążenie słupa/ column load	obciążenie płyty/ slab load	naprężenie/ stress					średnia/ average
		29	30	31	32	MPa	
kN	kN	MPa	MPa	MPa	MPa	MPa	MPa
100	0	1	0	0	0	0	0
200	0	1	0	0	1	0	0
300	0	2	0	1	2	1	1
300	25	45	30	58	17	38	38
300	50	121	100	162	60	111	111
300	25	83	72	115	41	78	78
300	50	126	108	174	64	118	118
300	50	126	111	181	66	121	121
300	75	207	194	282	119	200	200
300	75	202	197	285	119	201	201
300	100	264	293	373	183	278	278
300	100	261	301	374	184	280	280
300	125	310	405	460	238	353	353
300	125	317	432	459	238	362	362
300	150	373	523	540	287	431	431
300	150	372	529	519	287	427	427
400	150	369	529	438	285	405	405
400	150	367	523	426	284	400	400
500	150	367	521	420	283	397	397
600	150	363	506	417	280	391	391
700	150	359	492	414	278	386	386
800	150	355	476	410	276	379	379
900	150	350	455	407	274	372	372
1000	150	346	434	404	273	364	364
1100	150	342	413	399	271	356	356
1200	150	338	400	396	269	351	351
1200	150	337	393	395	269	349	349
1300	150	334	382	393	268	345	345
1300	150	333	374	393	268	342	342
1400	150	330	354	390	268	335	335
1500	150	327	339	389	268	331	331
1600	150	328	331	389	272	330	330
1700	150	334	326	394	280	333	333
1800	150	349	322	410	300	345	345
1900	150	363	320	430	327	360	360
2000	150	365	319	458	376	379	379
2100	150	374	317	484	476	413	413
2200	150	378	345	410	540	418	418
2300	150	384	394	197	540	379	379
2400	150	399	459	182	540	395	395
2500	150	412	528	172	540	413	413
2509	150	417	531	162	540	413	413
2520	150	418	532	162	540	413	413
2529	150	419	532	163	540	413	413
2538	150	418	532	165	540	414	414
2550	150	421	533	170	540	416	416
2559	150	422	531	175	540	417	417
2570	150	427	534	180	540	420	420
2572	150	437	535	182	540	423	423
2553	150	445	533	176	540	424	424

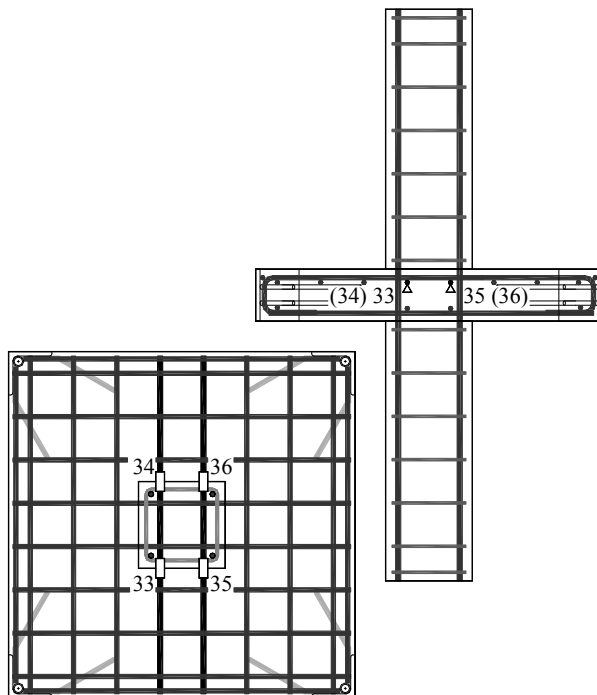
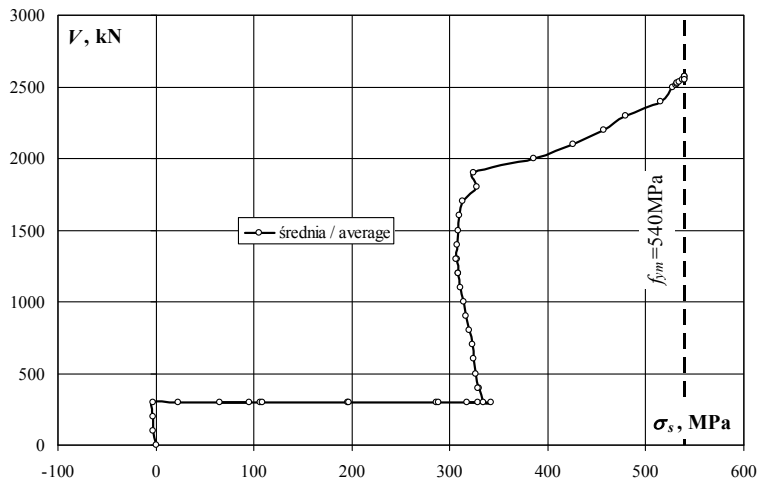
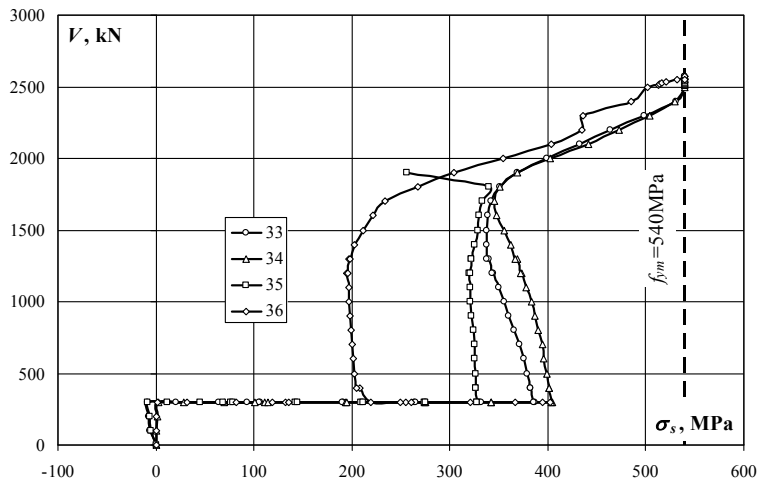
ML-1

Zbrojenie podłużne płyty (warstwa dolna) – odkształcenia (ε_s) / Slab reinforcement (bottom layer) – strains (ε_s)

obciążenie stupa/ column load	obciążenie płyty/ slab load	odkształcenie/ strain				
		33	34	35	36	średnia/ average
kN	kN	‰	‰	‰	‰	‰
100	0	-0,032	0,003	-0,023	0,003	-0,012
200	0	-0,035	0,010	-0,032	0,004	-0,013
300	0	-0,040	0,015	-0,040	0,008	-0,014
300	25	0,098	0,132	0,054	0,148	0,108
300	50	0,440	0,476	0,322	0,563	0,450
300	25	0,304	0,330	0,216	0,389	0,310
300	50	0,502	0,524	0,361	0,627	0,504
300	50	0,499	0,539	0,371	0,640	0,512
300	75	0,904	0,917	0,675	1,206	0,926
300	75	0,899	0,922	0,682	1,231	0,934
300	100	1,249	1,296	0,991	1,868	1,351
300	100	1,253	1,299	0,998	1,904	1,364
300	125	1,567	1,616	1,295	1,735	1,553
300	125	1,570	1,616	1,299	1,515	1,500
300	150	1,830	1,915	1,548	1,179	1,618
300	150	1,824	1,908	1,549	1,037	1,580
400	150	1,806	1,897	1,546	0,983	1,558
400	150	1,806	1,895	1,546	0,969	1,554
500	150	1,790	1,885	1,543	0,960	1,545
600	150	1,774	1,873	1,540	0,954	1,535
700	150	1,755	1,863	1,538	0,946	1,526
800	150	1,730	1,847	1,532	0,943	1,513
900	150	1,703	1,831	1,524	0,934	1,498
1000	150	1,681	1,813	1,519	0,930	1,486
1100	150	1,655	1,789	1,516	0,929	1,472
1200	150	1,630	1,767	1,514	0,921	1,458
1200	150	1,624	1,762	1,516	0,926	1,457
1300	150	1,609	1,743	1,522	0,932	1,452
1300	150	1,598	1,736	1,524	0,938	1,449
1400	150	1,596	1,714	1,540	0,957	1,452
1500	150	1,595	1,679	1,553	1,002	1,457
1600	150	1,603	1,644	1,562	1,047	1,464
1700	150	1,618	1,632	1,577	1,104	1,483
1800	150	1,660	1,661	1,608	1,263	1,548
1900	150	1,743	1,743	1,211	1,440	1,534
2000	150	1,888	1,905		1,678	1,824
2100	150	2,047	2,087		1,908	2,014
2200	150	2,194	2,236		2,055	2,162
2300	150	2,354	2,382		2,060	2,265
2400	150	2,509	2,502		2,292	2,434
2500	150	2,691	2,615		2,371	2,559
2509	150	2,759	2,685		2,423	2,622
2520	150	2,760	2,689		2,432	2,627
2529	150	2,764	2,695		2,443	2,634
2538	150	2,767	2,704		2,463	2,645
2550	150	2,774	2,724		2,513	2,670
2559	150	2,776	2,727		2,571	2,691
2570	150	2,781	2,732		2,634	2,716
2572	150	2,784	2,734		2,654	2,724
2553	150	2,772	2,730		2,718	2,740



Zbrojenie podłużne płyty (warstwa dolna) – naprężenia (σ_s) / Slab reinforcement (bottom layer) – stresses (σ_s)

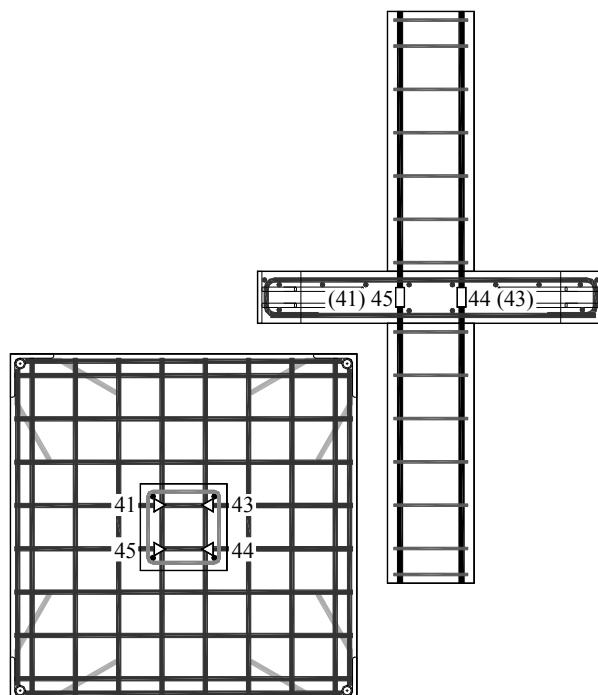
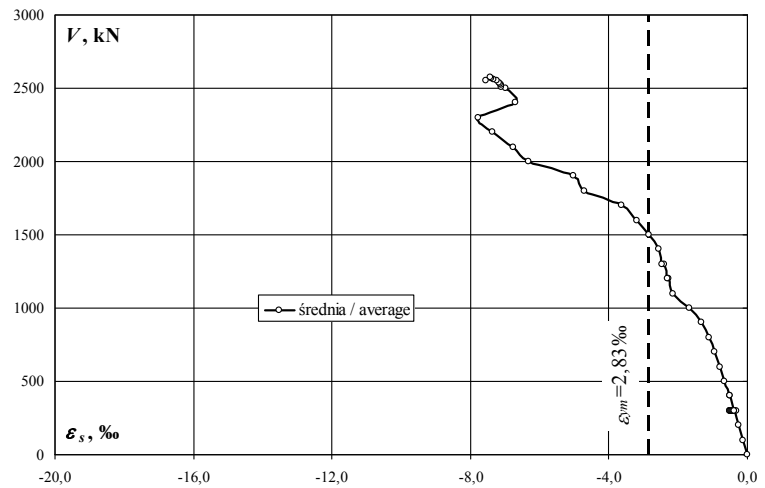
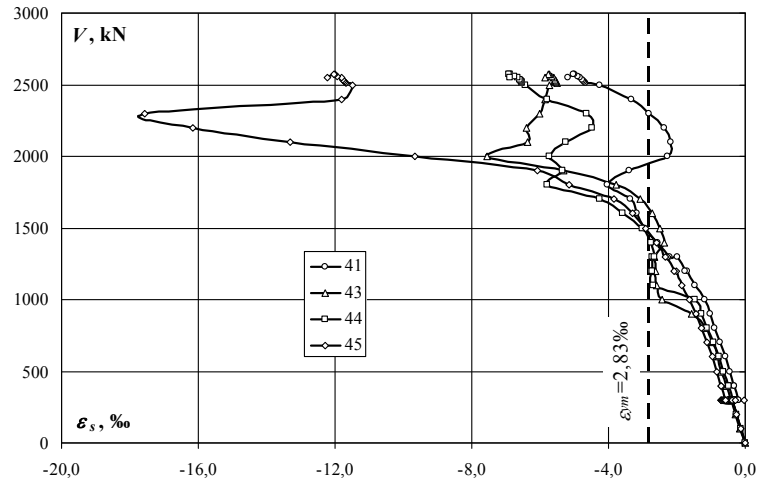


obciążenie słupa/ column load	obciążenie płyty/ slab load	naprężenie/ stress				
		33	34	35	36	średnia/ average
kN	kN	MPa	MPa	MPa	MPa	MPa
100	0	-7	1	-5	1	-3
200	0	-7	2	-7	1	-3
300	0	-8	3	-8	2	-3
300	25	21	28	11	31	23
300	50	93	101	68	119	95
300	25	64	70	46	82	66
300	50	106	111	76	133	106
300	50	106	114	78	135	108
300	75	191	194	143	255	196
300	75	190	195	144	260	197
300	100	264	274	210	395	286
300	100	265	275	211	403	288
300	125	331	342	274	367	329
300	125	332	342	275	320	317
300	150	387	405	327	249	342
300	150	386	404	328	219	334
400	150	382	401	327	208	330
400	150	382	401	327	205	329
500	150	379	399	326	203	327
600	150	375	396	326	202	325
700	150	371	394	325	200	323
800	150	366	391	324	199	320
900	150	360	387	322	198	317
1000	150	356	383	321	197	314
1100	150	350	378	321	196	311
1200	150	345	374	320	195	308
1200	150	343	373	321	196	308
1300	150	340	369	322	197	307
1300	150	338	367	322	198	306
1400	150	338	363	326	202	307
1500	150	337	355	328	212	308
1600	150	339	348	330	221	310
1700	150	342	345	334	233	314
1800	150	351	351	340	267	327
1900	150	369	369	256	305	324
2000	150	399	403		355	386
2100	150	433	441		404	426
2200	150	464	473		435	457
2300	150	498	504		436	479
2400	150	531	529		485	515
2500	150	540	540		501	527
2509	150	540	540		512	531
2520	150	540	540		514	531
2529	150	540	540		517	532
2538	150	540	540		521	534
2550	150	540	540		531	537
2559	150	540	540		540	540
2570	150	540	540		540	540
2572	150	540	540		540	540
2553	150	540	540		540	540

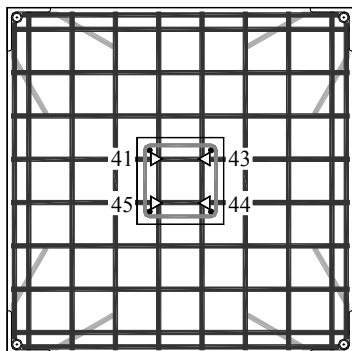
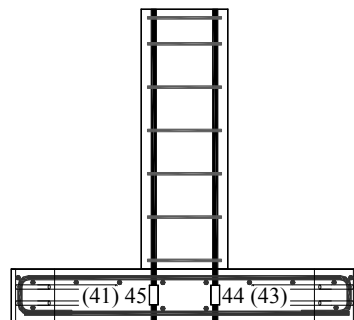
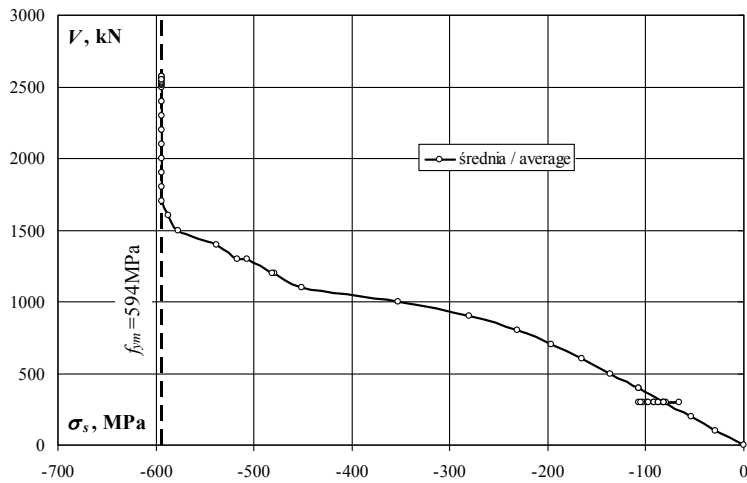
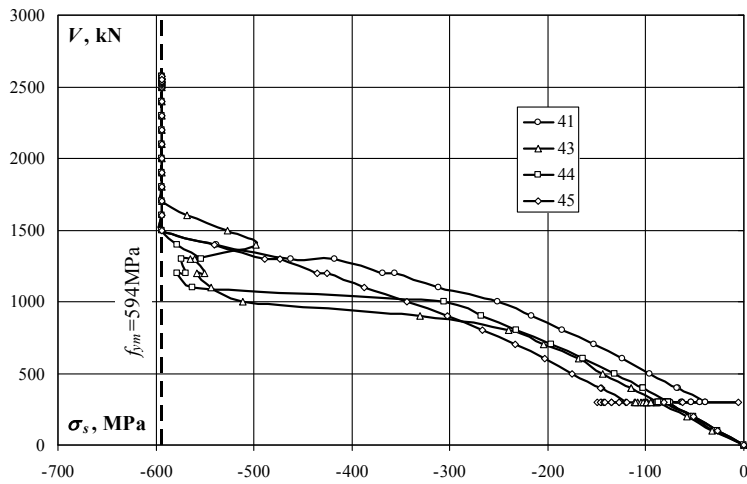
ML-1

Zbrojenie podłużne słupa – odkształcenia (ϵ_s) / Column reinforcement – strains (ϵ_s)

obciążenie słupa/ column load	obciążenie płyty/ slab load	odkształcenie/ strain					średnia/ average
		41	43	44	45	‰	
100	0	-0,142	-0,156	-0,126	-0,126	-0,138	
200	0	-0,256	-0,279	-0,247	-0,247	-0,257	
300	0	-0,372	-0,425	-0,380	-0,390	-0,392	
300	25	-0,366	-0,467	-0,392	-0,296	-0,380	
300	50	-0,354	-0,485	-0,400	-0,026	-0,316	
300	25	-0,376	-0,531	-0,420	-0,712	-0,510	
300	50	-0,355	-0,514	-0,404	-0,694	-0,492	
300	50	-0,358	-0,525	-0,414	-0,695	-0,498	
300	75	-0,302	-0,498	-0,391	-0,681	-0,468	
300	75	-0,297	-0,491	-0,378	-0,676	-0,461	
300	100	-0,258	-0,473	-0,381	-0,642	-0,439	
300	100	-0,255	-0,473	-0,386	-0,642	-0,439	
300	125	-0,214	-0,453	-0,376	-0,608	-0,413	
300	125	-0,214	-0,451	-0,378	-0,607	-0,413	
300	150	-0,185	-0,425	-0,365	-0,573	-0,387	
300	150	-0,188	-0,422	-0,365	-0,571	-0,387	
400	150	-0,320	-0,546	-0,488	-0,694	-0,512	
400	150	-0,323	-0,546	-0,488	-0,697	-0,514	
500	150	-0,455	-0,689	-0,630	-0,833	-0,652	
600	150	-0,592	-0,804	-0,784	-0,970	-0,788	
700	150	-0,730	-0,974	-0,938	-1,112	-0,939	
800	150	-0,881	-1,145	-1,106	-1,271	-1,101	
900	150	-1,033	-1,577	-1,279	-1,444	-1,333	
1000	150	-1,195	-2,438	-1,459	-1,639	-1,683	
1100	150	-1,483	-2,589	-2,683	-1,847	-2,151	
1200	150	-1,697	-2,662	-2,754	-2,029	-2,286	
1200	150	-1,758	-2,625	-2,716	-2,075	-2,294	
1300	150	-1,991	-2,670	-2,735	-2,258	-2,414	
1300	150	-2,203	-2,690	-2,642	-2,329	-2,466	
1400	150	-2,566	-2,372	-2,755	-2,577	-2,568	
1500	150	-2,941	-2,512	-3,015	-2,917	-2,846	
1600	150	-3,174	-2,708	-3,570	-3,281	-3,183	
1700	150	-3,358	-3,064	-4,242	-3,850	-3,629	
1800	150	-4,048	-3,781	-5,790	-5,166	-4,696	
1900	150	-3,388	-5,321	-5,340	-6,073	-5,031	
2000	150	-2,272	-7,550	-5,735	-9,678	-6,309	
2100	150	-2,188	-6,353	-5,238	-13,317	-6,774	
2200	150	-2,367	-6,397	-4,482	-16,162	-7,352	
2300	150	-2,828	-6,025	-4,642	-17,565	-7,765	
2400	150	-3,326	-5,860	-5,780	-11,797	-6,691	
2500	150	-4,242	-5,713	-6,425	-11,495	-6,969	
2509	150	-4,687	-5,511	-6,520	-11,693	-7,103	
2520	150	-4,704	-5,523	-6,542	-11,711	-7,120	
2529	150	-4,724	-5,535	-6,570	-11,734	-7,141	
2538	150	-4,756	-5,555	-6,608	-11,761	-7,170	
2550	150	-4,818	-5,601	-6,660	-11,820	-7,225	
2559	150	-4,901	-5,679	-6,762	-11,924	-7,317	
2570	150	-4,985	-5,729	-6,866	-12,008	-7,397	
2572	150	-5,018	-5,745	-6,898	-12,038	-7,425	
2553	150	-5,172	-5,868	-6,895	-12,221	-7,539	



Zbrojenie podłużne słupa – naprężenia (σ_s) / Column reinforcement – stresses (σ_s)

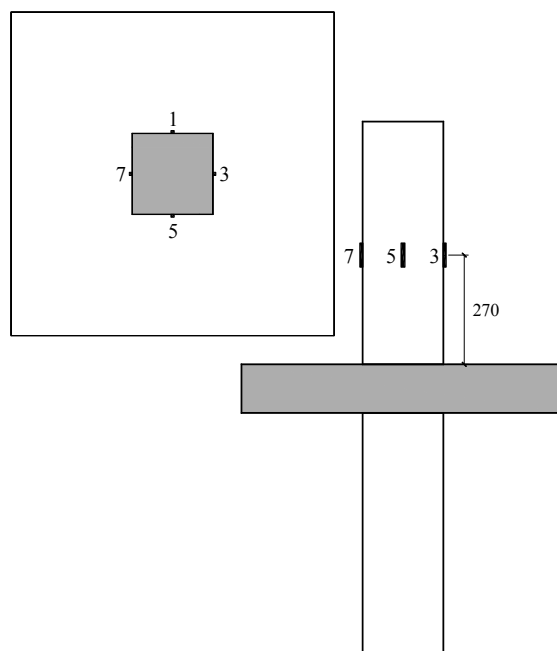
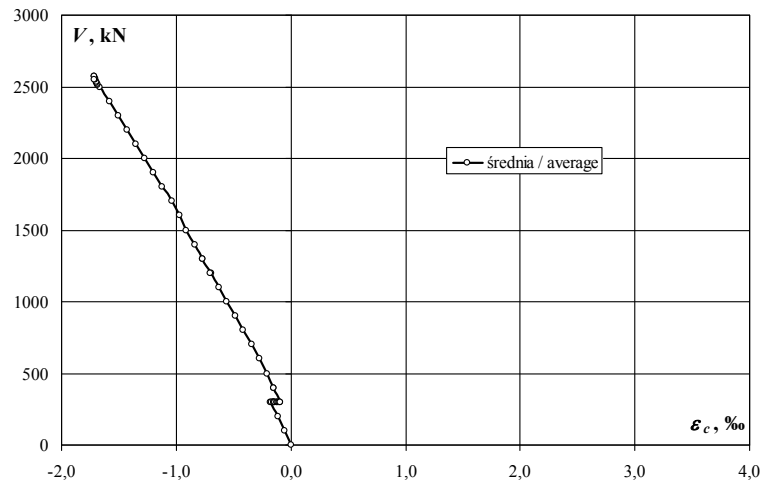
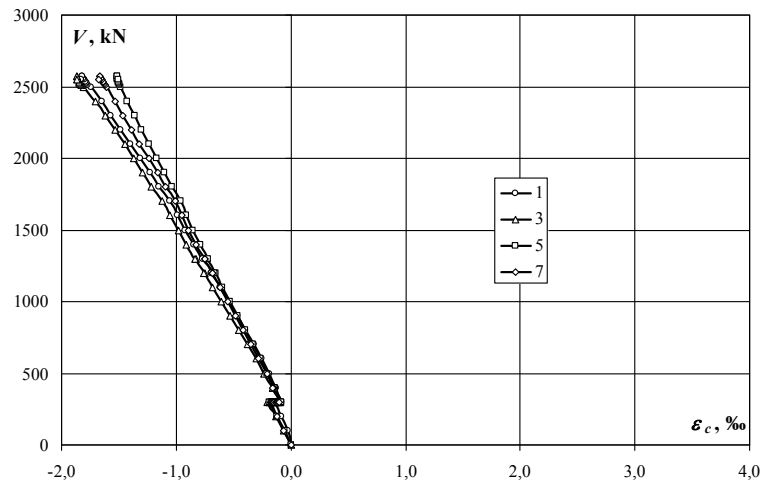


obciążenie słupa/ column load kN	obciążenie płyty/ slab load kN	naprężenie/ stress				
		41 MPa	43 MPa	44 MPa	45 MPa	średnia/ average MPa
100	0	-30	-33	-26	-26	-29
200	0	-54	-59	-52	-52	-54
300	0	-78	-89	-80	-82	-82
300	25	-77	-98	-82	-62	-80
300	50	-74	-102	-84	-5	-66
300	25	-79	-111	-88	-149	-107
300	50	-74	-108	-85	-146	-103
300	50	-75	-110	-87	-146	-104
300	75	-63	-104	-82	-143	-98
300	75	-62	-103	-79	-142	-97
300	100	-54	-99	-80	-135	-92
300	100	-53	-99	-81	-135	-92
300	125	-45	-95	-79	-128	-87
300	125	-45	-95	-79	-127	-87
300	150	-39	-89	-77	-120	-81
300	150	-39	-89	-77	-120	-81
400	150	-67	-115	-102	-146	-107
400	150	-68	-115	-102	-146	-108
500	150	-95	-145	-132	-175	-137
600	150	-124	-169	-164	-204	-165
700	150	-153	-204	-197	-233	-197
800	150	-185	-240	-232	-267	-231
900	150	-217	-331	-268	-303	-280
1000	150	-251	-511	-306	-344	-353
1100	150	-311	-543	-563	-388	-451
1200	150	-356	-558	-578	-426	-479
1200	150	-369	-551	-570	-435	-481
1300	150	-418	-560	-574	-474	-506
1300	150	-462	-564	-554	-489	-517
1400	150	-538	-498	-578	-541	-539
1500	150	-594	-527	-594	-594	-577
1600	150	-594	-568	-594	-594	-588
1700	150	-594	-594	-594	-594	-594
1800	150	-594	-594	-594	-594	-594
1900	150	-594	-594	-594	-594	-594
2000	150	-594	-594	-594	-594	-594
2100	150	-594	-594	-594	-594	-594
2200	150	-594	-594	-594	-594	-594
2300	150	-594	-594	-594	-594	-594
2400	150	-594	-594	-594	-594	-594
2500	150	-594	-594	-594	-594	-594
2509	150	-594	-594	-594	-594	-594
2520	150	-594	-594	-594	-594	-594
2529	150	-594	-594	-594	-594	-594
2538	150	-594	-594	-594	-594	-594
2550	150	-594	-594	-594	-594	-594
2559	150	-594	-594	-594	-594	-594
2570	150	-594	-594	-594	-594	-594
2572	150	-594	-594	-594	-594	-594
2553	150	-594	-594	-594	-594	-594

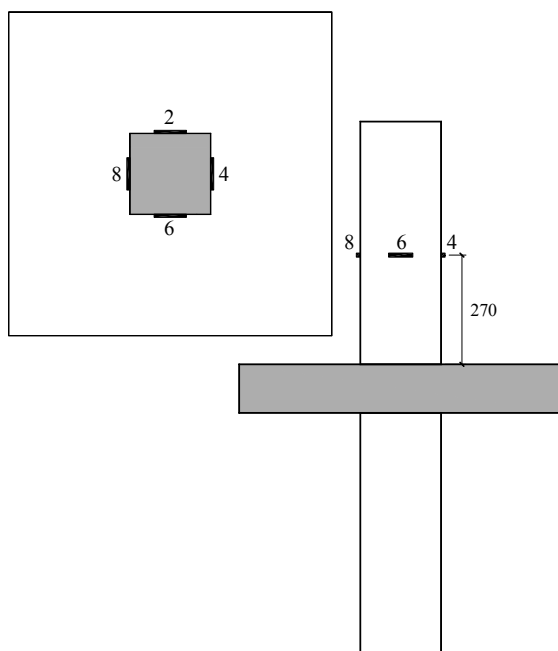
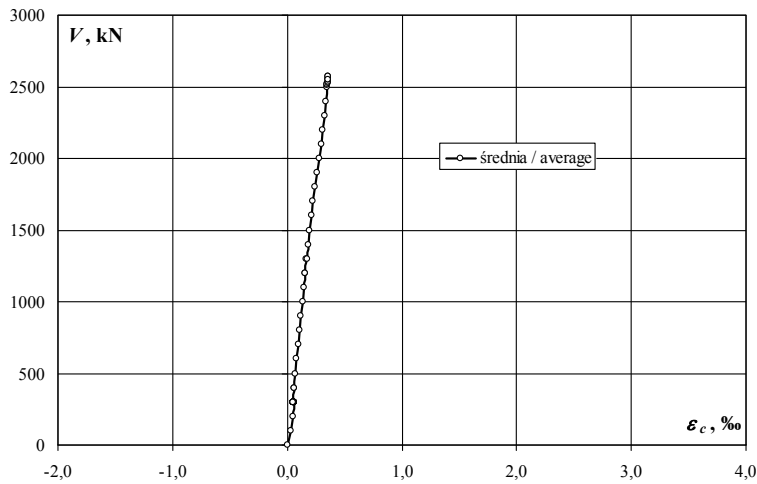
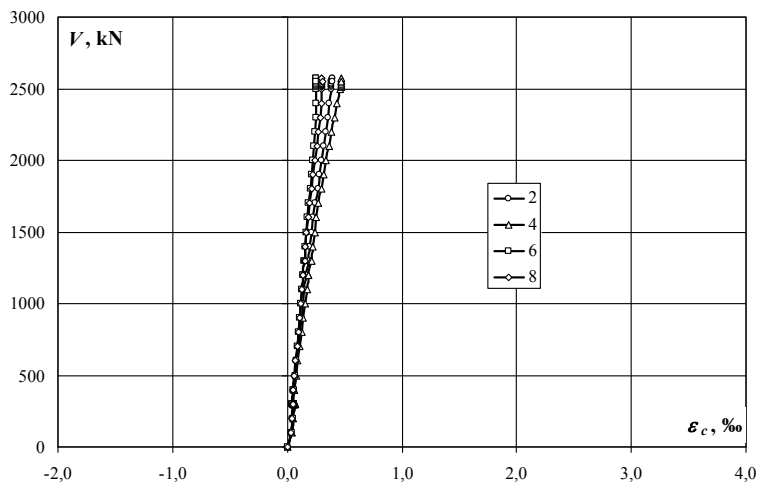
ML-1

Słup górny (tensometry pionowe) – odkształcenia (ε_c) / Upper column (vertical gauges) – strains (ε_c)

obciążenie słupa/ column load	obciążenie płyty/ slab load	odkształcenie/ strain					średnia/ average
		1	3	5	7		
kN	kN	‰	‰	‰	‰	‰	
100	0	-0,029	-0,059	-0,057	-0,066	-0,053	
200	0	-0,079	-0,128	-0,122	-0,119	-0,112	
300	0	-0,143	-0,202	-0,186	-0,181	-0,178	
300	25	-0,131	-0,183	-0,168	-0,168	-0,163	
300	50	-0,120	-0,166	-0,154	-0,159	-0,150	
300	25	-0,133	-0,186	-0,172	-0,166	-0,164	
300	50	-0,123	-0,171	-0,157	-0,156	-0,152	
300	50	-0,122	-0,170	-0,156	-0,154	-0,151	
300	75	-0,112	-0,153	-0,140	-0,144	-0,137	
300	75	-0,114	-0,155	-0,142	-0,145	-0,139	
300	100	-0,099	-0,133	-0,121	-0,130	-0,121	
300	100	-0,100	-0,132	-0,120	-0,128	-0,120	
300	125	-0,091	-0,114	-0,103	-0,12	-0,107	
300	125	-0,09	-0,113	-0,102	-0,12	-0,106	
300	150	-0,078	-0,09	-0,079	-0,107	-0,089	
300	150	-0,078	-0,089	-0,078	-0,106	-0,088	
400	150	-0,129	-0,161	-0,141	-0,154	-0,146	
400	150	-0,129	-0,161	-0,141	-0,155	-0,147	
500	150	-0,189	-0,232	-0,202	-0,211	-0,209	
600	150	-0,258	-0,303	-0,267	-0,279	-0,277	
700	150	-0,325	-0,377	-0,332	-0,345	-0,345	
800	150	-0,397	-0,454	-0,400	-0,414	-0,416	
900	150	-0,468	-0,529	-0,464	-0,481	-0,486	
1000	150	-0,543	-0,605	-0,529	-0,549	-0,557	
1100	150	-0,621	-0,683	-0,597	-0,619	-0,630	
1200	150	-0,691	-0,754	-0,657	-0,682	-0,696	
1200	150	-0,694	-0,758	-0,660	-0,685	-0,699	
1300	150	-0,764	-0,829	-0,720	-0,748	-0,765	
1300	150	-0,771	-0,836	-0,724	-0,754	-0,771	
1400	150	-0,844	-0,909	-0,789	-0,822	-0,841	
1500	150	-0,919	-0,984	-0,852	-0,889	-0,911	
1600	150	-0,988	-1,053	-0,908	-0,949	-0,975	
1700	150	-1,055	-1,120	-0,963	-1,009	-1,037	
1800	150	-1,152	-1,216	-1,041	-1,094	-1,126	
1900	150	-1,228	-1,290	-1,105	-1,163	-1,197	
2000	150	-1,314	-1,369	-1,172	-1,240	-1,274	
2100	150	-1,400	-1,451	-1,239	-1,318	-1,352	
2200	150	-1,484	-1,535	-1,302	-1,391	-1,428	
2300	150	-1,568	-1,620	-1,364	-1,463	-1,504	
2400	150	-1,650	-1,704	-1,423	-1,537	-1,579	
2500	150	-1,746	-1,807	-1,485	-1,609	-1,662	
2509	150	-1,771	-1,833	-1,495	-1,623	-1,681	
2520	150	-1,777	-1,839	-1,499	-1,629	-1,686	
2529	150	-1,783	-1,844	-1,503	-1,633	-1,691	
2538	150	-1,789	-1,849	-1,507	-1,638	-1,696	
2550	150	-1,799	-1,856	-1,510	-1,646	-1,703	
2559	150	-1,809	-1,860	-1,510	-1,654	-1,708	
2570	150	-1,819	-1,866	-1,514	-1,662	-1,715	
2572	150	-1,821	-1,868	-1,514	-1,664	-1,717	
2553	150	-1,833	-1,862	-1,501	-1,673	-1,717	



Słup górny (tensometry poziome) – odkształcenia (ϵ_c) / Upper column (horizontal gauges) – strains (ϵ_c)

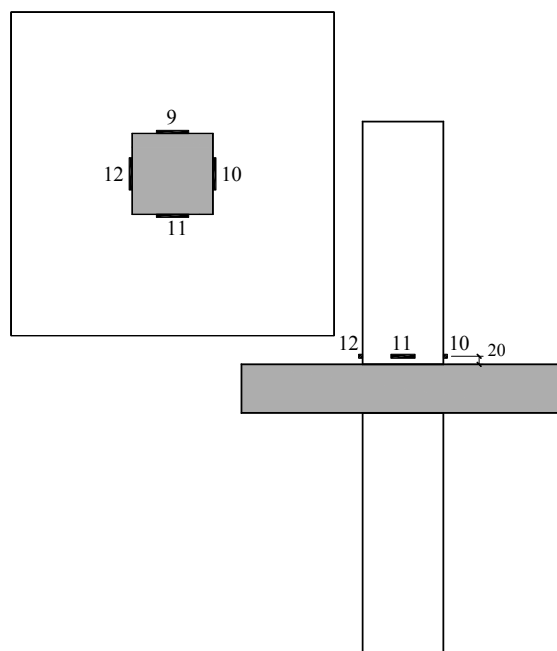
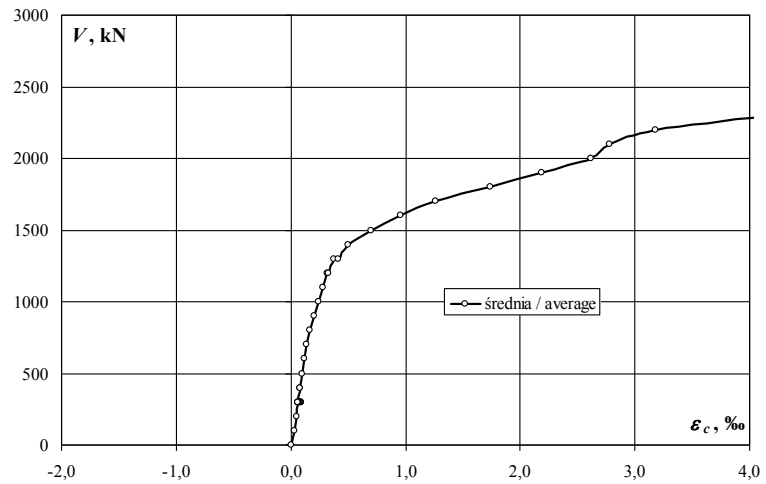
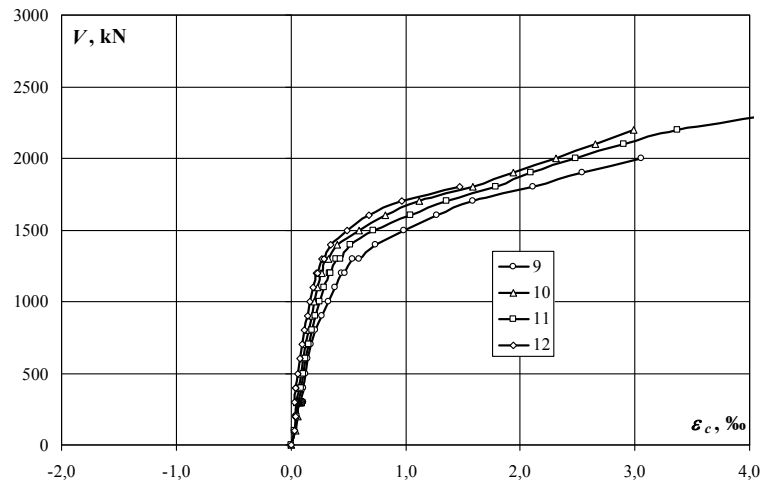


obciążenie słupa/ column load	obciążenie płyty/ slab load	odkształcenie/ strain				
		2	4	6	8	średnia/ average
kN	kN	‰	‰	‰	‰	‰
100	0	0,035	0,037	0,037	0,035	0,036
200	0	0,045	0,051	0,048	0,044	0,047
300	0	0,058	0,067	0,059	0,054	0,060
300	25	0,059	0,067	0,060	0,057	0,061
300	50	0,058	0,065	0,057	0,056	0,059
300	25	0,061	0,069	0,061	0,056	0,062
300	50	0,056	0,064	0,056	0,051	0,057
300	50	0,057	0,065	0,057	0,054	0,058
300	75	0,052	0,060	0,052	0,050	0,054
300	75	0,049	0,058	0,050	0,049	0,052
300	100	0,052	0,058	0,051	0,049	0,053
300	100	0,051	0,058	0,050	0,050	0,052
300	125	0,046	0,052	0,045	0,045	0,047
300	125	0,048	0,051	0,046	0,046	0,048
300	150	0,049	0,05	0,045	0,046	0,048
300	150	0,049	0,05	0,044	0,047	0,048
400	150	0,059	0,064	0,055	0,054	0,058
400	150	0,06	0,064	0,056	0,054	0,059
500	150	0,07	0,078	0,066	0,063	0,069
600	150	0,083	0,091	0,077	0,073	0,081
700	150	0,098	0,108	0,088	0,085	0,095
800	150	0,111	0,124	0,099	0,095	0,107
900	150	0,125	0,141	0,109	0,106	0,120
1000	150	0,141	0,156	0,120	0,119	0,134
1100	150	0,149	0,171	0,126	0,123	0,142
1200	150	0,166	0,186	0,138	0,136	0,157
1200	150	0,170	0,188	0,140	0,140	0,160
1300	150	0,181	0,202	0,148	0,148	0,170
1300	150	0,188	0,209	0,154	0,155	0,177
1400	150	0,194	0,218	0,155	0,156	0,181
1500	150	0,209	0,237	0,167	0,168	0,195
1600	150	0,226	0,252	0,176	0,182	0,209
1700	150	0,244	0,270	0,187	0,197	0,225
1800	150	0,267	0,296	0,201	0,216	0,245
1900	150	0,280	0,314	0,209	0,227	0,258
2000	150	0,300	0,337	0,221	0,244	0,276
2100	150	0,322	0,362	0,234	0,262	0,295
2200	150	0,338	0,385	0,241	0,273	0,309
2300	150	0,356	0,410	0,249	0,286	0,325
2400	150	0,368	0,432	0,252	0,295	0,337
2500	150	0,382	0,462	0,254	0,301	0,350
2509	150	0,383	0,468	0,249	0,297	0,349
2520	150	0,385	0,470	0,250	0,298	0,351
2529	150	0,386	0,471	0,251	0,299	0,352
2538	150	0,387	0,472	0,251	0,300	0,353
2550	150	0,388	0,473	0,252	0,301	0,354
2559	150	0,389	0,474	0,251	0,302	0,354
2570	150	0,391	0,475	0,251	0,303	0,355
2572	150	0,391	0,475	0,251	0,303	0,355
2553	150	0,393	0,474	0,248	0,304	0,355

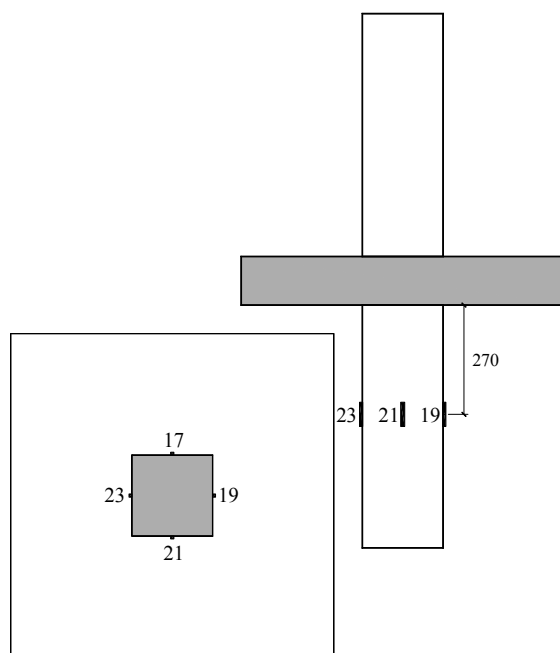
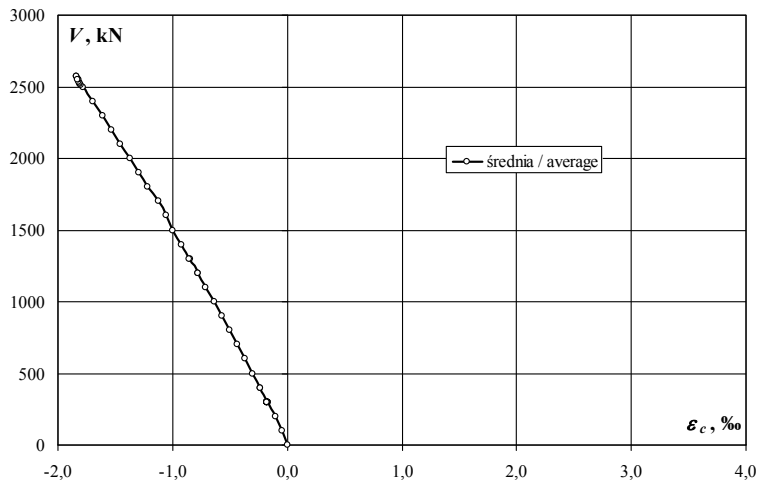
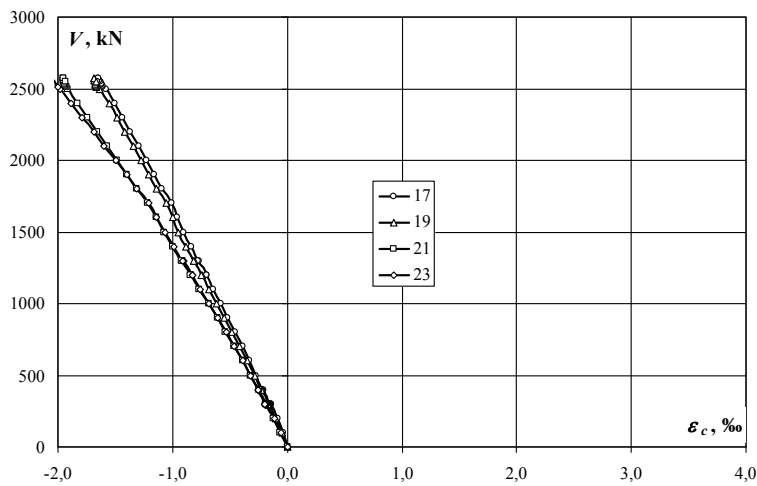
ML-1

Śłup górny (tensometry poziome) – odkształcenia (ε_c) / Upper column (horizontal gauges) – strains (ε_c)

obciążenie słupa/ column load	obciążenie płyty/ slab load	odkształcenie/ strain					średnia/ average
		9	10	11	12	średnia/ average	
kN	kN	‰	‰	‰	‰	‰	
100	0	0,033	0,041	0,036	0,030	0,035	
200	0	0,046	0,056	0,052	0,041	0,049	
300	0	0,064	0,072	0,069	0,055	0,065	
300	25	0,084	0,087	0,085	0,068	0,081	
300	50	0,099	0,087	0,090	0,065	0,085	
300	25	0,093	0,088	0,087	0,063	0,083	
300	50	0,100	0,088	0,089	0,064	0,085	
300	50	0,103	0,090	0,091	0,064	0,087	
300	75	0,107	0,084	0,090	0,059	0,085	
300	75	0,105	0,082	0,089	0,058	0,084	
300	100	0,106	0,081	0,092	0,054	0,083	
300	100	0,105	0,080	0,091	0,053	0,082	
300	125	0,097	0,066	0,085	0,045	0,073	
300	125	0,097	0,065	0,084	0,045	0,073	
300	150	0,091	0,054	0,073	0,037	0,064	
300	150	0,089	0,052	0,068	0,036	0,061	
400	150	0,104	0,067	0,085	0,046	0,076	
400	150	0,104	0,067	0,085	0,046	0,076	
500	150	0,124	0,086	0,105	0,062	0,094	
600	150	0,148	0,107	0,128	0,080	0,116	
700	150	0,177	0,131	0,155	0,101	0,141	
800	150	0,213	0,154	0,182	0,121	0,168	
900	150	0,269	0,180	0,215	0,143	0,202	
1000	150	0,325	0,208	0,252	0,170	0,239	
1100	150	0,386	0,232	0,293	0,194	0,276	
1200	150	0,446	0,262	0,333	0,222	0,316	
1200	150	0,472	0,270	0,348	0,231	0,330	
1300	150	0,538	0,300	0,394	0,267	0,375	
1300	150	0,598	0,329	0,431	0,291	0,412	
1400	150	0,740	0,400	0,523	0,351	0,504	
1500	150	0,987	0,592	0,721	0,487	0,697	
1600	150	1,274	0,825	1,044	0,677	0,955	
1700	150	1,587	1,123	1,360	0,967	1,259	
1800	150	2,110	1,586	1,791	1,474	1,740	
1900	150	2,539	1,936	2,091		2,189	
2000	150	3,051	2,310	2,485		2,615	
2100	150		2,655	2,905		2,780	
2200	150		2,985	3,373		3,179	
2300	150			4,142		4,142	
2400	150						
2500	150						
2509	150						
2520	150						
2529	150						
2538	150						
2550	150						
2559	150						
2570	150						
2572	150						
2553	150						



Słup dolny (tensometry pionowe) – odkształcenia (ϵ_c) / Bottom column (vertical gauges) – strains (ϵ_c)



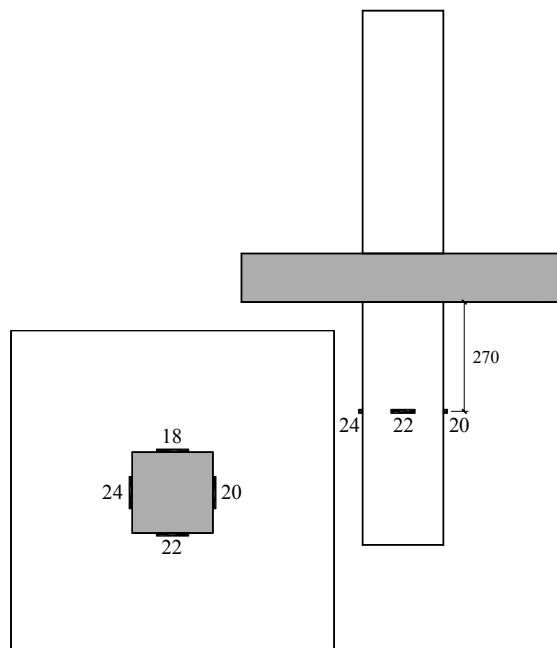
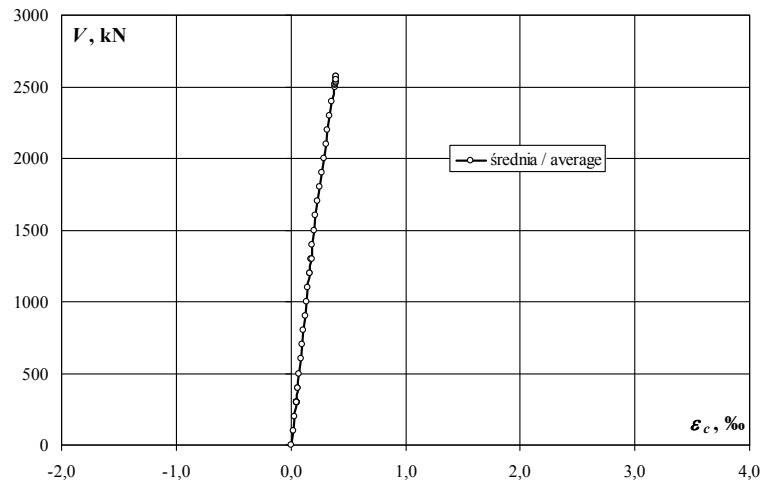
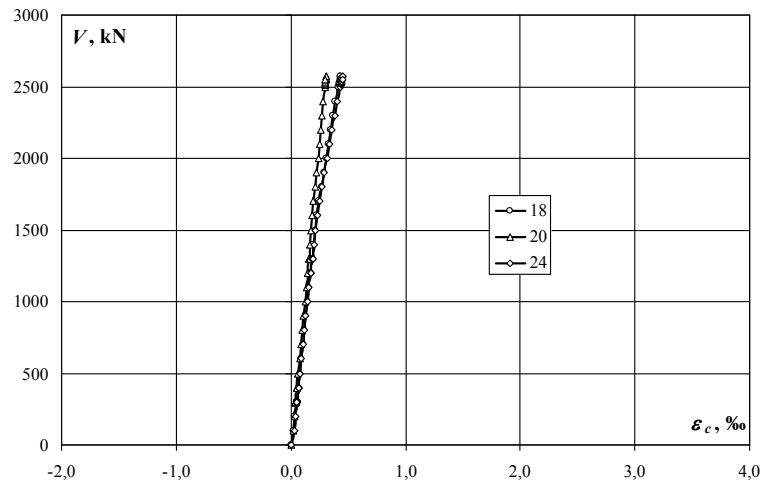
obciążenie słupa/ column load	obciążenie płyty/ slab load	odkształcenie/ strain				
		17	19	21	23	średnia/ average
kN	kN	‰	‰	‰	‰	‰
100	0	-0,032	-0,049	-0,060	-0,053	-0,049
200	0	-0,083	-0,103	-0,122	-0,114	-0,106
300	0	-0,142	-0,162	-0,188	-0,182	-0,169
300	25	-0,144	-0,163	-0,188	-0,182	-0,169
300	50	-0,147	-0,165	-0,189	-0,184	-0,171
300	25	-0,149	-0,167	-0,192	-0,187	-0,174
300	50	-0,152	-0,169	-0,191	-0,189	-0,175
300	50	-0,151	-0,169	-0,190	-0,189	-0,175
300	75	-0,153	-0,170	-0,190	-0,191	-0,176
300	75	-0,154	-0,172	-0,191	-0,193	-0,178
300	100	-0,154	-0,167	-0,187	-0,190	-0,175
300	100	-0,155	-0,167	-0,187	-0,191	-0,175
300	125	-0,158	-0,169	-0,187	-0,194	-0,177
300	125	-0,157	-0,168	-0,186	-0,192	-0,176
300	150	-0,156	-0,165	-0,185	-0,192	-0,175
300	150	-0,157	-0,164	-0,184	-0,193	-0,175
400	150	-0,211	-0,219	-0,247	-0,255	-0,233
400	150	-0,213	-0,222	-0,249	-0,257	-0,235
500	150	-0,272	-0,285	-0,320	-0,325	-0,301
600	150	-0,331	-0,351	-0,390	-0,391	-0,366
700	150	-0,391	-0,416	-0,462	-0,460	-0,432
800	150	-0,456	-0,485	-0,538	-0,533	-0,503
900	150	-0,517	-0,548	-0,611	-0,605	-0,570
1000	150	-0,580	-0,615	-0,687	-0,679	-0,640
1100	150	-0,649	-0,685	-0,766	-0,756	-0,714
1200	150	-0,703	-0,744	-0,837	-0,826	-0,778
1200	150	-0,706	-0,748	-0,842	-0,831	-0,782
1300	150	-0,768	-0,808	-0,913	-0,901	-0,848
1300	150	-0,775	-0,814	-0,924	-0,910	-0,856
1400	150	-0,839	-0,880	-0,996	-0,987	-0,926
1500	150	-0,903	-0,946	-1,074	-1,067	-0,998
1600	150	-0,956	-1,002	-1,144	-1,137	-1,060
1700	150	-1,011	-1,059	-1,215	-1,209	-1,124
1800	150	-1,092	-1,144	-1,314	-1,315	-1,216
1900	150	-1,156	-1,208	-1,396	-1,399	-1,290
2000	150	-1,227	-1,275	-1,483	-1,497	-1,371
2100	150	-1,298	-1,345	-1,573	-1,597	-1,453
2200	150	-1,367	-1,415	-1,656	-1,689	-1,532
2300	150	-1,438	-1,488	-1,741	-1,786	-1,613
2400	150	-1,506	-1,556	-1,824	-1,882	-1,692
2500	150	-1,585	-1,642	-1,911	-1,982	-1,780
2509	150	-1,605	-1,663	-1,928	-2,003	-1,800
2520	150	-1,610	-1,668	-1,934	-2,010	-1,806
2529	150	-1,615	-1,672	-1,939	-2,015	-1,810
2538	150	-1,620	-1,676	-1,943	-2,021	-1,815
2550	150	-1,629	-1,680	-1,948	-2,031	-1,822
2559	150	-1,638	-1,682	-1,950	-2,040	-1,828
2570	150	-1,646	-1,686	-1,954	-2,049	-1,834
2572	150	-1,649	-1,686	-1,954	-2,052	-1,835
2553	150	-1,653	-1,666	-1,930	-2,052	-1,825

ML-1

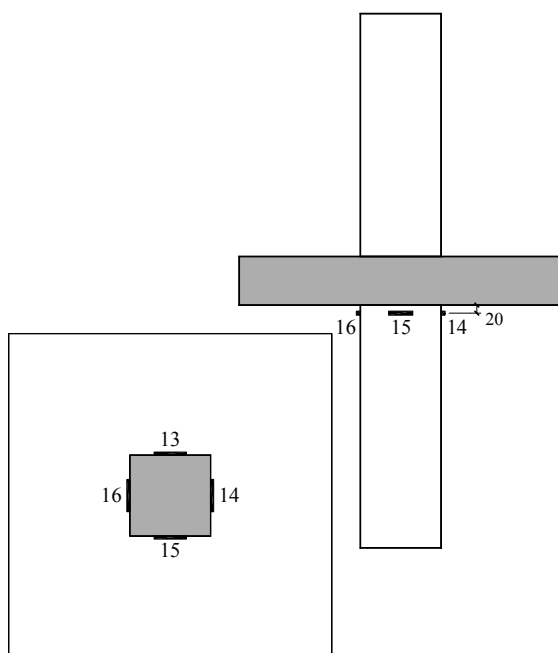
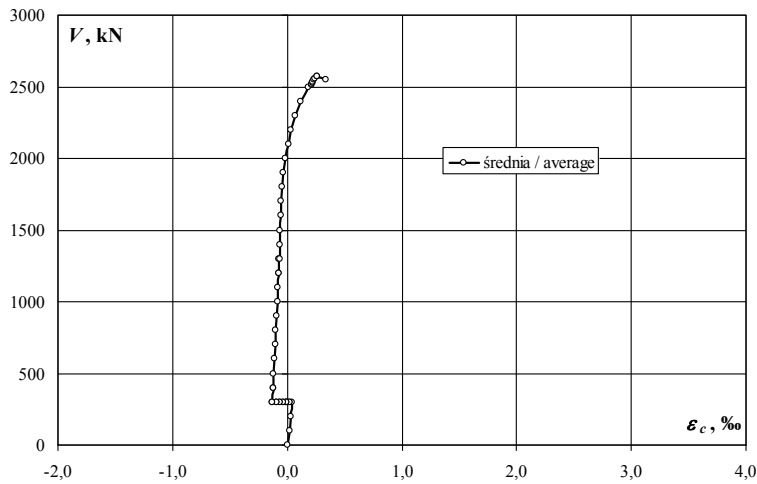
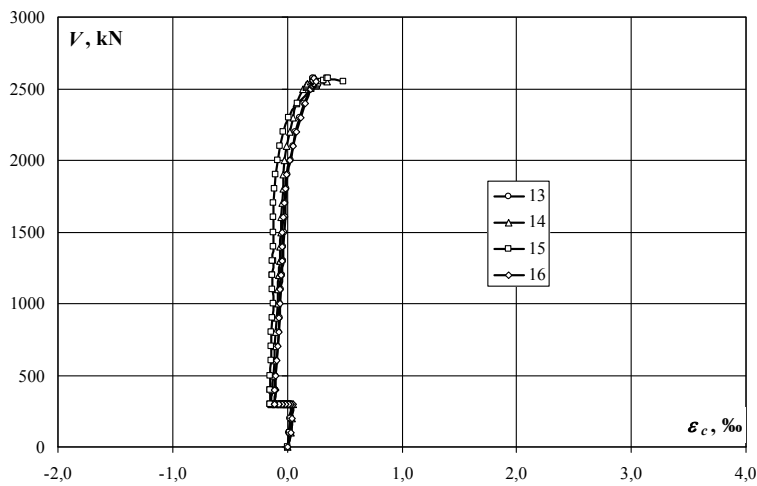
Słup dolny (tensometry poziome) – odkształcenia (ϵ_c) / Bottom column (horizontal gauges) – strains (ϵ_c)

obciążenie słupa/ column load	obciążenie płyty/ slab load	odkształcenie/ strain				
		18	20	22	24	średnia/ average
kN	kN	‰	‰	‰	‰	‰
100	0	0,025	0,018		0,028	0,024
200	0	0,035	0,028		0,039	0,034
300	0	0,048	0,040		0,052	0,047
300	25	0,052	0,043		0,054	0,050
300	50	0,053	0,043		0,055	0,050
300	25	0,056	0,043		0,054	0,051
300	50	0,054	0,041		0,052	0,049
300	50	0,054	0,042		0,054	0,050
300	75	0,054	0,041		0,053	0,049
300	75	0,052	0,040		0,052	0,048
300	100	0,056	0,044		0,055	0,052
300	100	0,056	0,045		0,055	0,052
300	125	0,055	0,042		0,053	0,050
300	125	0,056	0,042		0,054	0,051
300	150	0,057	0,043		0,055	0,052
300	150	0,057	0,043		0,055	0,052
400	150	0,068	0,053		0,066	0,062
400	150	0,069	0,053		0,067	0,063
500	150	0,080	0,064		0,079	0,074
600	150	0,092	0,075		0,091	0,086
700	150	0,105	0,088		0,105	0,099
800	150	0,117	0,099		0,117	0,111
900	150	0,130	0,112		0,131	0,124
1000	150	0,145	0,124		0,146	0,138
1100	150	0,155	0,132		0,156	0,148
1200	150	0,169	0,143		0,171	0,161
1200	150	0,172	0,146		0,174	0,164
1300	150	0,183	0,155		0,186	0,175
1300	150	0,190	0,162		0,196	0,183
1400	150	0,197	0,165		0,200	0,187
1500	150	0,210	0,175		0,215	0,200
1600	150	0,226	0,186		0,232	0,215
1700	150	0,244	0,198		0,250	0,231
1800	150	0,269	0,214		0,274	0,252
1900	150	0,285	0,225		0,291	0,267
2000	150	0,306	0,237		0,314	0,286
2100	150	0,328	0,250		0,339	0,306
2200	150	0,347	0,261		0,360	0,323
2300	150	0,367	0,273		0,384	0,341
2400	150	0,388	0,284		0,408	0,360
2500	150	0,416	0,298		0,432	0,382
2509	150	0,425	0,301		0,438	0,388
2520	150	0,426	0,302		0,440	0,389
2529	150	0,427	0,303		0,441	0,390
2538	150	0,429	0,303		0,442	0,391
2550	150	0,431	0,304		0,444	0,393
2559	150	0,433	0,304		0,446	0,394
2570	150	0,436	0,305		0,448	0,396
2572	150	0,436	0,304		0,449	0,396
2553	150	0,437	0,301		0,449	0,396

tensometr uszkodzony / failure of gauge



Słup dolny (tensometry poziome) – odkształcenia (ϵ_c) / Bottom column (horizontal gauges) – strains (ϵ_c)

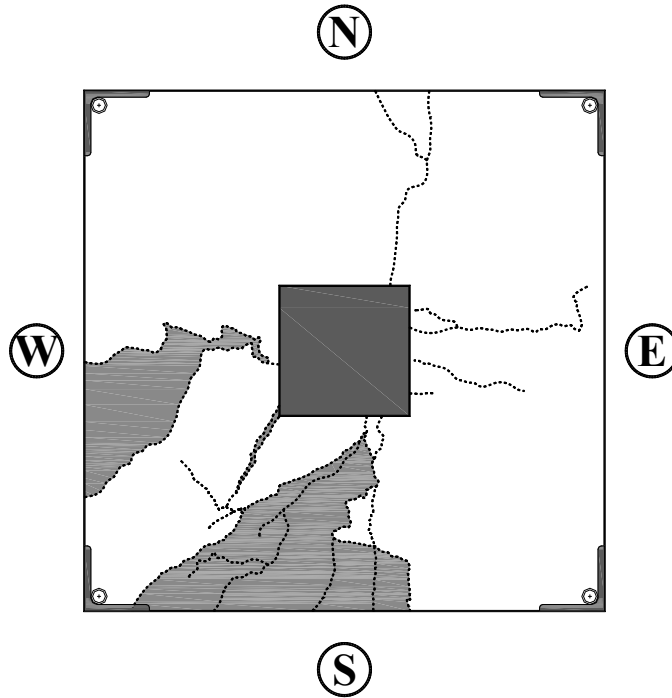


obciążenie słupa/ column load	obciążenie płyty/ slab load	odkształcenie/ strain					średnia/ average
		13	14	15	16	średnia/ average	
kN	kN	‰	‰	‰	‰	‰	
100	0	0,017	0,028	0,024	0,030	0,025	
200	0	0,025	0,038	0,031	0,042	0,034	
300	0	0,034	0,047	0,036	0,053	0,043	
300	25	0,017	0,027	0,016	0,036	0,024	
300	50	-0,009	-0,003	-0,014	0,014	-0,003	
300	25	0,013	0,020	0,013	0,033	0,020	
300	50	-0,009	-0,007	-0,014	0,010	-0,005	
300	50	-0,010	-0,006	-0,014	0,011	-0,005	
300	75	-0,038	-0,038	-0,045	-0,014	-0,034	
300	75	-0,039	-0,040	-0,047	-0,015	-0,035	
300	100	-0,061	-0,068	-0,077	-0,042	-0,062	
300	100	-0,061	-0,068	-0,079	-0,042	-0,063	
300	125	-0,089	-0,102	-0,114	-0,075	-0,095	
300	125	-0,088	-0,104	-0,115	-0,077	-0,096	
300	150	-0,113	-0,136	-0,150	-0,111	-0,128	
300	150	-0,113	-0,137	-0,152	-0,112	-0,129	
400	150	-0,105	-0,130	-0,149	-0,106	-0,123	
400	150	-0,106	-0,131	-0,150	-0,107	-0,124	
500	150	-0,098	-0,123	-0,148	-0,100	-0,117	
600	150	-0,090	-0,115	-0,137	-0,091	-0,108	
700	150	-0,082	-0,108	-0,140	-0,083	-0,103	
800	150	-0,075	-0,101	-0,139	-0,077	-0,098	
900	150	-0,068	-0,094	-0,133	-0,071	-0,092	
1000	150	-0,060	-0,087	-0,125	-0,063	-0,084	
1100	150	-0,054	-0,083	-0,129	-0,061	-0,082	
1200	150	-0,045	-0,074	-0,129	-0,053	-0,075	
1200	150	-0,046	-0,074	-0,132	-0,053	-0,076	
1300	150	-0,038	-0,067	-0,125	-0,046	-0,069	
1300	150	-0,034	-0,063	-0,126	-0,041	-0,066	
1400	150	-0,031	-0,062	-0,125	-0,043	-0,065	
1500	150	-0,024	-0,057	-0,120	-0,040	-0,060	
1600	150	-0,018	-0,051	-0,118	-0,033	-0,055	
1700	150	-0,013	-0,045	-0,117	-0,024	-0,050	
1800	150	-0,005	-0,039	-0,110	-0,013	-0,042	
1900	150	0,005	-0,033	-0,099	-0,002	-0,032	
2000	150	0,029	-0,022	-0,082	0,018	-0,014	
2100	150	0,048	-0,004	-0,059	0,048	0,008	
2200	150	0,073	0,018	-0,032	0,082	0,035	
2300	150	0,107	0,047	0,014	0,118	0,072	
2400	150	0,151	0,078	0,091	0,154	0,119	
2500	150	0,200	0,134	0,212	0,208	0,189	
2509	150	0,217	0,161	0,258	0,225	0,215	
2520	150	0,218	0,163	0,261	0,227	0,217	
2529	150	0,220	0,165	0,263	0,228	0,219	
2538	150	0,221	0,172	0,270	0,229	0,223	
2550	150	0,218	0,200	0,297	0,226	0,235	
2559	150	0,219	0,218	0,320	0,227	0,246	
2570	150	0,220	0,237	0,342	0,228	0,257	
2572	150	0,220	0,246	0,353	0,228	0,262	
2553	150	0,251	0,344	0,489	0,247	0,333	

ML-1

Zarysowanie modelu / Crack pattern

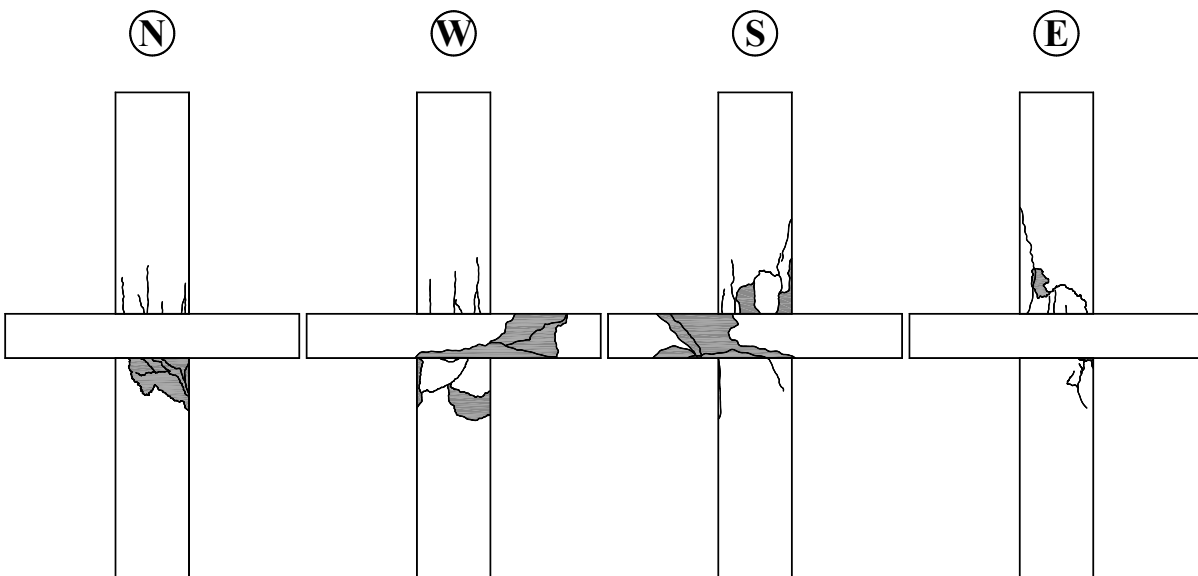
Zarysowanie płyty modelu / Crack pattern of slab



— - rysy na powierzchni górnej / cracks on the top slab surface
..... - rysy na powierzchni dolnej / cracks on the bottom slab surface

nie prowadzono inwentaryzacji rys na powierzchni górnej/
cracks on the top slab surface weren't be recorded

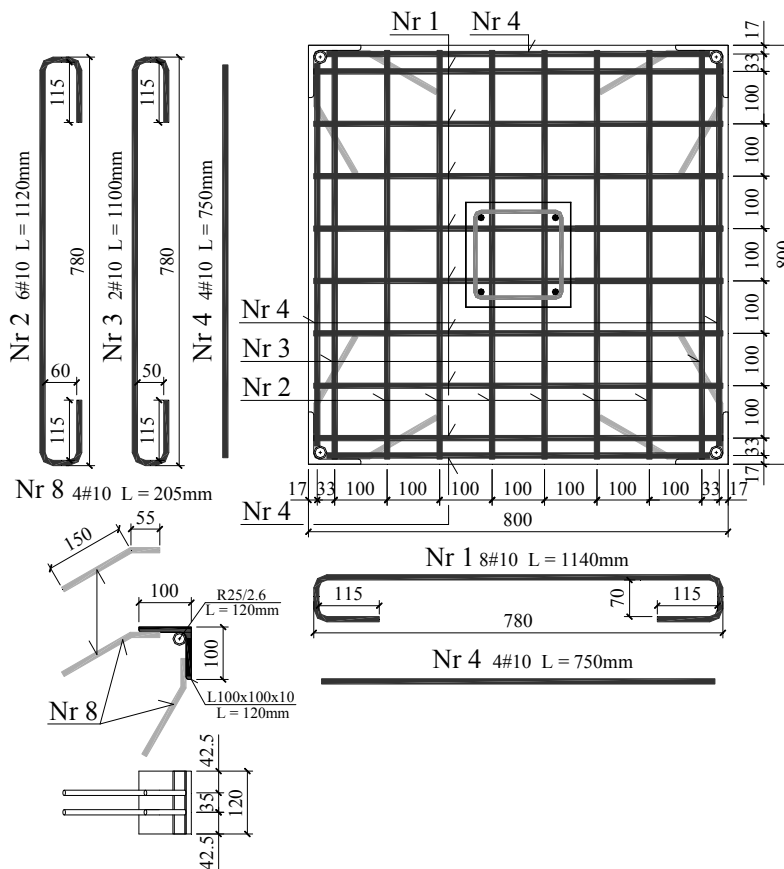
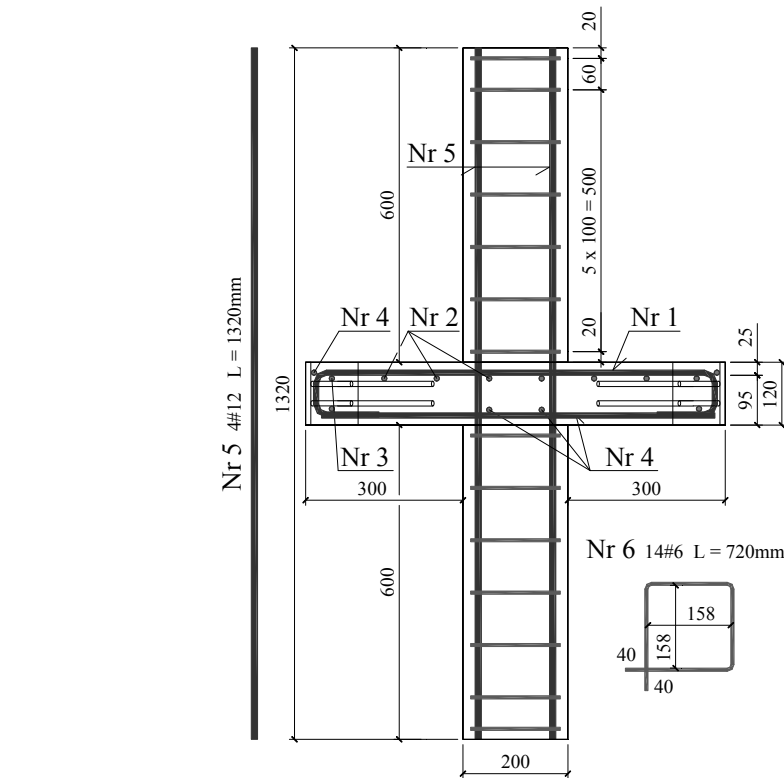
Rysy na powierzchniach bocznych / Cracks on the surfaces of the specimen



■ - odspojenie otuliny / spalling of concrete cover

Fotografie modelu / Photos of test specimen





Wytrzymałość betonu / Strength of concrete
 słup dolny / bottom column
 $f_{cm} = 90,1\text{MPa}$, $E_{cm} = 32,2\text{GPa}$
 słup górny / upper column
 $f_{cm} = 88,3\text{MPa}$, $E_{cm} = 33,3\text{GPa}$
 płyta / slab
 $f_{cm} = 29,8\text{MPa}$, $E_{cm} = 13,0\text{GPa}$
 gęstość betonu płyty / density of slab concrete
 $\rho = 1708\text{kg/m}^3$

Charakterystyka zbrojenia/
 Characteristics of the reinforcement

Ø6
 $A_s = 28,30\text{mm}^2$
 $f_{ym} = 586,4\text{MPa}$
 $E_s = 215,7\text{GPa}$

Ø10
 $A_s = 77,71\text{mm}^2$
 $f_{ym} = 539,8\text{MPa}$
 $E_s = 211,5\text{GPa}$

Ø12
 $A_s = 112,76\text{mm}^2$
 $f_{ym} = 580,2\text{MPa}$
 $E_s = 204,3\text{GPa}$

Siła niszcząca / Destructive force

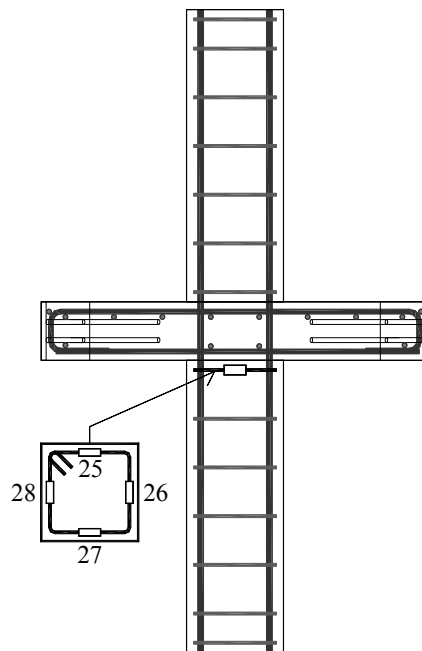
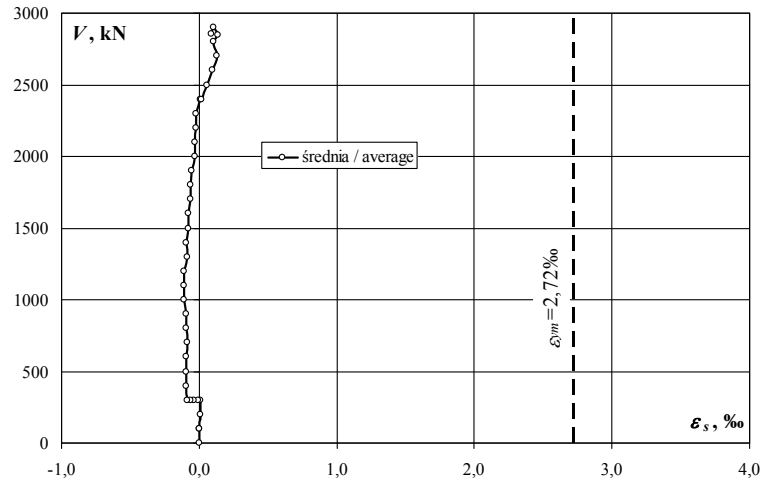
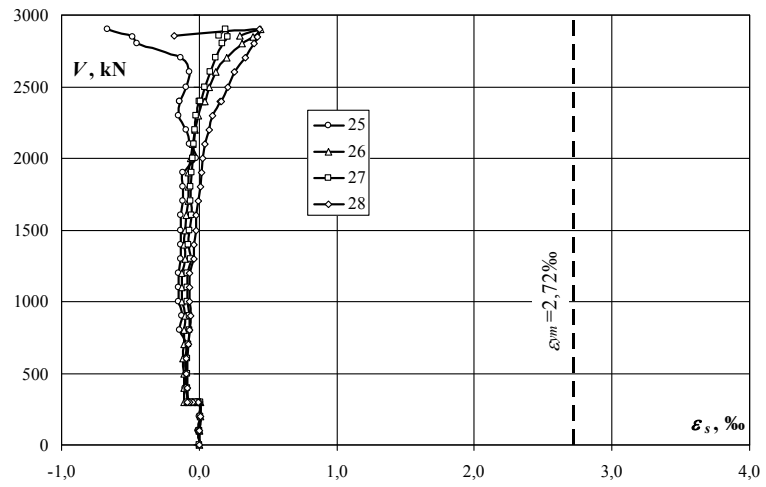
$F_{b,exp} = 3000\text{kN}$ (słup dolny / bottom column)
 $F_{u,exp} = 2900\text{kN}$ (słup górny / upper column)

Zbrojenie modelu / Specimen's reinforcement

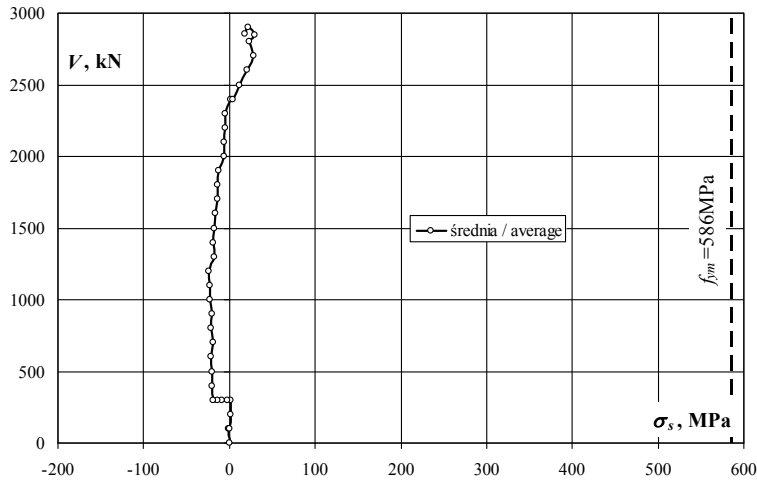
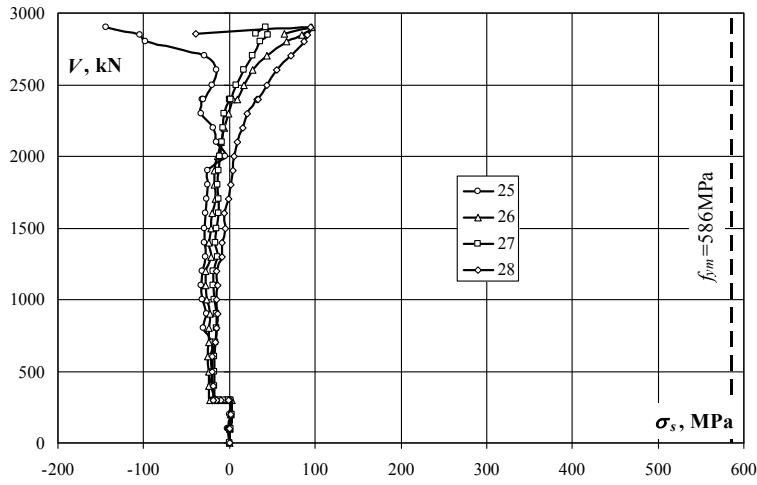
ML-2

Strzemień dolne – odkształcenia (ε_s) / Bottom stirrup – strains (ε_s)

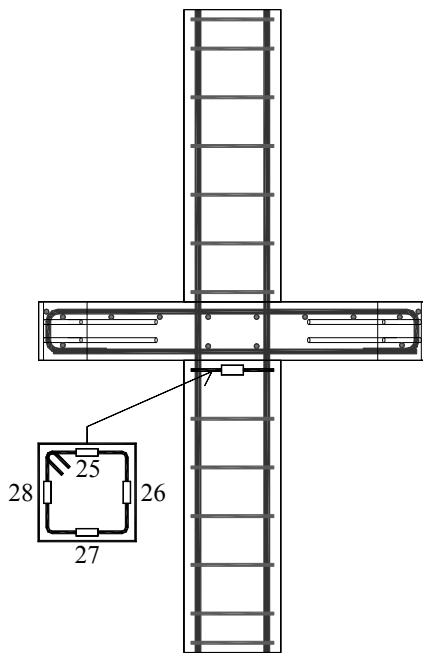
obciążenie stupa/ column load	obciążenie plyty/ slab load	odkształcenie/ strain				
		25	26	27	28	średnia/ average
kN	kN	‰	‰	‰	‰	‰
0	0	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
100	0	-0,008	0,001	0,003	-0,003	-0,002
100	0	-0,004	0,003	0,005	0,001	0,001
200	0	0,002	0,009	0,011	0,007	0,007
300	0	0,008	0,011	0,010	0,003	0,008
300	25	-0,011	-0,012	-0,003	-0,007	-0,008
300	50	-0,024	-0,045	-0,032	-0,047	-0,037
300	75	-0,057	-0,075	-0,055	-0,068	-0,064
300	100	-0,072	-0,106	-0,082	-0,086	-0,087
400	100	-0,098	-0,109	-0,083	-0,089	-0,095
500	100	-0,091	-0,108	-0,082	-0,092	-0,093
600	100	-0,098	-0,114	-0,084	-0,091	-0,097
700	100	-0,091	-0,109	-0,078	-0,076	-0,089
800	100	-0,138	-0,109	-0,071	-0,072	-0,098
900	100	-0,124	-0,105	-0,068	-0,065	-0,091
1000	100	-0,148	-0,124	-0,083	-0,071	-0,107
1100	100	-0,150	-0,127	-0,086	-0,066	-0,107
1200	100	-0,149	-0,126	-0,088	-0,069	-0,108
1300	100	-0,131	-0,099	-0,062	-0,038	-0,083
1400	100	-0,135	-0,108	-0,075	-0,042	-0,090
1500	100	-0,132	-0,100	-0,067	-0,024	-0,081
1600	100	-0,130	-0,093	-0,058	-0,026	-0,077
1700	100	-0,121	-0,075	-0,060	-0,007	-0,066
1800	100	-0,119	-0,080	-0,063	0,007	-0,064
1900	100	-0,116	-0,080	-0,055	0,019	-0,058
2000	100	-0,024	-0,061	-0,049	0,027	-0,027
2100	100	-0,068	-0,043	-0,041	0,041	-0,028
2200	100	-0,090	-0,029	-0,034	0,072	-0,020
2300	100	-0,151	-0,007	-0,026	0,097	-0,022
2400	100	-0,145	0,022	0,000	0,150	0,007
2400	100	-0,141	0,040	0,009	0,158	0,017
2500	100	-0,093	0,077	0,038	0,205	0,057
2600	100	-0,071	0,124	0,080	0,254	0,097
2700	100	-0,136	0,202	0,124	0,334	0,131
2800	100	-0,454	0,310	0,166	0,402	0,106
2851	100	-0,483	0,391	0,210	0,423	0,135
2899	100	-0,665	0,447	0,196	0,439	0,104
2854	100		0,298	0,143	-0,183	0,086



Strzemię dolne – naprężenia (σ_s) / Bottom stirrup – stresses (σ_s)



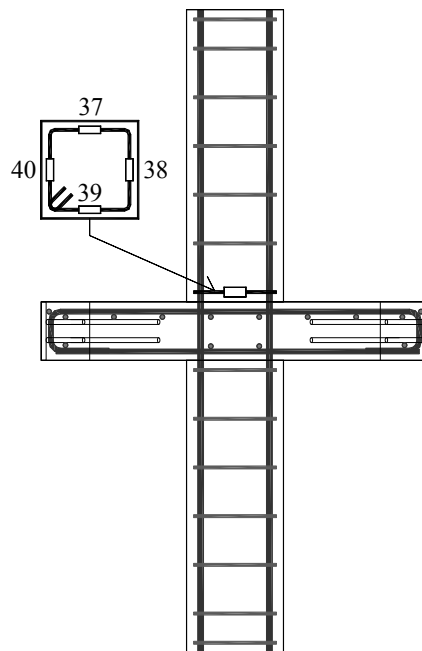
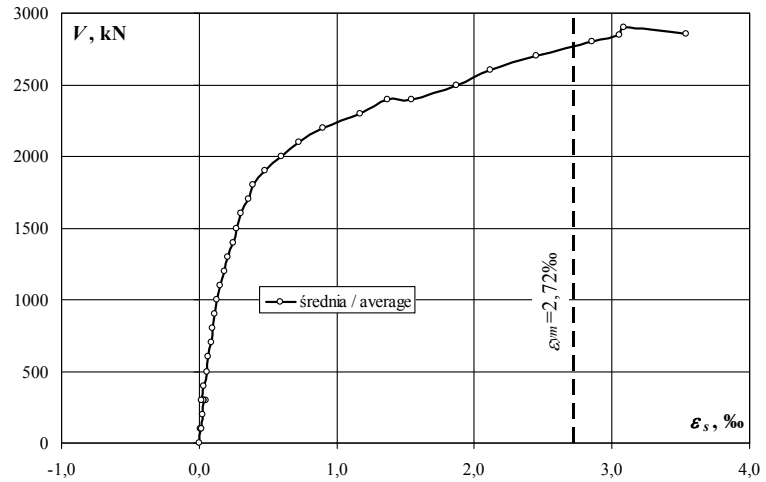
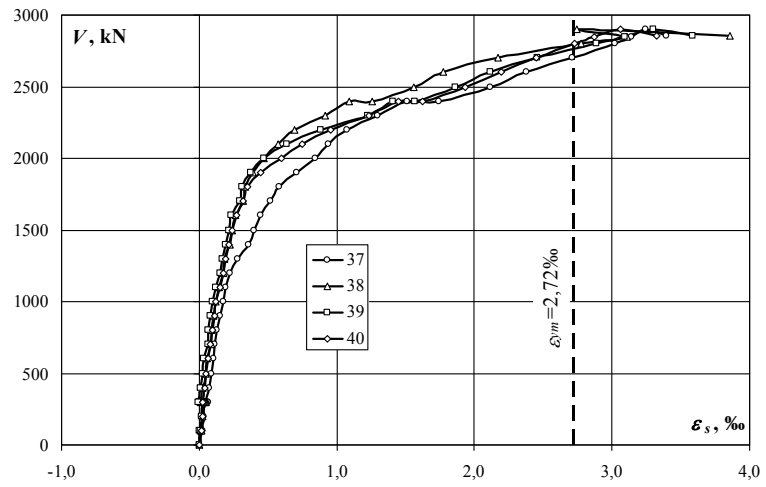
obciążenie słupa/ column load	obciążenie plyty/ slab load	naprężenie/ stress					średnia/ average
		25	26	27	28	MPa	
kN	kN	MPa	MPa	MPa	MPa	MPa	
0	0	0	0	0	0	0	
100	0	-2	0	1	-1	0	
100	0	-1	1	1	0	0	
200	0	0	2	2	2	2	
300	0	2	2	2	1	2	
300	25	-2	-3	-1	-2	-2	
300	50	-5	-10	-7	-10	-8	
300	75	-12	-16	-12	-15	-14	
300	100	-16	-23	-18	-19	-19	
400	100	-21	-24	-18	-19	-20	
500	100	-20	-23	-18	-20	-20	
600	100	-21	-25	-18	-20	-21	
700	100	-20	-24	-17	-16	-19	
800	100	-30	-24	-15	-16	-21	
900	100	-27	-23	-15	-14	-20	
1000	100	-32	-27	-18	-15	-23	
1100	100	-32	-27	-19	-14	-23	
1200	100	-32	-27	-19	-15	-23	
1300	100	-28	-21	-13	-8	-18	
1400	100	-29	-23	-16	-9	-19	
1500	100	-28	-22	-14	-5	-17	
1600	100	-28	-20	-13	-6	-17	
1700	100	-26	-16	-13	-2	-14	
1800	100	-26	-17	-14	2	-14	
1900	100	-25	-17	-12	4	-13	
2000	100	-5	-13	-11	6	-6	
2100	100	-15	-9	-9	9	-6	
2200	100	-19	-6	-7	16	-4	
2300	100	-33	-2	-6	21	-5	
2400	100	-31	5	0	32	1	
2400	100	-30	9	2	34	4	
2500	100	-20	17	8	44	12	
2600	100	-15	27	17	55	21	
2700	100	-29	44	27	72	28	
2800	100	-98	67	36	87	23	
2851	100	-104	84	45	91	29	
2899	100	-143	96	42	95	22	
2854	100		64	31	-39	19	



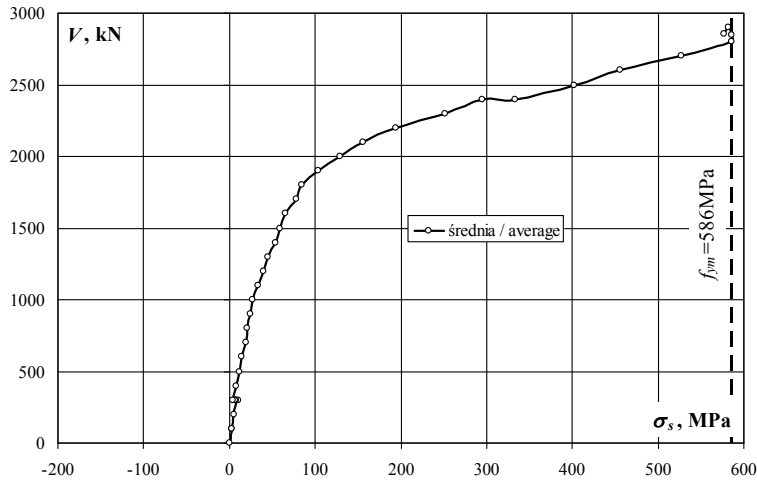
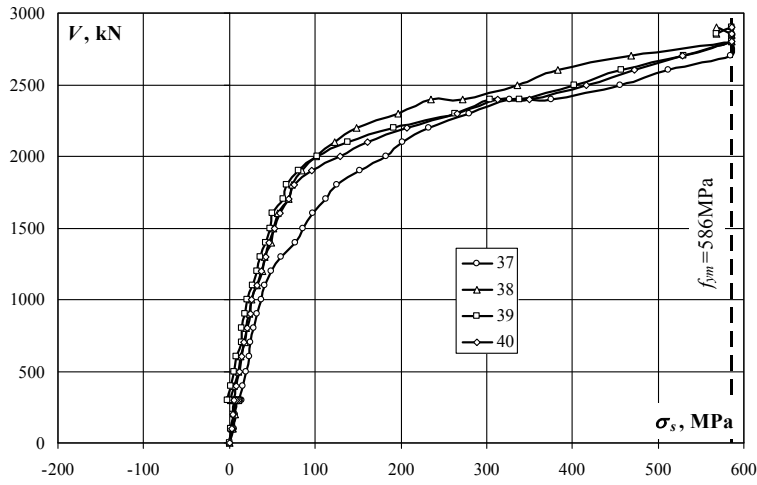
ML-2

Strzeżnię górne – odkształcenia (ε_s) / Upper stirrup – strains (ε_s)

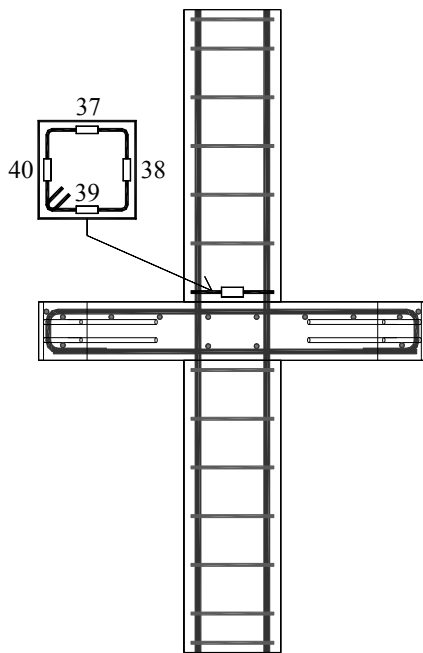
obciążenie stupa/ column load	obciążenie plyty/ slab load	odkształcenie/ strain					średnia/ average
		37	38	39	40		
kN	kN	‰	‰	‰	‰	‰	
0	0	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	
100	0	0,016	0,012	0,005	0,017	0,013	
100	0	0,025	0,018	0,008	0,014	0,016	
200	0	0,033	0,029	0,017	0,022	0,025	
300	0	0,042	0,039	0,025	0,036	0,036	
300	25	0,055	0,046	0,035	0,049	0,046	
300	50	0,067	0,031	0,003	0,039	0,035	
300	75	0,063	0,018	0,004	0,035	0,030	
300	100	0,052	0,006	-0,008	0,024	0,019	
400	100	0,070	0,028	0,010	0,038	0,037	
500	100	0,090	0,048	0,025	0,053	0,054	
600	100	0,105	0,058	0,037	0,067	0,067	
700	100	0,116	0,086	0,069	0,078	0,087	
800	100	0,132	0,089	0,067	0,094	0,096	
900	100	0,151	0,106	0,085	0,115	0,114	
1000	100	0,173	0,122	0,094	0,122	0,128	
1100	100	0,193	0,147	0,124	0,152	0,154	
1200	100	0,224	0,178	0,152	0,175	0,182	
1300	100	0,280	0,188	0,166	0,194	0,207	
1400	100	0,357	0,225	0,196	0,215	0,248	
1500	100	0,396	0,240	0,218	0,242	0,274	
1600	100	0,449	0,260	0,234	0,275	0,305	
1700	100	0,520	0,320	0,293	0,318	0,363	
1800	100	0,579	0,338	0,310	0,352	0,395	
1900	100	0,708	0,391	0,373	0,447	0,480	
2000	100	0,846	0,470	0,474	0,596	0,597	
2100	100	0,939	0,570	0,639	0,748	0,724	
2200	100	1,078	0,690	0,886	0,957	0,903	
2300	100	1,297	0,915	1,222	1,232	1,167	
2400	100	1,513	1,087	1,409	1,451	1,365	
2400	100	1,741	1,260	1,567	1,622	1,548	
2500	100	2,113	1,559	1,862	1,930	1,866	
2600	100	2,375	1,778	2,119	2,192	2,116	
2700	100	2,710	2,170	2,454	2,450	2,446	
2800	100	3,020	2,772	2,889	2,729	2,853	
2851	100	3,139	3,109	3,091	2,870	3,052	
2899	100	3,244	2,743	3,297	3,063	3,087	
2854	100	3,394	3,857	3,589	3,327	3,542	



Strzeżnię górne – naprężenia (σ_s) / Upper stirrup – stresses (σ_s)



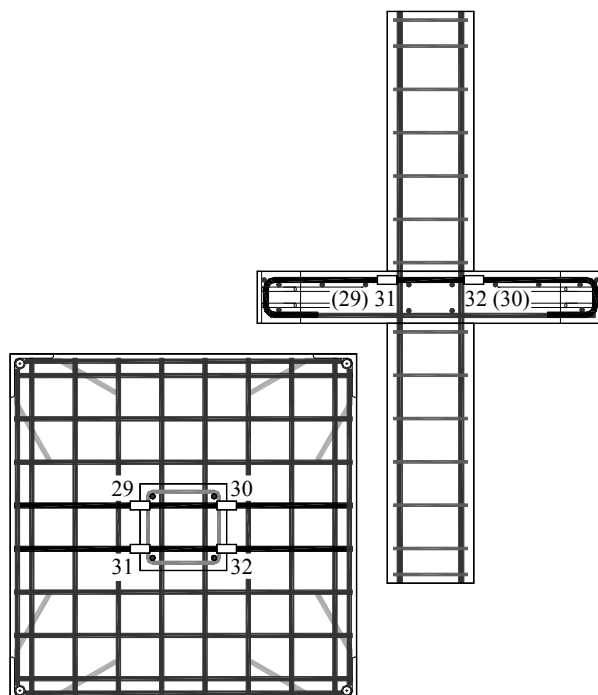
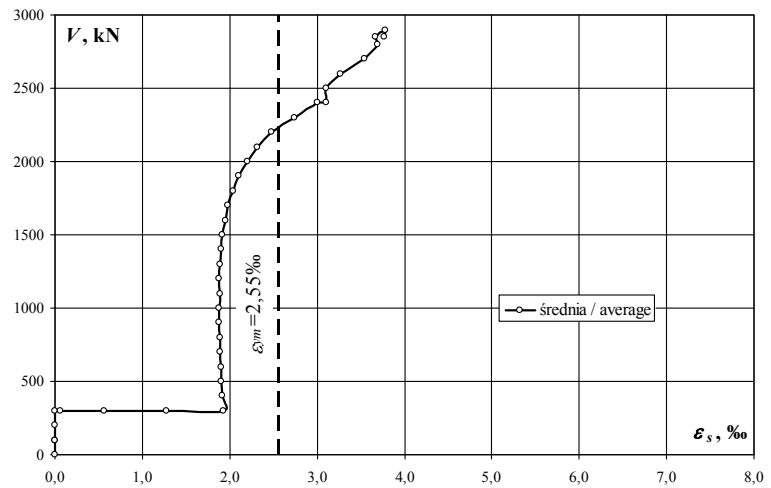
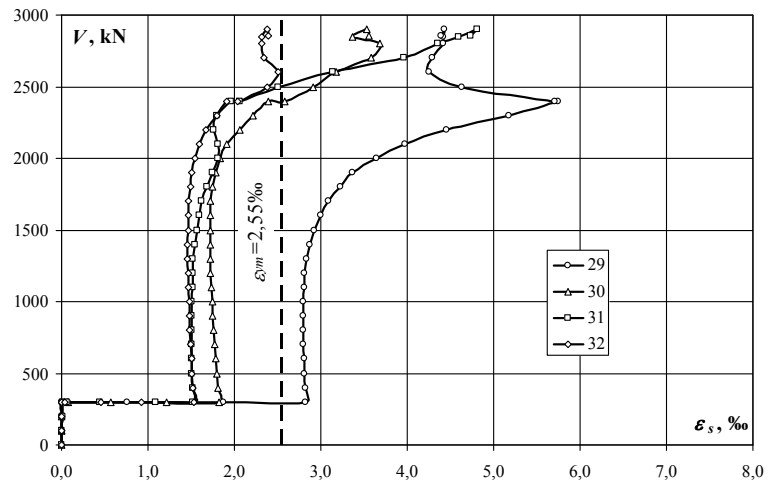
obciążenie słupa/ column load	obciążenie plyty/ slab load	naprężenie/ stress					średnia/ average
		37	38	39	40	średnia/ average	
kN	kN	MPa	MPa	MPa	MPa	MPa	
0	0	0	0	0	0	0	
100	0	3	3	1	4	3	
100	0	5	4	2	3	4	
200	0	7	6	4	5	5	
300	0	9	8	5	8	8	
300	25	12	10	8	11	10	
300	50	14	7	1	8	8	
300	75	14	4	1	8	6	
300	100	11	1	-2	5	4	
400	100	15	6	2	8	8	
500	100	19	10	5	11	12	
600	100	23	13	8	14	14	
700	100	25	19	15	17	19	
800	100	28	19	14	20	21	
900	100	33	23	18	25	25	
1000	100	37	26	20	26	28	
1100	100	42	32	27	33	33	
1200	100	48	38	33	38	39	
1300	100	60	41	36	42	45	
1400	100	77	49	42	46	54	
1500	100	85	52	47	52	59	
1600	100	97	56	50	59	66	
1700	100	112	69	63	69	78	
1800	100	125	73	67	76	85	
1900	100	153	84	80	96	103	
2000	100	182	101	102	129	129	
2100	100	203	123	138	161	156	
2200	100	233	149	191	206	195	
2300	100	280	197	264	266	252	
2400	100	326	234	304	313	294	
2400	100	376	272	338	350	334	
2500	100	456	336	402	416	402	
2600	100	512	384	457	473	456	
2700	100	585	468	529	528	528	
2800	100	586	586	586	586	586	
2851	100	586	586	586	586	586	
2899	100	586	568	586	586	582	
2854	100	586	568	568	586	577	



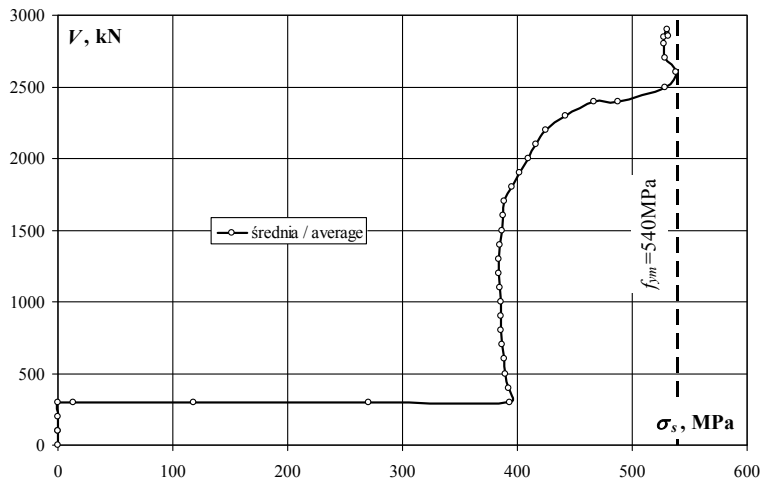
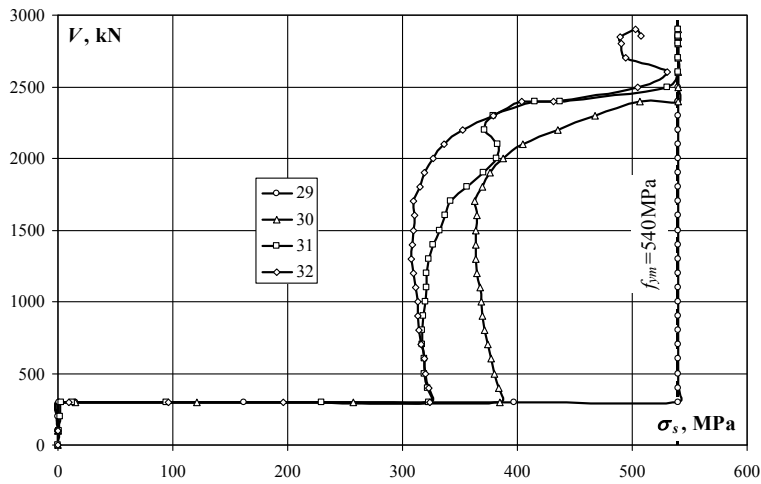
ML-2

Zbrojenie podłużne płyty (warstwa górna) – odkształcenia (ϵ_s) / Slab reinforcement (upper layer) – strains (ϵ_s)

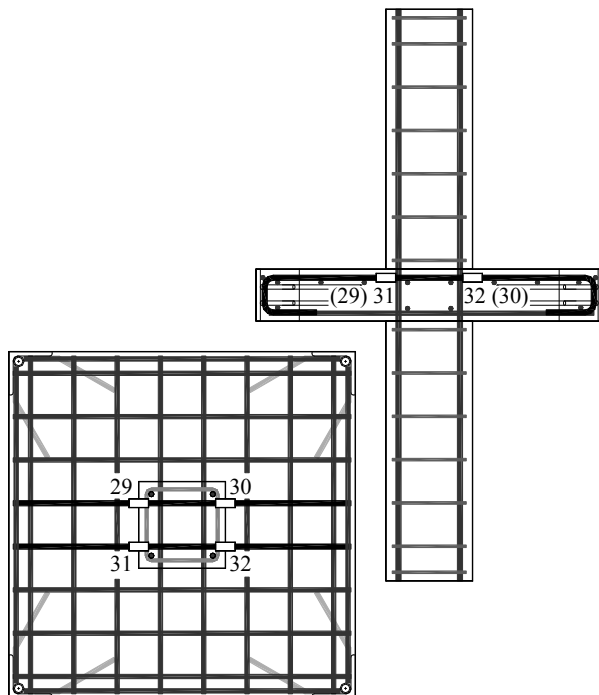
obciążenie stupa/ column load	obciążenie płyty/ slab load	odkształcenie/ strain					średnia/ average
		29	30	31	32	‰	
kN	kN	‰	‰	‰	‰	‰	
0	0	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	
100	0	-0,001	0,000	0,005	0,002	0,002	
100	0	0,000	-0,002	0,005	0,000	0,001	
200	0	0,001	-0,006	0,007	-0,004	-0,001	
300	0	0,003	-0,009	0,014	-0,005	0,001	
300	25	0,070	0,070	0,060	0,044	0,061	
300	50	0,765	0,570	0,444	0,456	0,559	
300	75	1,877	1,218	1,087	0,929	1,278	
300	100	2,817	1,821	1,525	1,532	1,924	
400	100	2,817	1,814	1,521	1,525	1,919	
500	100	2,813	1,795	1,508	1,512	1,907	
600	100	2,805	1,783	1,508	1,510	1,902	
700	100	2,800	1,771	1,501	1,495	1,892	
800	100	2,798	1,756	1,500	1,486	1,885	
900	100	2,797	1,748	1,504	1,481	1,883	
1000	100	2,800	1,743	1,511	1,480	1,884	
1100	100	2,809	1,738	1,516	1,474	1,884	
1200	100	2,813	1,723	1,516	1,464	1,879	
1300	100	2,840	1,721	1,525	1,456	1,886	
1400	100	2,878	1,719	1,545	1,461	1,901	
1500	100	2,921	1,722	1,571	1,463	1,919	
1600	100	3,006	1,724	1,594	1,467	1,948	
1700	100	3,090	1,717	1,616	1,465	1,972	
1800	100	3,227	1,747	1,686	1,491	2,038	
1900	100	3,371	1,779	1,752	1,510	2,103	
2000	100	3,641	1,833	1,804	1,546	2,206	
2100	100	3,971	1,915	1,809	1,591	2,322	
2200	100	4,458	2,057	1,758	1,667	2,485	
2300	100	5,179	2,212	1,794	1,793	2,745	
2400	100	5,753	2,397	1,962	1,910	3,006	
2400	100	5,705	2,582	2,068	2,041	3,099	
2500	100	4,631	2,908	2,509	2,386	3,109	
2600	100	4,259	3,174	3,143	2,509	3,271	
2700	100	4,295	3,585	3,956	2,338	3,544	
2800	100	4,416	3,688	4,355	2,319	3,695	
2851	100	4,415	3,366	4,600	2,316	3,674	
2899	100	4,428	3,528	4,812	2,378	3,787	
2854	100	4,390	3,563	4,739	2,398	3,773	



Zbrojenie podłużne płyty (warstwa górna) – naprężenia (σ_s) / Slab reinforcement (upper layer) – stresses (σ_s)



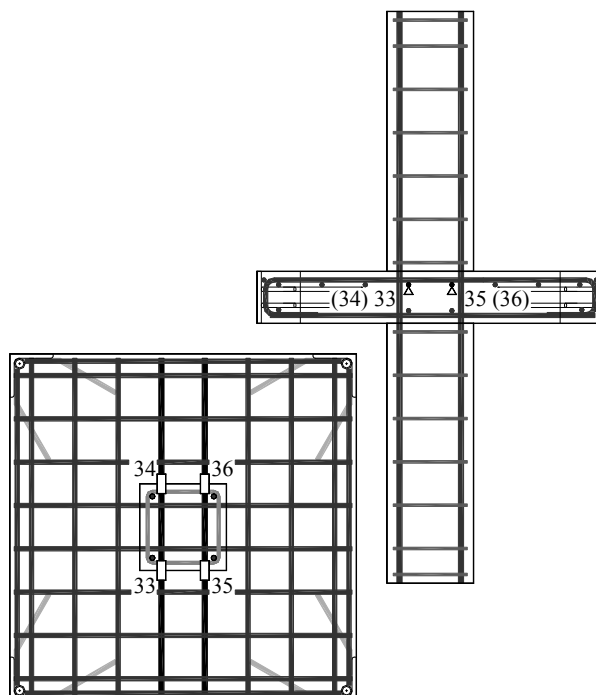
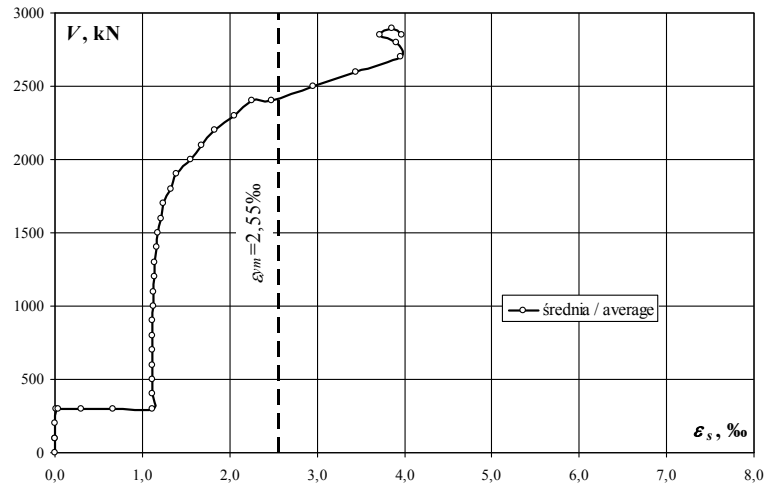
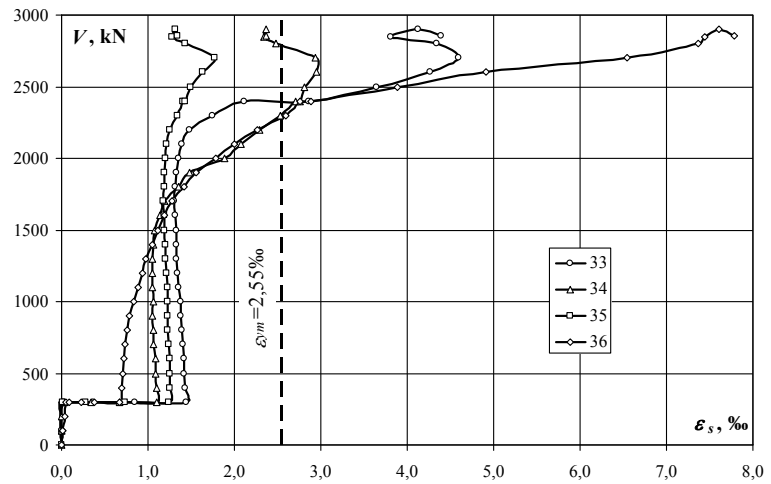
obciążenie słupa/ column load	obciążenie płyty/ slab load	naprężenie/ stress					średnia/ average
		29	30	31	32	średnia/ average	
kN	kN	MPa	MPa	MPa	MPa	MPa	
0	0	0	0	0	0	0	
100	0	0	0	1	0	0	
100	0	0	0	1	0	0	
200	0	0	-1	1	-1	0	
300	0	1	-2	3	-1	0	
300	25	15	15	13	9	13	
300	50	162	121	94	96	118	
300	75	397	258	230	196	270	
300	100	540	385	323	324	393	
400	100	540	384	322	323	392	
500	100	540	380	319	320	390	
600	100	540	377	319	319	389	
700	100	540	375	317	316	387	
800	100	540	371	317	314	386	
900	100	540	370	318	313	385	
1000	100	540	369	320	313	385	
1100	100	540	368	321	312	385	
1200	100	540	364	321	310	384	
1300	100	540	364	323	308	384	
1400	100	540	364	327	309	385	
1500	100	540	364	332	309	386	
1600	100	540	365	337	310	388	
1700	100	540	363	342	310	389	
1800	100	540	369	357	315	395	
1900	100	540	376	371	319	402	
2000	100	540	388	382	327	409	
2100	100	540	405	383	336	416	
2200	100	540	435	372	353	425	
2300	100	540	468	379	379	442	
2400	100	540	507	415	404	466	
2400	100	540	540	437	432	487	
2500	100	540	540	531	505	529	
2600	100	540	540	540	531	538	
2700	100	540	540	540	494	529	
2800	100	540	540	540	490	528	
2851	100	540	540	540	490	527	
2899	100	540	540	540	503	531	
2854	100	540	540	540	507	532	



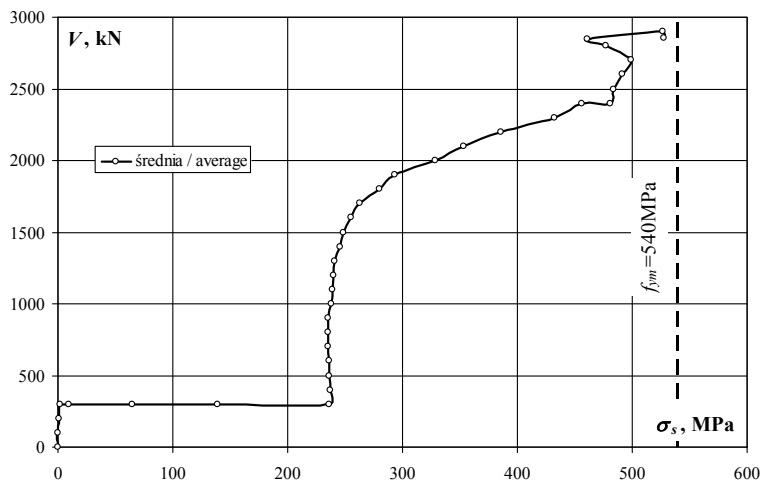
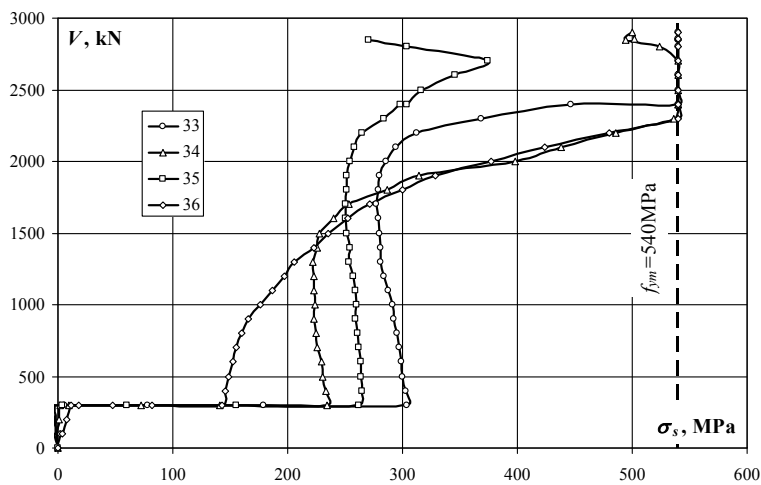
ML-2

Zbrojenie podłużne płyty (warstwa dolna) – odkształcenia (ϵ_s) / Slab reinforcement (bottom layer) – strains (ϵ_s)

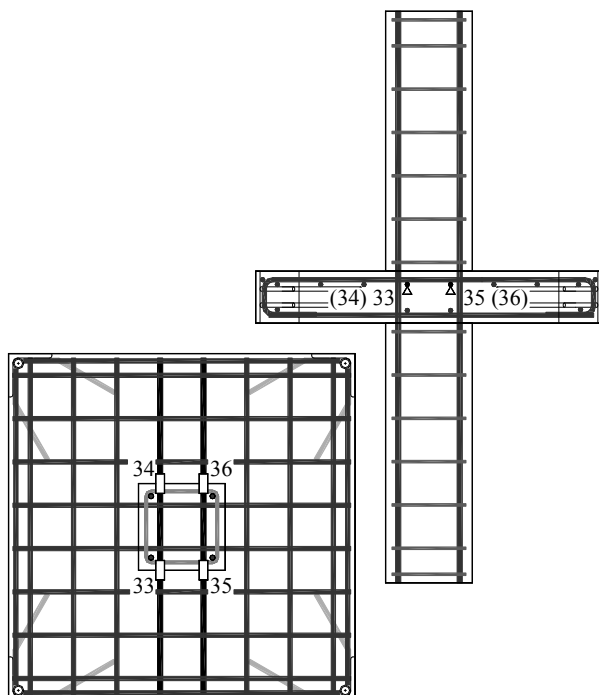
obciążenie stupa/ column load	obciążenie płyty/ slab load	odkształcenie/ strain					średnia/ average
		33	34	35	36		
kN	kN	‰	‰	‰	‰	‰	
0	0	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	
100	0	-0,005	-0,003	-0,014	0,011	-0,003	
100	0	-0,010	-0,003	-0,010	0,017	-0,002	
200	0	-0,010	0,006	-0,015	0,038	0,005	
300	0	-0,013	0,011	-0,023	0,056	0,008	
300	25	0,026	0,044	0,016	0,087	0,043	
300	50	0,368	0,341	0,282	0,226	0,304	
300	75	0,848	0,667	0,732	0,386	0,658	
300	100	1,438	1,107	1,238	0,675	1,115	
400	100	1,431	1,103	1,252	0,691	1,119	
500	100	1,420	1,088	1,248	0,704	1,115	
600	100	1,416	1,083	1,248	0,720	1,117	
700	100	1,403	1,066	1,238	0,736	1,111	
800	100	1,395	1,061	1,233	0,755	1,111	
900	100	1,382	1,054	1,224	0,783	1,111	
1000	100	1,376	1,058	1,231	0,834	1,125	
1100	100	1,360	1,054	1,224	0,881	1,130	
1200	100	1,343	1,053	1,218	0,934	1,137	
1300	100	1,329	1,051	1,199	0,971	1,138	
1400	100	1,327	1,069	1,204	1,055	1,164	
1500	100	1,324	1,076	1,191	1,111	1,176	
1600	100	1,319	1,135	1,185	1,194	1,208	
1700	100	1,310	1,196	1,183	1,283	1,243	
1800	100	1,320	1,357	1,190	1,420	1,322	
1900	100	1,325	1,484	1,190	1,555	1,389	
2000	100	1,350	1,880	1,202	1,784	1,554	
2100	100	1,391	2,070	1,220	2,005	1,672	
2200	100	1,475	2,297	1,251	2,270	1,823	
2300	100	1,741	2,535	1,341	2,592	2,052	
2400	100	2,114	2,707	1,408	2,762	2,248	
2400	100	2,855	2,757	1,436	2,891	2,485	
2500	100	3,644	2,814	1,497	3,880	2,959	
2600	100	4,265	2,951	1,633	4,911	3,440	
2700	100	4,597	2,937	1,770	6,544	3,962	
2800	100	4,343	2,477	1,436	7,367	3,906	
2851	100	3,810	2,336	1,280	7,444	3,718	
2899	100	4,126	2,364	1,315	7,607	3,853	
2854	100	4,395	2,373	1,345	7,786	3,975	



Zbrojenie podłużne płyty (warstwa dolna) – naprężenia (σ_s) / Slab reinforcement (bottom layer) – stresses (σ_s)



obciążenie słupa/ column load	obciążenie płyty/ slab load	naprężenie/ stress					średnia/ average
		33	34	35	36	średnia/ average	
kN	kN	MPa	MPa	MPa	MPa	MPa	
0	0	0	0	0	0	0	
100	0	-1	-1	-3	2	-1	
100	0	-2	-1	-2	4	0	
200	0	-2	1	-3	8	1	
300	0	-3	2	-5	12	2	
300	25	5	9	3	18	9	
300	50	78	72	60	48	64	
300	75	179	141	155	82	139	
300	100	304	234	262	143	236	
400	100	303	233	265	146	237	
500	100	300	230	264	149	236	
600	100	299	229	264	152	236	
700	100	297	225	262	156	235	
800	100	295	224	261	160	235	
900	100	292	223	259	166	235	
1000	100	291	224	260	176	238	
1100	100	288	223	259	186	239	
1200	100	284	223	258	198	240	
1300	100	281	222	254	205	241	
1400	100	281	226	255	223	246	
1500	100	280	228	252	235	249	
1600	100	279	240	251	253	256	
1700	100	277	253	250	271	263	
1800	100	279	287	252	300	280	
1900	100	280	314	252	329	294	
2000	100	286	398	254	377	329	
2100	100	294	438	258	424	354	
2200	100	312	486	265	480	386	
2300	100	368	536	284	540	432	
2400	100	447	540	298	540	456	
2400	100	540	540	304	540	481	
2500	100	540	540	317	540	484	
2600	100	540	540	345	540	491	
2700	100	540	540	374	540	499	
2800	100	540	524	304	540	477	
2851	100	540	494	271	540	461	
2899	100	540	500		540	527	
2854	100	540	502		540	527	

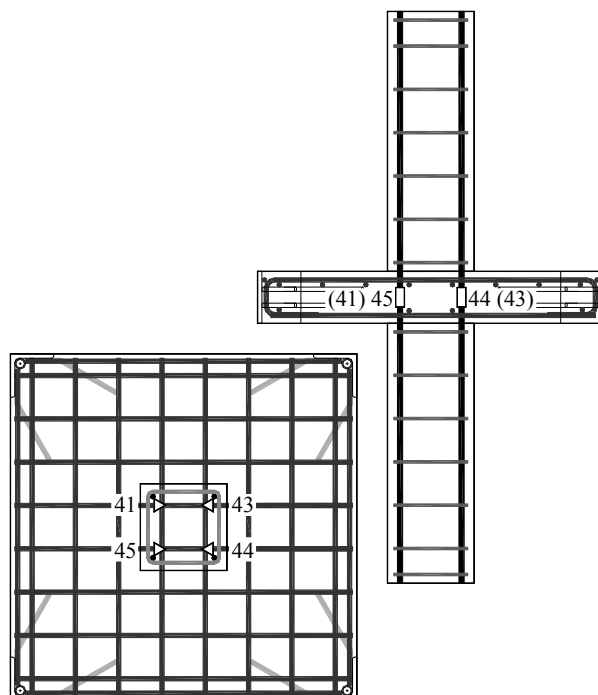
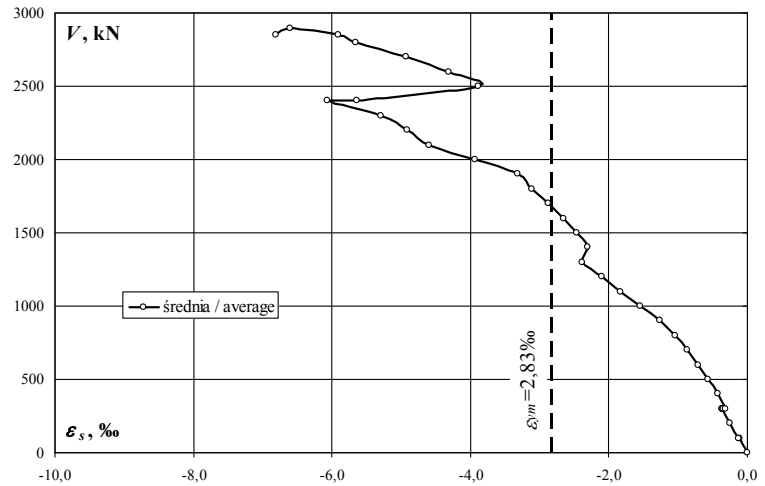
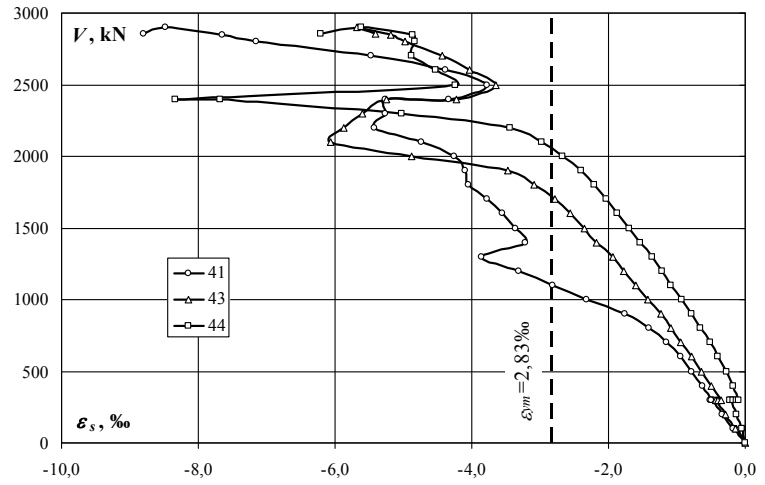


ML-2

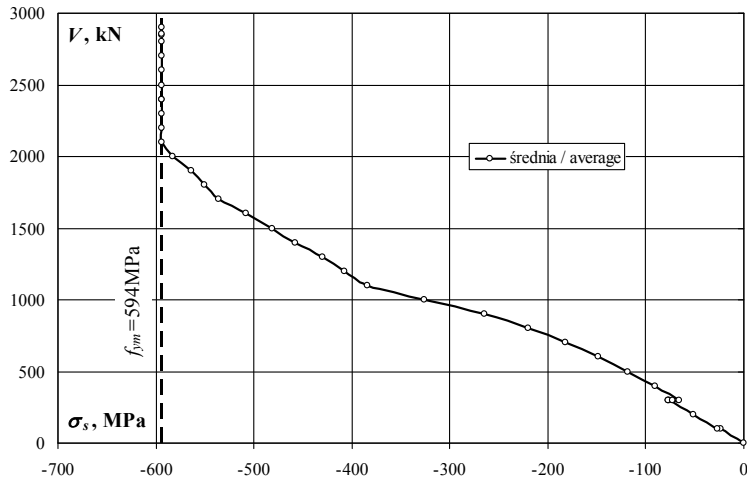
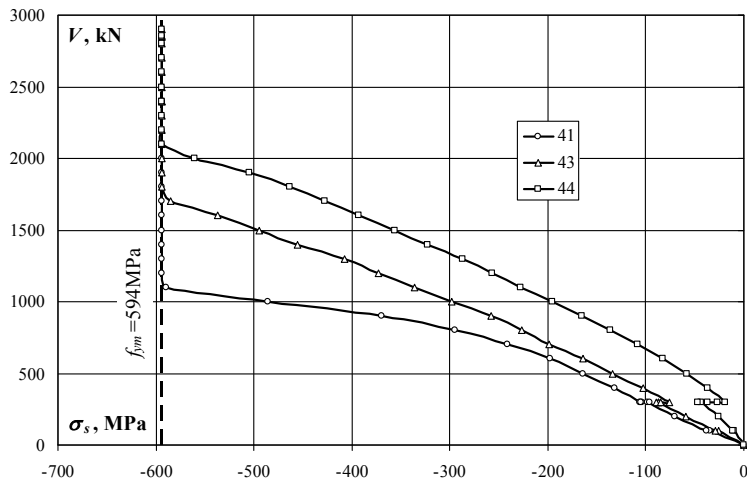
Zbrojenie podłużne słupa – odkształcenia (ϵ_s) / Column reinforcement – strains (ϵ_s)

obciążenie słupa/ column load	obciążenie plyty/ slab load	odkształcenie/ strain				średnia/ average
		41	43	44	45	
kN	kN	‰	‰	‰	‰	‰
0	0	0,000	0,000	0,000		0,000
100	0	-0,167	-0,123	-0,046		-0,112
100	0	-0,182	-0,140	-0,054		-0,125
200	0	-0,333	-0,284	-0,121		-0,246
300	0	-0,466	-0,417	-0,210		-0,364
300	25	-0,460	-0,417	-0,222		-0,366
300	50	-0,496	-0,425	-0,173		-0,365
300	75	-0,507	-0,407	-0,130		-0,348
300	100	-0,498	-0,360	-0,091		-0,316
400	100	-0,630	-0,491	-0,175		-0,432
500	100	-0,784	-0,637	-0,278		-0,566
600	100	-0,944	-0,784	-0,393		-0,707
700	100	-1,149	-0,945	-0,515		-0,870
800	100	-1,406	-1,082	-0,650		-1,046
900	100	-1,763	-1,231	-0,786		-1,260
1000	100	-2,315	-1,419	-0,929		-1,554
1100	100	-2,811	-1,601	-1,086		-1,833
1200	100	-3,313	-1,775	-1,223		-2,104
1300	100	-3,857	-1,943	-1,366		-2,389
1400	100	-3,216	-2,169	-1,539		-2,308
1500	100	-3,363	-2,355	-1,698		-2,472
1600	100	-3,555	-2,557	-1,872		-2,661
1700	100	-3,782	-2,791	-2,038		-2,870
1800	100	-4,046	-3,081	-2,208		-3,112
1900	100	-4,098	-3,472	-2,406		-3,325
2000	100	-4,256	-4,882	-2,672		-3,937
2100	100	-4,733	-6,062	-2,984		-4,593
2200	100	-5,420	-5,873	-3,436		-4,910
2300	100	-5,265	-5,607	-5,026		-5,299
2400	100	-5,271	-5,243	-7,686		-6,067
2400	100	-4,344	-4,232	-8,343		-5,640
2500	100	-3,769	-3,655	-4,236		-3,887
2600	100	-4,379	-4,026	-4,530		-4,312
2700	100	-5,477	-4,439	-4,875		-4,930
2800	100	-7,147	-4,975	-4,829		-5,650
2851	100	-7,642	-5,190	-4,871		-5,901
2899	100	-8,488	-5,682	-5,623		-6,598
2854	100	-8,793	-5,413	-6,209		-6,805

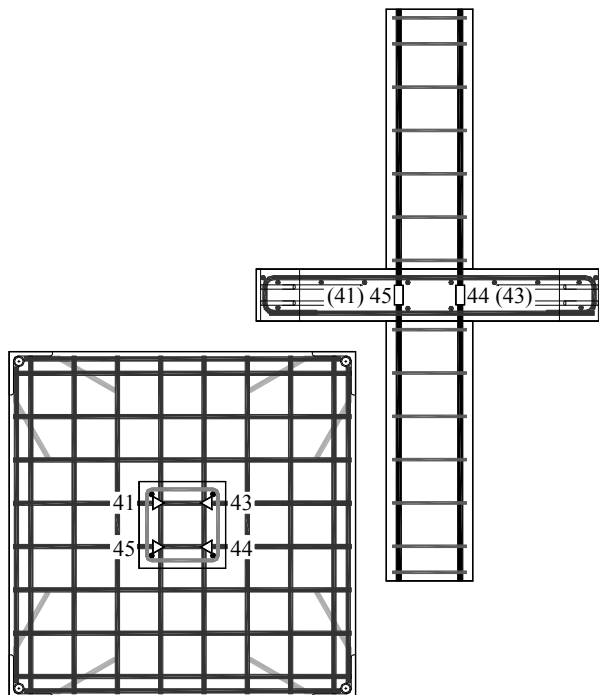
tensometr uszkodzony / failure of gauge



Zbrojenie podłużne słupa – naprężenia (σ_s) / Column reinforcement – stresses (σ_s)



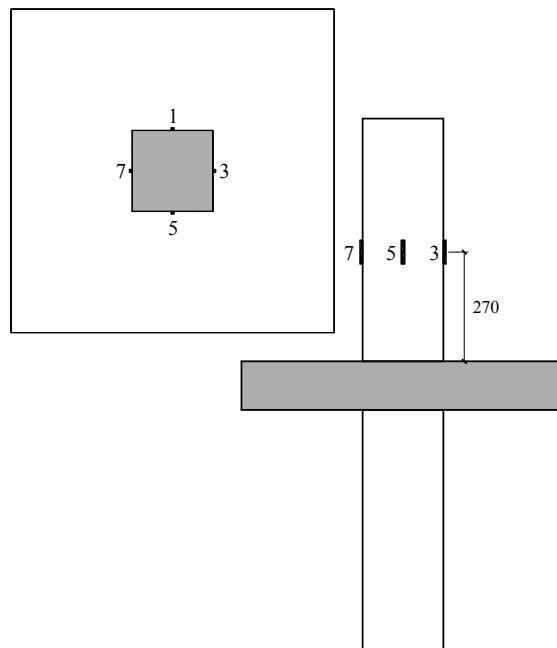
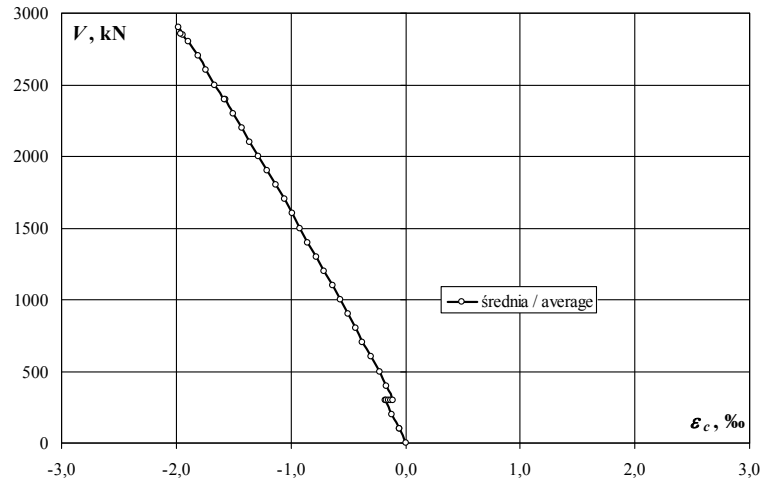
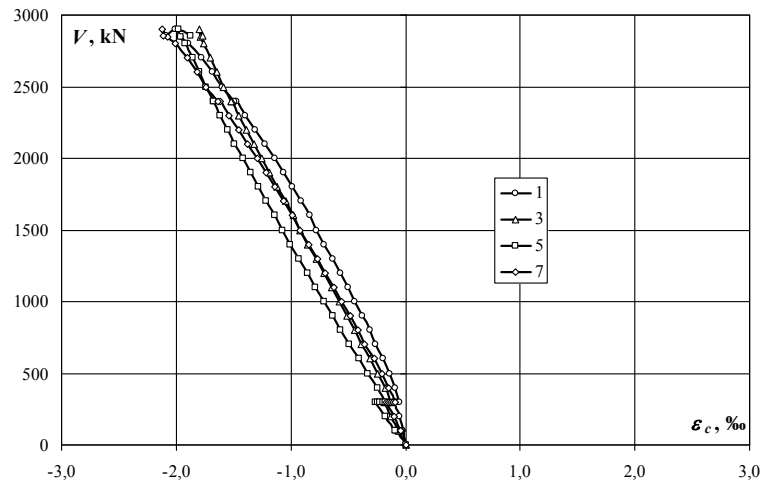
obciążenie słupa/ column load	obciążenie plyty/ slab load	naprężenie/ stress				
		41	43	44	45	średnia/ average
kN	kN	MPa	MPa	MPa	MPa	MPa
0	0	0	0	0		0
100	0	-35	-26	-10		-23
100	0	-38	-29	-11		-26
200	0	-70	-60	-25		-52
300	0	-98	-87	-44		-76
300	25	-97	-87	-47		-77
300	50	-104	-89	-36		-77
300	75	-106	-85	-27		-73
300	100	-104	-76	-19		-66
400	100	-132	-103	-37		-91
500	100	-164	-134	-58		-119
600	100	-198	-164	-82		-148
700	100	-241	-198	-108		-182
800	100	-295	-227	-136		-219
900	100	-370	-258	-165		-264
1000	100	-486	-298	-195		-326
1100	100	-590	-336	-228		-384
1200	100	-594	-372	-257		-408
1300	100	-594	-408	-287		-429
1400	100	-594	-455	-323		-457
1500	100	-594	-494	-356		-481
1600	100	-594	-536	-393		-508
1700	100	-594	-586	-428		-536
1800	100	-594	-594	-463		-550
1900	100	-594	-594	-505		-564
2000	100	-594	-594	-561		-583
2100	100	-594	-594	-594		-594
2200	100	-594	-594	-594		-594
2300	100	-594	-594	-594		-594
2400	100	-594	-594	-594		-594
2400	100	-594	-594	-594		-594
2500	100	-594	-594	-594		-594
2600	100	-594	-594	-594		-594
2700	100	-594	-594	-594		-594
2800	100	-594	-594	-594		-594
2851	100	-594	-594	-594		-594
2899	100	-594	-594	-594		-594
2854	100	-594	-594	-594		-594



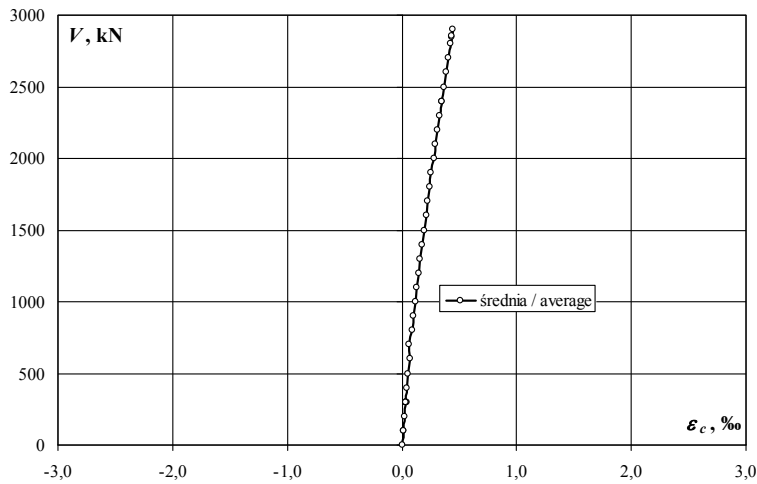
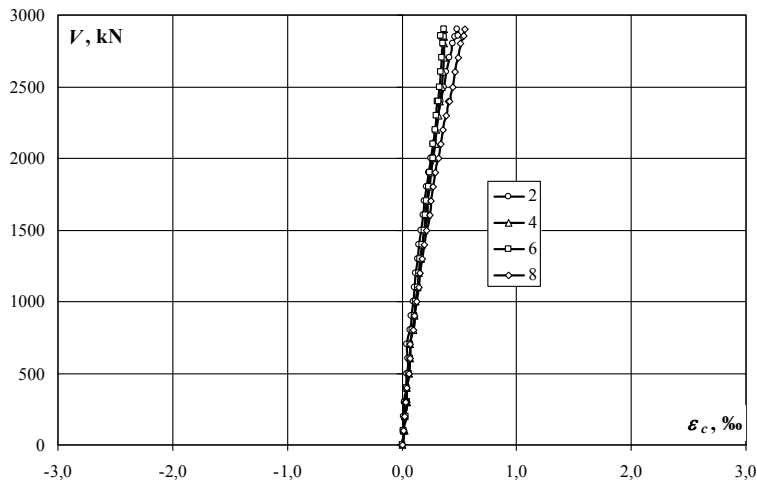
ML-2

Słup górny (tensometry pionowe) – odkształcenia (ε_c) / Upper column (vertical gauges) – strains (ε_c)

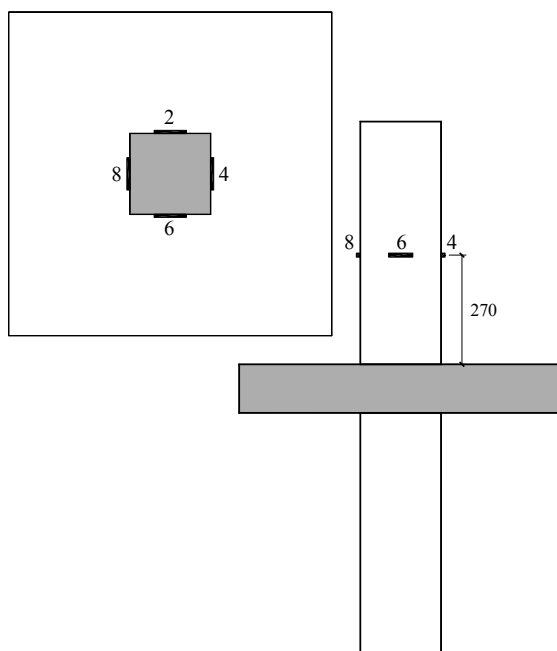
obciążenie słupa/ column load	obciążenie plyty/ slab load	odkształcenie/ strain					średnia/ average
		1	3	5	7		
kN	kN	‰	‰	‰	‰	‰	
0	0	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	
100	0	-0,020	-0,058	-0,081	-0,036	-0,049	
100	0	-0,023	-0,063	-0,086	-0,041	-0,053	
200	0	-0,057	-0,126	-0,181	-0,102	-0,117	
300	0	-0,100	-0,187	-0,263	-0,163	-0,178	
300	25	-0,093	-0,174	-0,244	-0,148	-0,165	
300	50	-0,080	-0,156	-0,220	-0,132	-0,147	
300	75	-0,066	-0,142	-0,200	-0,113	-0,130	
300	100	-0,056	-0,126	-0,173	-0,093	-0,112	
400	100	-0,095	-0,180	-0,245	-0,147	-0,167	
500	100	-0,142	-0,240	-0,325	-0,208	-0,229	
600	100	-0,194	-0,306	-0,409	-0,276	-0,296	
700	100	-0,265	-0,386	-0,494	-0,353	-0,375	
800	100	-0,312	-0,441	-0,564	-0,415	-0,433	
900	100	-0,373	-0,507	-0,636	-0,485	-0,500	
1000	100	-0,439	-0,576	-0,711	-0,555	-0,570	
1100	100	-0,502	-0,642	-0,786	-0,626	-0,639	
1200	100	-0,568	-0,710	-0,858	-0,699	-0,709	
1300	100	-0,632	-0,775	-0,926	-0,768	-0,775	
1400	100	-0,707	-0,850	-1,003	-0,847	-0,852	
1500	100	-0,773	-0,916	-1,072	-0,918	-0,920	
1600	100	-0,836	-0,974	-1,141	-0,986	-0,984	
1700	100	-0,908	-1,044	-1,212	-1,062	-1,057	
1800	100	-0,985	-1,117	-1,283	-1,139	-1,131	
1900	100	-1,062	-1,187	-1,354	-1,217	-1,205	
2000	100	-1,144	-1,255	-1,418	-1,296	-1,278	
2100	100	-1,227	-1,324	-1,490	-1,378	-1,355	
2200	100	-1,310	-1,389	-1,553	-1,459	-1,428	
2300	100	-1,399	-1,455	-1,615	-1,545	-1,504	
2400	100	-1,474	-1,514	-1,672	-1,618	-1,570	
2400	100	-1,493	-1,518	-1,674	-1,636	-1,580	
2500	100	-1,598	-1,586	-1,743	-1,738	-1,666	
2600	100	-1,682	-1,643	-1,802	-1,821	-1,737	
2700	100	-1,777	-1,701	-1,857	-1,905	-1,810	
2800	100	-1,893	-1,763	-1,924	-2,011	-1,898	
2851	100	-1,956	-1,790	-1,957	-2,070	-1,943	
2899	100	-2,006	-1,801	-1,983	-2,120	-1,978	
2854	100	-2,089	-1,766	-1,875	-2,117	-1,962	



Słup górny (tensometry poziome) – odkształcenia (ϵ_c) / Upper column (horizontal gauges) – strains (ϵ_c)



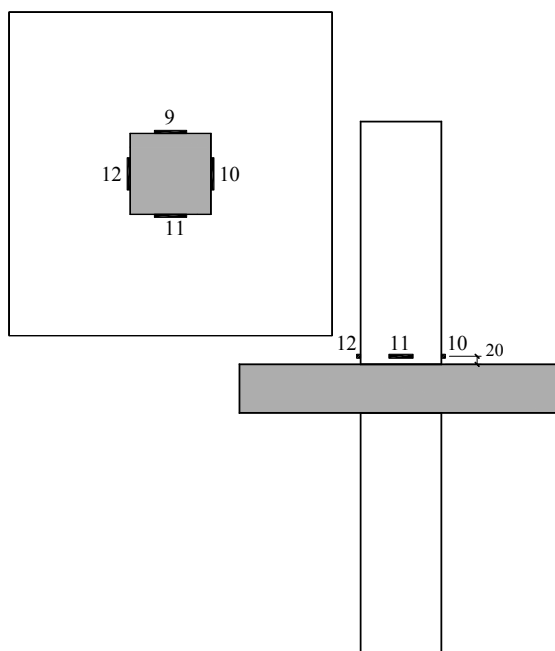
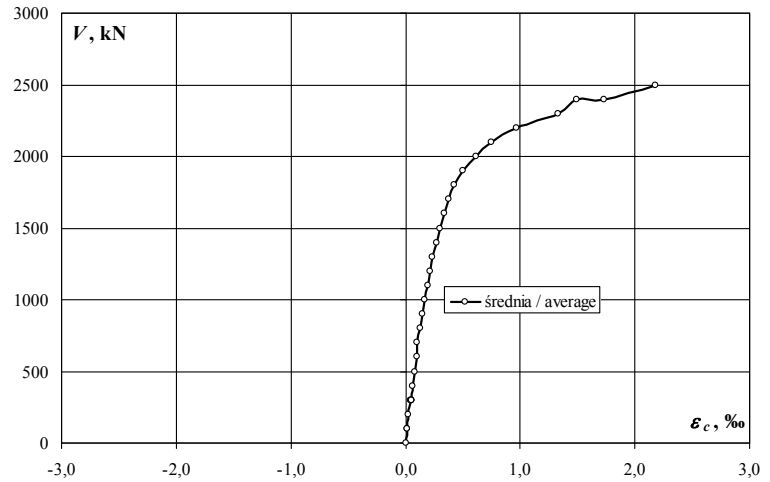
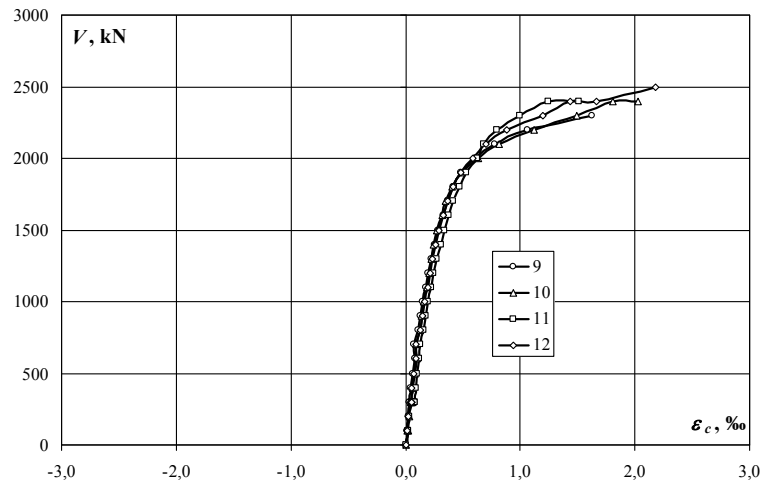
obciążenie słupa/ column load	obciążenie płyty/ slab load	odkształcenie/ strain				
		2	4	6	8	średnia/ average
kN	kN	‰	‰	‰	‰	‰
0	0	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
100	0	0,014	0,020	0,017	0,019	0,018
100	0	0,013	0,019	0,019	0,019	0,018
200	0	0,017	0,028	0,029	0,026	0,025
300	0	0,026	0,041	0,044	0,038	0,037
300	25	0,028	0,042	0,044	0,041	0,039
300	50	0,026	0,044	0,044	0,034	0,037
300	75	0,028	0,038	0,040	0,038	0,036
300	100	0,024	0,034	0,039	0,038	0,034
400	100	0,032	0,046	0,046	0,044	0,042
500	100	0,044	0,062	0,061	0,060	0,057
600	100	0,054	0,075	0,072	0,072	0,068
700	100	0,045	0,072	0,076	0,072	0,066
800	100	0,073	0,098	0,094	0,097	0,091
900	100	0,085	0,110	0,108	0,110	0,103
1000	100	0,098	0,124	0,123	0,131	0,119
1100	100	0,113	0,139	0,135	0,146	0,133
1200	100	0,124	0,151	0,148	0,159	0,146
1300	100	0,138	0,166	0,162	0,177	0,161
1400	100	0,151	0,181	0,178	0,196	0,177
1500	100	0,166	0,196	0,192	0,213	0,192
1600	100	0,188	0,223	0,207	0,239	0,214
1700	100	0,199	0,228	0,216	0,249	0,223
1800	100	0,215	0,241	0,232	0,270	0,240
1900	100	0,230	0,255	0,245	0,288	0,255
2000	100	0,251	0,274	0,268	0,316	0,277
2100	100	0,269	0,288	0,275	0,334	0,292
2200	100	0,290	0,302	0,288	0,357	0,309
2300	100	0,313	0,318	0,302	0,382	0,329
2400	100	0,332	0,330	0,313	0,403	0,345
2400	100	0,338	0,332	0,317	0,412	0,350
2500	100	0,366	0,347	0,331	0,442	0,372
2600	100	0,388	0,357	0,343	0,466	0,389
2700	100	0,413	0,363	0,351	0,488	0,404
2800	100	0,446	0,367	0,360	0,515	0,422
2851	100	0,464	0,370	0,366	0,531	0,433
2899	100	0,477	0,366	0,368	0,545	0,439
2854	100	0,495	0,352	0,341	0,542	0,433



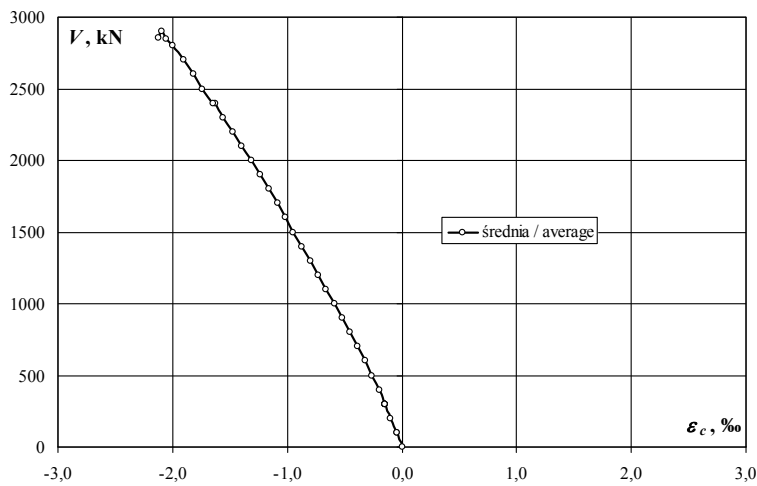
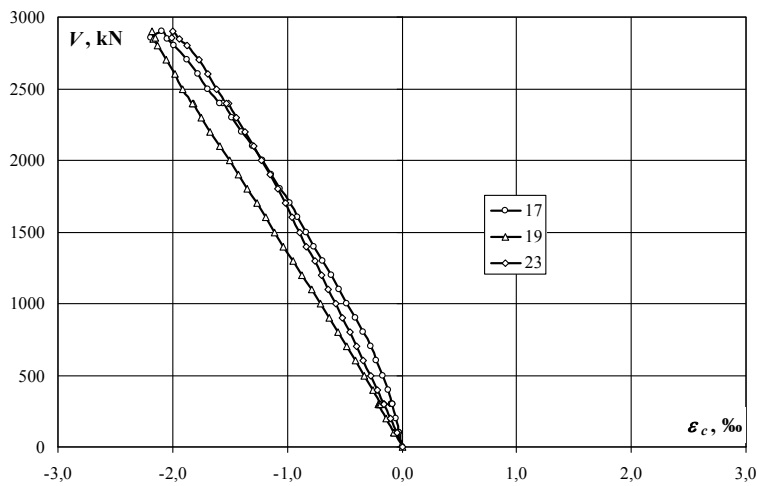
ML-2

Słup górny (tensometry poziome) – odkształcenia (ε_c) / Upper column (horizontal gauges) – strains (ε_c)

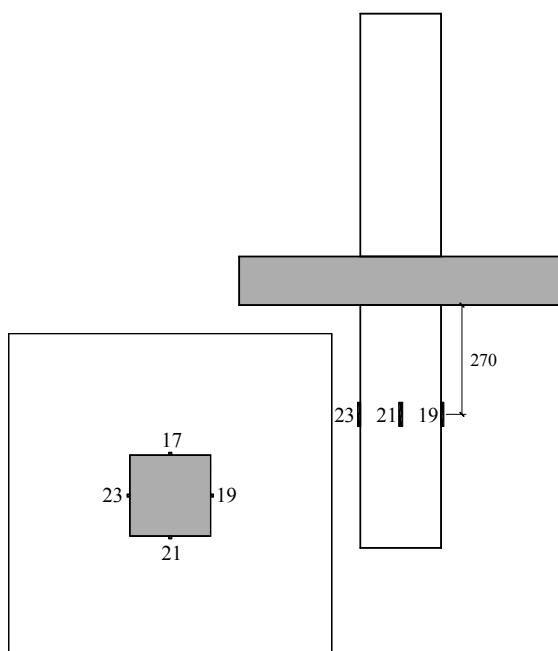
obciążenie słupa/ column load	obciążenie plyty/ slab load	odkształcenie/ strain					średnia/ average
		9	10	11	12	średnia/ average	
kN	kN	‰	‰	‰	‰	‰	
0	0	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	
100	0	0,014	0,021	0,022	0,017	0,019	
100	0	0,013	0,019	0,023	0,016	0,018	
200	0	0,020	0,030	0,037	0,027	0,029	
300	0	0,031	0,043	0,051	0,040	0,041	
300	25	0,047	0,060	0,065	0,056	0,057	
300	50	0,039	0,057	0,074	0,052	0,056	
300	75	0,040	0,055	0,077	0,051	0,056	
300	100	0,036	0,052	0,080	0,048	0,054	
400	100	0,045	0,065	0,087	0,057	0,064	
500	100	0,061	0,084	0,104	0,073	0,081	
600	100	0,077	0,097	0,121	0,091	0,097	
700	100	0,075	0,093	0,130	0,094	0,098	
800	100	0,110	0,126	0,153	0,125	0,129	
900	100	0,128	0,143	0,176	0,145	0,148	
1000	100	0,151	0,162	0,200	0,169	0,171	
1100	100	0,175	0,182	0,223	0,191	0,193	
1200	100	0,196	0,202	0,248	0,211	0,214	
1300	100	0,221	0,222	0,273	0,235	0,238	
1400	100	0,254	0,248	0,311	0,266	0,270	
1500	100	0,286	0,273	0,341	0,293	0,298	
1600	100	0,326	0,321	0,381	0,331	0,340	
1700	100	0,363	0,346	0,419	0,363	0,373	
1800	100	0,416	0,409	0,474	0,416	0,429	
1900	100	0,481	0,493	0,534	0,482	0,498	
2000	100	0,601	0,634	0,623	0,588	0,612	
2100	100	0,775	0,811	0,686	0,705	0,744	
2200	100	1,064	1,117	0,796	0,885	0,966	
2300	100	1,622	1,491	0,995	1,196	1,326	
2400	100		1,808	1,243	1,438	1,496	
2400	100		2,026	1,516	1,662	1,735	
2500	100				2,178	2,178	
2600	100						
2700	100						
2800	100						
2851	100						
2899	100						
2854	100						



Słup dolny (tensometry pionowe) – odkształcenia (ϵ_c) / Bottom column (vertical gauges) – strains (ϵ_c)



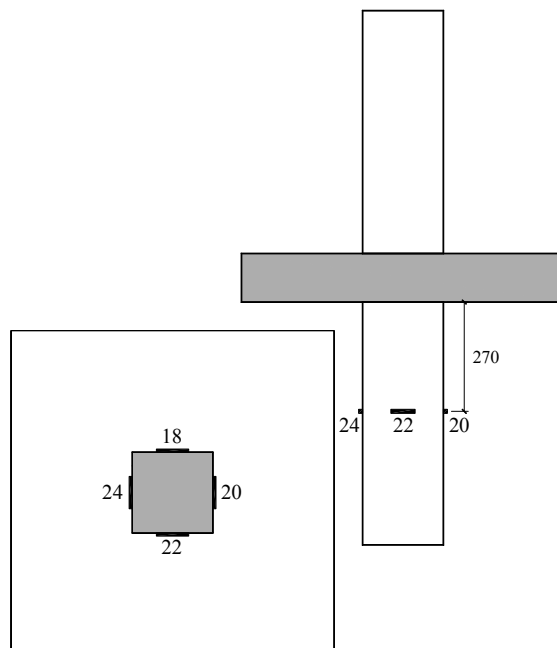
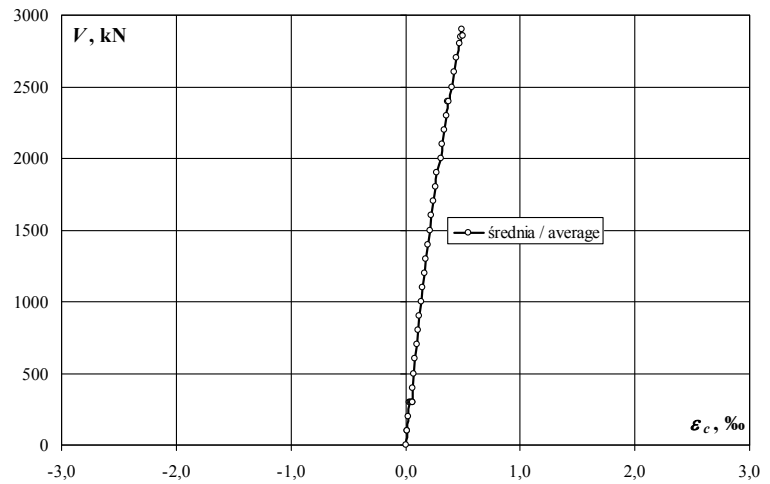
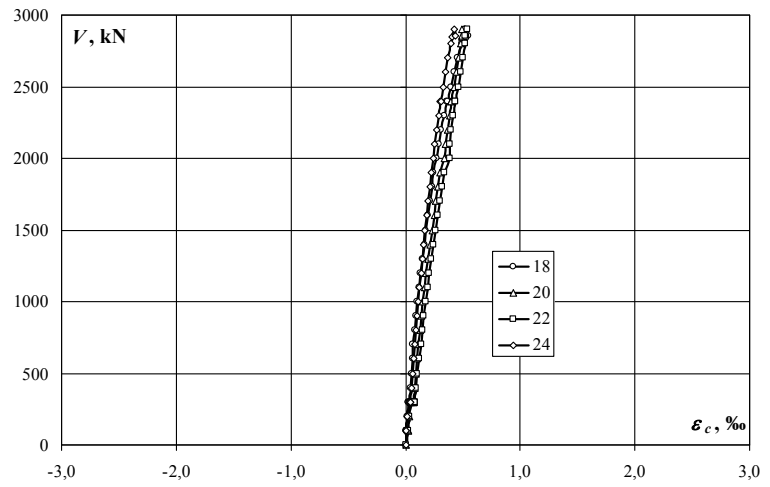
obciążenie słupa/ column load	obciążenie plyty/ slab load	odkształcenie/ strain				
		17	19	21	23	średnia/ average
kN	kN	‰	‰	‰	‰	‰
0	0	0,000	0,000		0,000	0,000
100	0	-0,024	-0,064		-0,040	-0,043
100	0	-0,027	-0,068		-0,043	-0,046
200	0	-0,052	-0,136		-0,099	-0,096
300	0	-0,087	-0,203		-0,156	-0,149
300	25	-0,089	-0,203		-0,158	-0,150
300	50	-0,086	-0,194		-0,161	-0,147
300	75	-0,084	-0,191		-0,162	-0,146
300	100	-0,085	-0,188		-0,162	-0,145
400	100	-0,124	-0,254		-0,214	-0,197
500	100	-0,171	-0,330		-0,276	-0,259
600	100	-0,220	-0,404		-0,336	-0,320
700	100	-0,275	-0,480		-0,397	-0,384
800	100	-0,340	-0,557		-0,456	-0,451
900	100	-0,408	-0,634		-0,517	-0,520
1000	100	-0,480	-0,714		-0,579	-0,591
1100	100	-0,549	-0,791		-0,641	-0,660
1200	100	-0,619	-0,870		-0,703	-0,731
1300	100	-0,687	-0,945		-0,763	-0,798
1400	100	-0,766	-1,032		-0,832	-0,877
1500	100	-0,836	-1,109		-0,894	-0,946
1600	100	-0,908	-1,184		-0,957	-1,016
1700	100	-0,979	-1,263		-1,019	-1,087
1800	100	-1,059	-1,346		-1,086	-1,164
1900	100	-1,138	-1,428		-1,153	-1,240
2000	100	-1,214	-1,505		-1,226	-1,315
2100	100	-1,304	-1,592		-1,295	-1,397
2200	100	-1,393	-1,670		-1,365	-1,476
2300	100	-1,487	-1,749		-1,443	-1,560
2400	100	-1,564	-1,816		-1,509	-1,630
2400	100	-1,585	-1,824		-1,527	-1,645
2500	100	-1,690	-1,910		-1,619	-1,740
2600	100	-1,778	-1,979		-1,694	-1,817
2700	100	-1,875	-2,052		-1,773	-1,900
2800	100	-1,990	-2,132		-1,876	-1,999
2851	100	-2,050	-2,167		-1,938	-2,052
2899	100	-2,096	-2,182		-1,994	-2,091
2854	100	-2,193	-2,149		-2,011	-2,118



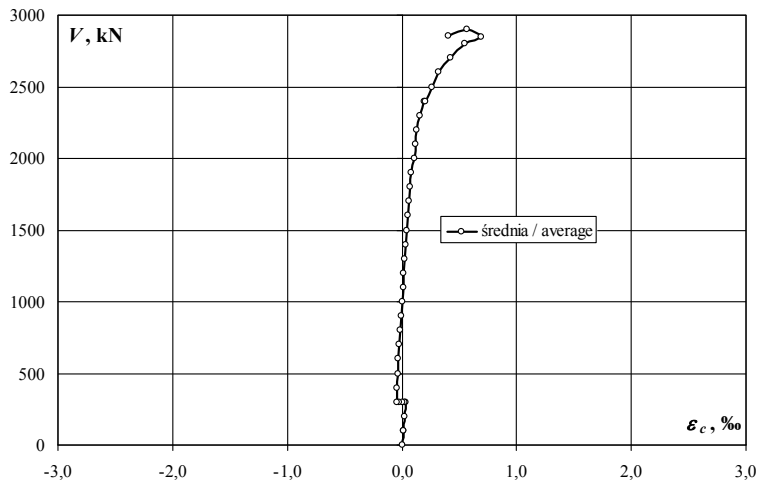
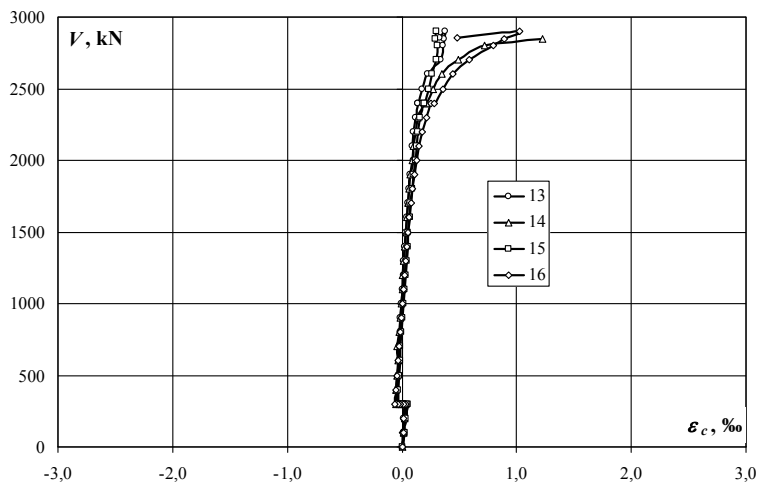
ML-2

Śłup dolny (tensometry poziome) – odkształcenia (ϵ_c) / Bottom column (horizontal gauges) – strains (ϵ_c)

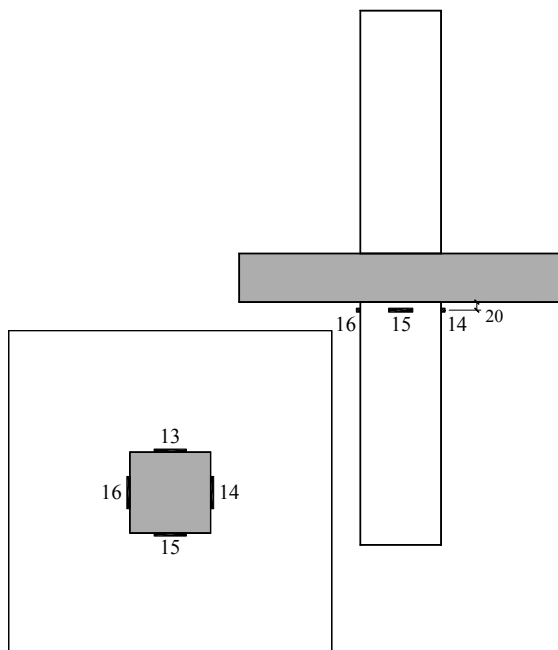
obciążenie słupa/ column load	obciążenie plyty/ slab load	odkształcenie/ strain					średnia/ average
		18	20	22	24		
kN	kN	‰	‰	‰	‰	‰	
0	0	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	
100	0	0,008	0,020	0,019	0,008	0,014	
100	0	0,008	0,021	0,020	0,009	0,015	
200	0	0,013	0,032	0,036	0,019	0,025	
300	0	0,022	0,045	0,052	0,029	0,037	
300	25	0,028	0,054	0,060	0,033	0,044	
300	50	0,037	0,067	0,077	0,037	0,055	
300	75	0,043	0,072	0,083	0,040	0,060	
300	100	0,037	0,074	0,081	0,040	0,058	
400	100	0,042	0,078	0,087	0,049	0,064	
500	100	0,049	0,087	0,100	0,059	0,074	
600	100	0,058	0,099	0,116	0,070	0,086	
700	100	0,064	0,111	0,135	0,080	0,098	
800	100	0,078	0,125	0,146	0,090	0,110	
900	100	0,091	0,137	0,159	0,101	0,122	
1000	100	0,104	0,152	0,176	0,113	0,136	
1100	100	0,119	0,167	0,192	0,124	0,151	
1200	100	0,132	0,180	0,208	0,135	0,164	
1300	100	0,147	0,197	0,225	0,146	0,179	
1400	100	0,165	0,214	0,244	0,159	0,196	
1500	100	0,179	0,230	0,261	0,171	0,210	
1600	100	0,195	0,249	0,284	0,184	0,228	
1700	100	0,211	0,265	0,298	0,196	0,243	
1800	100	0,230	0,282	0,318	0,210	0,260	
1900	100	0,247	0,300	0,335	0,224	0,277	
2000	100	0,276	0,341	0,391	0,243	0,313	
2100	100	0,291	0,348	0,385	0,255	0,320	
2200	100	0,311	0,363	0,399	0,270	0,336	
2300	100	0,337	0,382	0,417	0,287	0,356	
2400	100	0,358	0,397	0,432	0,301	0,372	
2400	100	0,366	0,400	0,436	0,306	0,377	
2500	100	0,395	0,422	0,460	0,329	0,402	
2600	100	0,421	0,440	0,478	0,347	0,422	
2700	100	0,452	0,461	0,497	0,367	0,444	
2800	100	0,488	0,483	0,519	0,394	0,471	
2851	100	0,507	0,492	0,532	0,408	0,485	
2899	100	0,521	0,494	0,541	0,424	0,495	
2854	100	0,545	0,487	0,518	0,435	0,496	



Słup dolny (tensometry poziome) – odkształcenia (ϵ_c) / Bottom column (horizontal gauges) – strains (ϵ_c)

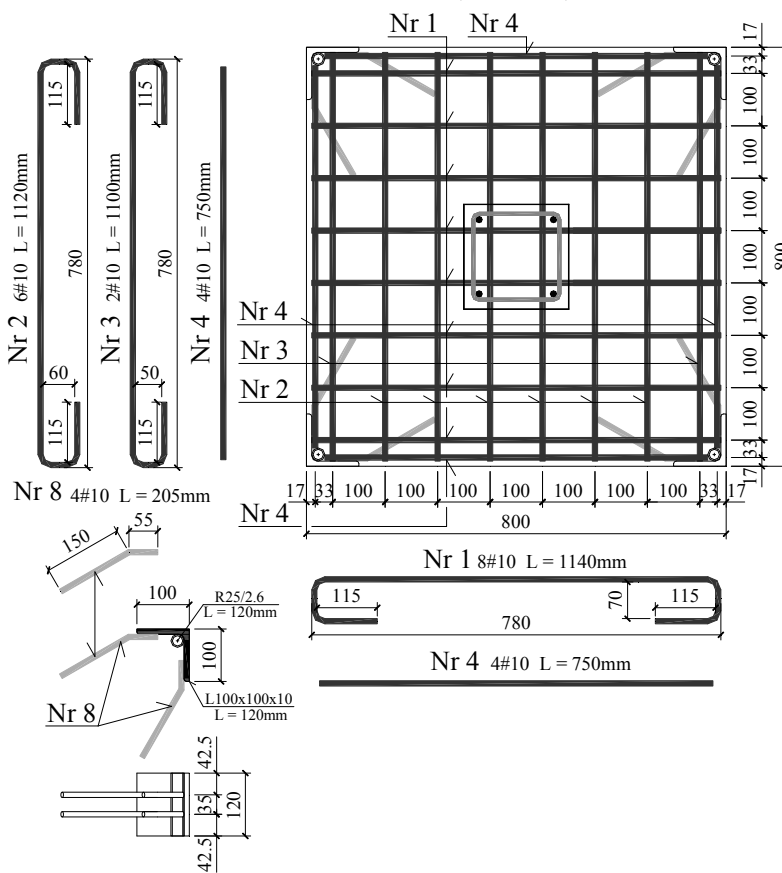
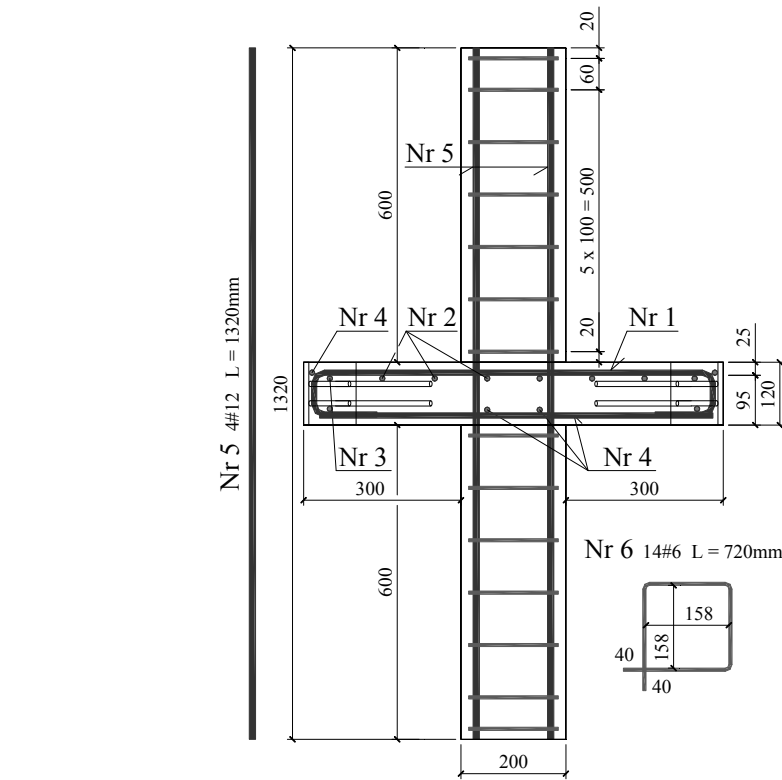


obciążenie słupa/ column load	obciążenie plyty/ slab load	odkształcenie/ strain					średnia/ average
		13	14	15	16	średnia/ average	
kN	kN	‰	‰	‰	‰	‰	
0	0	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	
100	0	0,011	0,016	0,022	0,009	0,015	
100	0	0,011	0,016	0,024	0,010	0,015	
200	0	0,017	0,021	0,036	0,019	0,023	
300	0	0,026	0,031	0,048	0,029	0,034	
300	25	0,020	0,020	0,040	0,016	0,024	
300	50	0,006	-0,003	0,019	-0,011	0,003	
300	75	-0,013	-0,028	-0,008	-0,034	-0,021	
300	100	-0,034	-0,052	-0,036	-0,058	-0,045	
400	100	-0,037	-0,051	-0,033	-0,051	-0,043	
500	100	-0,034	-0,046	-0,027	-0,043	-0,038	
600	100	-0,028	-0,038	-0,019	-0,034	-0,030	
700	100	-0,025	-0,040	-0,013	-0,027	-0,026	
800	100	-0,018	-0,025	-0,004	-0,016	-0,016	
900	100	-0,011	-0,018	0,004	-0,007	-0,008	
1000	100	-0,002	-0,009	0,013	0,002	0,001	
1100	100	0,005	0,000	0,022	0,012	0,010	
1200	100	0,012	0,007	0,030	0,022	0,018	
1300	100	0,019	0,016	0,039	0,033	0,027	
1400	100	0,028	0,026	0,048	0,044	0,037	
1500	100	0,034	0,035	0,057	0,055	0,045	
1600	100	0,044	0,046	0,068	0,065	0,056	
1700	100	0,051	0,054	0,076	0,078	0,065	
1800	100	0,059	0,062	0,088	0,091	0,075	
1900	100	0,067	0,070	0,098	0,106	0,085	
2000	100	0,100	0,093	0,122	0,126	0,110	
2100	100	0,094	0,101	0,129	0,148	0,118	
2200	100	0,102	0,116	0,138	0,175	0,133	
2300	100	0,115	0,142	0,154	0,214	0,156	
2400	100	0,134	0,192	0,190	0,254	0,193	
2400	100	0,143	0,210	0,200	0,278	0,208	
2500	100	0,178	0,270	0,229	0,356	0,258	
2600	100	0,225	0,345	0,262	0,443	0,319	
2700	100	0,334	0,489	0,302	0,589	0,429	
2800	100	0,362	0,720	0,310	0,794	0,547	
2851	100	0,371	1,224	0,290	0,894	0,695	
2899	100	0,373		0,296	1,029	0,566	
2854	100	0,332			0,485	0,409	



Fotografie modelu / Photos of test specimen





Wytrzymałość betonu / Strength of concrete
 słup dolny / bottom column
 $f_{cm} = 90,1\text{MPa}$, $E_{cm} = 32,2\text{GPa}$
 słup górny / upper column
 $f_{cm} = 88,3\text{MPa}$, $E_{cm} = 33,3\text{GPa}$
 płyta / slab
 $f_{cm} = 25,1\text{MPa}$, $E_{cm} = 12,6\text{GPa}$
 gęstość betonu płyty / density of slab concrete
 $\rho = 1688\text{kg/m}^3$

Charakterystyka zbrojenia/
 Characteristics of the reinforcement

Ø6
 $A_s = 28,30\text{mm}^2$
 $f_{ym} = 586,4\text{MPa}$
 $E_s = 215,7\text{GPa}$
 Ø10
 $A_s = 77,71\text{mm}^2$
 $f_{ym} = 539,8\text{MPa}$
 $E_s = 211,5\text{GPa}$
 Ø12
 $A_s = 112,76\text{mm}^2$
 $f_{ym} = 580,2\text{MPa}$
 $E_s = 204,3\text{GPa}$

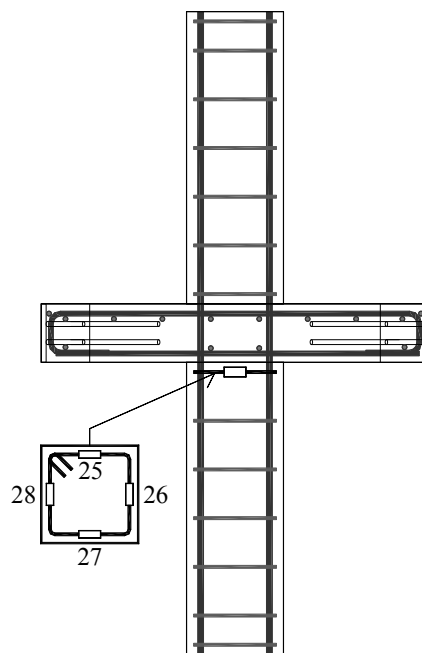
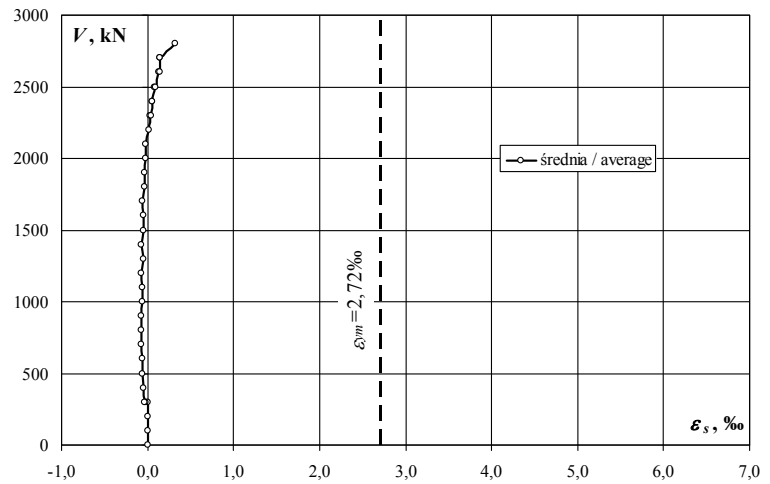
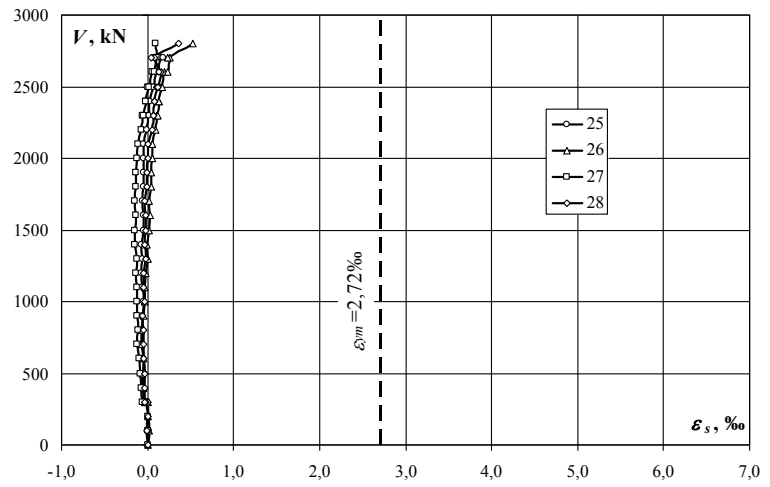
Siła niszcząca / Destructive force
 $F_{b,exp} = 2850\text{kN}$ (słup dolny / bottom column)
 $F_{u,exp} = 2800\text{kN}$ (słup górny / upper column)

Zbrojenie modelu / Specimen's reinforcement

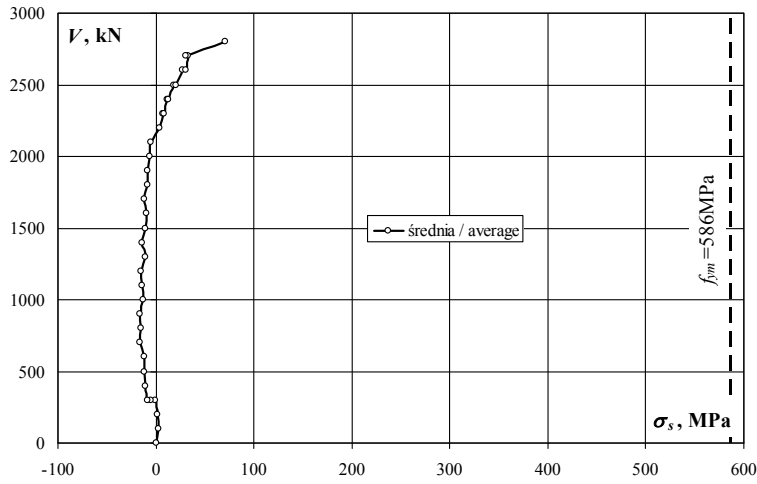
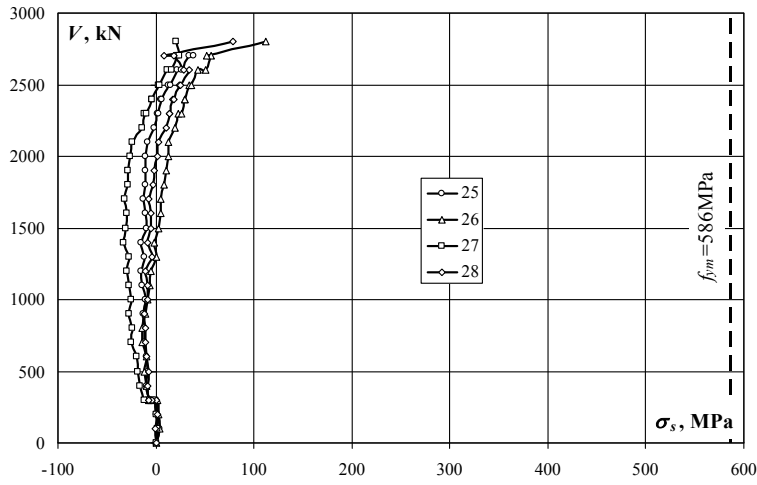
ML-3

Strzemię dolne – odkształcenia (ε_s) / Bottom stirrup – strains (ε_s)

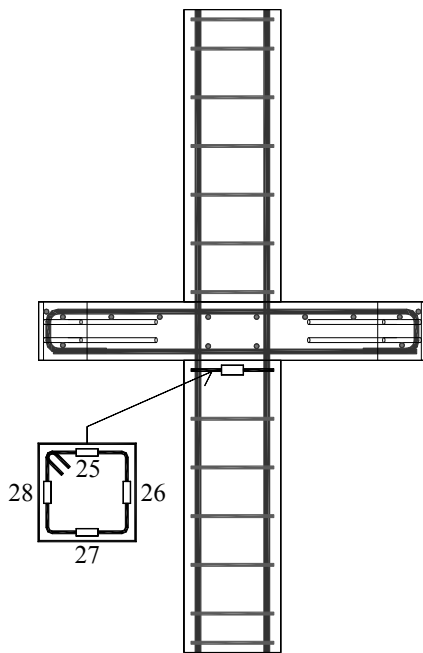
obciążenie stupa/ column load	obciążenie plyty/ slab load	odkształcenie/ strain				
		25	26	27	28	średnia/ average
kN	kN	‰	‰	‰	‰	‰
0	0	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
100	0	0,020	0,019	0,006	-0,004	0,010
200	0	0,000	0,010	0,004	0,008	0,006
300	0	-0,006	0,009	-0,008	0,003	-0,001
300	25	-0,024	-0,022	-0,034	-0,018	-0,025
300	50	-0,030	-0,033	-0,057	-0,036	-0,039
400	50	-0,044	-0,044	-0,073	-0,039	-0,050
500	50	-0,038	-0,057	-0,088	-0,034	-0,054
600	50	-0,045	-0,046	-0,093	-0,043	-0,057
700	50	-0,057	-0,066	-0,118	-0,051	-0,073
800	50	-0,057	-0,066	-0,114	-0,050	-0,072
900	50	-0,060	-0,050	-0,128	-0,054	-0,073
1000	50	-0,051	-0,037	-0,117	-0,038	-0,061
1100	50	-0,064	-0,028	-0,127	-0,040	-0,065
1200	50	-0,068	-0,025	-0,135	-0,052	-0,070
1300	50	-0,053	0,000	-0,127	-0,016	-0,049
1400	50	-0,072	-0,006	-0,154	-0,038	-0,068
1500	50	-0,046	0,015	-0,142	-0,024	-0,049
1600	50	-0,050	0,025	-0,137	-0,022	-0,046
1700	50	-0,061	0,023	-0,150	-0,035	-0,056
1800	50	-0,047	0,041	-0,131	-0,011	-0,037
1900	50	-0,052	0,048	-0,133	-0,010	-0,037
2000	50	-0,049	0,058	-0,121	0,006	-0,027
2100	50	-0,041	0,057	-0,112	0,010	-0,022
2200	50	-0,010	0,092	-0,067	0,051	0,017
2300	50	0,005	0,106	-0,054	0,066	0,031
2300	50	0,013	0,120	-0,045	0,063	0,038
2400	50	0,023	0,136	-0,019	0,082	0,056
2400	50	0,030	0,137	-0,016	0,085	0,059
2500	50	0,060	0,159	0,010	0,110	0,085
2500	50	0,070	0,170	0,018	0,117	0,094
2600	50	0,101	0,199	0,054	0,156	0,128
2600	50	0,121	0,234	0,075	0,132	0,141
2700	50	0,155	0,263	0,099	0,087	0,151
2700	50	0,179	0,240	0,111	0,041	0,143
2800	50		0,521	0,095	0,367	0,328



Strzemię dolne – naprężenia (σ_s) / Bottom stirrup – stresses (σ_s)



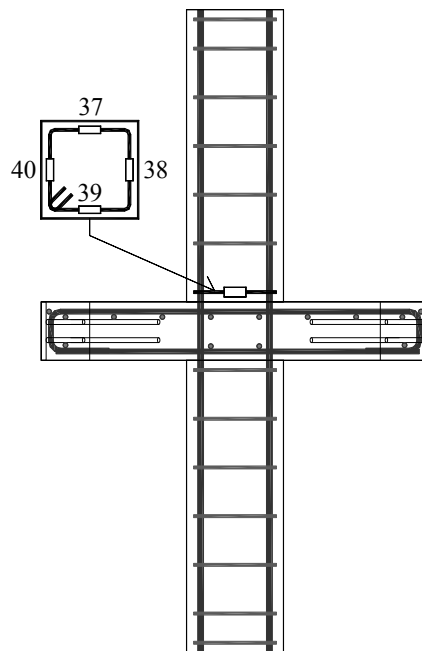
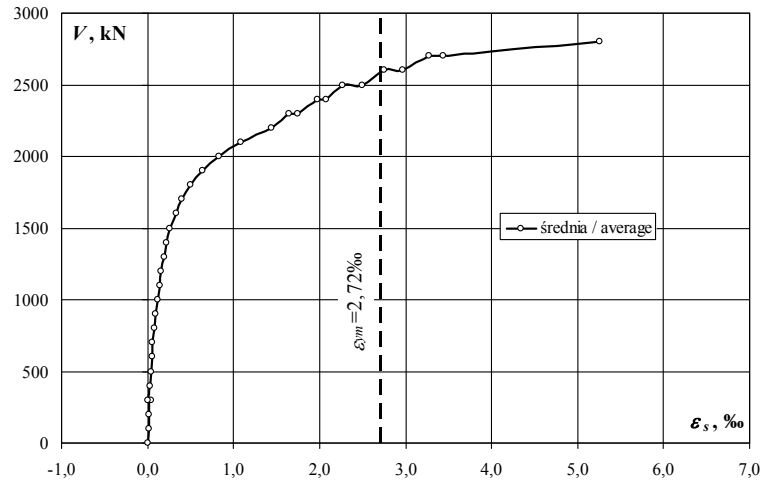
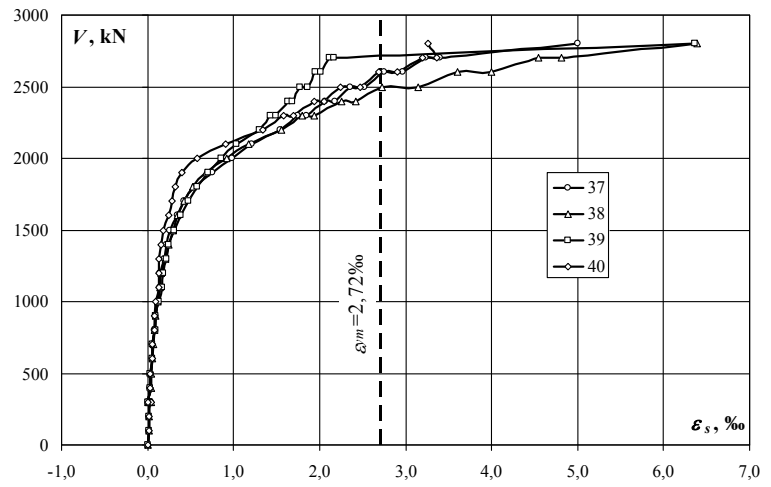
obciążenie słupa/ column load	obciążenie plyty/ slab load	naprężenie/ stress					średnia/ average
		25	26	27	28	średnia/ average	
kN	kN	MPa	MPa	MPa	MPa	MPa	
0	0	0	0	0	0	0	
100	0	4	4	1	-1	2	
200	0	0	2	1	2	1	
300	0	-1	2	-2	1	0	
300	25	-5	-5	-7	-4	-5	
300	50	-6	-7	-12	-8	-8	
400	50	-9	-9	-16	-8	-11	
500	50	-8	-12	-19	-7	-12	
600	50	-10	-10	-20	-9	-12	
700	50	-12	-14	-25	-11	-16	
800	50	-12	-14	-25	-11	-15	
900	50	-13	-11	-28	-12	-16	
1000	50	-11	-8	-25	-8	-13	
1100	50	-14	-6	-27	-9	-14	
1200	50	-15	-5	-29	-11	-15	
1300	50	-11	0	-27	-3	-11	
1400	50	-16	-1	-33	-8	-15	
1500	50	-10	3	-31	-5	-11	
1600	50	-11	5	-30	-5	-10	
1700	50	-13	5	-32	-8	-12	
1800	50	-10	9	-28	-2	-8	
1900	50	-11	10	-29	-2	-8	
2000	50	-11	13	-26	1	-6	
2100	50	-9	12	-24	2	-5	
2200	50	-2	20	-14	11	4	
2300	50	1	23	-12	14	7	
2300	50	3	26	-10	14	8	
2400	50	5	29	-4	18	12	
2400	50	6	30	-3	18	13	
2500	50	13	34	2	24	18	
2500	50	15	37	4	25	20	
2600	50	22	43	12	34	28	
2600	50	26	50	16	28	30	
2700	50	33	57	21	19	33	
2700	50	39	52	24	9	31	
2800	50		112	20	79	71	



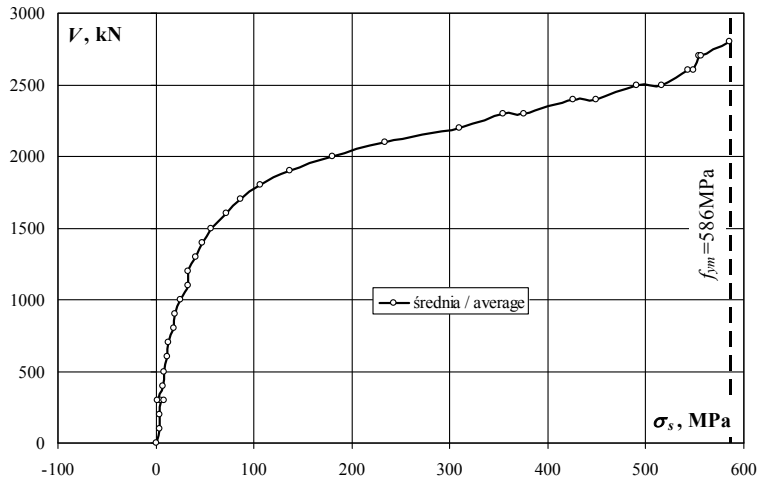
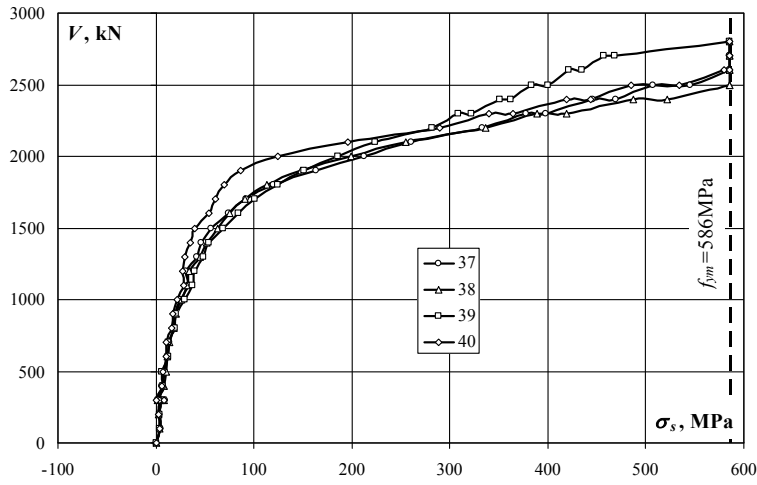
ML-3

Strzeżnię górne – odkształcenia (ϵ_s) / Upper stirrup – strains (ϵ_s)

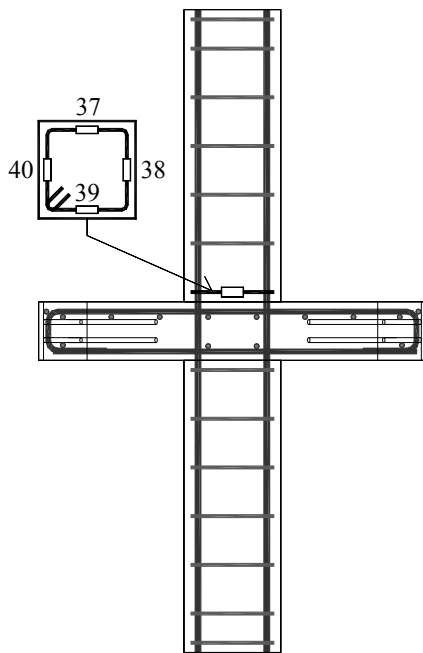
obciążenie stupa/ column load	obciążenie plyty/ slab load	odkształcenie/ strain					średnia/ average
		37	38	39	40		
kN	kN	‰	‰	‰	‰	‰	
0	0	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	
100	0	0,021	0,017	0,018	0,017	0,018	
200	0	0,019	0,013	0,017	0,014	0,016	
300	0	0,029	0,021	0,021	0,017	0,022	
300	25	0,043	0,038	0,036	0,037	0,039	
300	50	0,008	0,008	0,010	0,003	0,007	
400	50	0,029	0,038	0,035	0,028	0,033	
500	50	0,046	0,048	0,026	0,035	0,039	
600	50	0,052	0,056	0,058	0,050	0,054	
700	50	0,062	0,066	0,058	0,050	0,059	
800	50	0,086	0,086	0,090	0,075	0,084	
900	50	0,090	0,097	0,096	0,079	0,091	
1000	50	0,114	0,120	0,136	0,100	0,118	
1100	50	0,151	0,149	0,171	0,130	0,150	
1200	50	0,141	0,160	0,185	0,126	0,153	
1300	50	0,194	0,210	0,224	0,136	0,191	
1400	50	0,217	0,242	0,252	0,161	0,218	
1500	50	0,260	0,292	0,316	0,184	0,263	
1600	50	0,342	0,350	0,390	0,252	0,334	
1700	50	0,425	0,423	0,470	0,280	0,400	
1800	50	0,554	0,526	0,579	0,325	0,496	
1900	50	0,758	0,683	0,699	0,402	0,636	
2000	50	0,985	0,921	0,862	0,578	0,837	
2100	50	1,207	1,180	1,038	0,909	1,084	
2200	50	1,547	1,558	1,304	1,343	1,438	
2300	50	1,753	1,804	1,429	1,577	1,641	
2300	50	1,844	1,941	1,494	1,691	1,743	
2400	50	2,065	2,261	1,627	1,941	1,974	
2400	50	2,177	2,421	1,681	2,057	2,084	
2500	50	2,352	2,724	1,775	2,248	2,275	
2500	50	2,529	3,149	1,856	2,475	2,502	
2600	50	2,746	3,604	1,951	2,688	2,747	
2600	50	2,962	4,004	2,017	2,909	2,973	
2700	50	3,230	4,544	2,120	3,198	3,273	
2700	50	3,401	4,809	2,170	3,357	3,434	
2800	50	5,009	6,393	6,364	3,267	5,258	



Strzeżnię górne – naprężenia (σ_s) / Upper stirrup – stresses (σ_s)



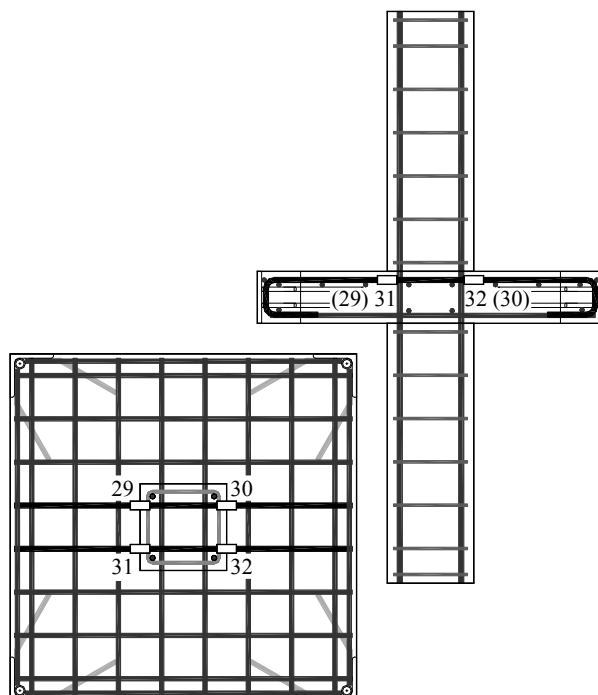
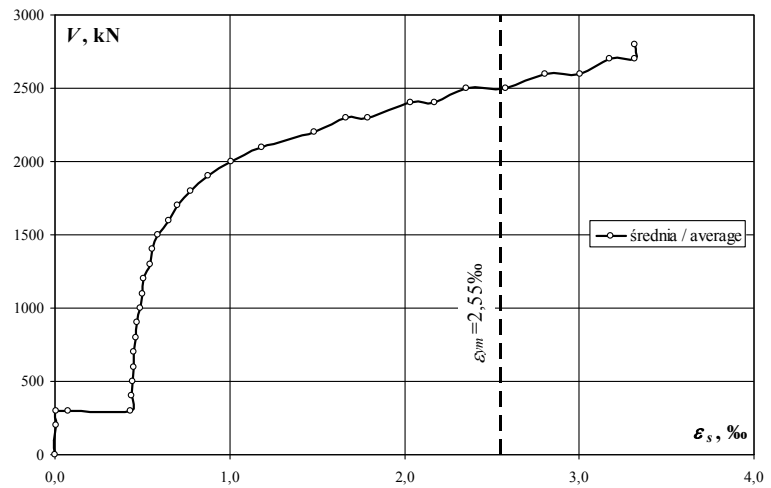
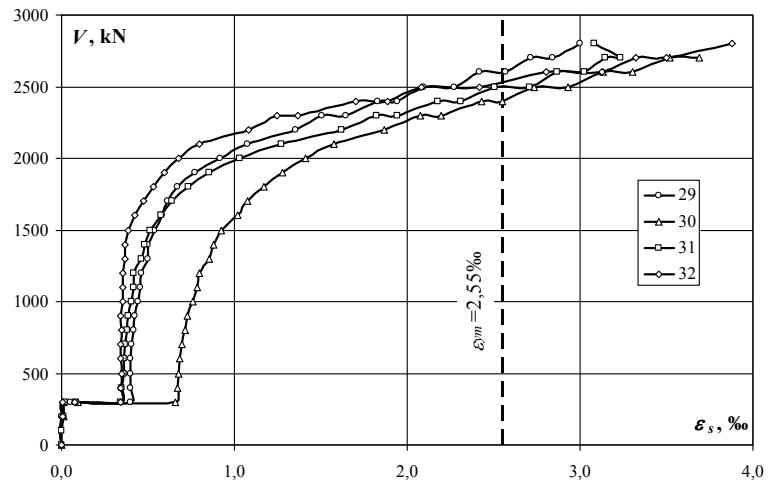
obciążenie słupa/ column load	obciążenie plyty/ slab load	naprężenie/ stress				
		37	38	39	40	średnia/ average
kN	kN	MPa	MPa	MPa	MPa	MPa
0	0	0	0	0	0	0
100	0	5	4	4	4	4
200	0	4	3	4	3	3
300	0	6	5	5	4	5
300	25	9	8	8	8	8
300	50	2	2	2	1	2
400	50	6	8	8	6	7
500	50	10	10	6	8	8
600	50	11	12	13	11	12
700	50	13	14	13	11	13
800	50	19	19	19	16	18
900	50	19	21	21	17	20
1000	50	25	26	29	22	25
1100	50	33	32	37	28	32
1200	50	30	35	40	27	33
1300	50	42	45	48	29	41
1400	50	47	52	54	35	47
1500	50	56	63	68	40	57
1600	50	74	75	84	54	72
1700	50	92	91	101	60	86
1800	50	119	113	125	70	107
1900	50	164	147	151	87	137
2000	50	212	199	186	125	180
2100	50	260	255	224	196	234
2200	50	334	336	281	290	310
2300	50	378	389	308	340	354
2300	50	398	419	322	365	376
2400	50	445	488	351	419	426
2400	50	470	522	363	444	450
2500	50	507	586	383	485	490
2500	50	546	586	400	534	516
2600	50	586	586	421	580	543
2600	50	586	586	435	586	548
2700	50	586	586	457	586	554
2700	50	586	586	468	586	557
2800	50	586	586	586	586	586



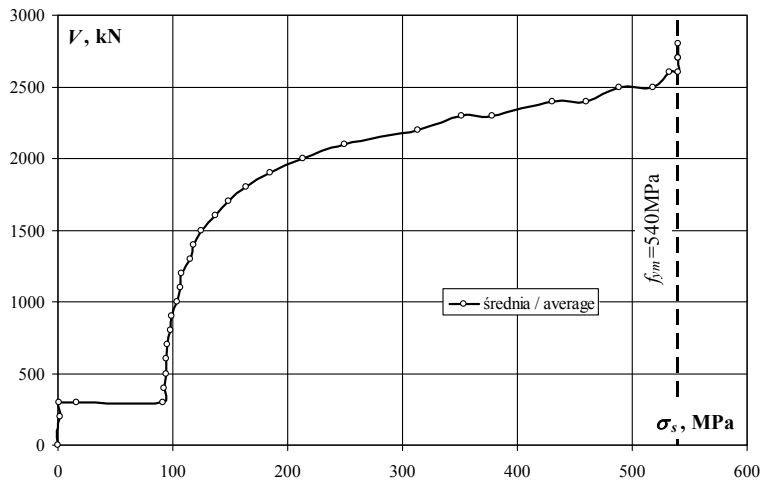
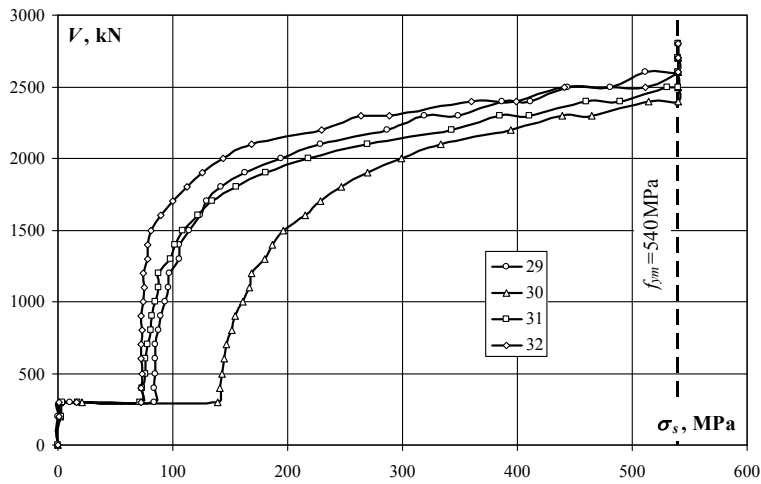
ML-3

Zbrojenie podłużne płyty (warstwa górna) – odkształcenia (ϵ_s) / Slab reinforcement (upper layer) – strains (ϵ_s)

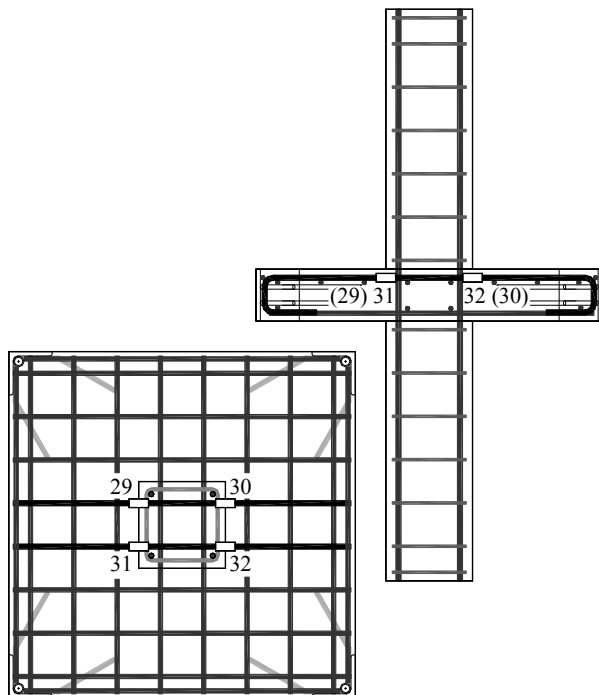
obciążenie stupa/ column load	obciążenie płyty/ slab load	odkształcenie/ strain				
		29	30	31	32	średnia/ average
kN	kN	‰	‰	‰	‰	‰
0	0	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
100	0	-0,010	-0,005	-0,003	-0,004	-0,006
200	0	0,000	0,011	0,015	0,005	0,008
300	0	-0,006	0,011	0,016	0,006	0,007
300	25	0,048	0,097	0,083	0,078	0,077
300	50	0,396	0,659	0,339	0,340	0,434
400	50	0,398	0,668	0,348	0,341	0,439
500	50	0,401	0,676	0,360	0,346	0,446
600	50	0,400	0,686	0,362	0,344	0,448
700	50	0,402	0,695	0,368	0,342	0,452
800	50	0,415	0,716	0,381	0,346	0,465
900	50	0,422	0,730	0,386	0,343	0,470
1000	50	0,443	0,759	0,402	0,352	0,489
1100	50	0,457	0,786	0,415	0,355	0,503
1200	50	0,461	0,799	0,415	0,352	0,507
1300	50	0,498	0,852	0,465	0,367	0,546
1400	50	0,501	0,882	0,480	0,370	0,558
1500	50	0,541	0,926	0,515	0,383	0,591
1600	50	0,584	1,016	0,578	0,423	0,650
1700	50	0,613	1,079	0,637	0,472	0,700
1800	50	0,673	1,168	0,735	0,530	0,777
1900	50	0,769	1,276	0,856	0,596	0,874
2000	50	0,919	1,414	1,029	0,680	1,011
2100	50	1,079	1,574	1,273	0,796	1,181
2200	50	1,356	1,866	1,623	1,085	1,483
2300	50	1,508	2,075	1,821	1,249	1,663
2300	50	1,647	2,197	1,943	1,366	1,788
2400	50	1,828	2,432	2,176	1,701	2,034
2400	50	1,944	2,552	2,313	1,888	2,174
2500	50	2,098	2,733	2,509	2,083	2,356
2500	50	2,274	2,928	2,707	2,418	2,582
2600	50	2,417	3,136	2,867	2,803	2,806
2600	50	2,568	3,305	3,027	3,129	3,007
2700	50	2,716	3,521	3,143	3,322	3,176
2700	50	2,841	3,693	3,232	3,501	3,317
2800	50	2,999		3,080	3,877	3,319



Zbrojenie podłużne płyty (warstwa górna) – naprężenia (σ_s) / Slab reinforcement (upper layer) – stresses (σ_s)



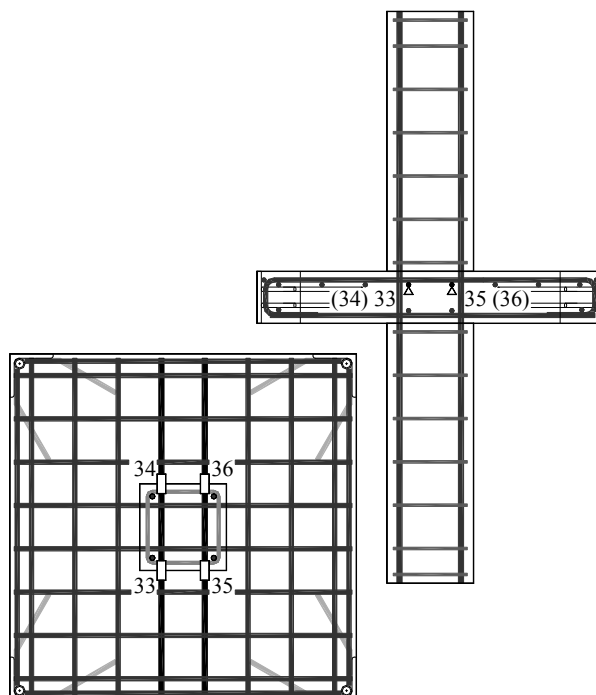
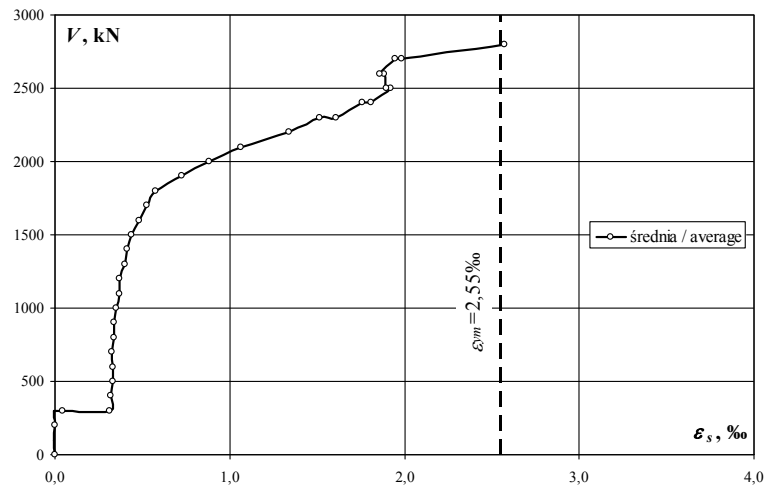
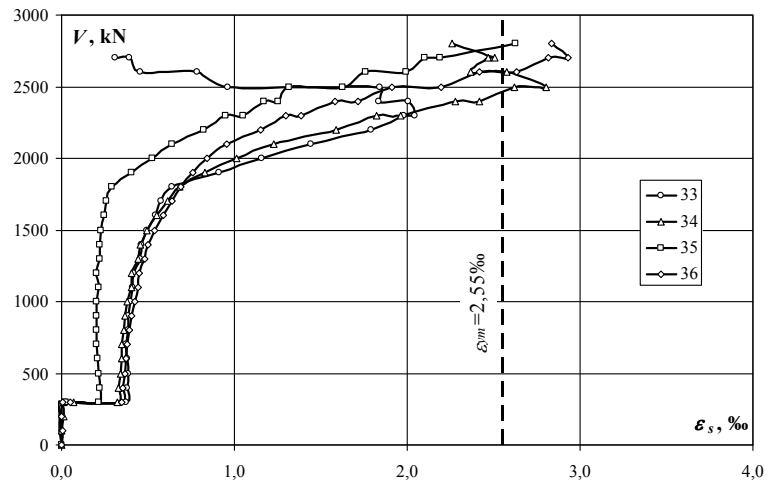
obciążenie słupa/ column load	obciążenie płyty/ slab load	naprężenie/ stress					średnia/ average
		29	30	31	32	średnia/ average	
kN	kN	MPa	MPa	MPa	MPa	MPa	
0	0	0	0	0	0	0	
100	0	-2	-1	-1	-1	-1	
200	0	0	2	3	1	2	
300	0	-1	2	3	1	1	
300	25	10	21	18	16	16	
300	50	84	139	72	72	92	
400	50	84	141	74	72	93	
500	50	85	143	76	73	94	
600	50	85	145	77	73	95	
700	50	85	147	78	72	96	
800	50	88	151	81	73	98	
900	50	89	154	82	73	99	
1000	50	94	161	85	74	103	
1100	50	97	166	88	75	106	
1200	50	98	169	88	74	107	
1300	50	105	180	98	78	115	
1400	50	106	187	102	78	118	
1500	50	114	196	109	81	125	
1600	50	124	215	122	89	138	
1700	50	130	228	135	100	148	
1800	50	142	247	155	112	164	
1900	50	163	270	181	126	185	
2000	50	194	299	218	144	214	
2100	50	228	333	269	168	250	
2200	50	287	395	343	229	314	
2300	50	319	439	385	264	352	
2300	50	348	465	411	289	378	
2400	50	387	514	460	360	430	
2400	50	411	540	489	399	460	
2500	50	444	540	531	441	489	
2500	50	481	540	540	511	518	
2600	50	511	540	540	540	533	
2600	50	540	540	540	540	540	
2700	50	540	540	540	540	540	
2700	50	540	540	540	540	540	
2800	50	540		540	540	540	



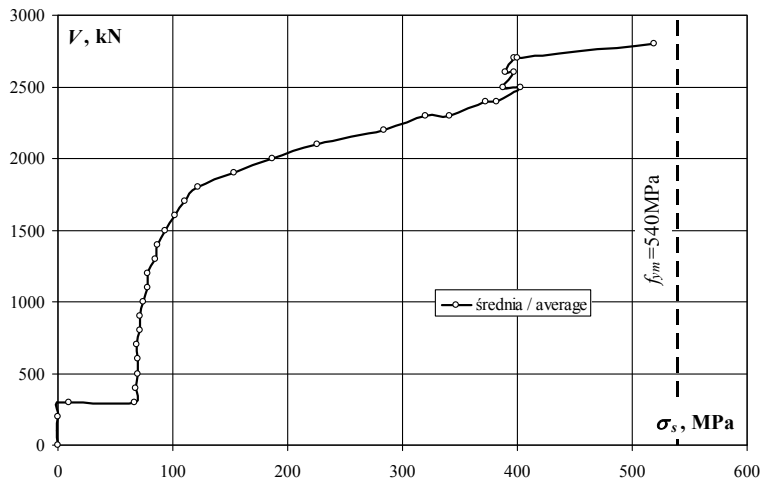
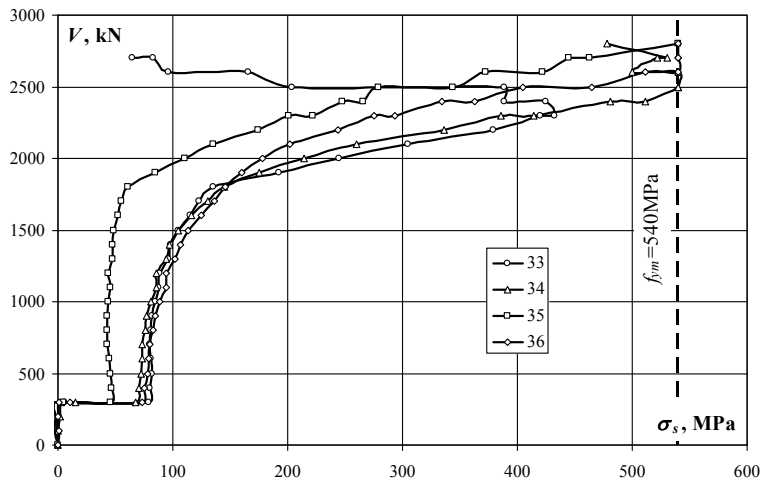
ML-3

Zbrojenie podłużne płyty (warstwa dolna) – odkształcenia (ϵ_s) / Slab reinforcement (bottom layer) – strains (ϵ_s)

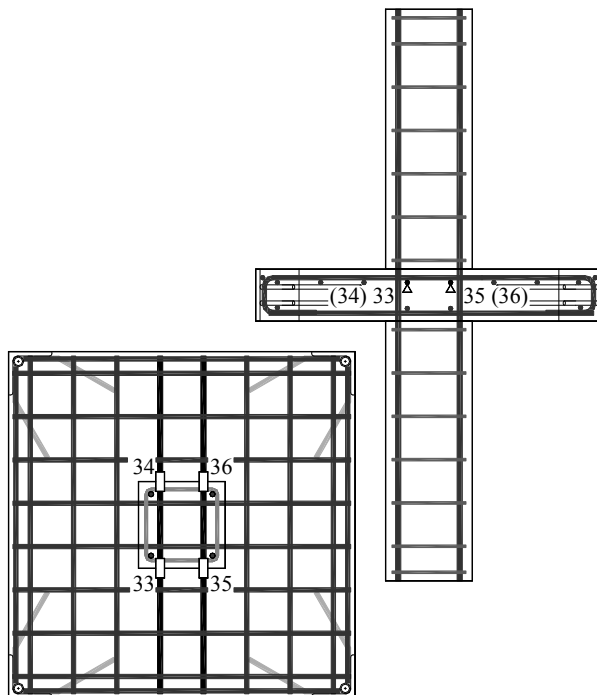
obciążenie stupa/ column load	obciążenie płyty/ slab load	odkształcenie/ strain					średnia/ average
		33	34	35	36		
kN	kN	‰	‰	‰	‰	‰	
0	0	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	
100	0	-0,013	0,000	-0,005	0,004	-0,004	
200	0	-0,009	0,011	-0,010	0,002	-0,002	
300	0	-0,017	0,015	-0,018	0,005	-0,004	
300	25	0,028	0,072	0,024	0,049	0,043	
300	50	0,374	0,321	0,217	0,346	0,315	
400	50	0,378	0,331	0,219	0,356	0,321	
500	50	0,389	0,343	0,217	0,368	0,329	
600	50	0,381	0,348	0,211	0,375	0,329	
700	50	0,376	0,345	0,202	0,380	0,326	
800	50	0,385	0,359	0,204	0,394	0,336	
900	50	0,386	0,365	0,201	0,403	0,339	
1000	50	0,401	0,382	0,205	0,421	0,352	
1100	50	0,414	0,405	0,217	0,444	0,370	
1200	50	0,417	0,405	0,205	0,448	0,369	
1300	50	0,455	0,446	0,224	0,484	0,402	
1400	50	0,463	0,458	0,223	0,503	0,412	
1500	50	0,495	0,495	0,231	0,537	0,440	
1600	50	0,545	0,551	0,248	0,591	0,484	
1700	50	0,579	0,616	0,260	0,642	0,524	
1800	50	0,640	0,683	0,290	0,691	0,576	
1900	50	0,910	0,828	0,403	0,757	0,725	
2000	50	1,158	1,015	0,524	0,841	0,885	
2100	50	1,442	1,231	0,640	0,953	1,067	
2200	50	1,793	1,590	0,823	1,154	1,340	
2300	50	1,984	1,822	0,951	1,300	1,514	
2300	50	2,046	1,960	1,051	1,386	1,611	
2400	50	2,007	2,276	1,171	1,582	1,759	
2400	50	1,837	2,416	1,256	1,715	1,806	
2500	50	1,839	2,621	1,319	1,912	1,923	
2500	50	0,964	2,804	1,626	2,196	1,898	
2600	50	0,782	2,578	1,761	2,419	1,885	
2600	50	0,456	2,364	1,996	2,631	1,862	
2700	50	0,390	2,467	2,103	2,819	1,945	
2700	50	0,307	2,509	2,188	2,932	1,984	
2800	50		2,261	2,624	2,837	2,574	



Zbrojenie podłużne płyty (warstwa dolna) – naprężenia (σ_s) / Slab reinforcement (bottom layer) – stresses (σ_s)



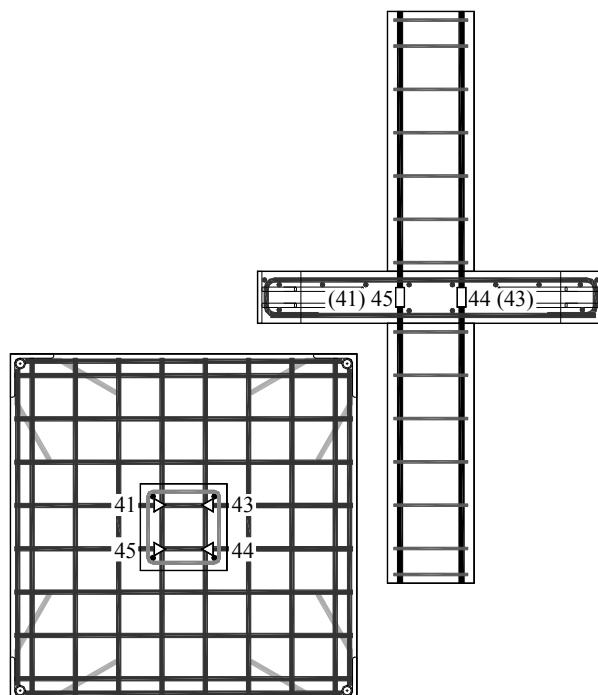
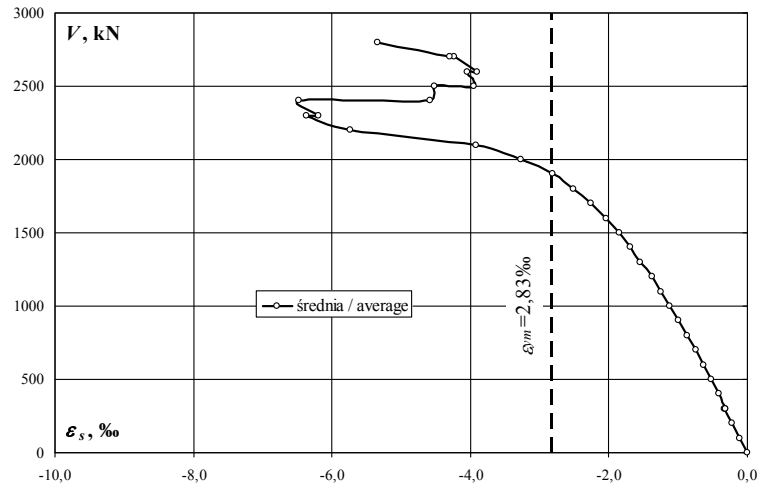
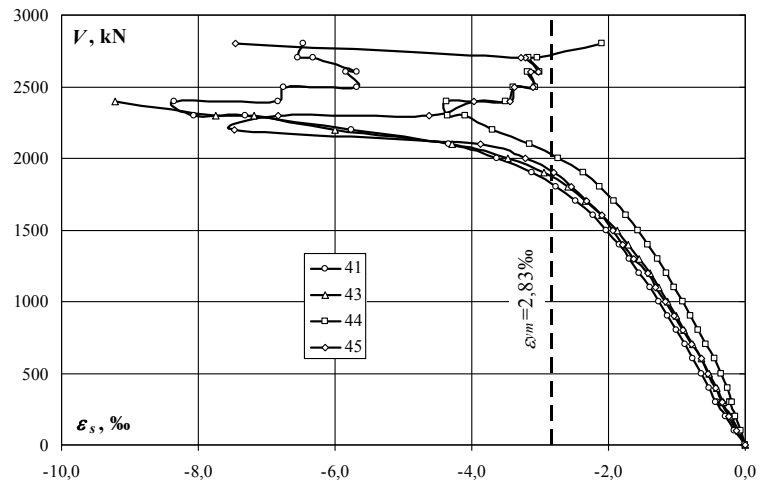
obciążenie słupa/ column load	obciążenie płyty/ slab load	naprężenie/ stress					średnia/ average
		33	34	35	36	MPa	
0	0	0	0	0	0	0	0
100	0	-3	0	-1	1	-1	-1
200	0	-2	2	-2	0	0	0
300	0	-4	3	-4	1	-1	-1
300	25	6	15	5	10	9	9
300	50	79	68	46	73	67	67
400	50	80	70	46	75	68	68
500	50	82	73	46	78	70	70
600	50	81	74	45	79	70	70
700	50	80	73	43	80	69	69
800	50	81	76	43	83	71	71
900	50	82	77	43	85	72	72
1000	50	85	81	43	89	75	75
1100	50	88	86	46	94	78	78
1200	50	88	86	43	95	78	78
1300	50	96	94	47	102	85	85
1400	50	98	97	47	106	87	87
1500	50	105	105	49	114	93	93
1600	50	115	117	52	125	102	102
1700	50	122	130	55	136	111	111
1800	50	135	144	61	146	122	122
1900	50	192	175	85	160	153	153
2000	50	245	215	111	178	187	187
2100	50	305	260	135	202	226	226
2200	50	379	336	174	244	283	283
2300	50	420	385	201	275	320	320
2300	50	433	415	222	293	341	341
2400	50	424	481	248	335	372	372
2400	50	389	511	266	363	382	382
2500	50	389	540	279	404	403	403
2500	50	204	540	344	464	388	388
2600	50	165	540	372	512	397	397
2600	50	96	500	422	540	390	390
2700	50	82	522	445	540	397	397
2700	50	65	531	463	540	400	400
2800	50		478	540	540	519	519



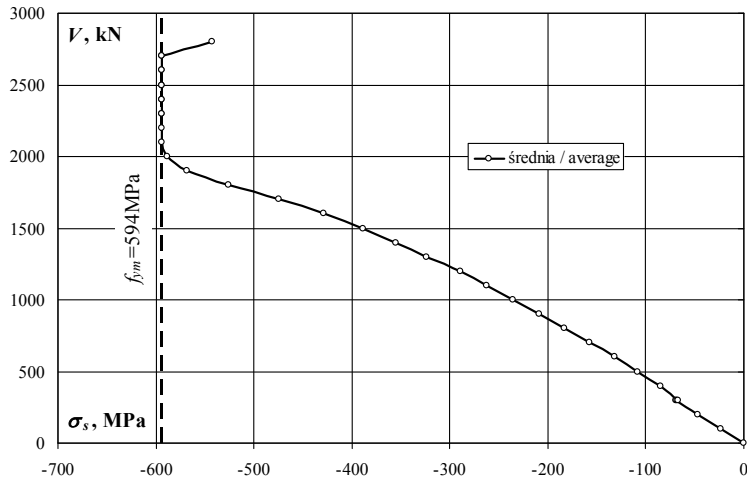
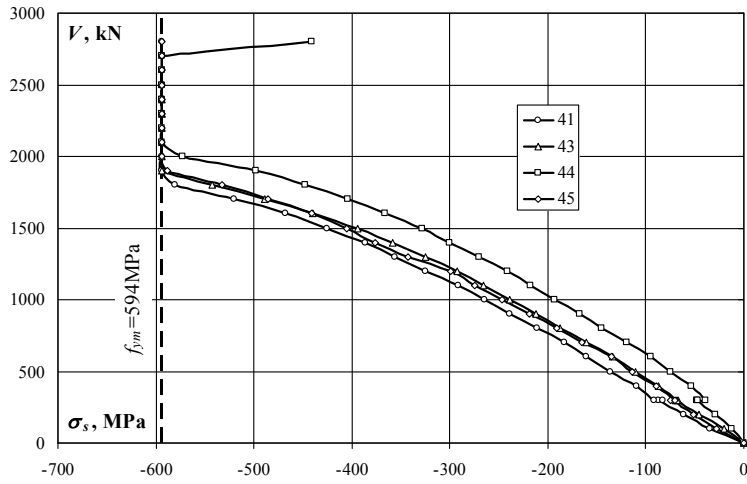
ML-3

Zbrojenie podłużne słupa – odkształcenia (ϵ_s) / Column reinforcement – strains (ϵ_s)

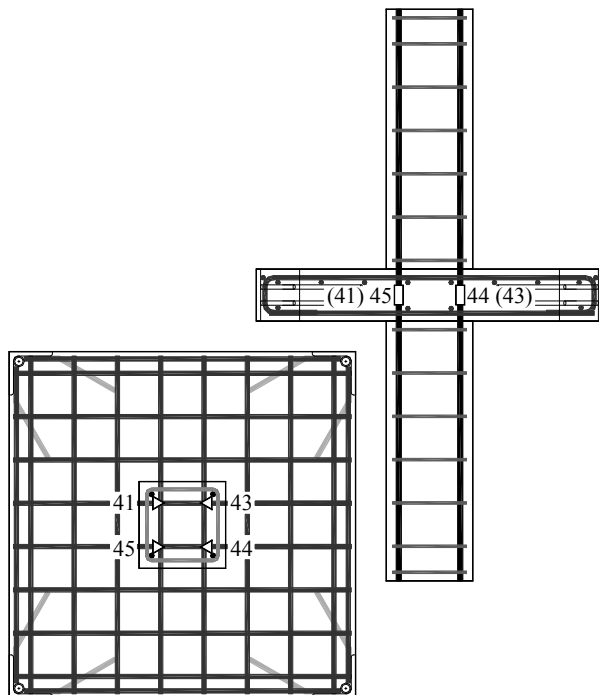
obciążenie słupa/ column load	obciążenie plyty/ slab load	odkształcenie/ strain					średnia/ average
		41	43	44	45		
kN	kN	‰	‰	‰	‰	‰	
0	0	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	
100	0	-0,167	-0,095	-0,060	-0,133	-0,114	
200	0	-0,292	-0,216	-0,139	-0,244	-0,223	
300	0	-0,414	-0,330	-0,228	-0,346	-0,330	
300	25	-0,396	-0,317	-0,224	-0,358	-0,324	
300	50	-0,436	-0,322	-0,186	-0,335	-0,320	
400	50	-0,524	-0,415	-0,256	-0,425	-0,405	
500	50	-0,647	-0,527	-0,358	-0,541	-0,518	
600	50	-0,768	-0,637	-0,454	-0,643	-0,626	
700	50	-0,875	-0,764	-0,571	-0,788	-0,750	
800	50	-1,004	-0,894	-0,690	-0,911	-0,875	
900	50	-1,140	-1,010	-0,798	-1,042	-0,998	
1000	50	-1,262	-1,141	-0,920	-1,176	-1,125	
1100	50	-1,390	-1,269	-1,036	-1,310	-1,251	
1200	50	-1,547	-1,396	-1,147	-1,428	-1,380	
1300	50	-1,700	-1,551	-1,288	-1,635	-1,544	
1400	50	-1,841	-1,708	-1,430	-1,793	-1,693	
1500	50	-2,025	-1,877	-1,567	-1,934	-1,851	
1600	50	-2,231	-2,097	-1,746	-2,103	-2,044	
1700	50	-2,478	-2,332	-1,925	-2,316	-2,263	
1800	50	-2,766	-2,587	-2,136	-2,537	-2,507	
1900	50	-3,122	-2,944	-2,372	-2,805	-2,811	
2000	50	-3,635	-3,478	-2,729	-3,209	-3,263	
2100	50	-4,337	-4,295	-3,154	-3,870	-3,914	
2200	50	-5,762	-5,999	-3,693	-7,477	-5,733	
2300	50	-7,314	-7,186	-4,096	-6,839	-6,359	
2300	50	-8,057	-7,750	-4,357	-4,618	-6,196	
2400	50	-8,360	-9,209	-4,363	-3,962	-6,474	
2400	50	-6,829		-3,498	-3,436	-4,588	
2500	50	-6,758		-3,399	-3,378	-4,512	
2500	50	-5,677		-3,070	-3,107	-3,951	
2600	50	-5,833		-3,187	-3,134	-4,051	
2600	50	-5,688		-3,004	-3,031	-3,908	
2700	50	-6,321		-3,161	-3,221	-4,234	
2700	50	-6,544		-3,048	-3,284	-4,292	
2800	50	-6,465		-2,102	-7,459	-5,342	



Zbrojenie podłużne słupa – naprężenia (σ_s) / Column reinforcement – stresses (σ_s)



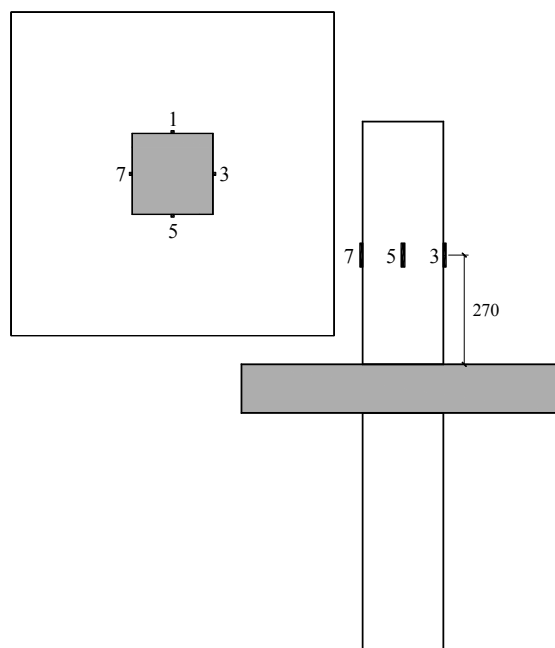
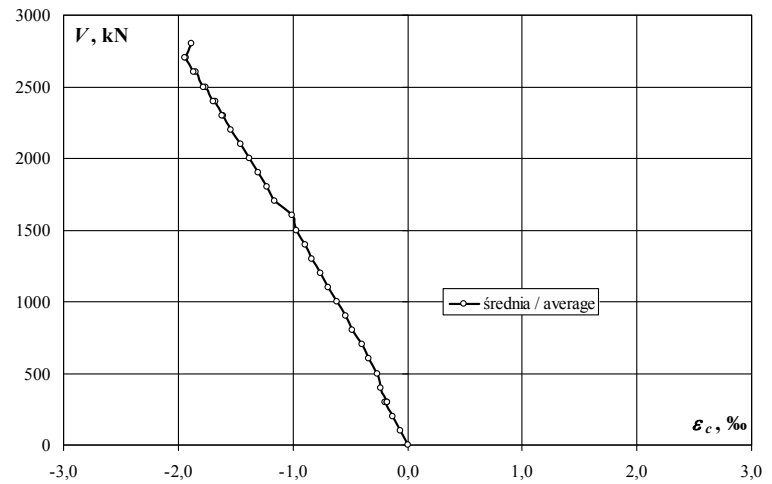
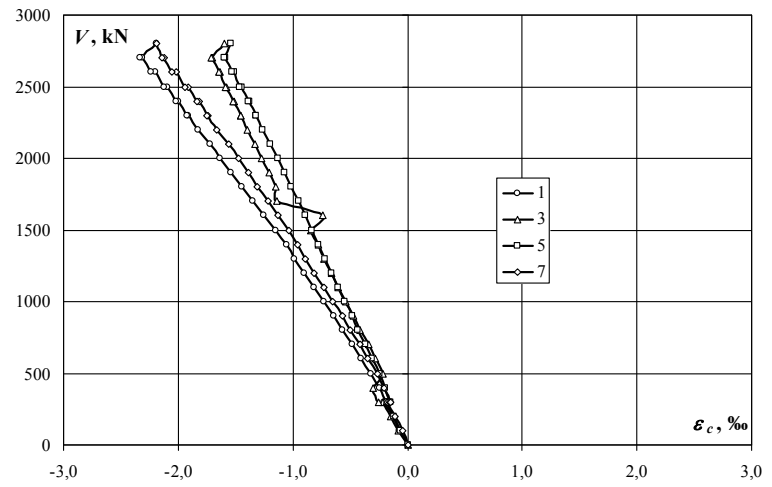
obciążenie słupa/ column load	obciążenie plyty/ slab load	naprężenie/ stress					średnia/ average
		41	43	44	45		
kN	kN	MPa	MPa	MPa	MPa	MPa	MPa
0	0	0	0	0	0	0	0
100	0	-35	-20	-13	-28	-24	-24
200	0	-61	-45	-29	-51	-47	-47
300	0	-87	-69	-48	-73	-69	-69
300	25	-83	-67	-47	-75	-68	-68
300	50	-91	-68	-39	-70	-67	-67
400	50	-110	-87	-54	-89	-85	-85
500	50	-136	-111	-75	-114	-109	-109
600	50	-161	-134	-95	-135	-131	-131
700	50	-184	-160	-120	-165	-157	-157
800	50	-211	-188	-145	-191	-184	-184
900	50	-239	-212	-167	-219	-209	-209
1000	50	-265	-239	-193	-247	-236	-236
1100	50	-292	-266	-217	-275	-263	-263
1200	50	-325	-293	-241	-300	-289	-289
1300	50	-357	-325	-270	-343	-324	-324
1400	50	-386	-358	-300	-376	-355	-355
1500	50	-425	-394	-329	-406	-388	-388
1600	50	-468	-440	-366	-441	-429	-429
1700	50	-520	-489	-404	-486	-475	-475
1800	50	-580	-543	-448	-532	-526	-526
1900	50	-594	-594	-498	-588	-569	-569
2000	50	-594	-594	-573	-594	-589	-589
2100	50	-594	-594	-594	-594	-594	-594
2200	50	-594	-594	-594	-594	-594	-594
2300	50	-594	-594	-594	-594	-594	-594
2300	50	-594	-594	-594	-594	-594	-594
2400	50	-594	-594	-594	-594	-594	-594
2400	50	-594	-594	-594	-594	-594	-594
2500	50	-594	-594	-594	-594	-594	-594
2500	50	-594	-594	-594	-594	-594	-594
2600	50	-594	-594	-594	-594	-594	-594
2600	50	-594	-594	-594	-594	-594	-594
2700	50	-594	-594	-594	-594	-594	-594
2700	50	-594	-594	-594	-594	-594	-594
2800	50	-594	-594	-441	-594	-543	-543



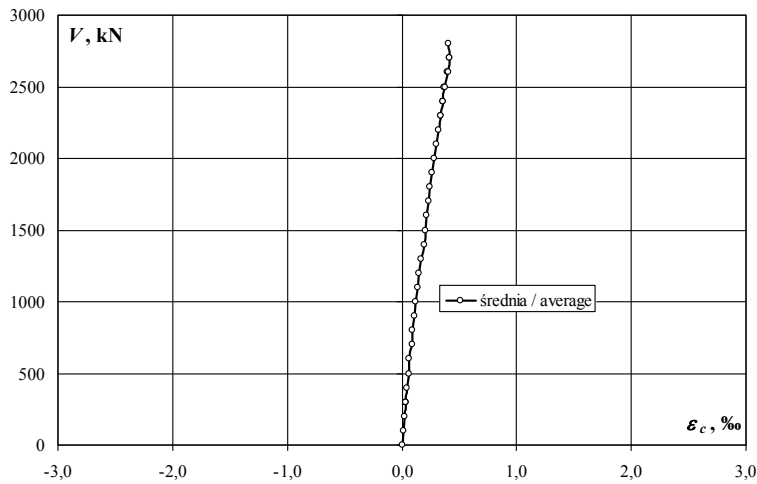
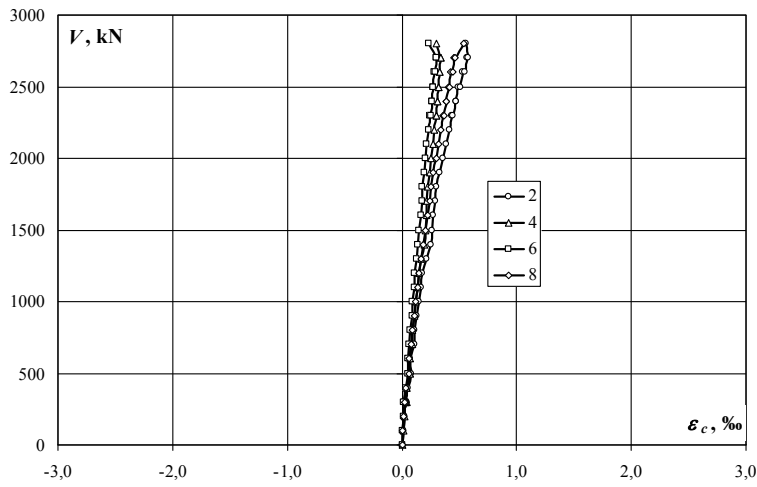
ML-3

Słup górny (tensometry pionowe) – odkształcenia (ε_c) / Upper column (vertical gauges) – strains (ε_c)

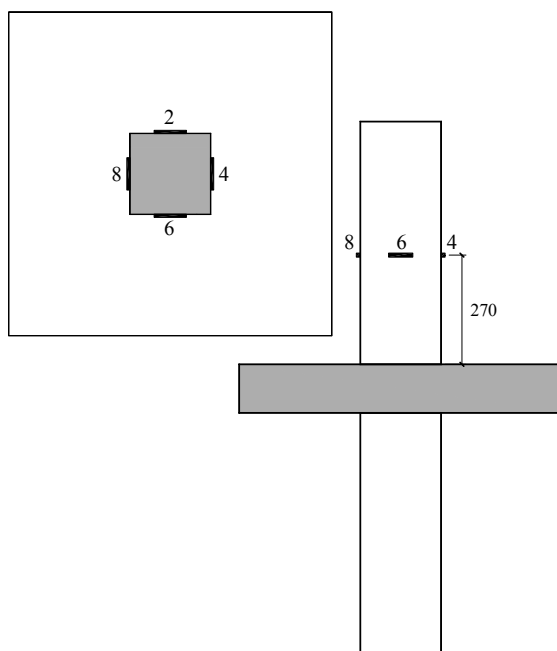
obciążenie słupa/ column load	obciążenie płyty/ slab load	odkształcenie/ strain					średnia/ average
		1	3	5	7		
kN	kN	‰	‰	‰	‰	‰	
0	0	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	
100	0	-0,070	-0,083	-0,058	-0,047	-0,065	
200	0	-0,132	-0,149	-0,116	-0,105	-0,126	
300	0	-0,203	-0,214	-0,176	-0,172	-0,191	
300	25	-0,190	-0,189	-0,156	-0,157	-0,173	
300	50	-0,182	-0,249	-0,147	-0,144	-0,181	
400	50	-0,246	-0,301	-0,195	-0,203	-0,236	
500	50	-0,317	-0,212	-0,244	-0,266	-0,260	
600	50	-0,403	-0,284	-0,311	-0,350	-0,337	
700	50	-0,477	-0,338	-0,365	-0,417	-0,399	
800	50	-0,568	-0,412	-0,430	-0,503	-0,478	
900	50	-0,642	-0,469	-0,483	-0,571	-0,541	
1000	50	-0,731	-0,540	-0,544	-0,655	-0,618	
1100	50	-0,814	-0,601	-0,601	-0,733	-0,687	
1200	50	-0,899	-0,666	-0,661	-0,812	-0,760	
1300	50	-0,986	-0,728	-0,719	-0,888	-0,830	
1400	50	-1,054	-0,774	-0,775	-0,954	-0,889	
1500	50	-1,147	-0,842	-0,835	-1,039	-0,966	
1600	50	-1,251	-0,742	-0,893	-1,131	-1,004	
1700	50	-1,346	-1,142	-0,950	-1,214	-1,163	
1800	50	-1,446	-1,145	-1,017	-1,307	-1,229	
1900	50	-1,538	-1,205	-1,072	-1,387	-1,301	
2000	50	-1,635	-1,273	-1,135	-1,478	-1,380	
2100	50	-1,724	-1,327	-1,193	-1,561	-1,451	
2200	50	-1,828	-1,397	-1,262	-1,662	-1,537	
2300	50	-1,910	-1,454	-1,319	-1,738	-1,605	
2300	50	-1,920	-1,458	-1,325	-1,748	-1,613	
2400	50	-1,999	-1,510	-1,376	-1,821	-1,677	
2400	50	-2,015	-1,518	-1,387	-1,838	-1,690	
2500	50	-2,098	-1,577	-1,444	-1,916	-1,759	
2500	50	-2,124	-1,588	-1,462	-1,944	-1,780	
2600	50	-2,200	-1,636	-1,515	-2,017	-1,842	
2600	50	-2,234	-1,649	-1,533	-2,051	-1,867	
2700	50	-2,316	-1,704	-1,586	-2,121	-1,932	
2700	50	-2,333	-1,712	-1,595	-2,139	-1,945	
2800	50	-2,191	-1,602	-1,540	-2,189	-1,881	



Słup górny (tensometry poziome) – odkształcenia (ϵ_c) / Upper column (horizontal gauges) – strains (ϵ_c)



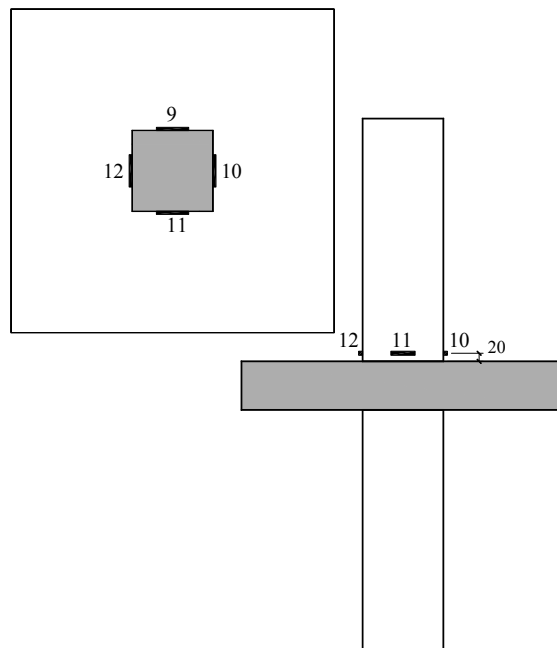
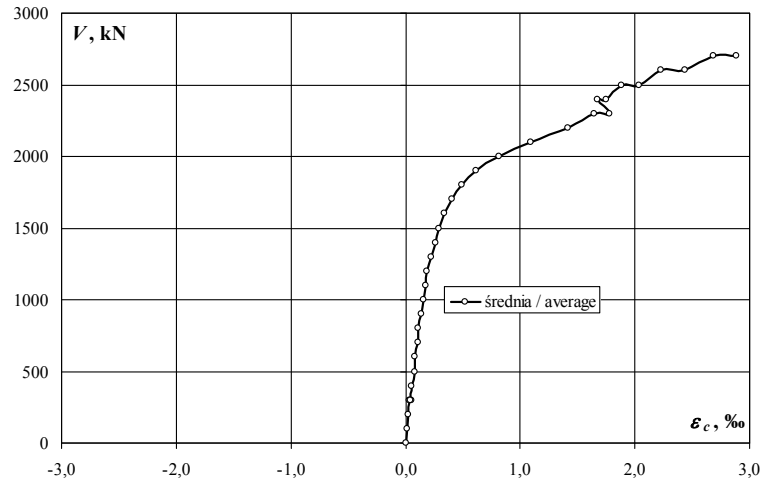
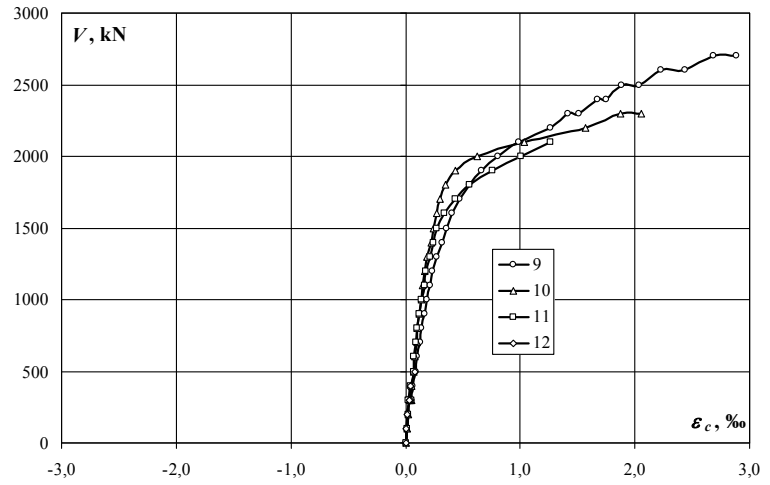
obciążenie słupa/ column load	obciążenie plyty/ slab load	odkształcenie/ strain				
		2	4	6	8	średnia/ average
kN	kN	‰	‰	‰	‰	‰
0	0	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
100	0	0,011	0,016	0,009	0,007	0,011
200	0	0,024	0,027	0,019	0,018	0,022
300	0	0,038	0,038	0,027	0,030	0,033
300	25	0,042	0,043	0,030	0,037	0,038
300	50	0,037	0,034	0,019	0,027	0,029
400	50	0,048	0,046	0,030	0,038	0,041
500	50	0,077	0,069	0,049	0,064	0,065
600	50	0,075	0,070	0,050	0,064	0,065
700	50	0,105	0,093	0,066	0,081	0,086
800	50	0,109	0,094	0,069	0,093	0,091
900	50	0,133	0,114	0,086	0,113	0,112
1000	50	0,148	0,123	0,094	0,124	0,122
1100	50	0,167	0,138	0,106	0,138	0,137
1200	50	0,179	0,146	0,112	0,148	0,146
1300	50	0,217	0,170	0,127	0,171	0,171
1400	50	0,250	0,200	0,142	0,189	0,195
1500	50	0,262	0,207	0,152	0,206	0,207
1600	50	0,269	0,211	0,167	0,220	0,217
1700	50	0,287	0,217	0,175	0,239	0,230
1800	50	0,303	0,221	0,178	0,254	0,239
1900	50	0,330	0,243	0,195	0,276	0,261
2000	50	0,354	0,253	0,204	0,296	0,277
2100	50	0,383	0,269	0,217	0,318	0,297
2200	50	0,414	0,284	0,232	0,342	0,318
2300	50	0,438	0,298	0,246	0,360	0,336
2300	50	0,446	0,301	0,249	0,366	0,341
2400	50	0,469	0,309	0,258	0,383	0,355
2400	50	0,473	0,309	0,259	0,387	0,357
2500	50	0,496	0,318	0,269	0,404	0,372
2500	50	0,509	0,320	0,273	0,412	0,379
2600	50	0,532	0,330	0,284	0,429	0,394
2600	50	0,546	0,330	0,288	0,440	0,401
2700	50	0,572	0,342	0,299	0,456	0,417
2700	50	0,578	0,337	0,297	0,458	0,418
2800	50	0,561	0,296	0,236	0,542	0,409



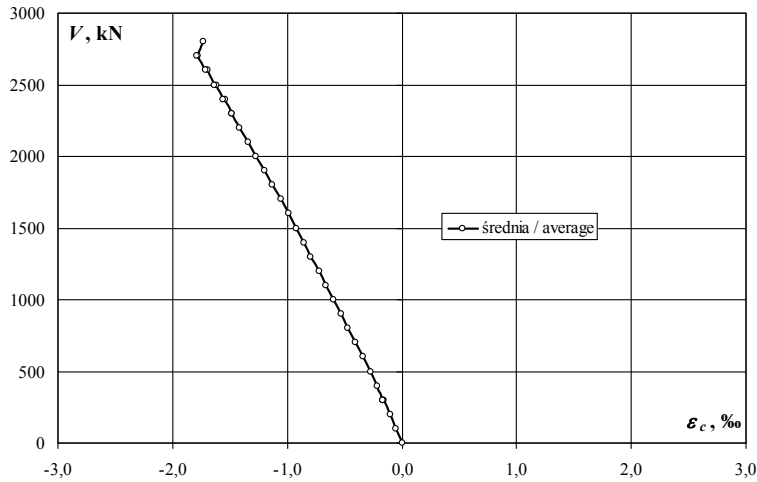
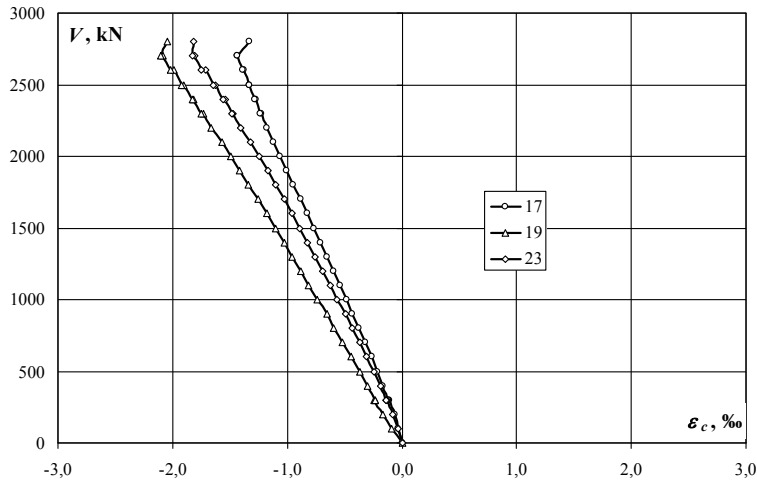
ML-3

Słup górny (tensometry poziome) – odkształcenia (ε_c) / Upper column (horizontal gauges) – strains (ε_c)

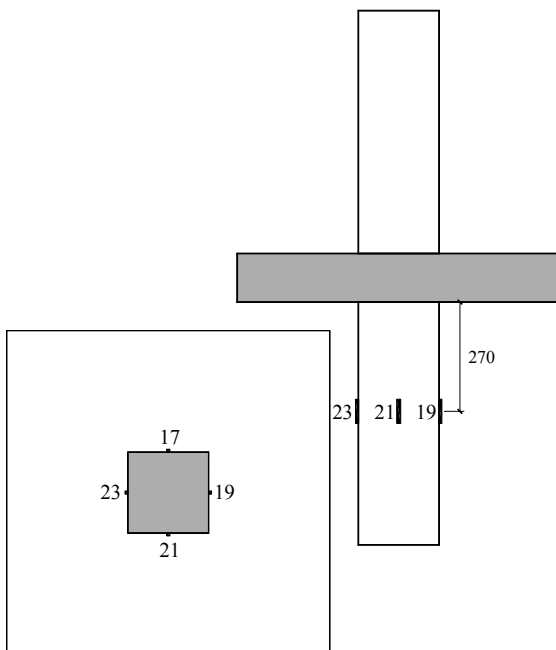
obciążenie słupa/ column load	obciążenie plyty/ slab load	odkształcenie/ strain					średnia/ average
		9	10	11	12	średnia/ average	
kN	kN	‰	‰	‰	‰	‰	
0	0	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	
100	0	0,010	0,014	0,011	0,008	0,011	
200	0	0,021	0,025	0,023	0,018	0,022	
300	0	0,034	0,037	0,034	0,029	0,034	
300	25	0,056	0,056	0,051	0,047	0,053	
300	50	0,050	0,045	0,026	0,034	0,039	
400	50	0,062	0,056	0,044	0,047	0,052	
500	50	0,092	0,074	0,076	0,077	0,080	
600	50	0,099	0,077	0,072		0,083	
700	50	0,125	0,102	0,093		0,107	
800	50	0,136	0,101	0,096		0,111	
900	50	0,169	0,123	0,121		0,138	
1000	50	0,188	0,135	0,137		0,153	
1100	50	0,212	0,152	0,165		0,176	
1200	50	0,231	0,163	0,175		0,190	
1300	50	0,274	0,187	0,213		0,225	
1400	50	0,319	0,220	0,247		0,262	
1500	50	0,359	0,239	0,274		0,291	
1600	50	0,404	0,268	0,337		0,336	
1700	50	0,476	0,301	0,431		0,403	
1800	50	0,559	0,349	0,559		0,489	
1900	50	0,665	0,430	0,760		0,618	
2000	50	0,807	0,627	1,004		0,813	
2100	50	0,986	1,036	1,268		1,097	
2200	50	1,267	1,568			1,418	
2300	50	1,416	1,876			1,646	
2300	50	1,508	2,054			1,781	
2400	50	1,674				1,674	
2400	50	1,751				1,751	
2500	50	1,888				1,888	
2500	50	2,034				2,034	
2600	50	2,227				2,227	
2600	50	2,438				2,438	
2700	50	2,689				2,689	
2700	50	2,889				2,889	
2800	50						



Słup dolny (tensometry pionowe) – odkształcenia (ϵ_c) / Bottom column (vertical gauges) – strains (ϵ_c)



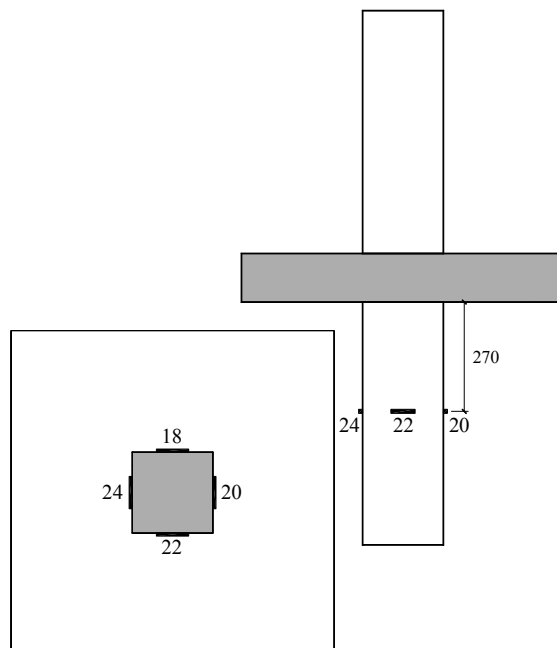
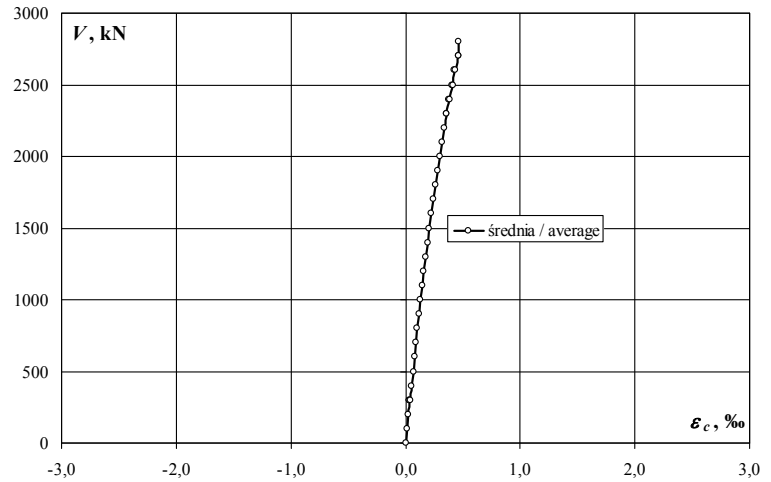
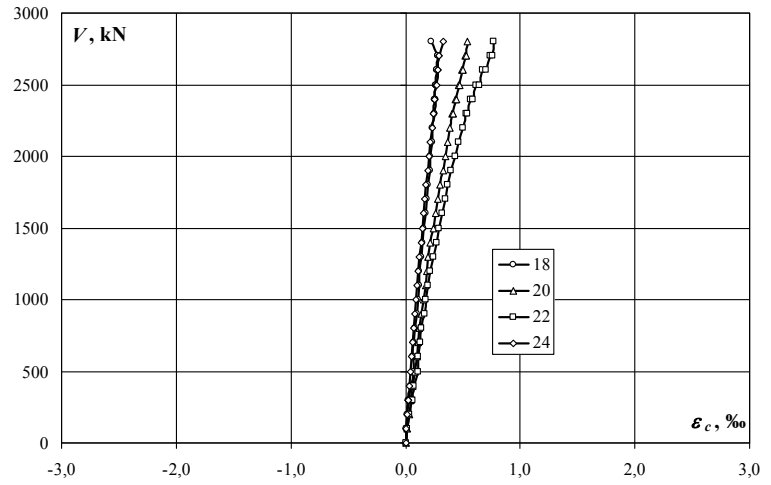
obciążenie słupa/ column load	obciążenie plyty/ slab load	odkształcenie/ strain				
		17	19	21	23	średnia/ average
kN	kN	‰	‰	‰	‰	‰
0	0	0,000	0,000		0,000	0,000
100	0	-0,031	-0,091		-0,034	-0,052
200	0	-0,065	-0,165		-0,079	-0,103
300	0	-0,109	-0,239		-0,133	-0,160
300	25	-0,115	-0,237		-0,135	-0,162
300	50	-0,118	-0,238		-0,138	-0,165
400	50	-0,163	-0,304		-0,190	-0,219
500	50	-0,212	-0,363		-0,241	-0,272
600	50	-0,264	-0,447		-0,307	-0,339
700	50	-0,321	-0,520		-0,371	-0,404
800	50	-0,377	-0,597		-0,436	-0,470
900	50	-0,430	-0,658		-0,495	-0,528
1000	50	-0,486	-0,739		-0,564	-0,596
1100	50	-0,541	-0,812		-0,628	-0,660
1200	50	-0,596	-0,884		-0,692	-0,724
1300	50	-0,657	-0,960		-0,761	-0,793
1400	50	-0,710	-1,029		-0,822	-0,854
1500	50	-0,765	-1,102		-0,889	-0,919
1600	50	-0,827	-1,180		-0,962	-0,990
1700	50	-0,885	-1,254		-1,029	-1,056
1800	50	-0,946	-1,338		-1,103	-1,129
1900	50	-1,004	-1,413		-1,172	-1,196
2000	50	-1,064	-1,496		-1,247	-1,269
2100	50	-1,119	-1,573		-1,319	-1,337
2200	50	-1,178	-1,664		-1,405	-1,416
2300	50	-1,228	-1,736		-1,472	-1,479
2300	50	-1,232	-1,747		-1,481	-1,487
2400	50	-1,277	-1,814		-1,544	-1,545
2400	50	-1,281	-1,827		-1,558	-1,555
2500	50	-1,328	-1,899		-1,625	-1,617
2500	50	-1,333	-1,924		-1,650	-1,636
2600	50	-1,374	-1,988		-1,715	-1,692
2600	50	-1,384	-2,013		-1,746	-1,714
2700	50	-1,431	-2,086		-1,808	-1,775
2700	50	-1,436	-2,100		-1,824	-1,787
2800	50	-1,328	-2,047		-1,821	-1,732



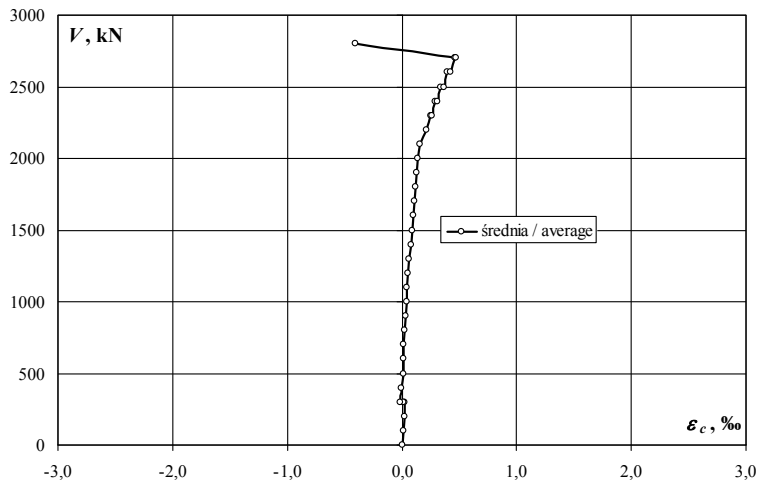
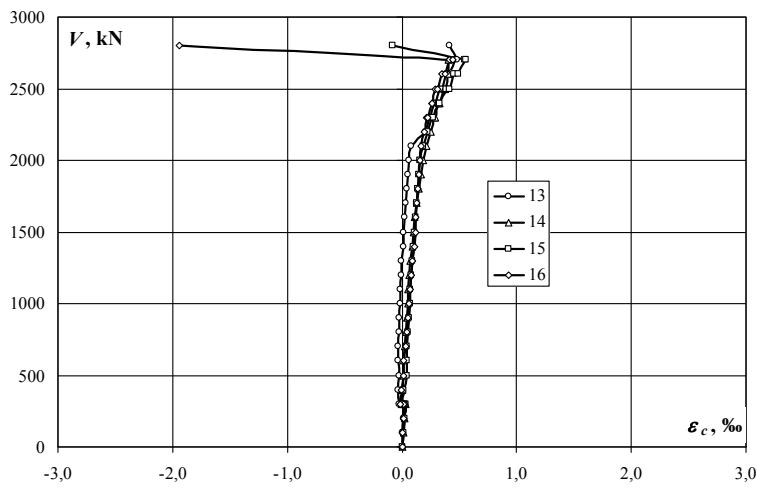
ML-3

Śłup dolny (tensometry poziome) – odkształcenia (ε_c) / Bottom column (horizontal gauges) – strains (ε_c)

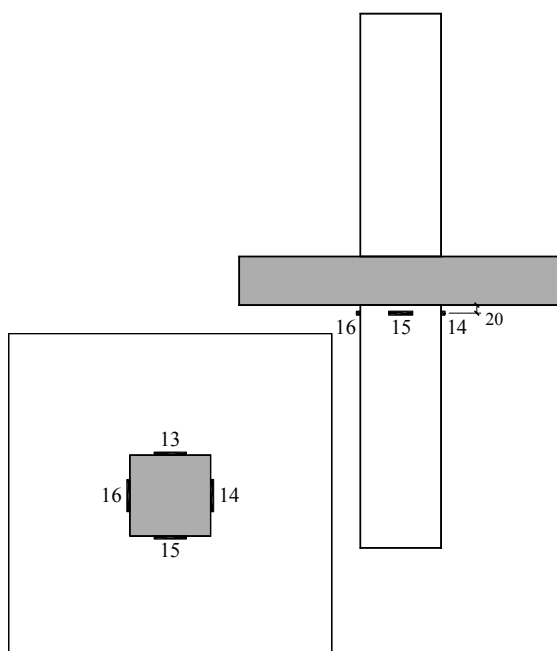
obciążenie stupa/ column load	obciążenie plyty/ slab load	odkształcenie/ strain					średnia/ average
		18	20	22	24		
kN	kN	‰	‰	‰	‰	‰	
0	0	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	
100	0	0,006	0,017	0,018	0,005	0,012	
200	0	0,012	0,029	0,034	0,013	0,022	
300	0	0,021	0,042	0,050	0,021	0,034	
300	25	0,031	0,045	0,054	0,022	0,038	
300	50	0,030	0,047	0,058	0,023	0,040	
400	50	0,040	0,061	0,072	0,031	0,051	
500	50	0,071	0,083	0,105	0,042	0,075	
600	50	0,065	0,096	0,112	0,052	0,081	
700	50	0,074	0,108	0,126	0,060	0,092	
800	50	0,083	0,123	0,143	0,070	0,105	
900	50	0,101	0,142	0,165	0,081	0,122	
1000	50	0,107	0,155	0,179	0,091	0,133	
1100	50	0,116	0,172	0,197	0,102	0,147	
1200	50	0,124	0,185	0,213	0,112	0,159	
1300	50	0,143	0,199	0,244	0,123	0,177	
1400	50	0,151	0,218	0,268	0,135	0,193	
1500	50	0,162	0,239	0,291	0,146	0,210	
1600	50	0,176	0,264	0,316	0,157	0,228	
1700	50	0,190	0,284	0,344	0,169	0,247	
1800	50	0,196	0,303	0,369	0,179	0,262	
1900	50	0,212	0,326	0,400	0,193	0,283	
2000	50	0,218	0,347	0,430	0,204	0,300	
2100	50	0,230	0,368	0,462	0,216	0,319	
2200	50	0,238	0,391	0,502	0,230	0,340	
2300	50	0,250	0,409	0,532	0,241	0,358	
2300	50	0,251	0,414	0,540	0,242	0,362	
2400	50	0,258	0,435	0,572	0,253	0,380	
2400	50	0,257	0,439	0,584	0,255	0,384	
2500	50	0,265	0,459	0,617	0,266	0,402	
2500	50	0,263	0,469	0,642	0,269	0,411	
2600	50	0,269	0,487	0,677	0,279	0,428	
2600	50	0,269	0,498	0,703	0,283	0,438	
2700	50	0,279	0,519	0,740	0,295	0,458	
2700	50	0,277	0,525	0,755	0,295	0,463	
2800	50	0,226	0,539	0,766	0,326	0,464	



Słup dolny (tensometry poziome) – odkształcenia (ϵ_c) / Bottom column (horizontal gauges) – strains (ϵ_c)



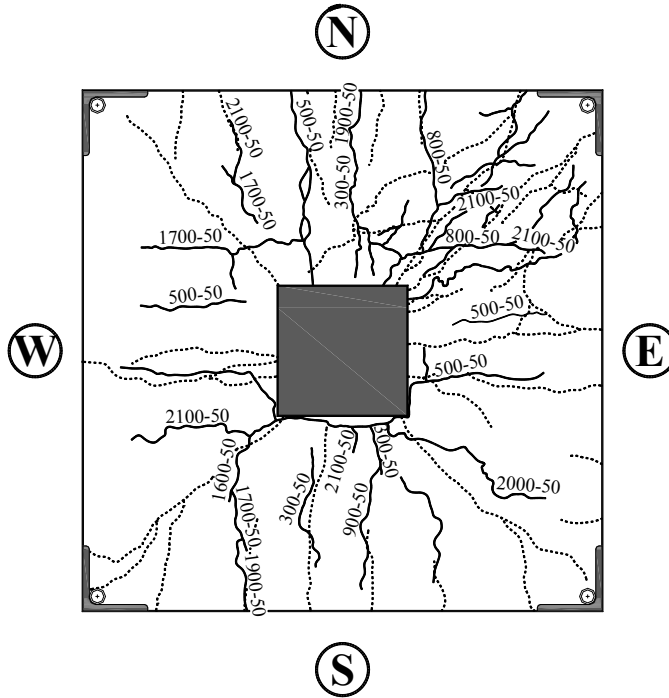
obciążenie słupa/ column load	obciążenie plyty/ slab load	odkształcenie/ strain					średnia/ average
		13	14	15	16	średnia/ average	
kN	kN	‰	‰	‰	‰	‰	
0	0	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	
100	0	0,008	0,014	0,014	0,009	0,011	
200	0	-0,014	0,024	0,026	0,017	0,020	
300	0	0,018	0,032	0,036	0,028	0,029	
300	25	0,001	0,017	0,026	0,013	0,014	
300	50	-0,028	-0,006	0,006	-0,015	-0,011	
400	50	-0,029	0,000	0,014	-0,007	-0,006	
500	50	-0,024	0,014	0,041	0,014	0,011	
600	50	-0,031	0,019	0,040	0,019	0,012	
700	50	-0,030	0,026	0,045	0,029	0,018	
800	50	-0,028	0,032	0,053	0,039	0,024	
900	50	-0,022	0,042	0,064	0,054	0,035	
1000	50	-0,018	0,048	0,067	0,061	0,040	
1100	50	-0,013	0,055	0,075	0,069	0,047	
1200	50	-0,008	0,063	0,080	0,077	0,053	
1300	50	-0,001	0,074	0,094	0,093	0,065	
1400	50	0,010	0,089	0,103	0,109	0,078	
1500	50	0,019	0,102	0,111	0,117	0,087	
1600	50	0,026	0,114	0,119	0,124	0,096	
1700	50	0,032	0,128	0,129	0,131	0,105	
1800	50	0,039	0,145	0,137	0,138	0,115	
1900	50	0,048	0,164	0,152	0,149	0,128	
2000	50	0,059	0,186	0,160	0,157	0,141	
2100	50	0,078	0,211	0,183	0,167	0,160	
2200	50	0,201	0,257	0,226	0,192	0,219	
2300	50	0,229	0,286	0,264	0,218	0,249	
2300	50	0,242	0,290	0,275	0,228	0,259	
2400	50	0,277	0,321	0,315	0,258	0,293	
2400	50	0,292	0,332	0,333	0,267	0,306	
2500	50	0,328	0,366	0,383	0,293	0,343	
2500	50	0,352	0,381	0,411	0,313	0,364	
2600	50	0,391	0,401	0,453	0,348	0,398	
2600	50	0,415	0,404	0,488	0,379	0,422	
2700	50	0,462	0,406	0,551	0,419	0,460	
2700	50	0,483	0,409	0,556	0,446	0,474	
2800	50	0,413		-0,084	-1,937	-0,402	



ML-3

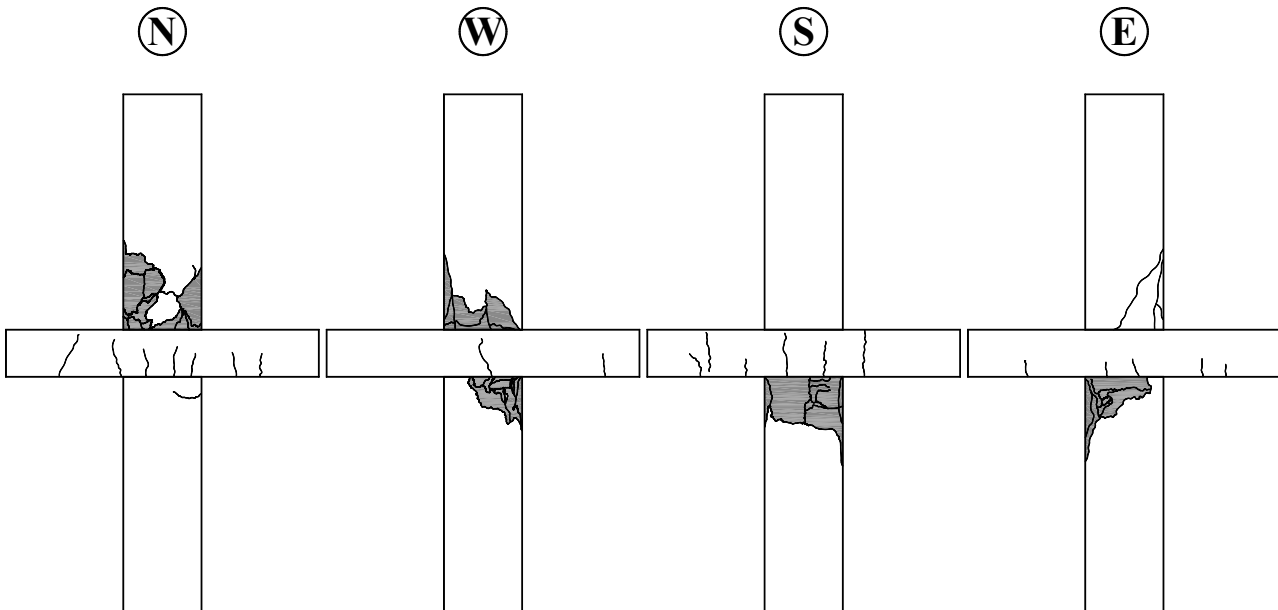
Zarysowanie modelu / Crack pattern

Zarysowanie płyty modelu / Crack pattern of slab



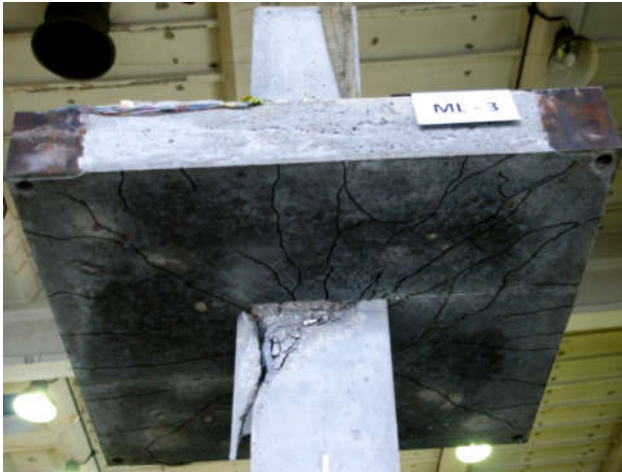
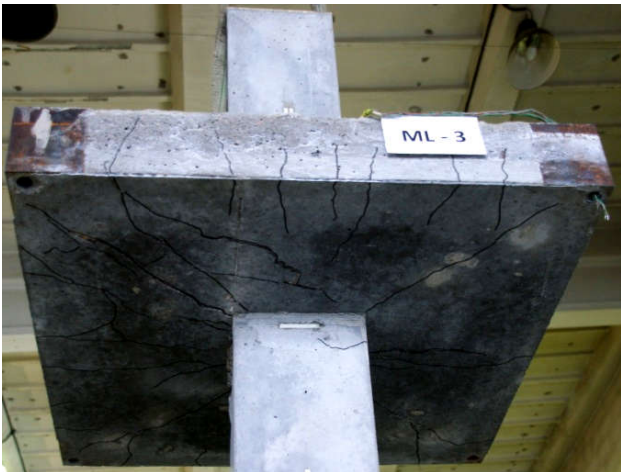
— - rysy na powierzchni górnej / cracks on the top slab surface
..... - rysy na powierzchni dolnej / cracks on the bottom slab surface

Rysy na powierzchniach bocznych / Cracks on the surfaces of the specimen

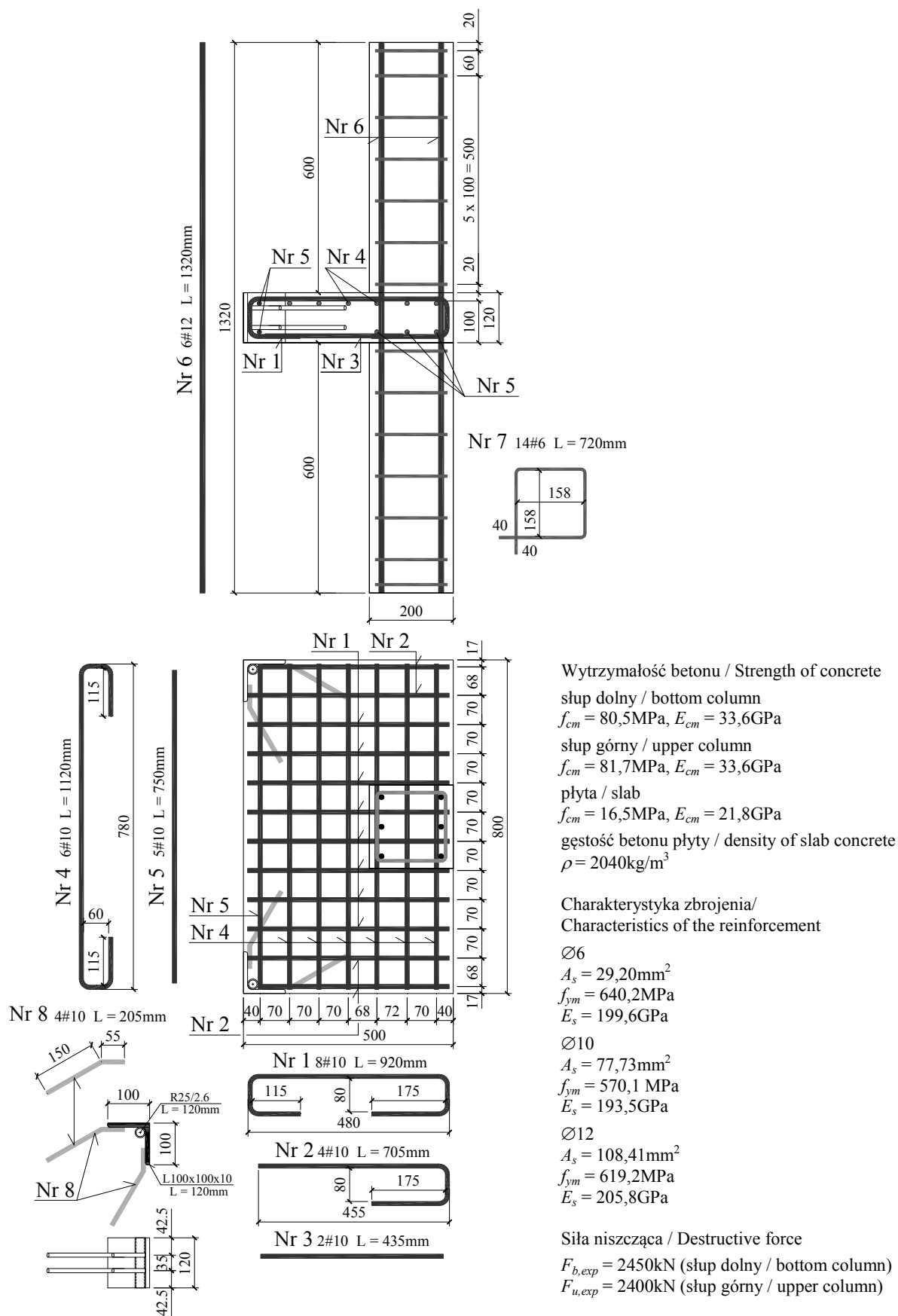


■ - odspojenie otuliny / spalling of concrete cover

Fotografie modelu / Photos of test specimen



Połączenia krawędziowe
Edge connections

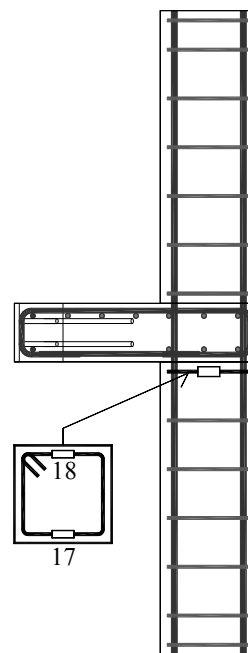
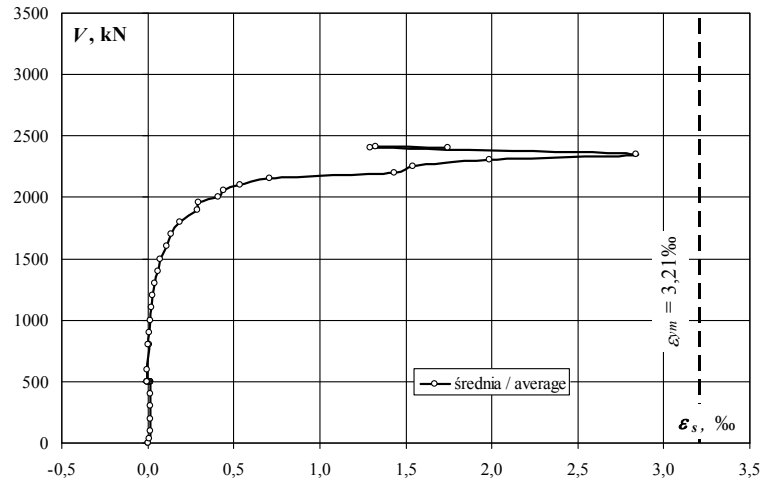
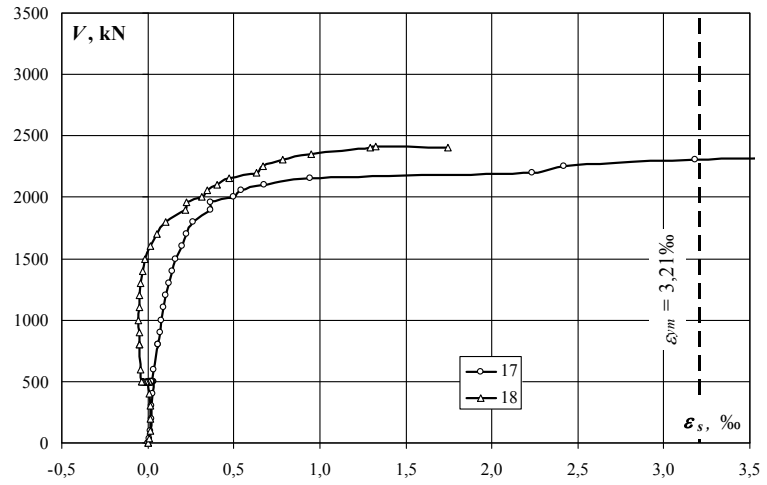


Zbrojenie modelu / Specimen's reinforcement

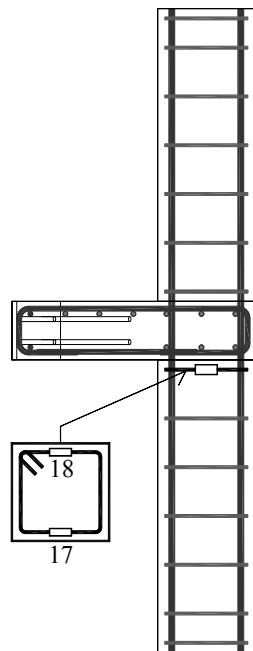
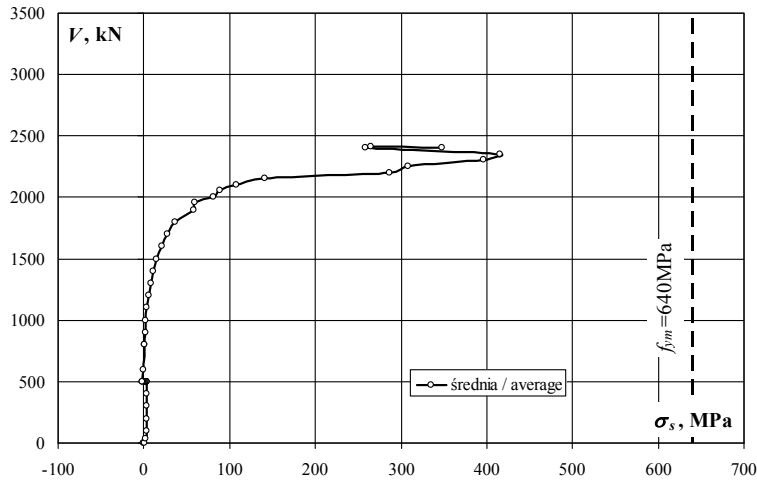
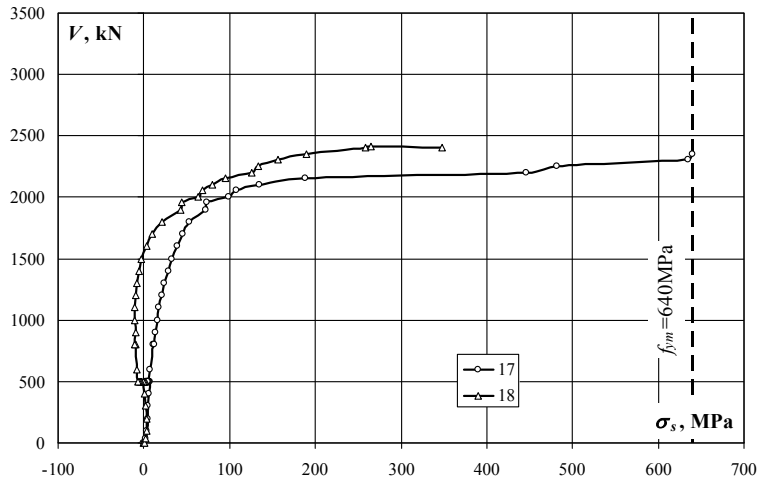
MK-0

Strzemię dolne – odkształcenia (ε_s) / Bottom stirrup – strains (ε_s)

obciążenie stupa/ column load	obciążenie plyty/ slab load	odkształcenie/ strain		
		17	18	średnia/ average
kN	kN	‰	‰	‰
0	0	0,000	0,000	0,000
0	0	0,005	0,005	0,005
40	0	0,010	0,010	0,010
100	0	0,016	0,014	0,015
200	0	0,020	0,015	0,018
300	0	0,024	0,012	0,018
400	0	0,029	0,006	0,018
500	0	0,035	0,000	0,018
500	5	0,028	-0,004	0,012
500	10	0,026	-0,001	0,013
500	15	0,027	0,005	0,016
500	20	0,027	0,008	0,018
500	25	0,024	0,007	0,016
500	30	0,020	-0,004	0,008
500	35	0,015	-0,013	0,001
500	40	0,012	-0,022	-0,005
500	45	0,015	-0,028	-0,007
500	50	0,024	-0,037	-0,007
600	35	0,036	-0,041	-0,003
800	40	0,058	-0,046	0,006
800	45	0,060	-0,051	0,005
900	50	0,071	-0,050	0,011
1000	50	0,079	-0,054	0,013
1100	50	0,090	-0,051	0,020
1200	50	0,104	-0,047	0,029
1300	50	0,121	-0,040	0,041
1400	50	0,145	-0,029	0,058
1500	50	0,162	-0,015	0,074
1600	50	0,198	0,018	0,108
1700	50	0,225	0,051	0,138
1800	50	0,266	0,106	0,186
1899	50	0,362	0,217	0,290
1957	50	0,368	0,224	0,296
2000	50	0,497	0,317	0,407
2054	50	0,540	0,344	0,442
2101	50	0,676	0,401	0,539
2153	50	0,943	0,476	0,710
2200	50	2,236	0,631	1,434
2250	50	2,417	0,667	1,542
2303	50	3,183	0,785	1,984
2351	50	4,724	0,953	2,839
2403	50		1,295	1,295
2414	50		1,328	1,328
2402	50		1,742	1,742



Strzemię dolne – naprężenia (σ_s) / Bottom stirrup - stresses (σ_s)

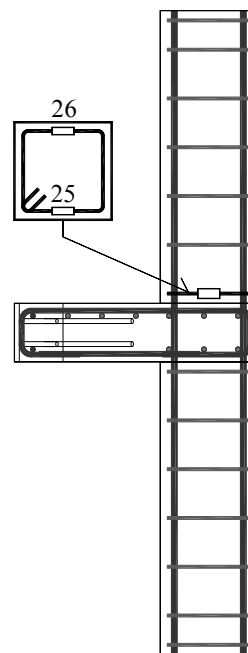
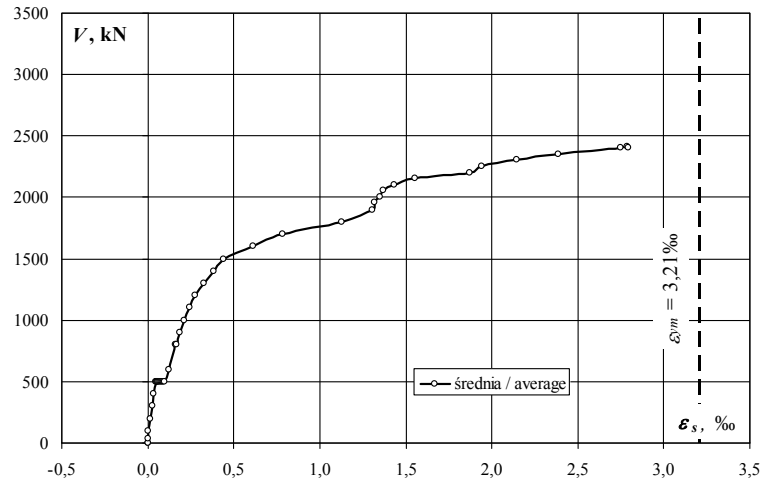
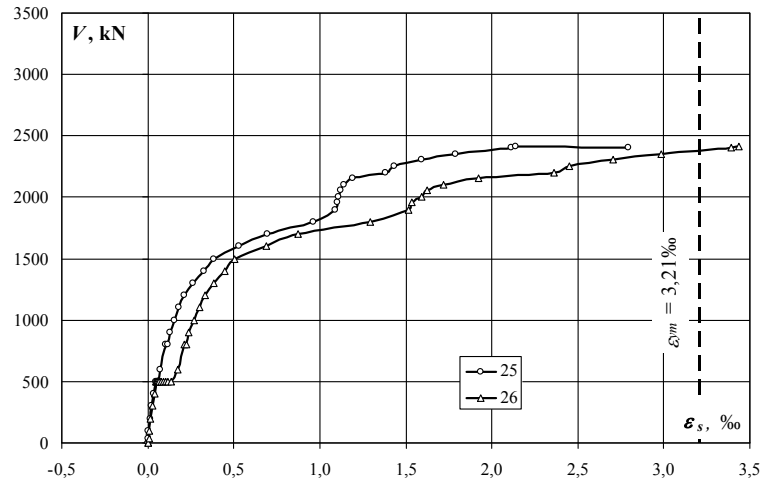


obciążenie słupa/ column load	obciążenie plyty/ slab load	naprężenie/ stress		
		17	18	średnia/ average
kN	kN	MPa	MPa	MPa
0	0	0	0	0
0	0	1	1	1
40	0	2	2	2
100	0	3	3	3
200	0	4	3	3
300	0	5	2	4
400	0	6	1	3
500	0	7	0	3
500	5	6	-1	2
500	10	5	0	2
500	15	5	1	3
500	20	5	2	3
500	25	5	1	3
500	30	4	-1	2
500	35	3	-3	0
500	40	2	-4	-1
500	45	3	-6	-1
500	50	5	-7	-1
600	35	7	-8	0
800	40	12	-9	1
800	45	12	-10	1
900	50	14	-10	2
1000	50	16	-11	2
1100	50	18	-10	4
1200	50	21	-9	6
1300	50	24	-8	8
1400	50	29	-6	12
1500	50	32	-3	15
1600	50	40	4	22
1700	50	45	10	28
1800	50	53	21	37
1899	50	72	43	58
1957	50	73	45	59
2000	50	99	63	81
2054	50	108	69	88
2101	50	135	80	107
2153	50	188	95	142
2200	50	446	126	286
2250	50	482	133	308
2303	50	635	157	396
2351	50	640	190	415
2403	50		258	258
2414	50		265	265
2402	50		348	348

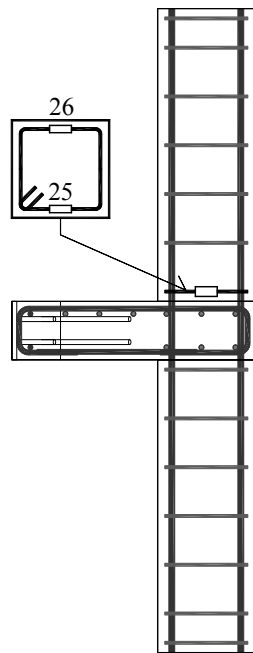
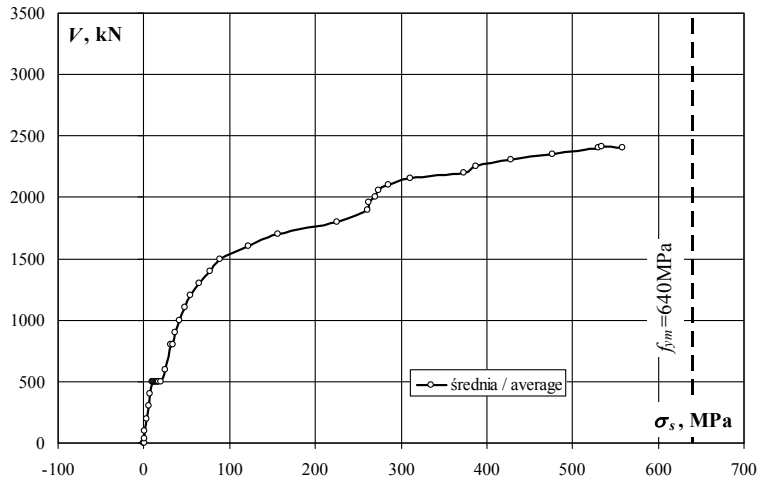
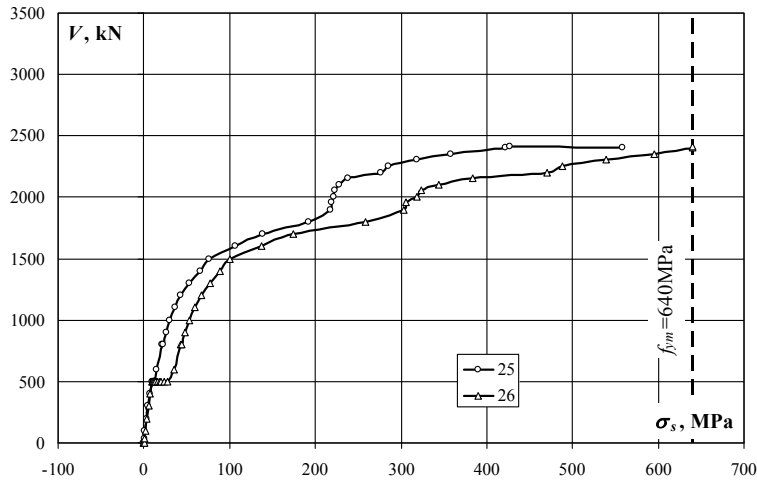
MK-0

Strzeżnię górne – odkształcenia (ε_s) / Upper stirrup – strains (ε_s)

obciążenie stupa/ column load	obciążenie plyty/ slab load	odkształcenie/ strain		
		25	26	średnia/ average
kN	kN	‰	‰	‰
0	0	0,000	0,000	0,000
0	0	0,001	0,003	0,002
40	0	0,002	0,006	0,004
100	0	0,003	0,008	0,006
200	0	0,015	0,017	0,016
300	0	0,024	0,029	0,027
400	0	0,036	0,038	0,037
500	0	0,050	0,049	0,050
500	5	0,054	0,051	0,053
500	10	0,058	0,053	0,056
500	15	0,063	0,055	0,059
500	20	0,065	0,059	0,062
500	25	0,066	0,066	0,066
500	30	0,067	0,080	0,074
500	35	0,064	0,092	0,078
500	40	0,062	0,103	0,083
500	45	0,062	0,118	0,090
500	50	0,062	0,139	0,101
600	35	0,075	0,174	0,125
800	40	0,106	0,212	0,159
800	45	0,114	0,224	0,169
900	50	0,130	0,240	0,185
1000	50	0,153	0,267	0,210
1100	50	0,182	0,300	0,241
1200	50	0,215	0,334	0,275
1300	50	0,265	0,386	0,326
1400	50	0,329	0,445	0,387
1500	50	0,383	0,502	0,443
1600	50	0,533	0,687	0,610
1700	50	0,695	0,872	0,784
1800	50	0,962	1,295	1,129
1899	50	1,091	1,519	1,305
1957	50	1,100	1,532	1,316
2000	50	1,110	1,594	1,352
2054	50	1,119	1,623	1,371
2101	50	1,140	1,722	1,431
2153	50	1,190	1,921	1,556
2200	50	1,384	2,359	1,872
2250	50	1,431	2,448	1,940
2303	50	1,593	2,702	2,148
2351	50	1,792	2,983	2,388
2403	50	2,113	3,391	2,752
2414	50	2,142	3,439	2,791
2402	50	2,797		2,797



Strzemię górne – naprężenia (σ_s) / Upper stirrup – stresses (σ_s)

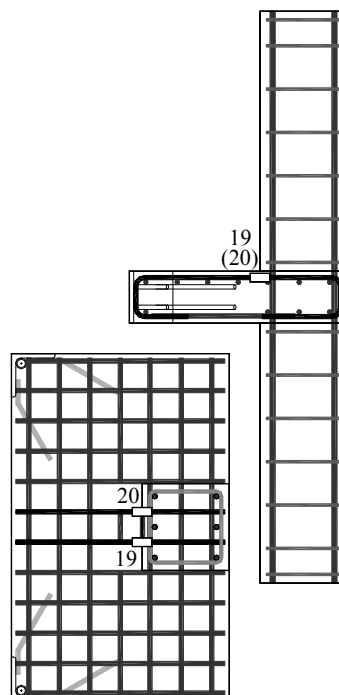
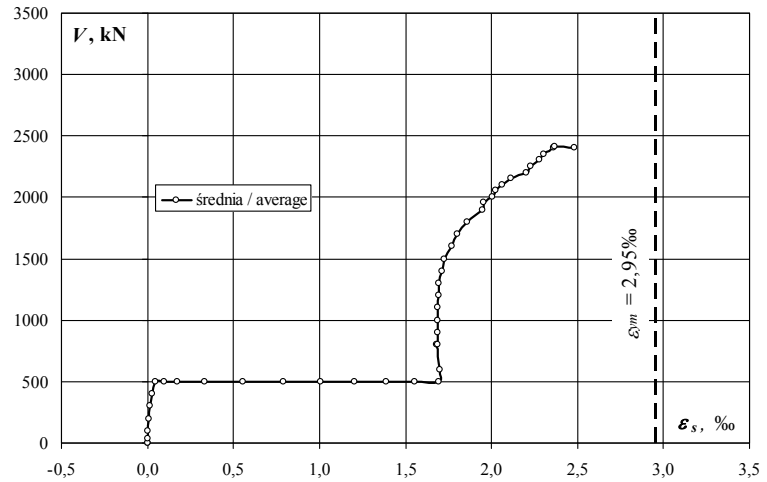
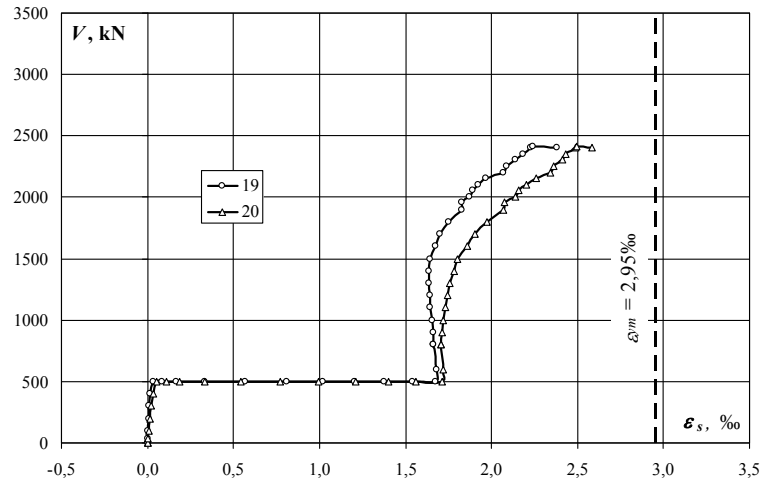


obciążenie słupa/ column load	obciążenie plyty/ slab load	naprężenie/ stress		
		25	26	średnia/ average
kN	kN	MPa	MPa	MPa
0	0	0	0	0
0	0	0	1	0
40	0	0	1	1
100	0	1	2	1
200	0	3	3	3
300	0	5	6	5
400	0	7	8	7
500	0	10	10	10
500	5	11	10	10
500	10	12	11	11
500	15	13	11	12
500	20	13	12	12
500	25	13	13	13
500	30	13	16	15
500	35	13	18	16
500	40	12	21	16
500	45	12	24	18
500	50	12	28	20
600	35	15	35	25
800	40	21	42	32
800	45	23	45	34
900	50	26	48	37
1000	50	31	53	42
1100	50	36	60	48
1200	50	43	67	55
1300	50	53	77	65
1400	50	66	89	77
1500	50	76	100	88
1600	50	106	137	122
1700	50	139	174	156
1800	50	192	258	225
1899	50	218	303	260
1957	50	220	306	263
2000	50	222	318	270
2054	50	223	324	274
2101	50	228	344	286
2153	50	238	383	310
2200	50	276	471	374
2250	50	286	489	387
2303	50	318	539	429
2351	50	358	595	477
2403	50	422	640	531
2414	50	428	640	534
2402	50	558		558

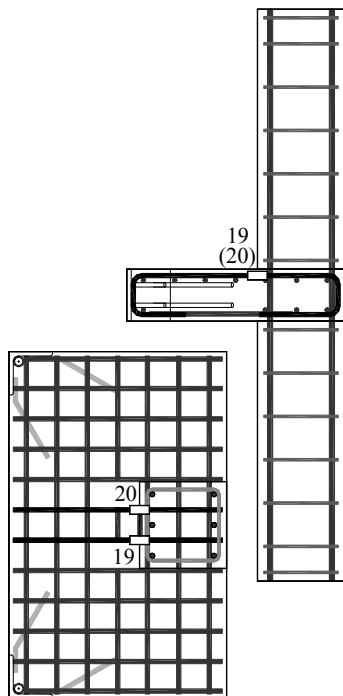
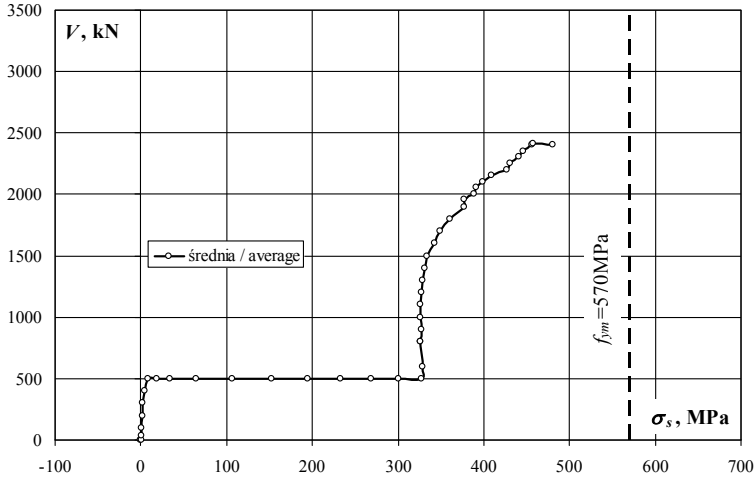
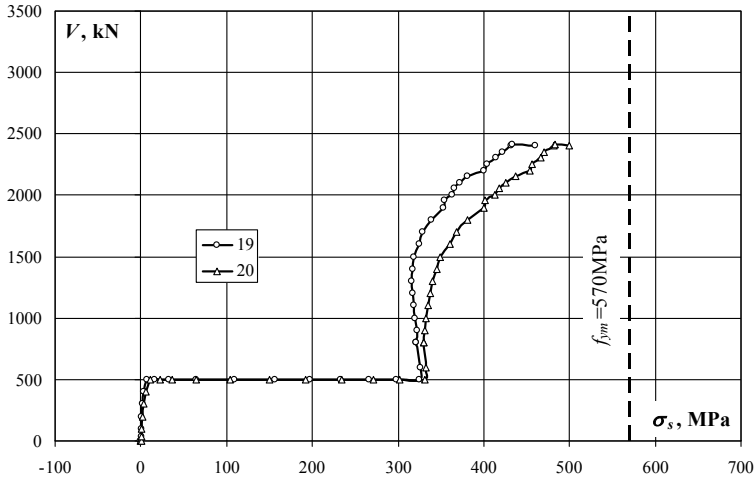
MK-0

Zbrojenie podłużne płyty – odkształcenia (ε_s) / Slab reinforcement – strains (ε_s)

obciążenie stupa/ column load	obciążenie płyty/ slab load	odkształcenie/ strain		
		19	20	średnia/ average
kN	kN	‰	‰	‰
0	0	0,000	0,000	0,000
0	0	0,001	0,002	0,002
40	0	0,002	0,004	0,003
100	0	0,003	0,006	0,005
200	0	0,006	0,013	0,010
300	0	0,008	0,019	0,014
400	0	0,018	0,033	0,026
500	0	0,035	0,056	0,046
500	5	0,086	0,113	0,100
500	10	0,167	0,187	0,177
500	15	0,336	0,333	0,335
500	20	0,566	0,541	0,554
500	25	0,807	0,773	0,790
500	30	1,018	0,994	1,006
500	35	1,202	1,210	1,206
500	40	1,376	1,402	1,389
500	45	1,542	1,560	1,551
500	50	1,677	1,713	1,695
600	35	1,683	1,721	1,702
800	40	1,662	1,706	1,684
800	45	1,662	1,708	1,685
900	50	1,664	1,715	1,690
1000	50	1,653	1,719	1,686
1100	50	1,646	1,731	1,689
1200	50	1,640	1,743	1,692
1300	50	1,634	1,760	1,697
1400	50	1,638	1,785	1,712
1500	50	1,643	1,805	1,724
1600	50	1,676	1,862	1,769
1700	50	1,702	1,904	1,803
1800	50	1,752	1,971	1,862
1899	50	1,825	2,069	1,947
1957	50	1,830	2,075	1,953
2000	50	1,874	2,137	2,006
2054	50	1,889	2,158	2,024
2101	50	1,921	2,203	2,062
2153	50	1,969	2,261	2,115
2200	50	2,068	2,343	2,206
2250	50	2,090	2,360	2,225
2303	50	2,142	2,410	2,276
2351	50	2,181	2,430	2,306
2403	50	2,230	2,488	2,359
2414	50	2,239	2,497	2,368
2402	50	2,381	2,585	2,483



Zbrojenie podłużne płyty – naprężenia (σ_s) / Slab reinforcement – stresses (σ_s)

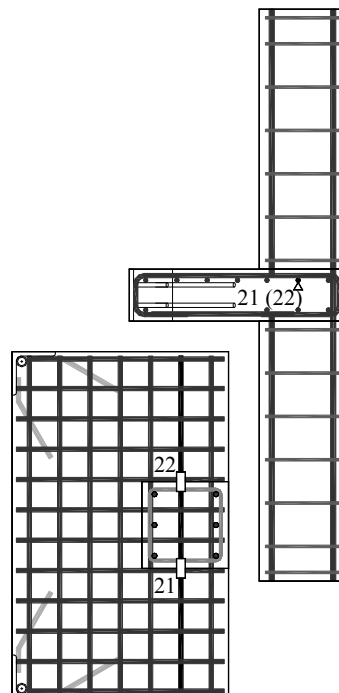
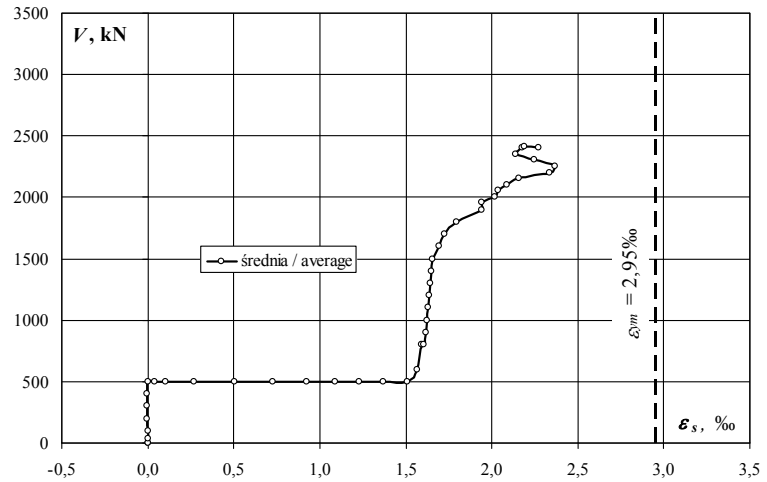
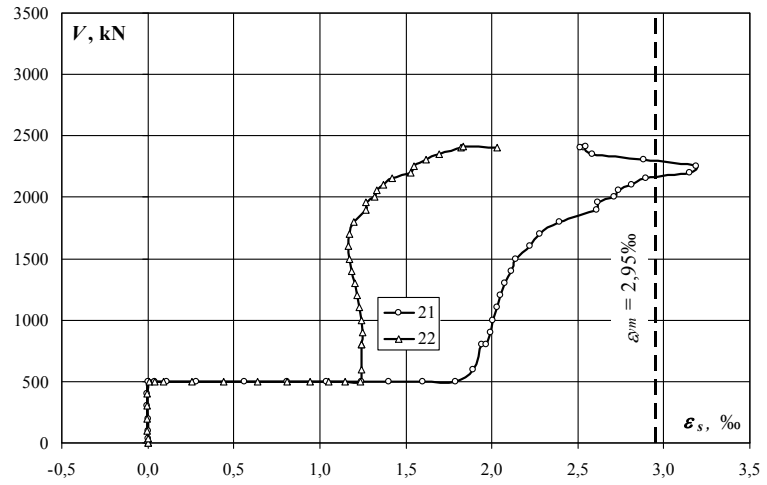


obciążenie słupa/ column load kN	obciążenie płyty/ slab load kN	naprężenie/ stress		
		19 MPa	20 MPa	średnia/ average MPa
0	0	0	0	0
0	0	0	0	0
40	0	0	1	1
100	0	1	1	1
200	0	1	3	2
300	0	2	4	3
400	0	3	6	5
500	0	7	11	9
500	5	17	22	19
500	10	32	36	34
500	15	65	64	65
500	20	110	105	107
500	25	156	150	153
500	30	197	192	195
500	35	233	234	233
500	40	266	271	269
500	45	298	302	300
500	50	324	331	328
600	35	326	333	329
800	40	322	330	326
800	45	322	330	326
900	50	322	332	327
1000	50	320	333	326
1100	50	319	335	327
1200	50	317	337	327
1300	50	316	341	328
1400	50	317	345	331
1500	50	318	349	334
1600	50	324	360	342
1700	50	329	368	349
1800	50	339	381	360
1899	50	353	400	377
1957	50	354	402	378
2000	50	363	414	388
2054	50	366	418	392
2101	50	372	426	399
2153	50	381	438	409
2200	50	400	453	427
2250	50	404	457	431
2303	50	414	466	440
2351	50	422	470	446
2403	50	432	481	456
2414	50	433	483	458
2402	50	461	500	480

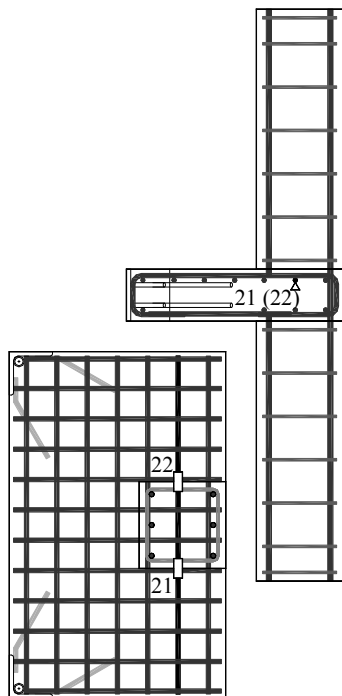
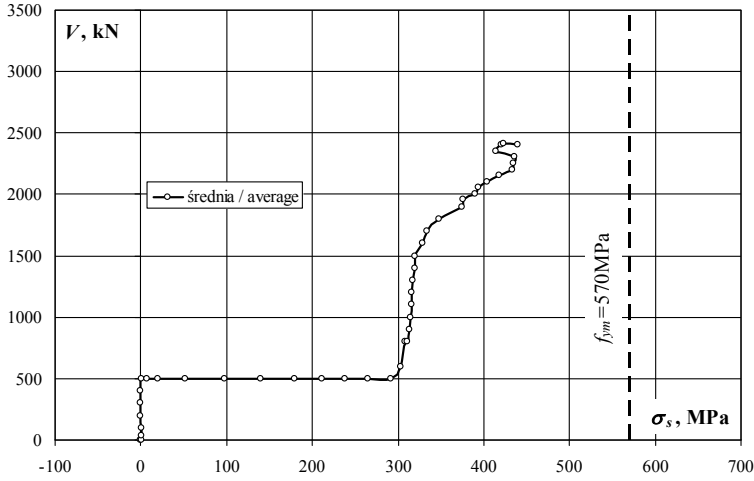
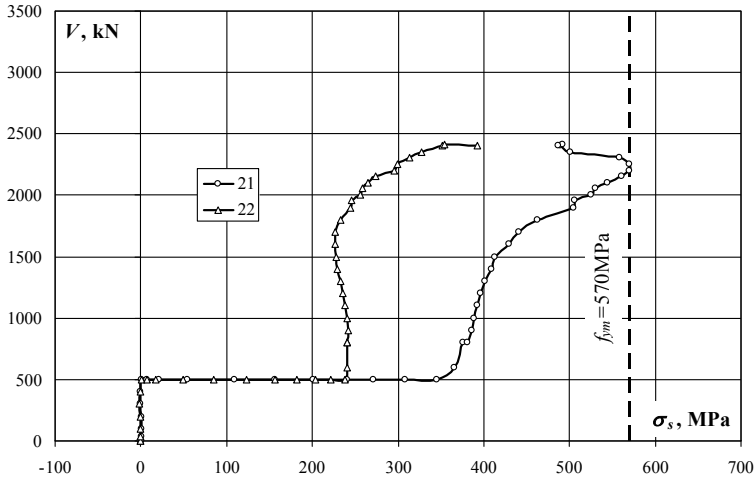
MK-0

Zbrojenie podłużne płyty – odkształcenia (ε_s) / Slab reinforcement – strains (ε_s)

obciążenie stupa/ column load	obciążenie płyty/ slab load	odkształcenie/ strain		
		21	22	średnia/ average
kN	kN	‰	‰	‰
0	0	0,000	0,000	0,000
0	0	0,002	0,000	0,001
40	0	0,003	0,000	0,002
100	0	0,004	-0,001	0,002
200	0	0,001	-0,004	-0,002
300	0	-0,001	-0,006	-0,004
400	0	-0,002	-0,002	-0,002
500	0	0,003	0,006	0,005
500	5	0,040	0,040	0,040
500	10	0,111	0,092	0,102
500	15	0,282	0,256	0,269
500	20	0,565	0,439	0,502
500	25	0,809	0,640	0,725
500	30	1,039	0,811	0,925
500	35	1,244	0,941	1,093
500	40	1,404	1,051	1,228
500	45	1,596	1,147	1,372
500	50	1,787	1,233	1,510
600	35	1,890	1,243	1,567
800	40	1,940	1,243	1,592
800	45	1,967	1,243	1,605
900	50	1,993	1,248	1,621
1000	50	2,008	1,241	1,625
1100	50	2,031	1,232	1,632
1200	50	2,051	1,220	1,636
1300	50	2,077	1,203	1,640
1400	50	2,114	1,186	1,650
1500	50	2,136	1,175	1,656
1600	50	2,222	1,169	1,696
1700	50	2,279	1,174	1,727
1800	50	2,394	1,201	1,798
1899	50	2,612	1,266	1,939
1957	50	2,616	1,270	1,943
2000	50	2,712	1,320	2,016
2054	50	2,738	1,334	2,036
2101	50	2,812	1,370	2,091
2153	50	2,897	1,418	2,158
2200	50	3,151	1,527	2,339
2250	50	3,186	1,550	2,368
2303	50	2,883	1,617	2,250
2351	50	2,586	1,691	2,139
2403	50	2,531	1,819	2,175
2414	50	2,544	1,833	2,189
2402	50	2,514	2,031	2,273



Zbrojenie podłużne płyty – naprężenia (σ_s) / Slab reinforcement – stresses (σ_s)

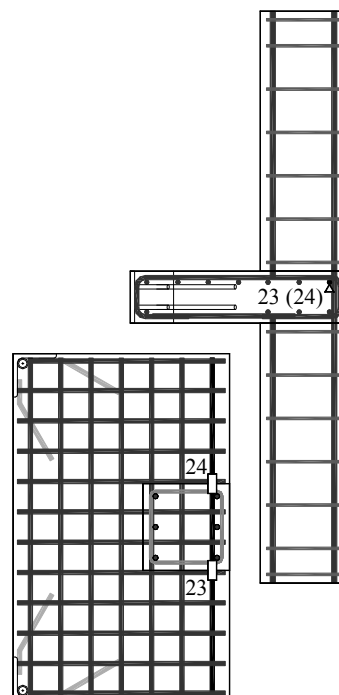
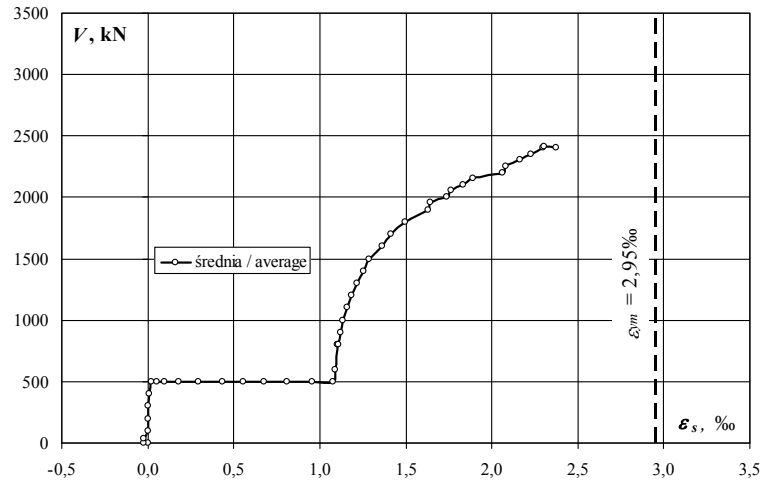
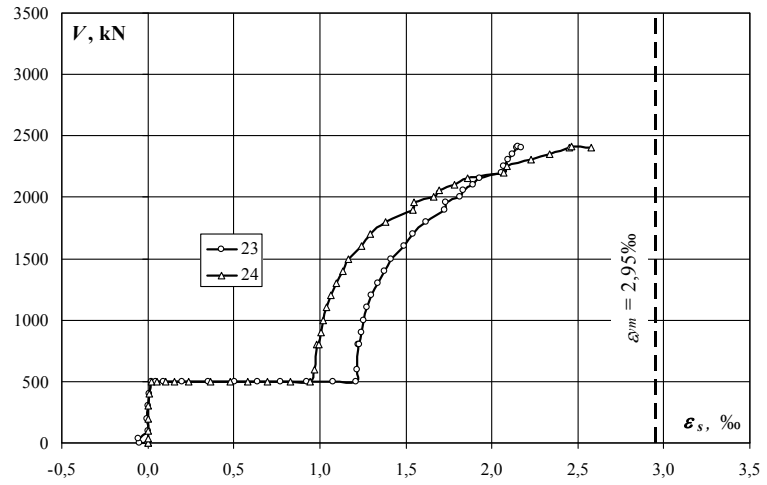


obciążenie słupa/ column load	obciążenie płyty/ slab load	naprężenie/ stress		
		21	22	średnia/ average
kN	kN	MPa	MPa	MPa
0	0	0	0	0
0	0	0	0	0
40	0	1	0	0
100	0	1	0	0
200	0	0	-1	0
300	0	0	-1	-1
400	0	0	0	0
500	0	1	1	1
500	5	8	8	8
500	10	21	18	20
500	15	55	50	52
500	20	109	85	97
500	25	157	124	140
500	30	201	157	179
500	35	241	182	211
500	40	272	203	238
500	45	309	222	265
500	50	346	239	292
600	35	366	241	303
800	40	375	241	308
800	45	381	241	311
900	50	386	241	314
1000	50	389	240	314
1100	50	393	238	316
1200	50	397	236	316
1300	50	402	233	317
1400	50	409	229	319
1500	50	413	227	320
1600	50	430	226	328
1700	50	441	227	334
1800	50	463	232	348
1899	50	505	245	375
1957	50	506	246	376
2000	50	525	255	390
2054	50	530	258	394
2101	50	544	265	405
2153	50	561	274	417
2200	50	570	295	433
2250	50	570	300	435
2303	50	558	313	435
2351	50	500	327	414
2403	50	490	352	421
2414	50	492	355	423
2402	50	486	393	440

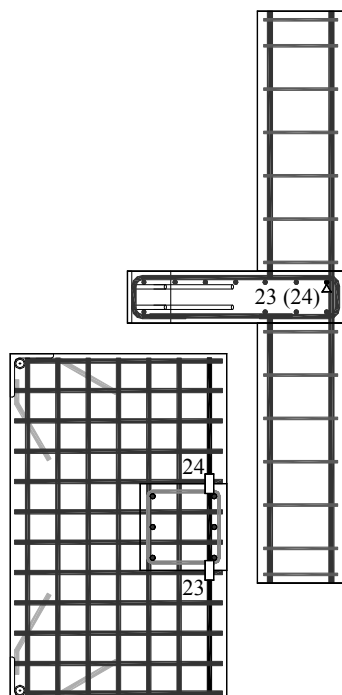
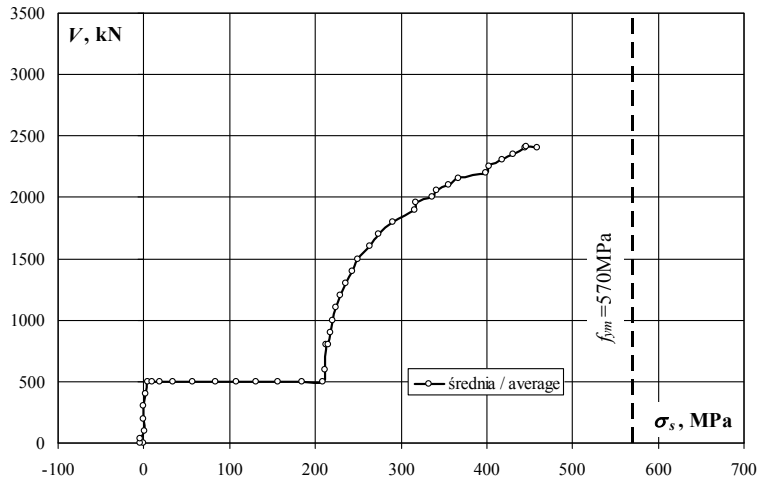
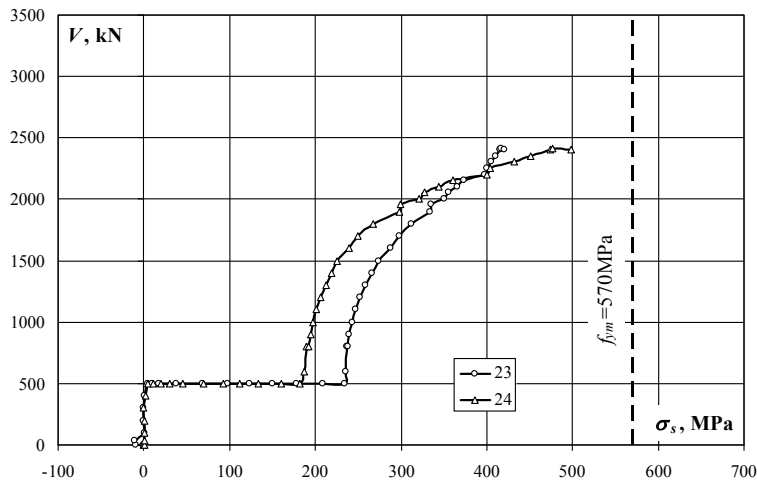
MK-0

Zbrojenie podłużne płyty – odkształcenia (ε_s) / Slab reinforcement – strains (ε_s)

obciążenie stupa/ column load	obciążenie płyty/ slab load	odkształcenie/ strain		
		23	24	średnia/ average
kN	kN	‰	‰	‰
0	0	0,000	0,000	0,000
0	0	-0,051	0,001	-0,025
40	0	-0,052	0,003	-0,025
100	0	0,001	0,004	0,003
200	0	-0,001	0,002	0,001
300	0	0,000	0,000	0,000
400	0	0,007	0,008	0,008
500	0	0,022	0,024	0,023
500	5	0,047	0,055	0,051
500	10	0,090	0,106	0,098
500	15	0,198	0,157	0,178
500	20	0,354	0,238	0,296
500	25	0,502	0,362	0,432
500	30	0,636	0,480	0,558
500	35	0,775	0,579	0,677
500	40	0,922	0,693	0,808
500	45	1,080	0,830	0,955
500	50	1,212	0,943	1,078
600	35	1,215	0,967	1,091
800	40	1,221	0,981	1,101
800	45	1,228	0,992	1,110
900	50	1,240	1,004	1,122
1000	50	1,254	1,018	1,136
1100	50	1,276	1,041	1,159
1200	50	1,302	1,064	1,183
1300	50	1,337	1,096	1,217
1400	50	1,378	1,134	1,256
1500	50	1,415	1,164	1,290
1600	50	1,488	1,240	1,364
1700	50	1,539	1,293	1,416
1800	50	1,615	1,384	1,500
1899	50	1,726	1,539	1,633
1957	50	1,735	1,546	1,641
2000	50	1,812	1,662	1,737
2054	50	1,835	1,691	1,763
2101	50	1,889	1,781	1,835
2153	50	1,927	1,861	1,894
2200	50	2,058	2,070	2,064
2250	50	2,071	2,090	2,081
2303	50	2,094	2,230	2,162
2351	50	2,121	2,334	2,228
2403	50	2,145	2,450	2,298
2414	50	2,154	2,461	2,308
2402	50	2,171	2,576	2,374



Zbrojenie podłużne płyty – naprężenia (σ_s) / Slab reinforcement – stresses (σ_s)

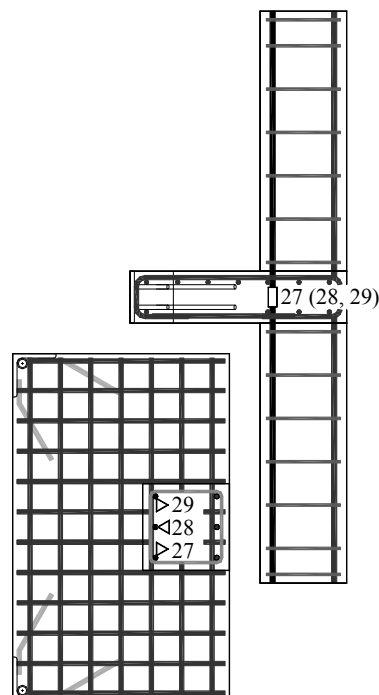
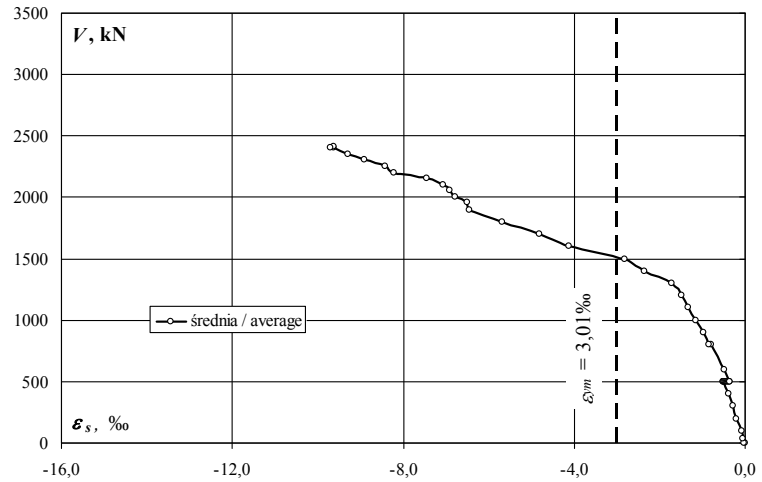
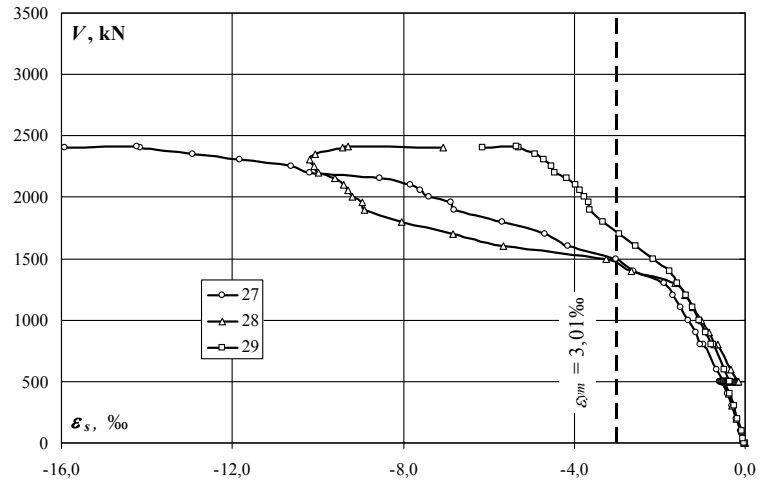


obciążenie słupa/ column load kN	obciążenie płyty/ slab load kN	naprężenie/ stress		
		23 MPa	24 MPa	średnia/ average MPa
0	0	0	0	0
0	0	-10	0	-5
40	0	-10	1	-5
100	0	0	1	0
200	0	0	0	0
300	0	0	0	0
400	0	1	2	1
500	0	4	5	4
500	5	9	11	10
500	10	17	21	19
500	15	38	30	34
500	20	68	46	57
500	25	97	70	84
500	30	123	93	108
500	35	150	112	131
500	40	178	134	156
500	45	209	161	185
500	50	235	182	208
600	35	235	187	211
800	40	236	190	213
800	45	238	192	215
900	50	240	194	217
1000	50	243	197	220
1100	50	247	201	224
1200	50	252	206	229
1300	50	259	212	235
1400	50	267	219	243
1500	50	274	225	250
1600	50	288	240	264
1700	50	298	250	274
1800	50	313	268	290
1899	50	334	298	316
1957	50	336	299	317
2000	50	351	322	336
2054	50	355	327	341
2101	50	366	345	355
2153	50	373	360	366
2200	50	398	401	399
2250	50	401	404	403
2303	50	405	432	418
2351	50	410	452	431
2403	50	415	474	445
2414	50	417	476	447
2402	50	420	498	459

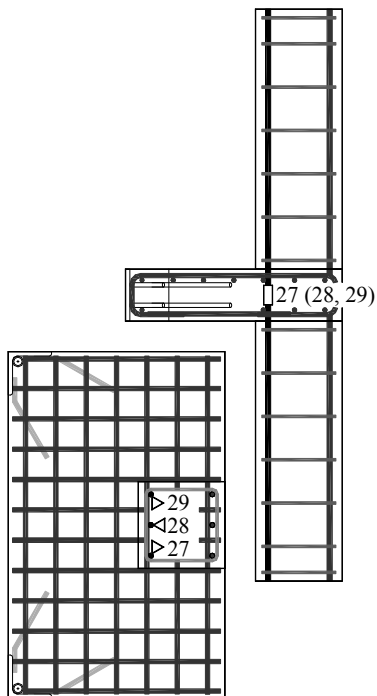
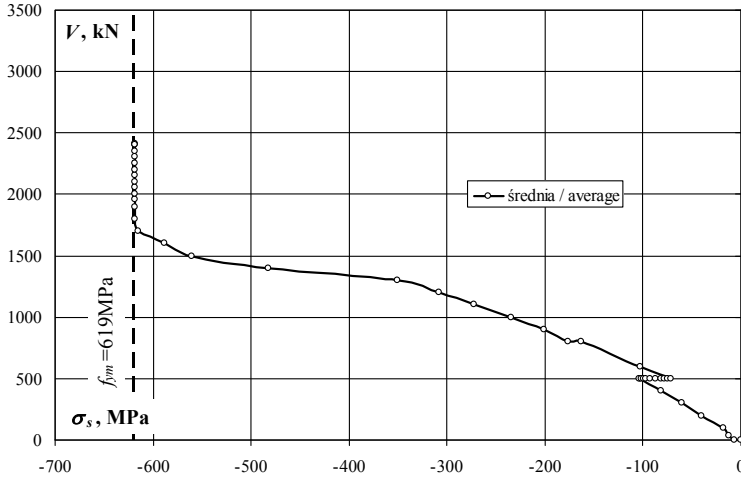
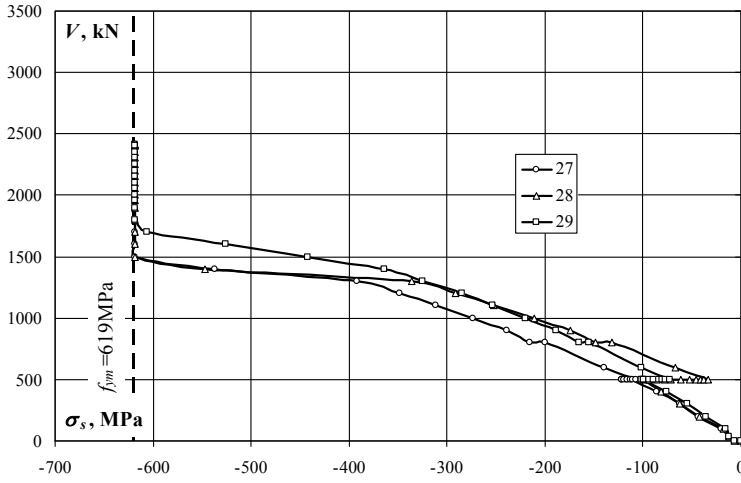
MK-0

Zbrojenie podłużne słupa – odkształcenia (ε_s) / Column reinforcement – strains (ε_s)

obciążenie słupa/ column load	obciążenie płyty/ slab load	odkształcenie/ strain			
		27	28	29	średnia/ average
kN	kN	‰	‰	‰	‰
0	0	0,000	0,000	0,000	0,000
0	0	-0,030	-0,030	-0,030	-0,030
40	0	-0,060	-0,060	-0,060	-0,060
100	0	-0,095	-0,086	-0,074	-0,085
200	0	-0,210	-0,204	-0,176	-0,197
300	0	-0,305	-0,303	-0,266	-0,291
400	0	-0,417	-0,396	-0,370	-0,394
500	0	-0,540	-0,480	-0,481	-0,500
500	5	-0,559	-0,456	-0,491	-0,502
500	10	-0,569	-0,419	-0,491	-0,493
500	15	-0,592	-0,379	-0,485	-0,485
500	20	-0,594	-0,348	-0,482	-0,475
500	25	-0,589	-0,301	-0,457	-0,449
500	30	-0,579	-0,256	-0,436	-0,424
500	35	-0,563	-0,221	-0,409	-0,398
500	40	-0,550	-0,202	-0,391	-0,381
500	45	-0,535	-0,183	-0,374	-0,364
500	50	-0,522	-0,163	-0,354	-0,346
600	35	-0,676	-0,325	-0,494	-0,498
800	40	-0,973	-0,640	-0,755	-0,789
800	45	-1,046	-0,720	-0,805	-0,857
900	50	-1,162	-0,844	-0,916	-0,974
1000	50	-1,327	-1,028	-1,068	-1,141
1100	50	-1,515	-1,228	-1,229	-1,324
1200	50	-1,691	-1,416	-1,384	-1,497
1300	50	-1,905	-1,632	-1,577	-1,705
1400	50	-2,607	-2,660	-1,770	-2,346
1500	50	-3,026	-3,264	-2,150	-2,813
1600	50	-4,137	-5,665	-2,557	-4,120
1700	50	-4,683	-6,829	-2,945	-4,819
1800	50	-5,678	-8,026	-3,327	-5,677
1899	50	-6,821	-8,901	-3,627	-6,450
1957	50	-6,880	-8,956	-3,669	-6,502
2000	50	-7,410	-9,178	-3,769	-6,786
2054	50	-7,604	-9,290	-3,855	-6,916
2101	50	-7,821	-9,384	-3,961	-7,055
2153	50	-8,553	-9,602	-4,164	-7,440
2200	50	-10,177	-9,985	-4,465	-8,209
2250	50	-10,635	-10,081	-4,525	-8,414
2303	50	-11,820	-10,196	-4,700	-8,905
2351	50	-12,918	-10,072	-4,910	-9,300
2403	50	-14,162	-9,430	-5,309	-9,634
2414	50	-14,240	-9,295	-5,344	-9,626
2402	50	-15,926	-7,061	-6,146	-9,711



Zbrojenie podłużne słupa – naprężenia (σ_s) / Column reinforcement – stresses (σ_s)

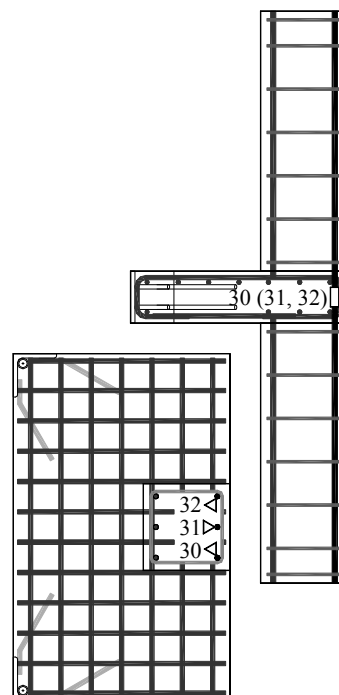
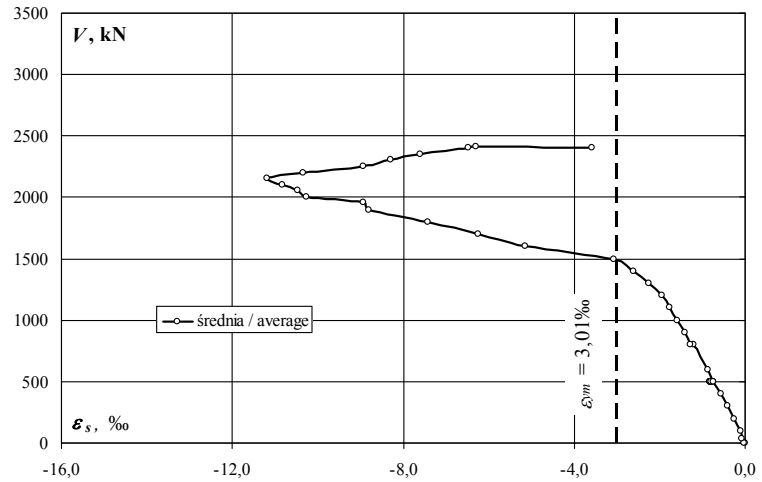
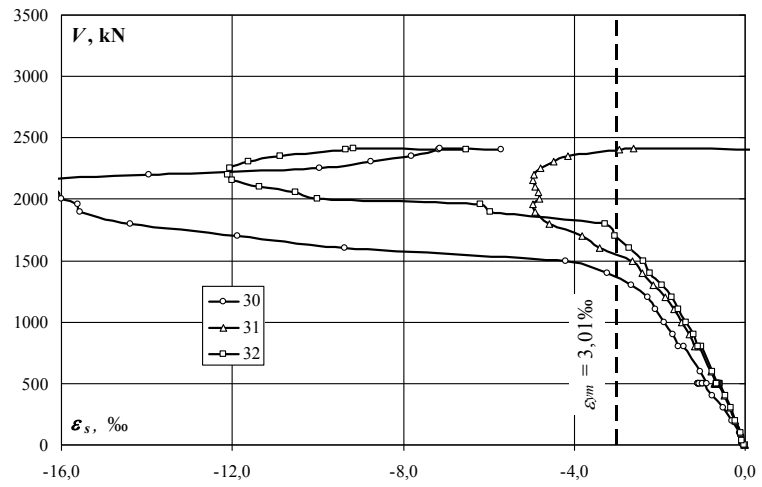


obciążenie słupa/ column load	obciążenie płyty/ slab load	odkształcenie/ strain			
		27	28	29	średnia/ average
kN	kN	MPa	MPa	MPa	MPa
0	0	0	0	0	0
0	0	-6	-6	-6	-6
40	0	-12	-12	-12	-12
100	0	-20	-18	-15	-17
200	0	-43	-42	-36	-40
300	0	-63	-62	-55	-60
400	0	-86	-81	-76	-81
500	0	-111	-99	-99	-103
500	5	-115	-94	-101	-103
500	10	-117	-86	-101	-101
500	15	-122	-78	-100	-100
500	20	-122	-72	-99	-98
500	25	-121	-62	-94	-92
500	30	-119	-53	-90	-87
500	35	-116	-45	-84	-82
500	40	-113	-42	-80	-78
500	45	-110	-38	-77	-75
500	50	-107	-34	-73	-71
600	35	-139	-67	-102	-103
800	40	-200	-132	-155	-162
800	45	-215	-148	-166	-176
900	50	-239	-174	-189	-200
1000	50	-273	-212	-220	-235
1100	50	-312	-253	-253	-272
1200	50	-348	-291	-285	-308
1300	50	-392	-336	-325	-351
1400	50	-537	-547	-364	-483
1500	50	-619	-619	-442	-560
1600	50	-619	-619	-526	-588
1700	50	-619	-619	-606	-615
1800	50	-619	-619	-619	-619
1899	50	-619	-619	-619	-619
1957	50	-619	-619	-619	-619
2000	50	-619	-619	-619	-619
2054	50	-619	-619	-619	-619
2101	50	-619	-619	-619	-619
2153	50	-619	-619	-619	-619
2200	50	-619	-619	-619	-619
2250	50	-619	-619	-619	-619
2303	50	-619	-619	-619	-619
2351	50	-619	-619	-619	-619
2403	50	-619	-619	-619	-619
2414	50	-619	-619	-619	-619
2402	50	-619	-619	-619	-619

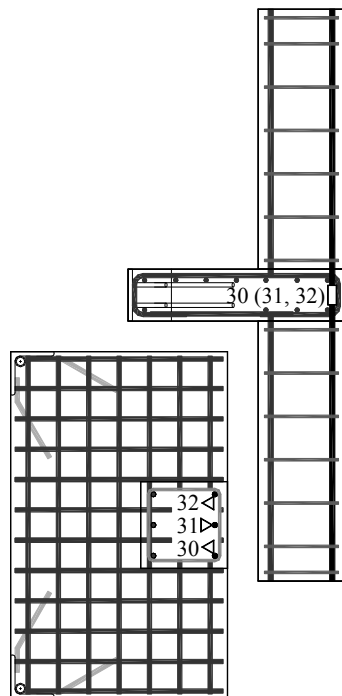
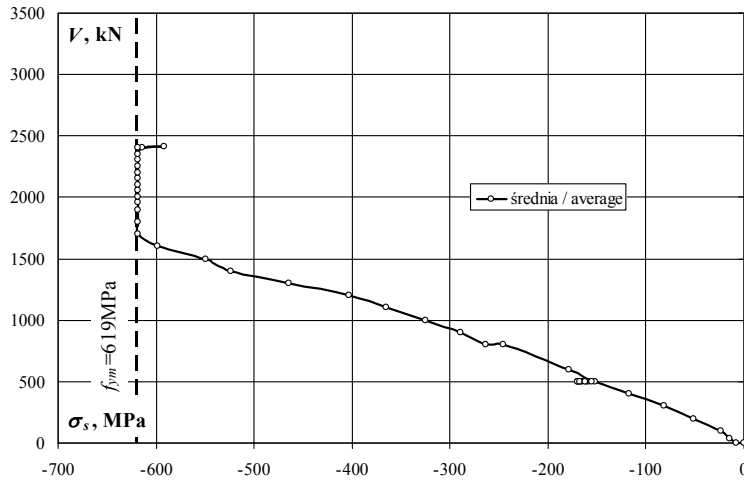
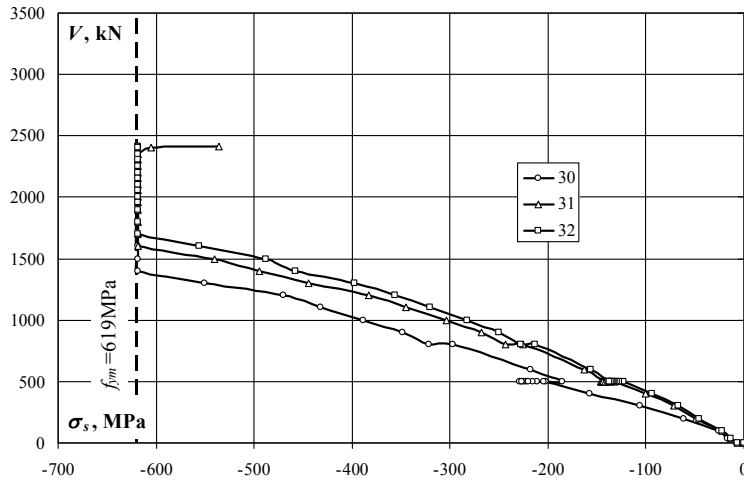
MK-0

Zbrojenie podłużne słupa – odkształcenia (ϵ_s) / Column reinforcement – strains (ϵ_s)

obciążenie słupa/ column load	obciążenie płyty/ slab load	odkształcenie/ strain			
		30	31	32	średnia/ average
kN	kN	‰	‰	‰	‰
0	0	0,000	0,000	0,000	0,000
0	0	-0,040	-0,033	-0,033	-0,035
40	0	-0,080	-0,066	-0,066	-0,071
100	0	-0,127	-0,109	-0,106	-0,114
200	0	-0,296	-0,236	-0,220	-0,251
300	0	-0,516	-0,349	-0,326	-0,397
400	0	-0,767	-0,488	-0,454	-0,570
500	0	-0,983	-0,641	-0,595	-0,740
500	5	-1,028	-0,663	-0,617	-0,769
500	10	-1,045	-0,671	-0,627	-0,781
500	15	-1,080	-0,687	-0,642	-0,803
500	20	-1,091	-0,693	-0,648	-0,811
500	25	-1,103	-0,700	-0,653	-0,819
500	30	-1,113	-0,704	-0,659	-0,825
500	35	-1,099	-0,709	-0,667	-0,825
500	40	-1,068	-0,706	-0,671	-0,815
500	45	-0,992	-0,699	-0,670	-0,787
500	50	-0,903	-0,690	-0,665	-0,753
600	35	-1,057	-0,793	-0,761	-0,870
800	40	-1,445	-1,098	-1,034	-1,192
800	45	-1,560	-1,183	-1,105	-1,283
900	50	-1,694	-1,300	-1,215	-1,403
1000	50	-1,886	-1,477	-1,374	-1,579
1100	50	-2,098	-1,674	-1,555	-1,776
1200	50	-2,282	-1,861	-1,728	-1,957
1300	50	-2,672	-2,159	-1,933	-2,255
1400	50	-3,220	-2,401	-2,224	-2,615
1500	50	-4,200	-2,626	-2,371	-3,066
1600	50	-9,358	-3,404	-2,701	-5,154
1700	50	-11,872	-3,806	-3,046	-6,241
1800	50	-14,393	-4,572	-3,286	-7,417
1899	50	-15,563	-4,911	-5,973	-8,816
1957	50	-15,615	-4,959	-6,203	-8,926
2000	50	-16,000	-4,810	-10,009	-10,273
2054	50	-16,074	-4,832	-10,521	-10,476
2101	50	-16,212	-4,917	-11,354	-10,828
2153	50	-16,605	-4,972	-12,014	-11,197
2200	50	-13,961	-4,941	-12,107	-10,336
2250	50	-9,962	-4,785	-12,052	-8,933
2303	50	-8,767	-4,471	-11,617	-8,285
2351	50	-7,797	-4,142	-10,869	-7,603
2403	50	-7,168	-2,938	-9,350	-6,485
2414	50	-7,152	-2,602	-9,173	-6,309
2402	50	-5,698	1,476	-6,516	-3,579



Zbrojenie podłużne słupa – naprężenia (σ_s) / Column reinforcement – stresses (σ_s)

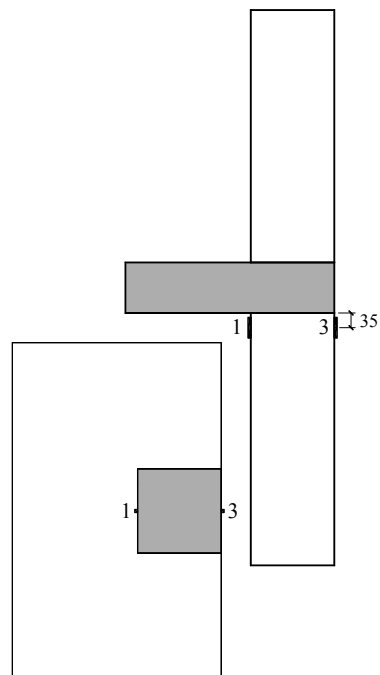
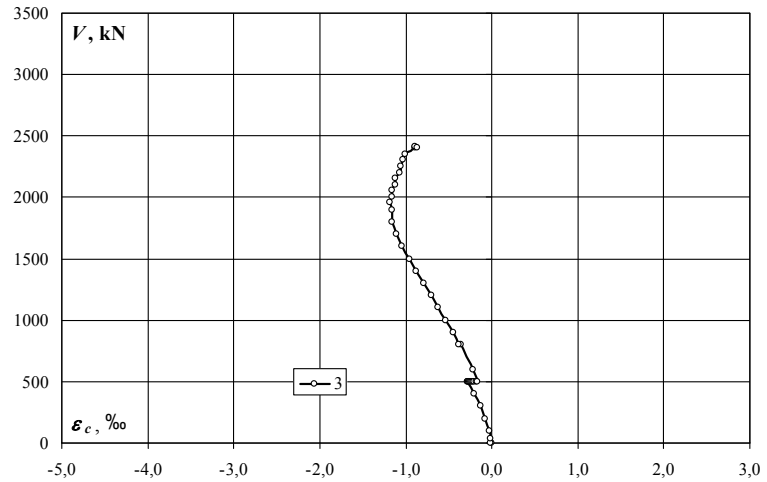
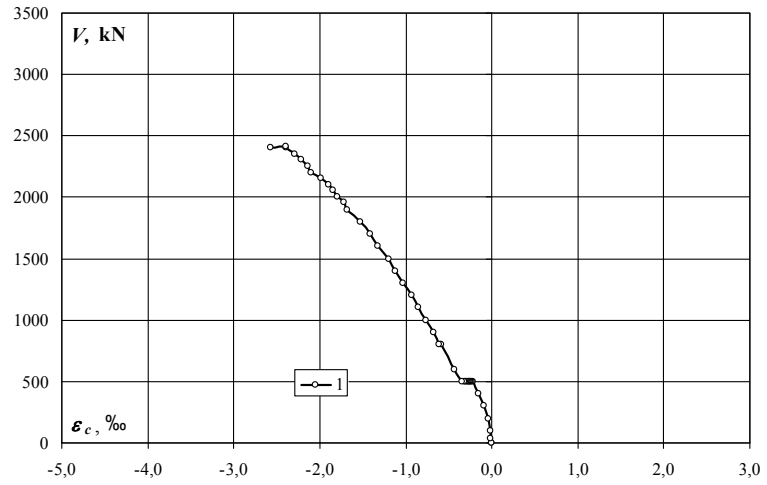


obciążenie słupa / column load	obciążenie płyty / slab load	naprężenie / stress			
		30	31	32	średnia / average
kN	kN	MPa	MPa	MPa	MPa
0	0	0	0	0	0
0	0	-8	-7	-7	-7
40	0	-16	-14	-14	-15
100	0	-26	-22	-22	-23
200	0	-61	-49	-45	-52
300	0	-106	-72	-67	-82
400	0	-158	-100	-93	-117
500	0	-202	-132	-122	-152
500	5	-212	-136	-127	-158
500	10	-215	-138	-129	-161
500	15	-222	-141	-132	-165
500	20	-225	-143	-133	-167
500	25	-227	-144	-134	-168
500	30	-229	-145	-136	-170
500	35	-226	-146	-137	-170
500	40	-220	-145	-138	-168
500	45	-204	-144	-138	-162
500	50	-186	-142	-137	-155
600	35	-218	-163	-157	-179
800	40	-297	-226	-213	-245
800	45	-321	-243	-227	-264
900	50	-349	-268	-250	-289
1000	50	-388	-304	-283	-325
1100	50	-432	-345	-320	-365
1200	50	-470	-383	-356	-403
1300	50	-550	-444	-398	-464
1400	50	-619	-494	-458	-524
1500	50	-619	-540	-488	-549
1600	50	-619	-619	-556	-598
1700	50	-619	-619	-619	-619
1800	50	-619	-619	-619	-619
1899	50	-619	-619	-619	-619
1957	50	-619	-619	-619	-619
2000	50	-619	-619	-619	-619
2054	50	-619	-619	-619	-619
2101	50	-619	-619	-619	-619
2153	50	-619	-619	-619	-619
2200	50	-619	-619	-619	-619
2250	50	-619	-619	-619	-619
2303	50	-619	-619	-619	-619
2351	50	-619	-619	-619	-619
2403	50	-619	-605	-619	-614
2414	50	-619	-535	-619	-591
2402	50	-619	-619	-619	-619

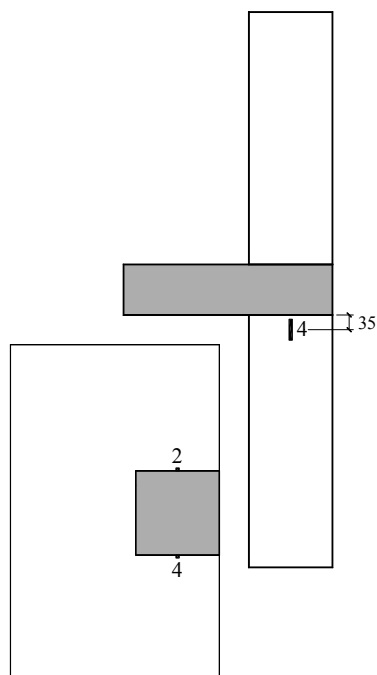
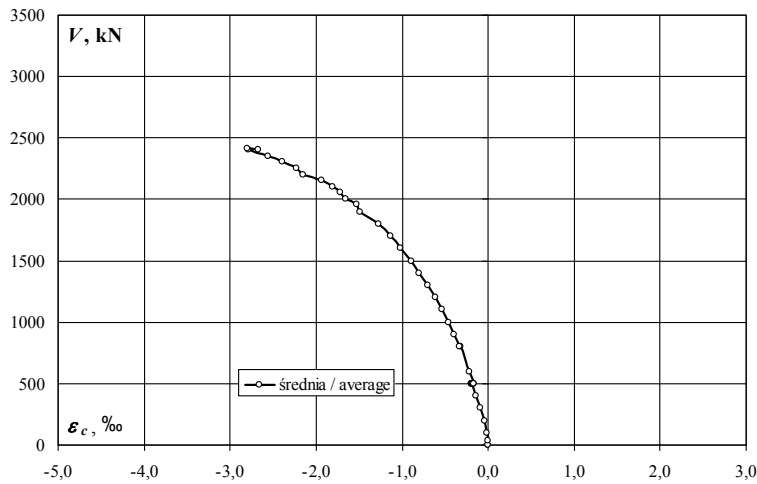
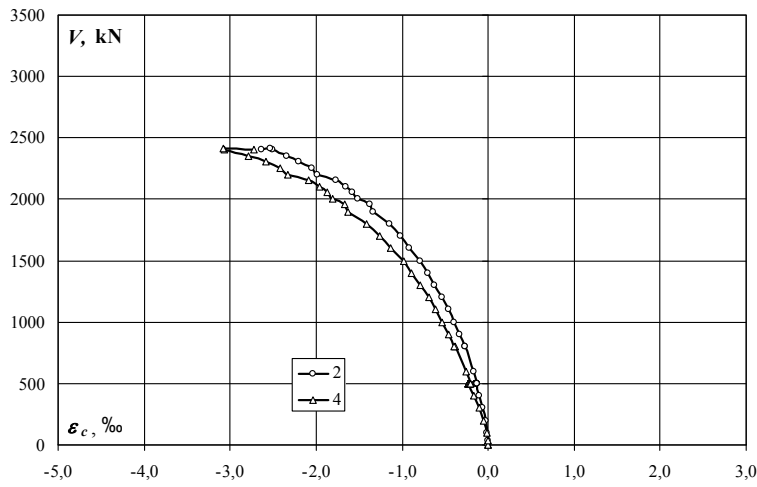
MK-0

Słup dolny (tensometry pionowe) – odkształcenia (ε_c) / Bottom column (vertical gauges) – strains (ε_c)

obciążenie słupa/ column load	obciążenie plyty/ slab load	odkształcenie/ strain	
		1	3
kN	kN	‰	‰
0	0	0,000	0,000
0	0	-0,004	-0,008
40	0	-0,008	-0,016
100	0	-0,013	-0,023
200	0	-0,046	-0,075
300	0	-0,092	-0,133
400	0	-0,150	-0,203
500	0	-0,218	-0,282
500	5	-0,231	-0,279
500	10	-0,241	-0,272
500	15	-0,254	-0,266
500	20	-0,262	-0,258
500	25	-0,271	-0,249
500	30	-0,278	-0,235
500	35	-0,288	-0,222
500	40	-0,304	-0,204
500	45	-0,325	-0,185
500	50	-0,349	-0,164
600	35	-0,439	-0,214
800	40	-0,590	-0,363
800	45	-0,615	-0,389
900	50	-0,681	-0,453
1000	50	-0,762	-0,532
1100	50	-0,850	-0,619
1200	50	-0,932	-0,698
1300	50	-1,033	-0,795
1400	50	-1,125	-0,879
1500	50	-1,201	-0,953
1600	50	-1,322	-1,048
1700	50	-1,411	-1,114
1800	50	-1,524	-1,159
1899	50	-1,686	-1,165
1957	50	-1,717	-1,190
2000	50	-1,799	-1,156
2054	50	-1,848	-1,159
2101	50	-1,897	-1,122
2153	50	-1,986	-1,120
2200	50	-2,095	-1,070
2250	50	-2,139	-1,056
2303	50	-2,215	-1,028
2351	50	-2,293	-1,005
2403	50	-2,391	-0,895
2414	50	-2,398	-0,891
2402	50	-2,576	-0,870



Słup dolny (tensometry pionowe) – odkształcenia (ϵ_c) / Bottom column (vertical gauges) – strains (ϵ_c)

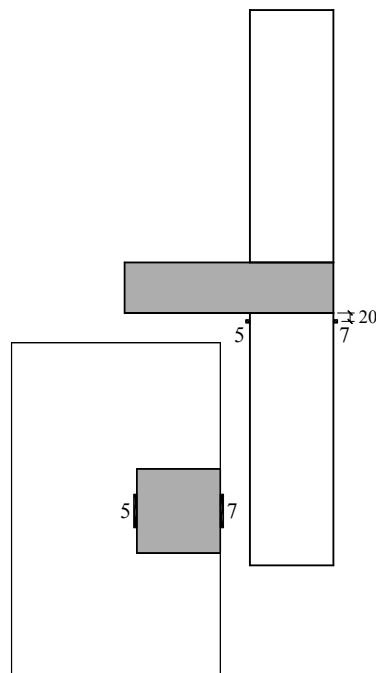
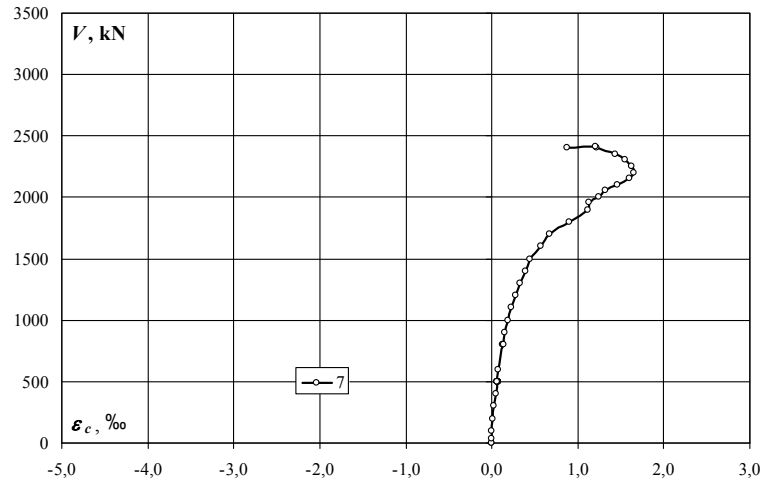
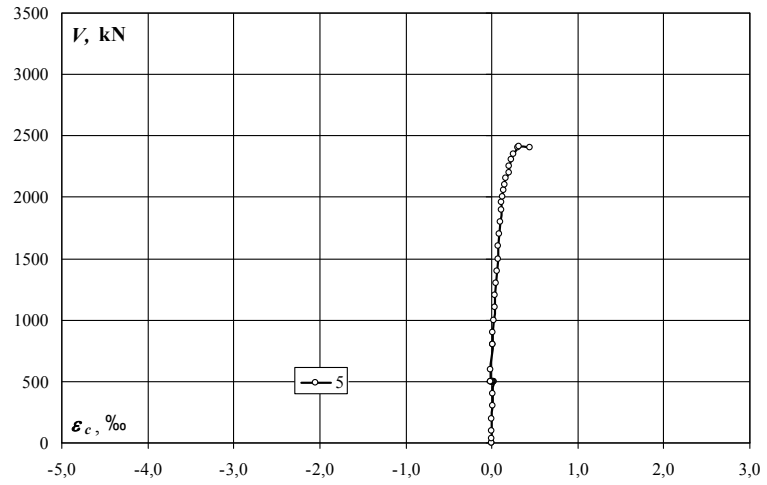


obciążenie słupa/ column load kN	obciążenie plyty/ slab load kN	odkształcenie/ strain		
		2 ‰	4 ‰	średnia/ average ‰
0	0	0,000	0,000	0,000
0	0	-0,003	-0,003	-0,003
40	0	-0,006	-0,006	-0,006
100	0	-0,008	-0,010	-0,009
200	0	-0,027	-0,047	-0,037
300	0	-0,066	-0,106	-0,086
400	0	-0,106	-0,169	-0,138
500	0	-0,146	-0,232	-0,189
500	5	-0,146	-0,232	-0,189
500	10	-0,145	-0,233	-0,189
500	15	-0,143	-0,235	-0,189
500	20	-0,142	-0,234	-0,188
500	25	-0,141	-0,234	-0,188
500	30	-0,135	-0,225	-0,180
500	35	-0,132	-0,222	-0,177
500	40	-0,129	-0,214	-0,172
500	45	-0,129	-0,207	-0,168
500	50	-0,128	-0,199	-0,164
600	35	-0,166	-0,259	-0,213
800	40	-0,267	-0,384	-0,326
800	45	-0,267	-0,395	-0,331
900	50	-0,329	-0,464	-0,397
1000	50	-0,393	-0,538	-0,466
1100	50	-0,465	-0,617	-0,541
1200	50	-0,531	-0,693	-0,612
1300	50	-0,619	-0,794	-0,707
1400	50	-0,704	-0,897	-0,801
1500	50	-0,786	-0,987	-0,887
1600	50	-0,911	-1,139	-1,025
1700	50	-1,014	-1,256	-1,135
1800	50	-1,147	-1,408	-1,278
1899	50	-1,343	-1,632	-1,488
1957	50	-1,381	-1,670	-1,526
2000	50	-1,511	-1,804	-1,658
2054	50	-1,575	-1,866	-1,721
2101	50	-1,660	-1,960	-1,810
2153	50	-1,768	-2,092	-1,930
2200	50	-1,980	-2,333	-2,157
2250	50	-2,048	-2,412	-2,230
2303	50	-2,197	-2,589	-2,393
2351	50	-2,342	-2,781	-2,562
2403	50	-2,512	-3,067	-2,790
2414	50	-2,528	-3,084	-2,806
2402	50	-2,635	-2,718	-2,677

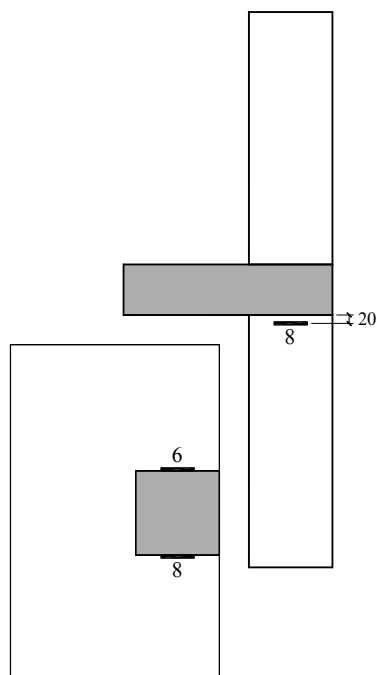
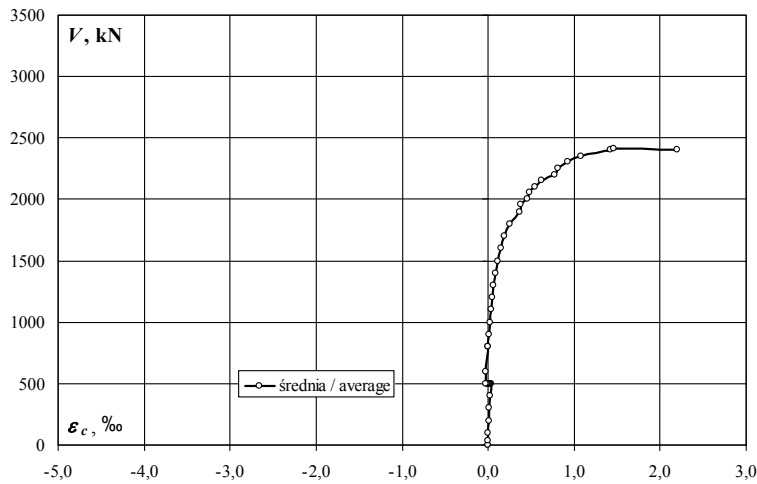
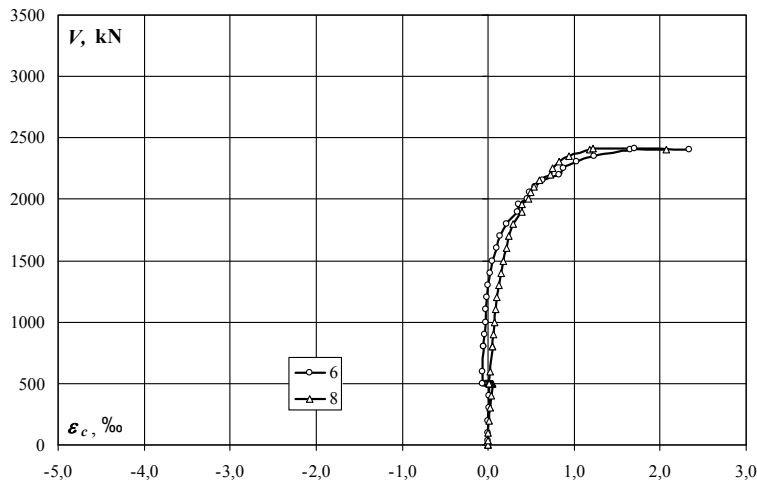
MK-0

Słup dolny (tensometry poziome) – odkształcenia (ϵ_c) / Bottom column (horizontal gauges) – strains (ϵ_c)

obciążenie słupa/ column load	obciążenie plyty/ slab load	odkształcenie/ strain	
		5	7
kN	kN	‰	‰
0	0	0,000	0,000
0	0	0,000	0,001
40	0	0,000	0,001
100	0	0,000	0,002
200	0	0,004	0,012
300	0	0,011	0,027
400	0	0,017	0,046
500	0	0,025	0,067
500	5	0,022	0,070
500	10	0,016	0,071
500	15	0,012	0,073
500	20	0,008	0,070
500	25	0,002	0,068
500	30	-0,001	0,069
500	35	-0,004	0,068
500	40	-0,007	0,065
500	45	-0,011	0,061
500	50	-0,016	0,057
600	35	-0,009	0,072
800	40	0,006	0,122
800	45	0,008	0,136
900	50	0,014	0,155
1000	50	0,023	0,189
1100	50	0,033	0,230
1200	50	0,042	0,273
1300	50	0,053	0,327
1400	50	0,062	0,395
1500	50	0,069	0,445
1600	50	0,078	0,568
1700	50	0,088	0,672
1800	50	0,099	0,897
1899	50	0,110	1,115
1957	50	0,114	1,131
2000	50	0,125	1,244
2054	50	0,132	1,320
2101	50	0,145	1,466
2153	50	0,161	1,607
2200	50	0,198	1,657
2250	50	0,207	1,631
2303	50	0,230	1,548
2351	50	0,258	1,438
2403	50	0,310	1,225
2414	50	0,316	1,205
2402	50	0,444	0,874



Słup dolny (tensometry poziome) – odkształcenia (ϵ_c) / Bottom column (horizontal gauges) – strains (ϵ_c)

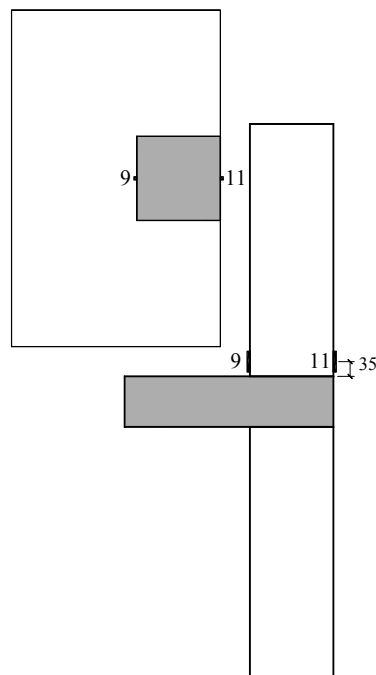
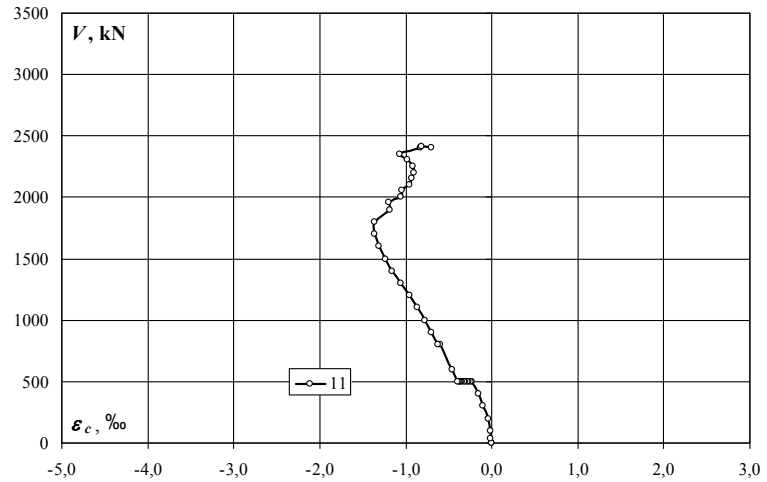
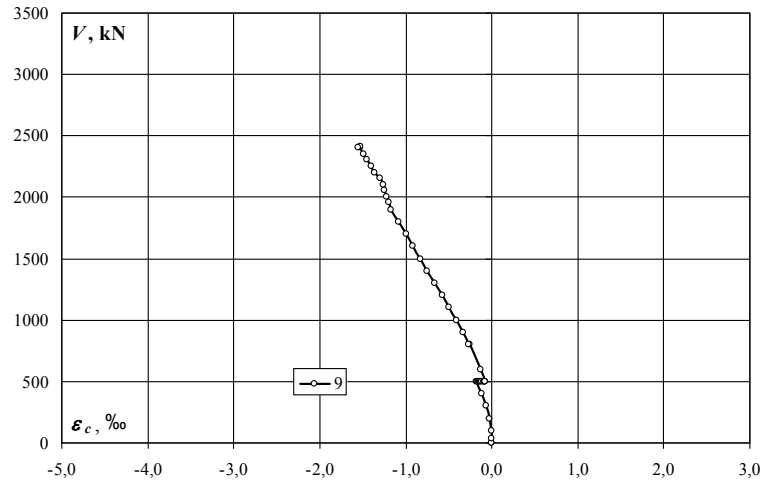


obciążenie słupa/ column load	obciążenie plyty/ slab load	odkształcenie/ strain		
		6	8	średnia/ average
kN	kN	‰	‰	‰
0	0	0,000	0,000	0,000
0	0	0,000	0,001	0,001
40	0	0,000	0,002	0,001
100	0	0,000	0,003	0,002
200	0	0,003	0,014	0,009
300	0	0,008	0,025	0,017
400	0	0,012	0,038	0,025
500	0	0,015	0,050	0,033
500	5	0,010	0,047	0,029
500	10	0,003	0,043	0,023
500	15	-0,002	0,039	0,019
500	20	-0,010	0,035	0,013
500	25	-0,019	0,029	0,005
500	30	-0,024	0,026	0,001
500	35	-0,032	0,021	-0,006
500	40	-0,041	0,016	-0,013
500	45	-0,052	0,013	-0,020
500	50	-0,061	0,008	-0,027
600	35	-0,061	0,019	-0,021
800	40	-0,049	0,043	-0,003
800	45	-0,049	0,050	0,001
900	50	-0,042	0,058	0,008
1000	50	-0,033	0,074	0,021
1100	50	-0,024	0,091	0,034
1200	50	-0,011	0,106	0,048
1300	50	0,004	0,127	0,066
1400	50	0,024	0,148	0,086
1500	50	0,046	0,171	0,109
1600	50	0,096	0,209	0,153
1700	50	0,139	0,242	0,191
1800	50	0,215	0,296	0,256
1899	50	0,347	0,388	0,368
1957	50	0,356	0,396	0,376
2000	50	0,452	0,469	0,461
2054	50	0,481	0,490	0,486
2101	50	0,548	0,533	0,541
2153	50	0,638	0,595	0,617
2200	50	0,831	0,727	0,779
2250	50	0,876	0,751	0,814
2303	50	1,026	0,827	0,927
2351	50	1,231	0,938	1,085
2403	50	1,657	1,185	1,421
2414	50	1,700	1,214	1,457
2402	50	2,337	2,066	2,202

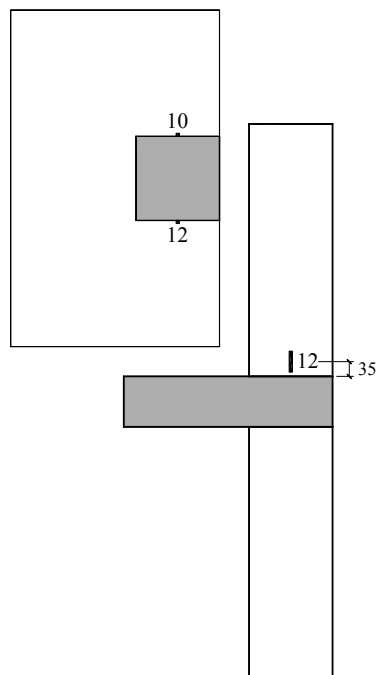
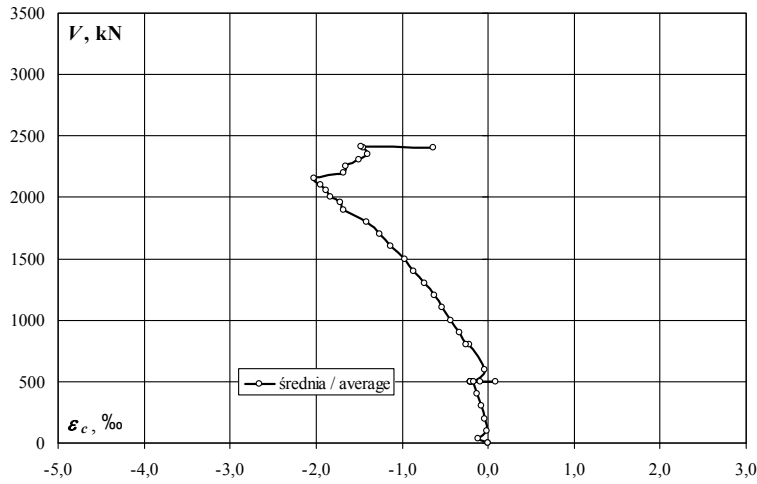
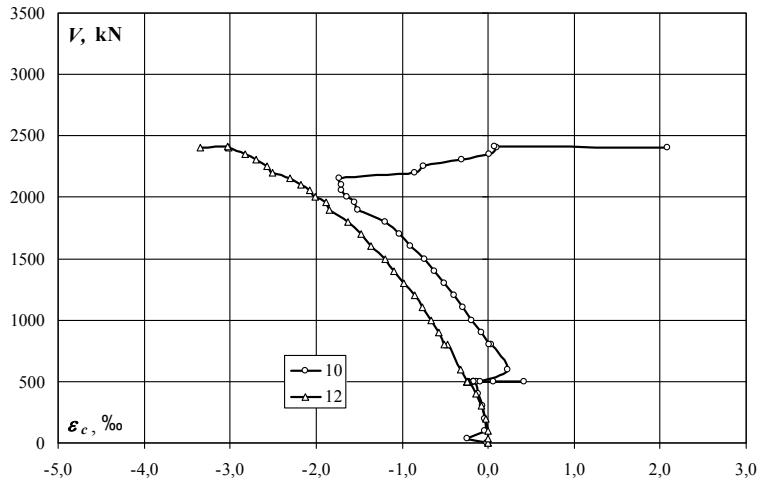
MK-0

Słup górny (tensometry pionowe) – odkształcenia (ϵ_c) / Upper column (vertical gauges) – strains (ϵ_c)

obciążenie stupa/ column load	obciążenie plyty/ slab load	odkształcenie/ strain	
		9	11
kN	kN	‰	‰
0	0	0,000	0,000
0	0	-0,002	-0,004
40	0	-0,004	-0,008
100	0	-0,006	-0,012
200	0	-0,024	-0,045
300	0	-0,064	-0,097
400	0	-0,121	-0,159
500	0	-0,186	-0,227
500	5	-0,173	-0,248
500	10	-0,159	-0,266
500	15	-0,147	-0,287
500	20	-0,132	-0,305
500	25	-0,115	-0,324
500	30	-0,096	-0,341
500	35	-0,085	-0,359
500	40	-0,079	-0,371
500	45	-0,076	-0,385
500	50	-0,074	-0,400
600	35	-0,128	-0,459
800	40	-0,252	-0,603
800	45	-0,267	-0,631
900	50	-0,331	-0,698
1000	50	-0,411	-0,780
1100	50	-0,493	-0,872
1200	50	-0,571	-0,960
1300	50	-0,663	-1,062
1400	50	-0,749	-1,161
1500	50	-0,822	-1,233
1600	50	-0,923	-1,317
1700	50	-1,000	-1,361
1800	50	-1,082	-1,363
1899	50	-1,172	-1,185
1957	50	-1,203	-1,202
2000	50	-1,223	-1,052
2054	50	-1,253	-1,039
2101	50	-1,265	-0,956
2153	50	-1,305	-0,927
2200	50	-1,366	-0,907
2250	50	-1,399	-0,914
2303	50	-1,446	-0,983
2351	50	-1,491	-1,075
2403	50	-1,531	-0,824
2414	50	-1,532	-0,816
2402	50	-1,548	-0,696



Słup górny (tensometry pionowe) – odkształcenia (ε_c) – Upper column (vertical gauges) – strains (ε_c)

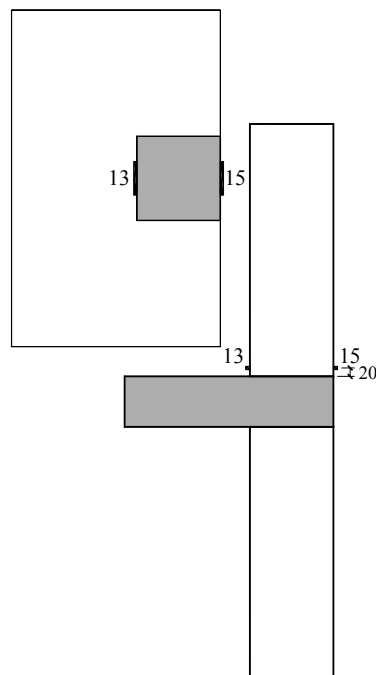
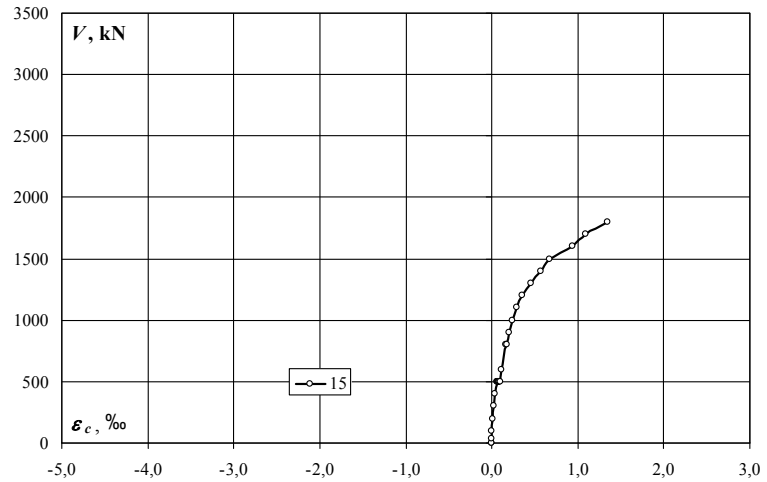
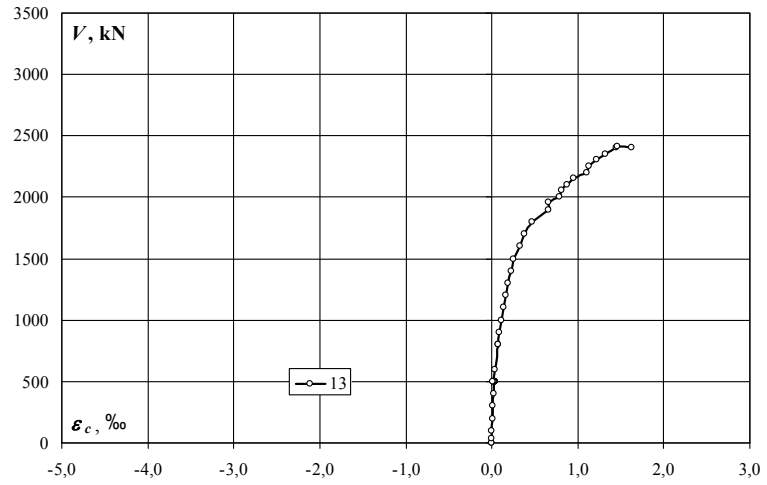


obciążenie słupa/ column load kN	obciążenie plyty/ slab load kN	odkształcenie/ strain		
		10 ‰	12 ‰	średnia/ average ‰
0	0	0,000	0,000	0,000
0	0	-0,012	-0,001	-0,007
40	0	-0,240	-0,001	-0,121
100	0	-0,036	-0,002	-0,019
200	0	-0,042	-0,025	-0,034
300	0	-0,065	-0,079	-0,072
400	0	-0,110	-0,147	-0,129
500	0	-0,137	-0,223	-0,180
500	5	-0,166	-0,229	-0,198
500	10	-0,172	-0,232	-0,202
500	15	-0,161	-0,237	-0,199
500	20	-0,166	-0,237	-0,202
500	25	-0,171	-0,239	-0,205
500	30	0,419	-0,238	0,091
500	35	0,064	-0,239	-0,088
500	40	-0,135	-0,238	-0,187
500	45	-0,165	-0,238	-0,202
500	50	-0,092	-0,238	-0,165
600	35	0,226	-0,314	-0,044
800	40	0,035	-0,478	-0,222
800	45	0,005	-0,506	-0,251
900	50	-0,083	-0,576	-0,330
1000	50	-0,193	-0,668	-0,431
1100	50	-0,295	-0,766	-0,531
1200	50	-0,391	-0,856	-0,624
1300	50	-0,509	-0,975	-0,742
1400	50	-0,629	-1,096	-0,863
1500	50	-0,734	-1,198	-0,966
1600	50	-0,905	-1,366	-1,136
1700	50	-1,031	-1,479	-1,255
1800	50	-1,194	-1,626	-1,410
1899	50	-1,516	-1,847	-1,682
1957	50	-1,552	-1,882	-1,717
2000	50	-1,647	-2,012	-1,830
2054	50	-1,700	-2,077	-1,889
2101	50	-1,707	-2,177	-1,942
2153	50	-1,732	-2,304	-2,018
2200	50	-0,852	-2,503	-1,678
2250	50	-0,748	-2,568	-1,658
2303	50	-0,312	-2,698	-1,505
2351	50	0,014	-2,825	-1,406
2403	50	0,105	-3,011	-1,453
2414	50	0,075	-3,032	-1,479
2402	50	2,085	-3,351	-0,633

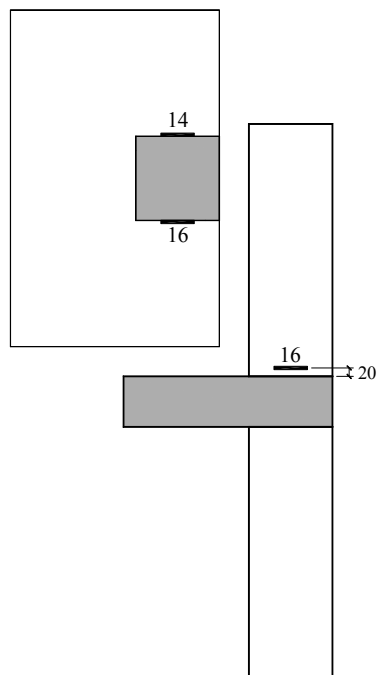
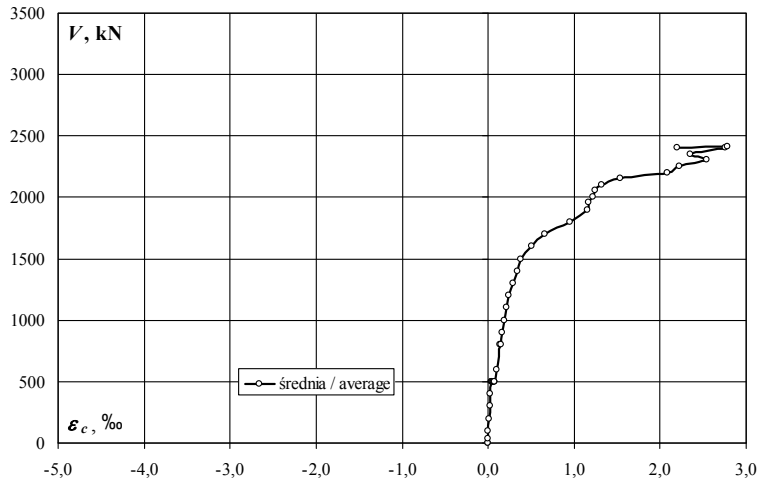
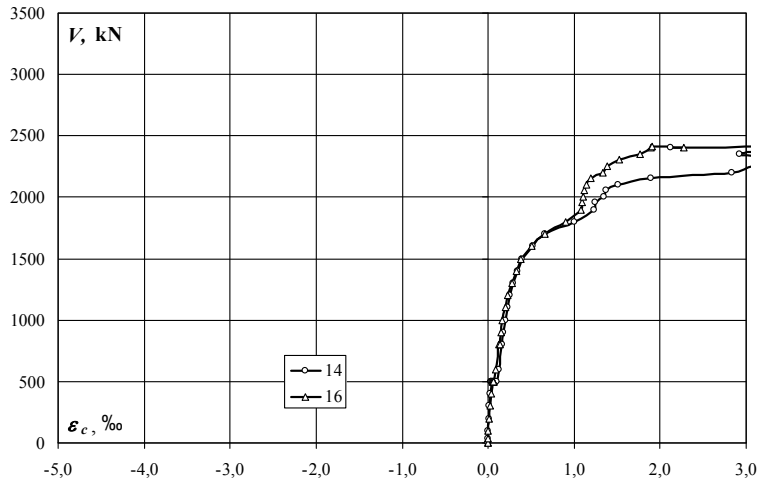
MK-0

Słup górny (tensometry poziome) – odkształcenia (ε_c) / Upper column (horizontal gauges) – strains (ε_c)

obciążenie słupa/ column load	obciążenie plyty/ slab load	odkształcenie/ strain	
		13	15
kN	kN	‰	‰
0	0	0,000	0,000
0	0	0,001	0,000
40	0	0,001	0,000
100	0	0,002	0,000
200	0	0,005	0,006
300	0	0,012	0,020
400	0	0,020	0,039
500	0	0,029	0,061
500	5	0,030	0,067
500	10	0,032	0,070
500	15	0,036	0,074
500	20	0,039	0,077
500	25	0,038	0,080
500	30	0,033	0,083
500	35	0,032	0,087
500	40	0,028	0,090
500	45	0,023	0,093
500	50	0,017	0,094
600	35	0,033	0,108
800	40	0,069	0,158
800	45	0,078	0,181
900	50	0,092	0,201
1000	50	0,110	0,240
1100	50	0,134	0,295
1200	50	0,159	0,357
1300	50	0,191	0,456
1400	50	0,228	0,576
1500	50	0,258	0,670
1600	50	0,335	0,941
1700	50	0,380	1,098
1800	50	0,469	1,346
1899	50	0,657	
1957	50	0,665	
2000	50	0,785	
2054	50	0,818	
2101	50	0,872	
2153	50	0,949	
2200	50	1,100	
2250	50	1,134	
2303	50	1,222	
2351	50	1,315	
2403	50	1,446	
2414	50	1,458	
2402	50	1,621	



Słup górny (tensometry poziome) – odkształcenia (ε_c) / Upper column (horizontal gauges) – strains (ε_c)

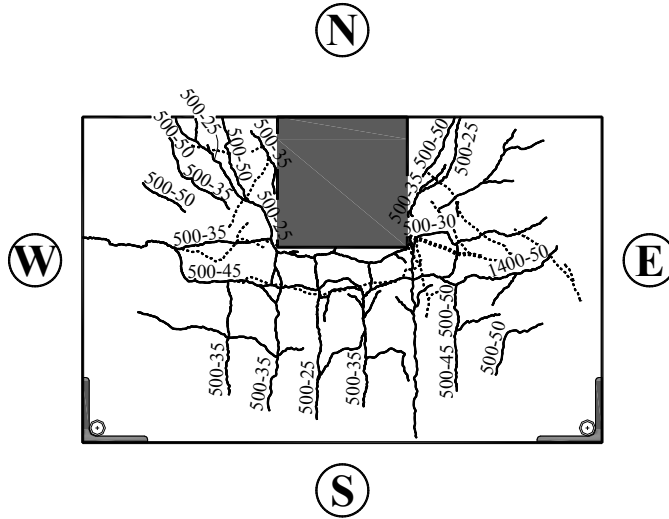


obciążenie słupa/ column load	obciążenie plyty/ slab load	odkształcenie/ strain		
		14	16	średnia/ average
kN	kN	‰	‰	‰
0	0	0,000	0,000	0,000
0	0	0,001	0,001	0,001
40	0	0,002	0,003	0,003
100	0	0,003	0,004	0,004
200	0	0,008	0,011	0,010
300	0	0,015	0,023	0,019
400	0	0,024	0,036	0,030
500	0	0,035	0,050	0,043
500	5	0,039	0,053	0,046
500	10	0,040	0,058	0,049
500	15	0,042	0,062	0,052
500	20	0,044	0,062	0,053
500	25	0,047	0,063	0,055
500	30	0,062	0,064	0,063
500	35	0,068	0,063	0,066
500	40	0,075	0,063	0,069
500	45	0,086	0,064	0,075
500	50	0,097	0,064	0,081
600	35	0,122	0,084	0,103
800	40	0,154	0,120	0,137
800	45	0,164	0,133	0,149
900	50	0,180	0,147	0,164
1000	50	0,201	0,169	0,185
1100	50	0,227	0,198	0,213
1200	50	0,256	0,228	0,242
1300	50	0,295	0,275	0,285
1400	50	0,344	0,331	0,338
1500	50	0,387	0,376	0,382
1600	50	0,521	0,506	0,514
1700	50	0,654	0,655	0,655
1800	50	0,997	0,904	0,951
1899	50	1,235	1,080	1,158
1957	50	1,247	1,089	1,168
2000	50	1,341	1,109	1,225
2054	50	1,376	1,120	1,248
2101	50	1,511	1,142	1,327
2153	50	1,892	1,189	1,541
2200	50	2,839	1,340	2,090
2250	50	3,078	1,383	2,231
2303	50	3,558	1,527	2,543
2351	50	2,924	1,766	2,345
2403	50	3,615	1,892	2,754
2414	50	3,651	1,907	2,779
2402	50	2,118	2,276	2,197

MK-0

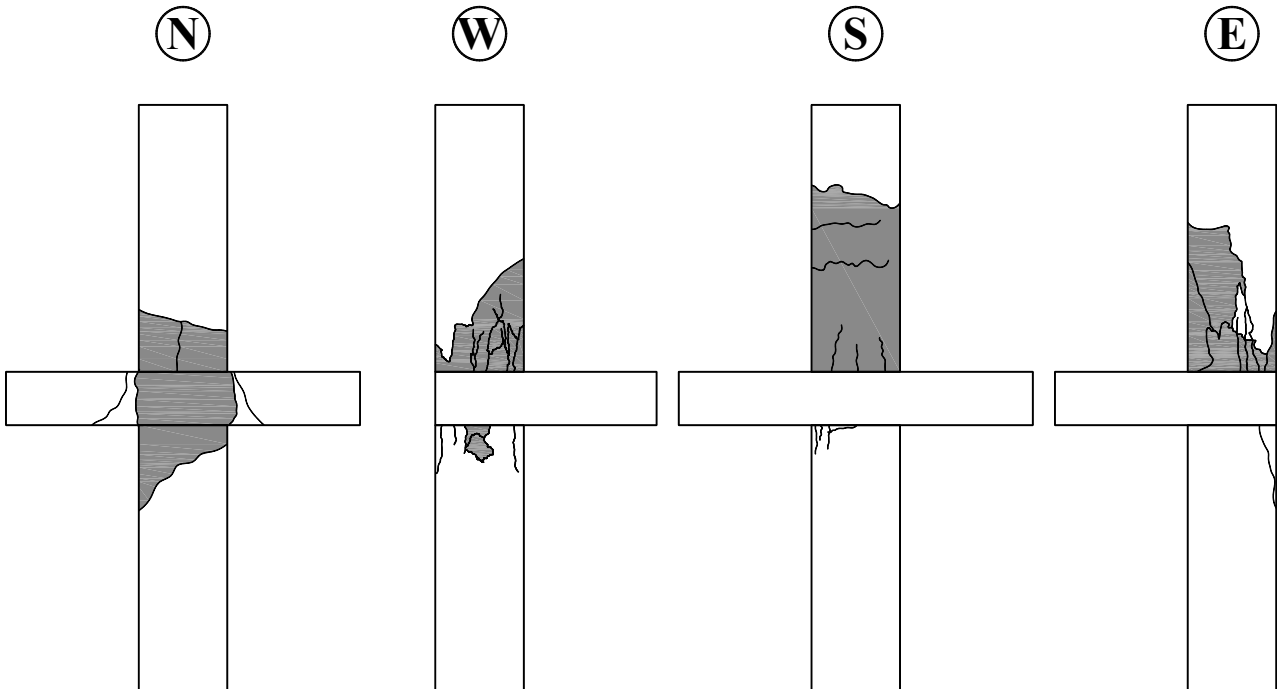
Zarysowanie modelu / Crack pattern

Zarysowanie płyty modelu / Crack pattern of slab



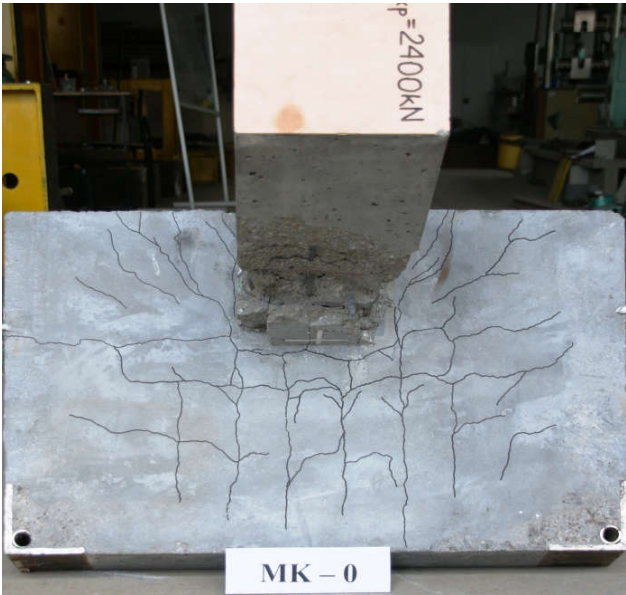
— - rysy na powierzchni górnej / cracks on the top slab surface
..... - rysy na powierzchni dolnej / cracks on the bottom slab surface

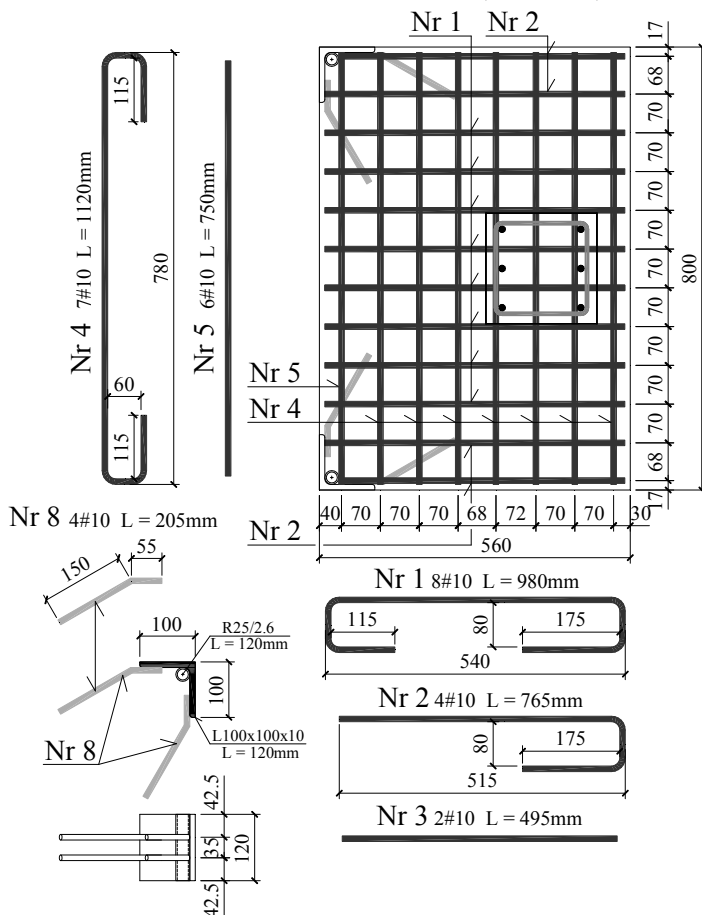
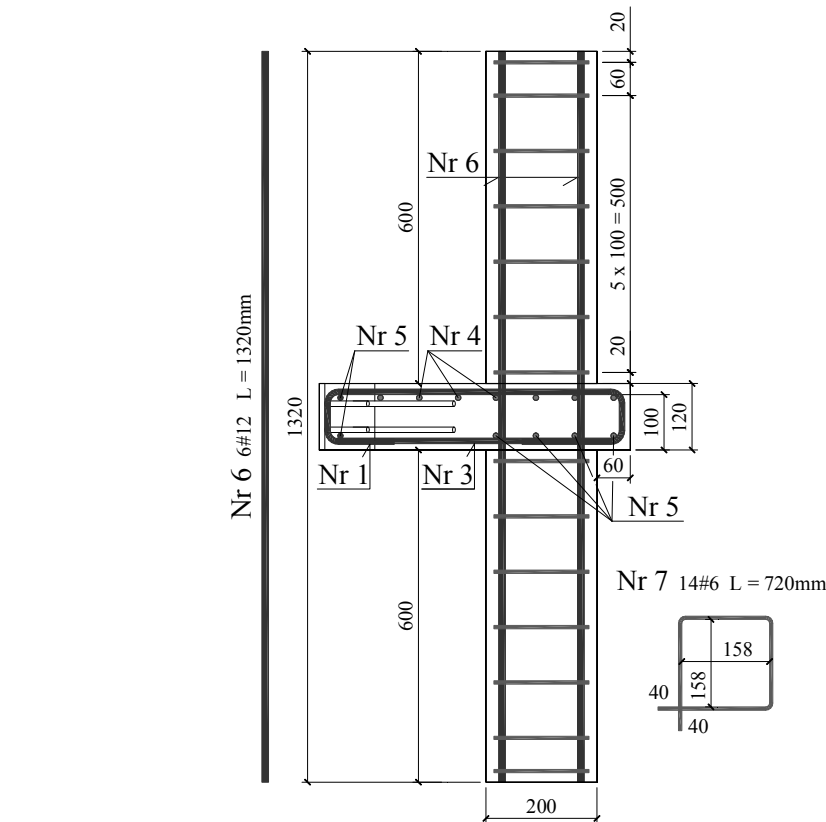
Rysy na powierzchniach bocznych / Cracks on the surfaces of the specimen



■ - odspojenie otuliny / spalling of concrete cover

Fotografie modelu / Photos of test specimen





Wytrzymałość betonu / Strength of concrete

słup dolny / bottom column

$f_{cm} = 80,5\text{MPa}$, $E_{cm} = 33,6\text{GPa}$

słup górny / upper column

$f_{cm} = 81,7\text{MPa}$, $E_{cm} = 33,6\text{GPa}$

plyta / slab

$f_{cm} = 16,5\text{MPa}$, $E_{cm} = 21,8\text{GPa}$

gęstość betonu płyty / density of slab concrete

$\rho = 2040\text{kg/m}^3$

Charakterystyka zbrojenia/

Characteristics of the reinforcement

Ø6

$A_s = 29,20\text{mm}^2$

$f_{ym} = 640,2\text{MPa}$

$E_s = 199,6\text{GPa}$

Ø10

$A_s = 77,73\text{mm}^2$

$f_{ym} = 570,1\text{MPa}$

$E_s = 193,5\text{GPa}$

Ø12

$A_s = 108,41\text{mm}^2$

$f_{ym} = 619,2\text{MPa}$

$E_s = 205,8\text{GPa}$

Siła niszcząca / Destructive force

$F_{b,exp} = 3050\text{kN}$ (słup dolny / bottom column)

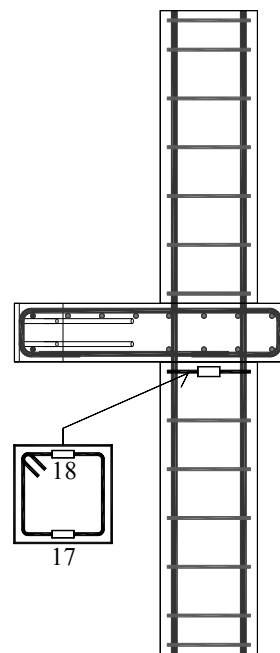
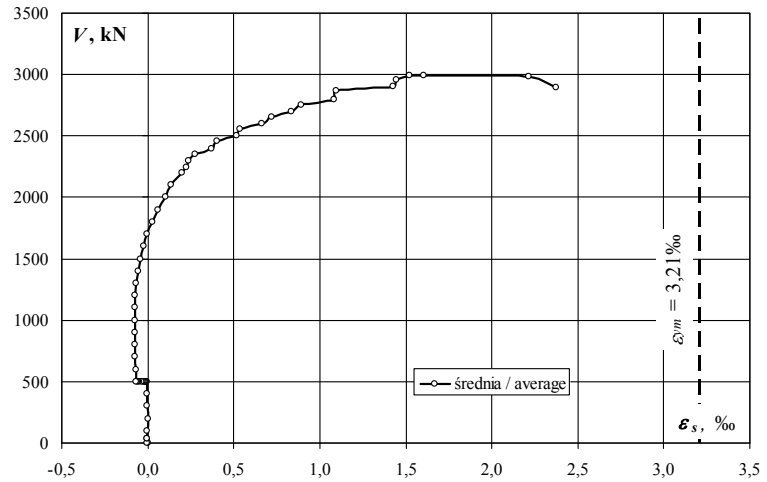
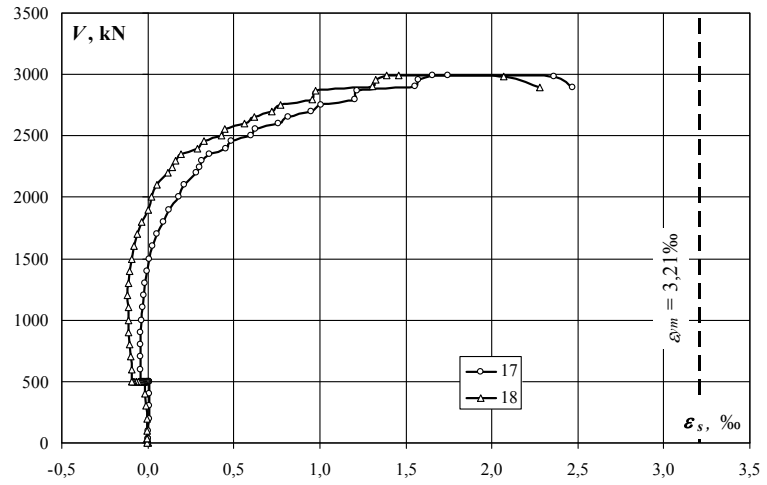
$F_{u,exp} = 3000\text{kN}$ (słup górny / upper column)

Zbrojenie modelu / Specimen's reinforcement

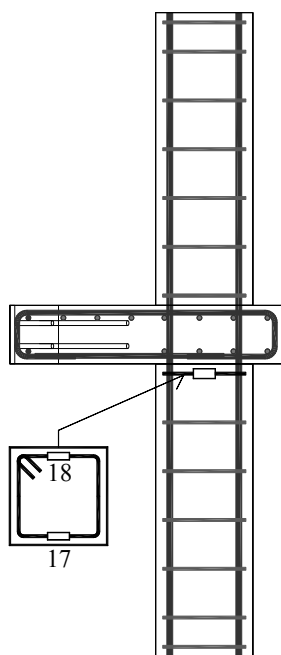
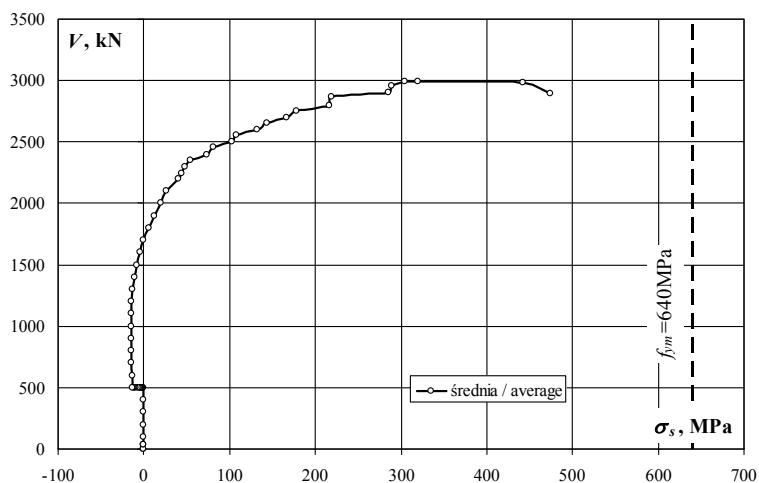
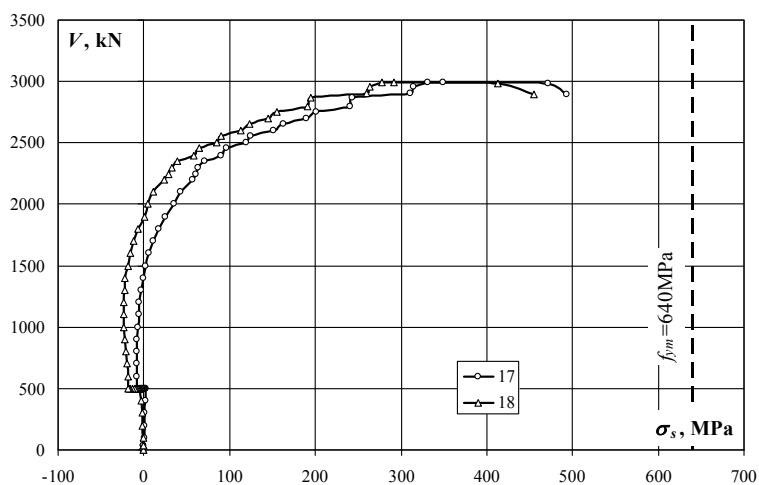
MK-0.5

Strzemie dolne – odkształcenia (ε_s) / Bottom stirrup – strains (ε_s)

obciążenie stupa/ column load	obciążenie płyty/ slab load	odkształcenie/ strain		
		17	18	średnia/ average
kN	kN	‰	‰	‰
0	0	0,000	0,000	0,000
0	0	0,000	-0,002	-0,001
40	0	0,000	-0,003	-0,002
40	0	0,000	-0,004	-0,002
100	0	0,002	-0,004	-0,001
200	0	0,006	-0,006	0,000
300	0	0,007	-0,010	-0,002
400	0	0,009	-0,015	-0,003
500	0	0,011	-0,019	-0,004
500	2,5	0,009	-0,024	-0,008
500	5	0,008	-0,026	-0,009
500	7,5	0,006	-0,027	-0,011
500	10	0,004	-0,029	-0,013
500	12,5	0,002	-0,033	-0,016
500	15	-0,001	-0,036	-0,019
500	20	-0,006	-0,043	-0,025
500	25	-0,010	-0,049	-0,030
500	30	-0,016	-0,056	-0,036
500	35	-0,022	-0,069	-0,046
500	40	-0,029	-0,081	-0,055
500	45	-0,036	-0,087	-0,062
500	50	-0,043	-0,093	-0,068
600	50	-0,043	-0,095	-0,069
700	50	-0,043	-0,099	-0,071
800	50	-0,043	-0,107	-0,075
900	50	-0,039	-0,111	-0,075
1000	50	-0,036	-0,115	-0,076
1100	50	-0,031	-0,115	-0,073
1200	50	-0,025	-0,118	-0,072
1300	50	-0,017	-0,112	-0,065
1400	50	-0,005	-0,108	-0,057
1500	50	0,010	-0,095	-0,043
1600	50	0,031	-0,080	-0,025
1700	50	0,056	-0,059	-0,002
1800	50	0,089	-0,035	0,027
1900	50	0,123	0,001	0,062
2000	50	0,178	0,024	0,101
2100	50	0,214	0,055	0,135
2200	50	0,285	0,119	0,202
2249	50	0,304	0,143	0,224
2300	50	0,317	0,163	0,240
2354	50	0,356	0,195	0,276
2400	50	0,451	0,291	0,371
2454	50	0,484	0,325	0,405
2500	50	0,601	0,428	0,515
2556	50	0,626	0,450	0,538
2600	50	0,759	0,565	0,662
2650	50	0,818	0,618	0,718
2700	50	0,947	0,724	0,836
2756	50	1,010	0,775	0,893
2799	50	1,205	0,959	1,082
2864	50	1,218	0,973	1,096
2901	50	1,555	1,303	1,429
2960	50	1,575	1,323	1,449
2992	50	1,658	1,391	1,525
2990	50	1,747	1,459	1,603
2979	50	2,362	2,071	2,217
2897	50	2,472	2,281	2,377



Strzemię dolne – naprężenia (σ_s) / Bottom stirrup – stresses (σ_s)

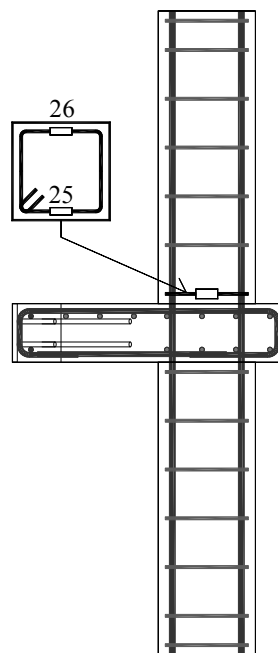
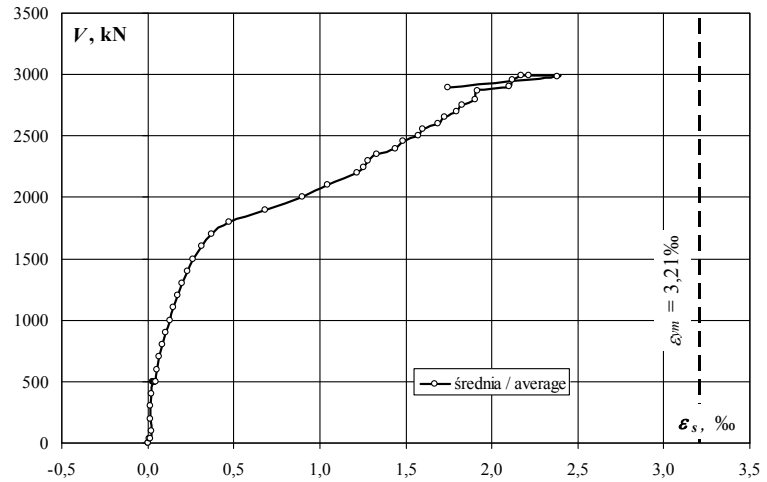
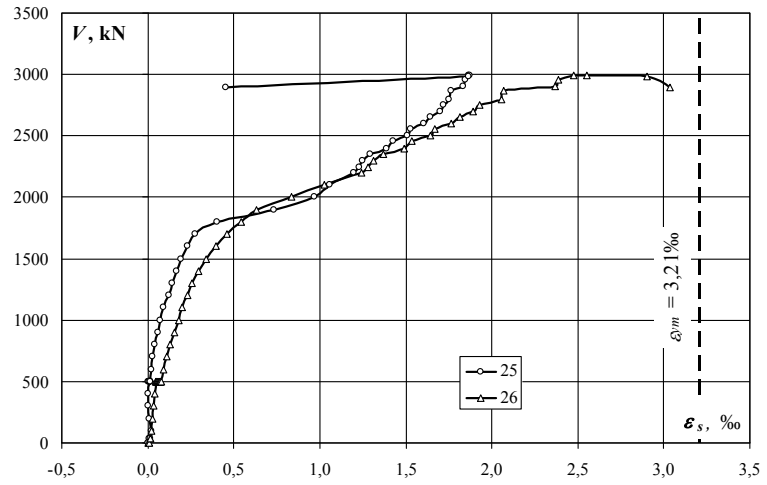


obciążenie słupa/ column load	obciążenie płyty/ slab load	naprężenie/ stress		
		17	18	średnia/ average
kN	kN	MPa	MPa	MPa
0	0	0	0	0
0	0	0	0	0
40	0	0	-1	0
40	0	0	-1	0
100	0	0	-1	0
200	0	1	-1	0
300	0	1	-2	0
400	0	2	-3	-1
500	0	2	-4	-1
500	2,5	2	-5	-1
500	5	2	-5	-2
500	7,5	1	-5	-2
500	10	1	-6	-2
500	12,5	0	-7	-3
500	15	0	-7	-4
500	20	-1	-9	-5
500	25	-2	-10	-6
500	30	-3	-11	-7
500	35	-4	-14	-9
500	40	-6	-16	-11
500	45	-7	-17	-12
500	50	-9	-19	-14
600	50	-9	-19	-14
700	50	-9	-20	-14
800	50	-9	-21	-15
900	50	-8	-22	-15
1000	50	-7	-23	-15
1100	50	-6	-23	-15
1200	50	-5	-24	-14
1300	50	-3	-22	-13
1400	50	-1	-22	-11
1500	50	2	-19	-8
1600	50	6	-16	-5
1700	50	11	-12	0
1800	50	18	-7	5
1900	50	25	0	12
2000	50	36	5	20
2100	50	43	11	27
2200	50	57	24	40
2249	50	61	29	45
2300	50	63	33	48
2354	50	71	39	55
2400	50	90	58	74
2454	50	97	65	81
2500	50	120	85	103
2556	50	125	90	107
2600	50	151	113	132
2650	50	163	123	143
2700	50	189	145	167
2756	50	202	155	178
2799	50	241	191	216
2864	50	243	194	219
2901	50	310	260	285
2960	50	314	264	289
2992	50	331	278	304
2990	50	349	291	320
2979	50	471	413	442
2897	50	493	455	474

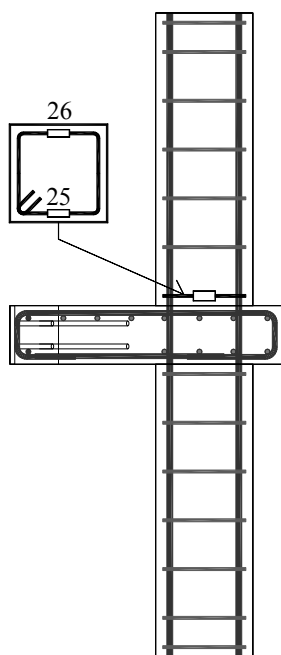
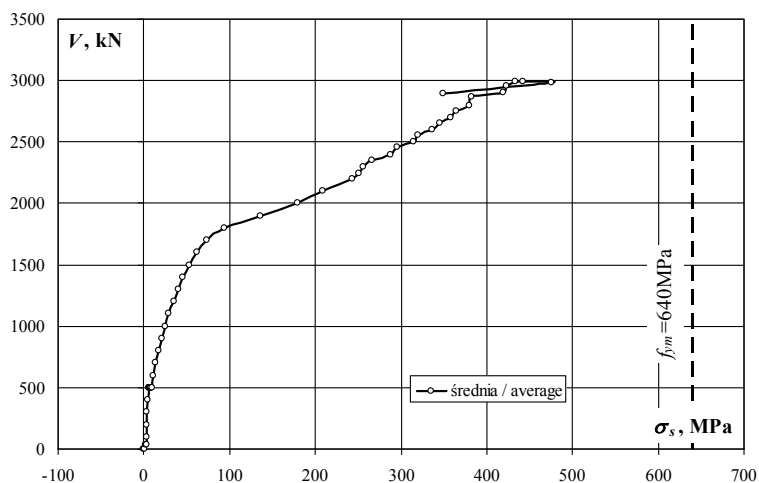
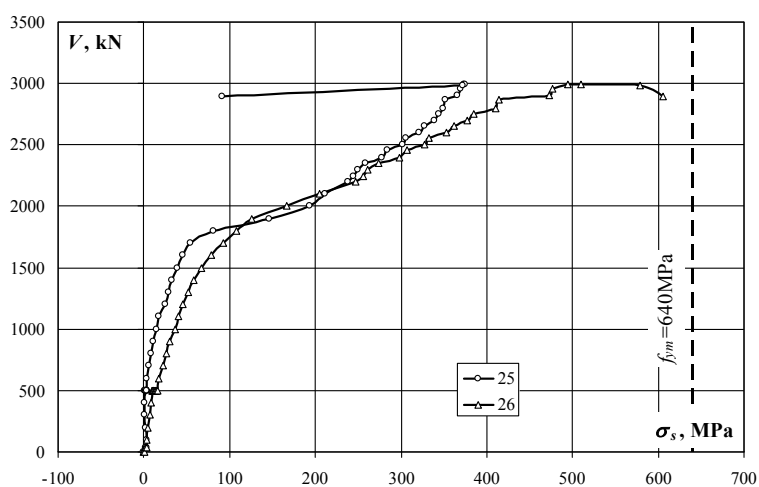
MK-0.5

Strzeżnię górne – odkształcenia (ε_s) / Upper stirrup – strains (ε_s)

obciążenie stupa/ column load	obciążenie plyty/ slab load	odkształcenie/ strain		
		25	26	średnia/ average
kN	kN	‰	‰	‰
0	0	0,000	0,000	0,000
0	0	0,005	0,006	0,006
40	0	0,010	0,012	0,011
40	0	0,015	0,017	0,016
100	0	0,019	0,019	0,019
200	0	0,010	0,025	0,018
300	0	0,003	0,033	0,018
400	0	0,005	0,040	0,023
500	0	0,011	0,048	0,030
500	2,5	0,013	0,050	0,032
500	5	0,014	0,052	0,033
500	7,5	0,015	0,052	0,034
500	10	0,016	0,054	0,035
500	12,5	0,017	0,056	0,037
500	15	0,016	0,057	0,037
500	20	0,017	0,062	0,040
500	25	0,017	0,066	0,042
500	30	0,018	0,069	0,044
500	35	0,005	0,072	0,039
500	40	0,009	0,071	0,040
500	45	0,008	0,073	0,041
500	50	0,015	0,078	0,047
600	50	0,019	0,089	0,054
700	50	0,028	0,110	0,069
800	50	0,041	0,130	0,086
900	50	0,058	0,152	0,105
1000	50	0,075	0,180	0,128
1100	50	0,090	0,202	0,146
1200	50	0,124	0,230	0,177
1300	50	0,142	0,258	0,200
1400	50	0,166	0,293	0,230
1500	50	0,194	0,338	0,266
1600	50	0,230	0,395	0,313
1700	50	0,275	0,463	0,369
1800	50	0,405	0,541	0,473
1900	50	0,735	0,630	0,683
2000	50	0,970	0,833	0,902
2100	50	1,060	1,027	1,044
2200	50	1,196	1,240	1,218
2249	50	1,227	1,282	1,255
2300	50	1,249	1,310	1,280
2354	50	1,295	1,372	1,334
2400	50	1,391	1,491	1,441
2454	50	1,425	1,538	1,482
2500	50	1,510	1,642	1,576
2556	50	1,530	1,668	1,599
2600	50	1,606	1,767	1,687
2650	50	1,642	1,814	1,728
2700	50	1,699	1,892	1,796
2756	50	1,721	1,931	1,826
2799	50	1,752	2,057	1,905
2864	50	1,765	2,072	1,919
2901	50	1,834	2,366	2,100
2960	50	1,849	2,390	2,120
2992	50	1,868	2,478	2,173
2990	50	1,874	2,554	2,214
2979	50	1,864	2,902	2,383
2897	50	0,457	3,036	1,747



Strzemię górne – naprężenia (σ_s) – Upper stirrup – stresses (σ_s)

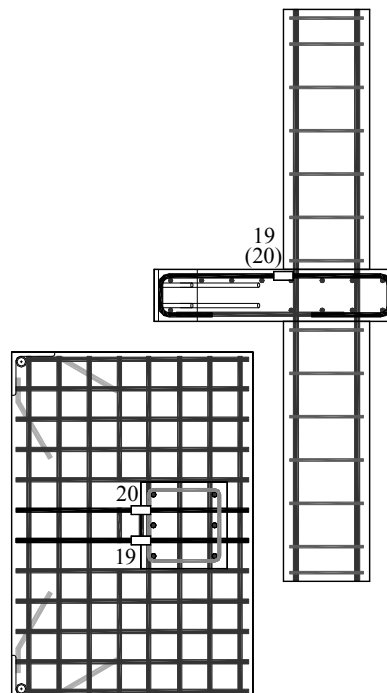
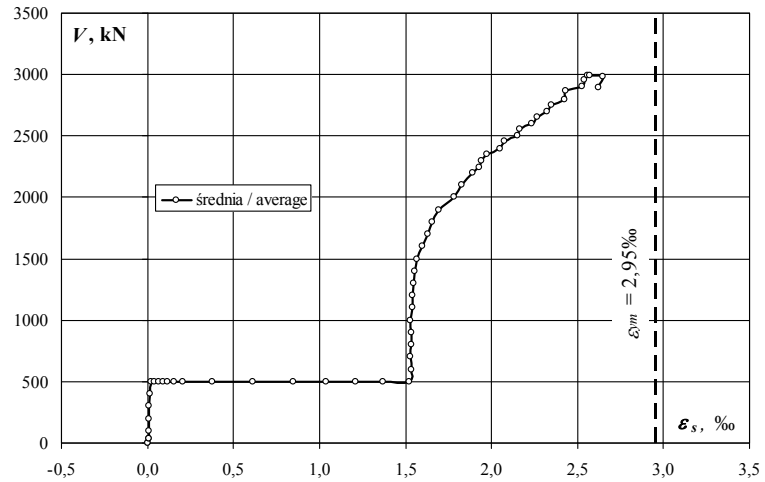
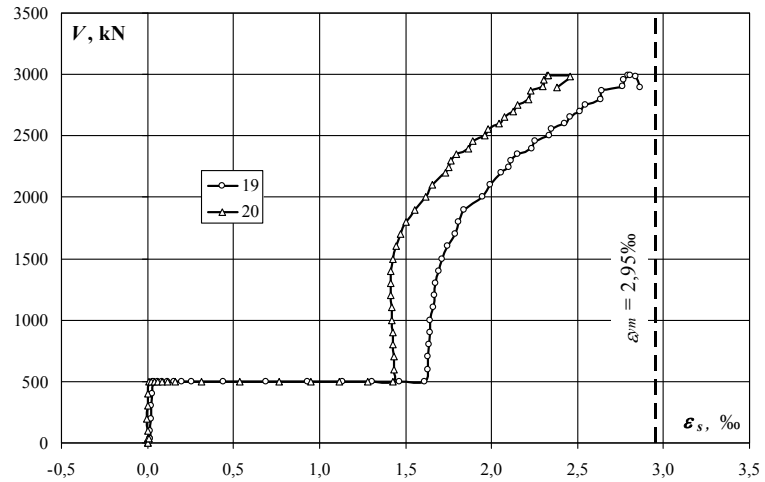


obciążenie słupa/ column load	obciążenie plyty/ slab load	naprężenie/ stress		
		25	26	średnia/ average
kN	kN	MPa	MPa	MPa
0	0	0	0	0
0	0	1	1	1
40	0	2	2	2
40	0	3	3	3
100	0	4	4	4
200	0	2	5	3
300	0	1	7	4
400	0	1	8	4
500	0	2	10	6
500	2,5	3	10	6
500	5	3	10	7
500	7,5	3	10	7
500	10	3	11	7
500	12,5	3	11	7
500	15	3	11	7
500	20	3	12	8
500	25	3	13	8
500	30	4	14	9
500	35	1	14	8
500	40	2	14	8
500	45	2	15	8
500	50	3	16	9
600	50	4	18	11
700	50	6	22	14
800	50	8	26	17
900	50	12	30	21
1000	50	15	36	25
1100	50	18	40	29
1200	50	25	46	35
1300	50	28	51	40
1400	50	33	58	46
1500	50	39	67	53
1600	50	46	79	62
1700	50	55	92	74
1800	50	81	108	94
1900	50	147	126	136
2000	50	194	166	180
2100	50	212	205	208
2200	50	239	248	243
2249	50	245	256	250
2300	50	249	261	255
2354	50	258	274	266
2400	50	278	298	288
2454	50	284	307	296
2500	50	301	328	315
2556	50	305	333	319
2600	50	321	353	337
2650	50	328	362	345
2700	50	339	378	358
2756	50	344	385	364
2799	50	350	411	380
2864	50	352	414	383
2901	50	366	472	419
2960	50	369	477	423
2992	50	373	495	434
2990	50	374	510	442
2979	50	372	579	476
2897	50	91	606	349

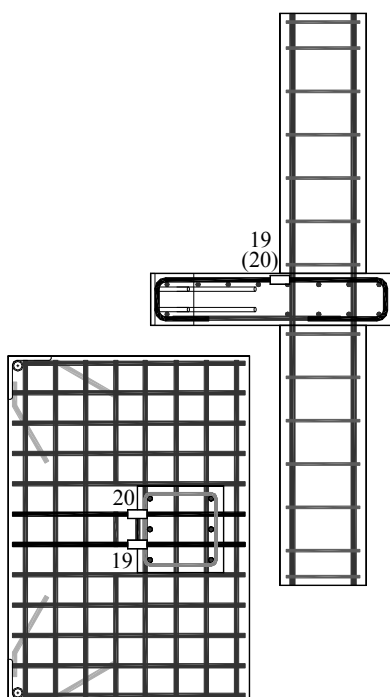
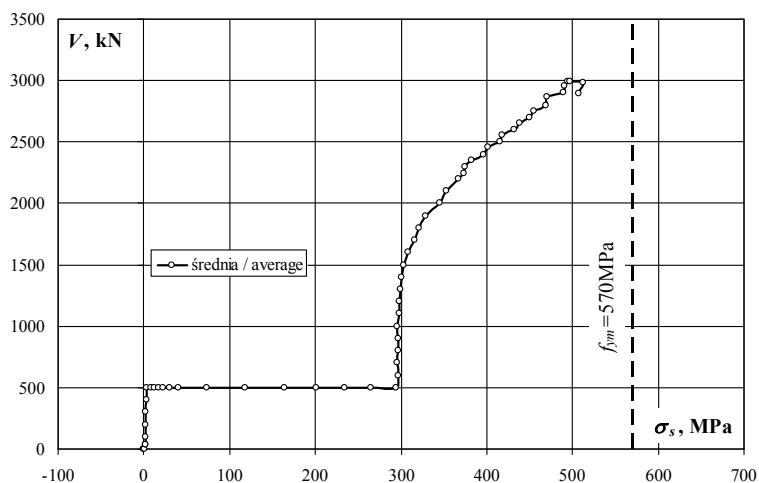
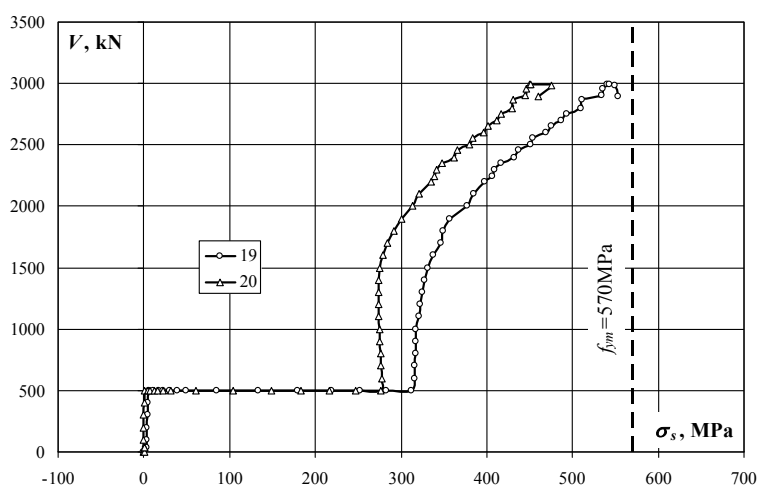
MK-0.5

Zbrojenie podłużne płyty – odkształcenia (ε_s) / Slab reinforcement – strains (ε_s)

obciążenie stupa/ column load	obciążenie płyty/ slab load	odkształcenie/ strain		
		19	20	średnia/ average
kN	kN	‰	‰	‰
0	0	0,000	0,000	0,000
0	0	0,006	0,002	0,004
40	0	0,012	0,004	0,008
40	0	0,017	0,006	0,012
100	0	0,016	0,000	0,008
200	0	0,019	-0,001	0,009
300	0	0,023	0,000	0,012
400	0	0,027	0,003	0,015
500	0	0,033	0,007	0,020
500	2,5	0,058	0,024	0,041
500	5	0,087	0,040	0,064
500	7,5	0,119	0,061	0,090
500	10	0,154	0,083	0,119
500	12,5	0,199	0,115	0,157
500	15	0,254	0,162	0,208
500	20	0,442	0,317	0,380
500	25	0,687	0,539	0,613
500	30	0,930	0,767	0,849
500	35	1,132	0,947	1,040
500	40	1,304	1,116	1,210
500	45	1,463	1,279	1,371
500	50	1,611	1,428	1,520
600	50	1,633	1,436	1,535
700	50	1,630	1,431	1,531
800	50	1,638	1,427	1,533
900	50	1,641	1,424	1,533
1000	50	1,642	1,419	1,531
1100	50	1,659	1,418	1,539
1200	50	1,666	1,416	1,541
1300	50	1,677	1,414	1,546
1400	50	1,693	1,417	1,555
1500	50	1,711	1,425	1,568
1600	50	1,747	1,444	1,596
1700	50	1,790	1,471	1,631
1800	50	1,806	1,506	1,656
1900	50	1,843	1,551	1,697
2000	50	1,949	1,620	1,785
2100	50	1,992	1,658	1,825
2200	50	2,056	1,731	1,894
2249	50	2,102	1,751	1,927
2300	50	2,115	1,763	1,939
2354	50	2,154	1,797	1,976
2400	50	2,232	1,867	2,050
2454	50	2,256	1,892	2,074
2500	50	2,335	1,963	2,149
2556	50	2,346	1,979	2,163
2600	50	2,423	2,046	2,235
2650	50	2,454	2,074	2,264
2700	50	2,516	2,128	2,322
2756	50	2,548	2,154	2,351
2799	50	2,633	2,217	2,425
2864	50	2,641	2,225	2,433
2901	50	2,761	2,297	2,529
2960	50	2,767	2,307	2,537
2992	50	2,793	2,322	2,558
2990	50	2,808	2,332	2,570
2979	50	2,838	2,459	2,649
2897	50	2,862	2,381	2,622



Zbrojenie podłużne płyty – naprężenia (σ_s) / Slab reinforcement – stresses (σ_s)

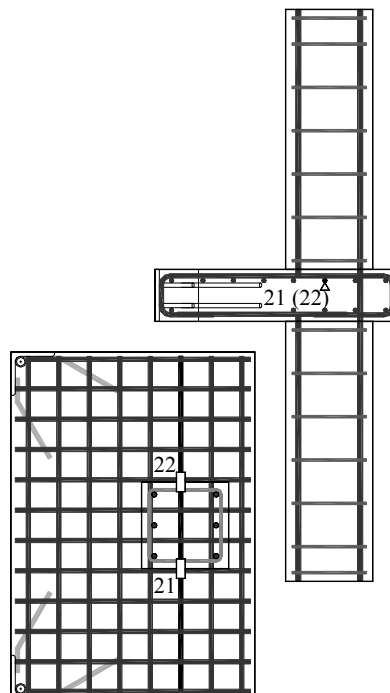
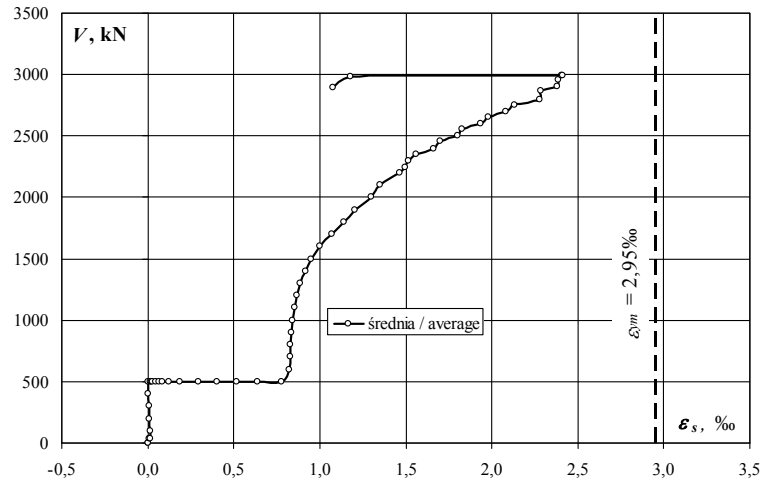
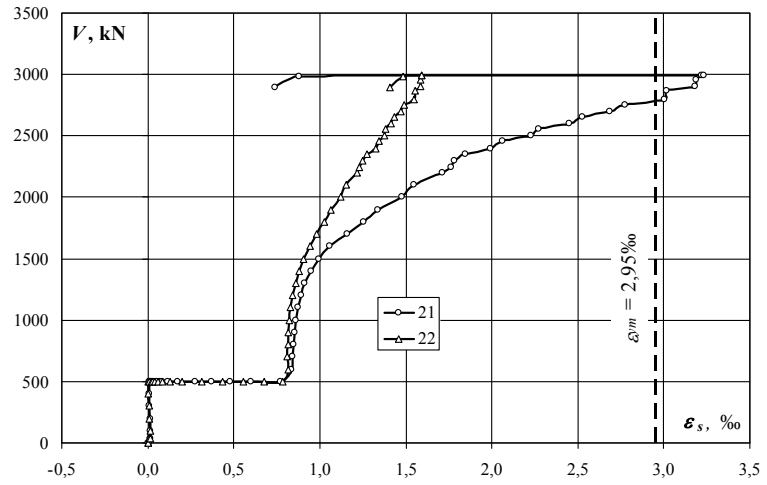


obciążenie słupa/ column load	obciążenie płyty/ slab load	naprężenie/ stress		
		19	20	średnia/ average
kN	kN	MPa	MPa	MPa
0	0	0	0	0
0	0	1	0	1
40	0	2	1	2
40	0	3	1	2
100	0	3	0	2
200	0	4	0	2
300	0	4	0	2
400	0	5	1	3
500	0	6	1	4
500	2,5	11	5	8
500	5	17	8	12
500	7,5	23	12	17
500	10	30	16	23
500	12,5	39	22	30
500	15	49	31	40
500	20	86	61	73
500	25	133	104	119
500	30	180	148	164
500	35	219	183	201
500	40	252	216	234
500	45	283	247	265
500	50	312	276	294
600	50	316	278	297
700	50	315	277	296
800	50	317	276	297
900	50	318	276	297
1000	50	318	275	296
1100	50	321	274	298
1200	50	322	274	298
1300	50	324	274	299
1400	50	328	274	301
1500	50	331	276	303
1600	50	338	279	309
1700	50	346	285	316
1800	50	349	291	320
1900	50	357	300	328
2000	50	377	313	345
2100	50	385	321	353
2200	50	398	335	366
2249	50	407	339	373
2300	50	409	341	375
2354	50	417	348	382
2400	50	432	361	397
2454	50	437	366	401
2500	50	452	380	416
2556	50	454	383	418
2600	50	469	396	432
2650	50	475	401	438
2700	50	487	412	449
2756	50	493	417	455
2799	50	509	429	469
2864	50	511	431	471
2901	50	534	444	489
2960	50	535	446	491
2992	50	540	449	495
2990	50	543	451	497
2979	50	549	476	512
2897	50	554	461	507

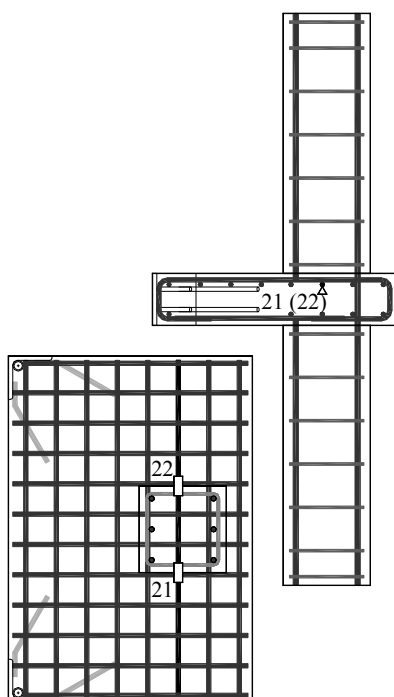
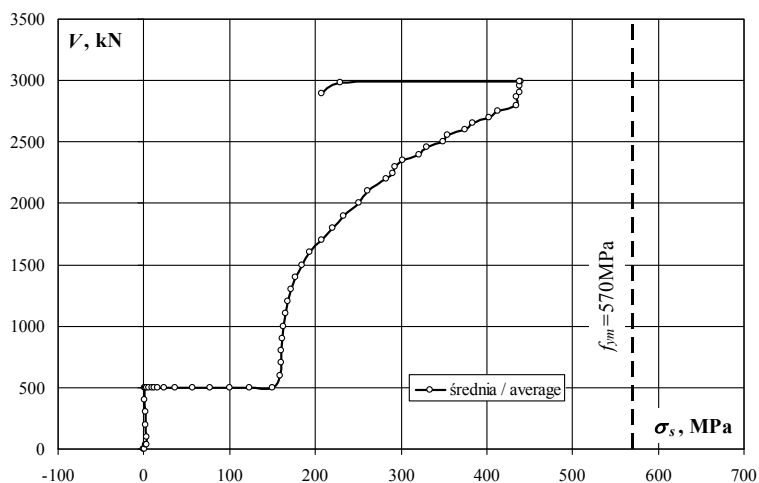
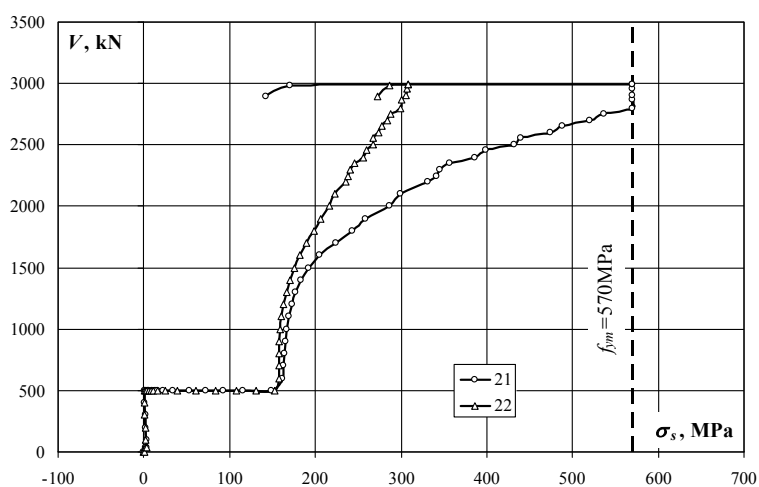
MK-0.5

Zbrojenie podłużne płyty – odkształcenia (ϵ_s) / Slab reinforcement – strains (ϵ_s)

obciążenie stupa/ column load	obciążenie płyty/ slab load	odkształcenie/ strain		
		21	22	średnia/ average
kN	kN	‰	‰	‰
0	0	0,000	0,000	0,000
0	0	0,006	0,005	0,006
40	0	0,012	0,010	0,011
40	0	0,018	0,016	0,017
100	0	0,017	0,014	0,016
200	0	0,013	0,009	0,011
300	0	0,009	0,006	0,008
400	0	0,007	0,004	0,006
500	0	0,007	0,004	0,006
500	2,5	0,013	0,011	0,012
500	5	0,021	0,019	0,020
500	7,5	0,032	0,030	0,031
500	10	0,052	0,042	0,047
500	12,5	0,071	0,060	0,066
500	15	0,084	0,084	0,084
500	20	0,116	0,128	0,122
500	25	0,176	0,200	0,188
500	30	0,274	0,311	0,293
500	35	0,371	0,434	0,403
500	40	0,480	0,557	0,519
500	45	0,600	0,676	0,638
500	50	0,770	0,786	0,778
600	50	0,836	0,814	0,825
700	50	0,842	0,813	0,828
800	50	0,848	0,814	0,831
900	50	0,854	0,816	0,835
1000	50	0,864	0,821	0,843
1100	50	0,873	0,830	0,852
1200	50	0,891	0,844	0,868
1300	50	0,914	0,860	0,887
1400	50	0,949	0,883	0,916
1500	50	0,996	0,908	0,952
1600	50	1,057	0,942	1,000
1700	50	1,159	0,982	1,071
1800	50	1,256	1,025	1,141
1900	50	1,338	1,067	1,203
2000	50	1,478	1,119	1,299
2100	50	1,547	1,154	1,351
2200	50	1,712	1,216	1,464
2249	50	1,765	1,231	1,498
2300	50	1,785	1,246	1,516
2354	50	1,847	1,272	1,560
2400	50	1,994	1,325	1,660
2454	50	2,060	1,345	1,703
2500	50	2,230	1,379	1,805
2556	50	2,274	1,385	1,830
2600	50	2,450	1,417	1,934
2650	50	2,525	1,434	1,980
2700	50	2,689	1,469	2,079
2756	50	2,773	1,489	2,131
2799	50	3,007	1,546	2,277
2864	50	3,019	1,552	2,286
2901	50	3,180	1,583	2,382
2960	50	3,190	1,589	2,390
2992	50	3,218	1,594	2,406
2990	50	3,235	1,590	2,413
2979	50	0,881	1,482	1,182
2897	50	0,739	1,410	1,075



Zbrojenie podłużne płyty – naprężenia (σ_s) / Slab reinforcement – stresses (σ_s)

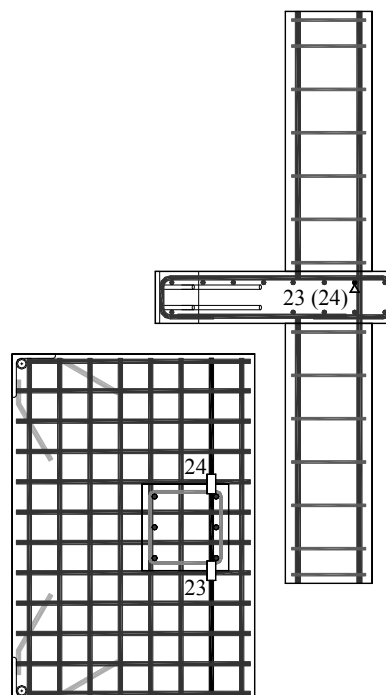
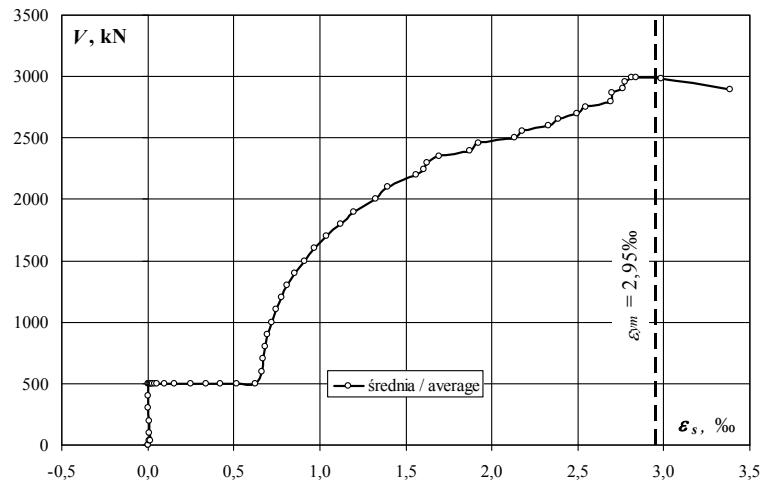
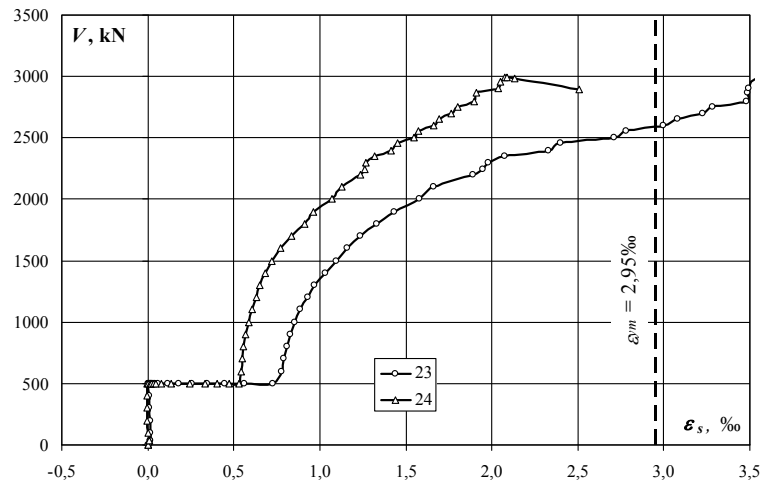


obciążenie słupa/ column load	obciążenie płyty/ slab load	naprężenie/ stress		
		21	22	średnia/ average
kN	kN	MPa	MPa	MPa
0	0	0	0	0
0	0	1	1	1
40	0	2	2	2
40	0	3	3	3
100	0	3	3	3
200	0	3	2	2
300	0	2	1	1
400	0	1	1	1
500	0	1	1	1
500	2,5	3	2	2
500	5	4	4	4
500	7,5	6	6	6
500	10	10	8	9
500	12,5	14	12	13
500	15	16	16	16
500	20	22	25	24
500	25	34	39	36
500	30	53	60	57
500	35	72	84	78
500	40	93	108	100
500	45	116	131	123
500	50	149	152	151
600	50	162	158	160
700	50	163	157	160
800	50	164	158	161
900	50	165	158	162
1000	50	167	159	163
1100	50	169	161	165
1200	50	172	163	168
1300	50	177	166	172
1400	50	184	171	177
1500	50	193	176	184
1600	50	205	182	193
1700	50	224	190	207
1800	50	243	198	221
1900	50	259	206	233
2000	50	286	217	251
2100	50	299	223	261
2200	50	331	235	283
2249	50	342	238	290
2300	50	345	241	293
2354	50	357	246	302
2400	50	386	256	321
2454	50	399	260	329
2500	50	432	267	349
2556	50	440	268	354
2600	50	474	274	374
2650	50	489	277	383
2700	50	520	284	402
2756	50	537	288	412
2799	50	570	299	435
2864	50	570	300	435
2901	50	570	306	438
2960	50	570	307	439
2992	50	570	308	439
2990	50	570	308	439
2979	50	170	287	229
2897	50	143	273	208

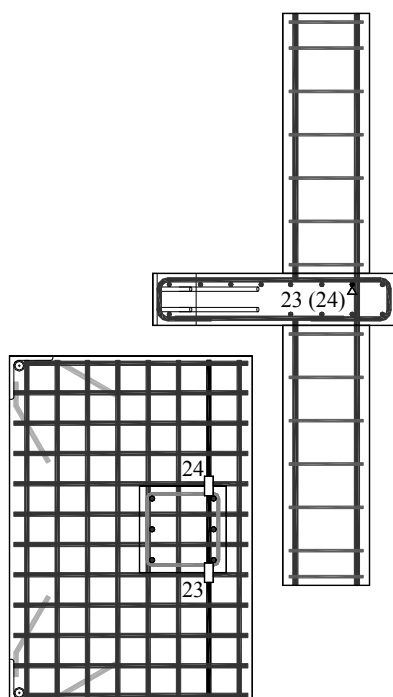
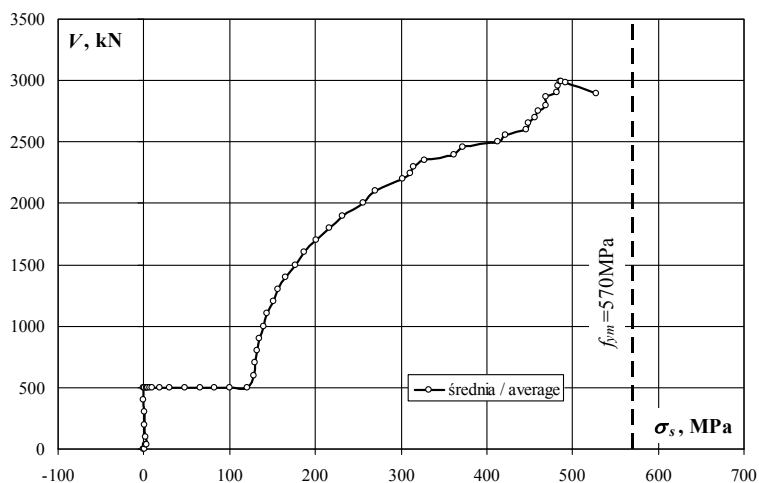
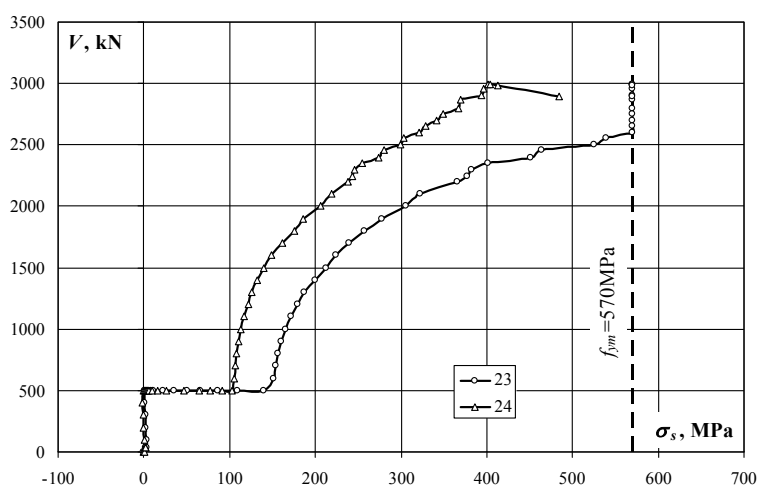
MK-0.5

Zbrojenie podłużne płyty – odkształcenia (ϵ_s) / Slab reinforcement – strains (ϵ_s)

obciążenie stupa/ column load	obciążenie płyty/ slab load	odkształcenie/ strain		
		23	24	średnia/ average
kN	kN	‰	‰	‰
0	0	0,000	0,000	0,000
0	0	0,006	0,004	0,005
40	0	0,012	0,008	0,010
40	0	0,018	0,011	0,015
100	0	0,017	0,005	0,011
200	0	0,014	-0,001	0,007
300	0	0,010	-0,005	0,003
400	0	0,007	-0,007	0,000
500	0	0,005	-0,004	0,001
500	2,5	0,010	0,004	0,007
500	5	0,016	0,014	0,015
500	7,5	0,022	0,016	0,019
500	10	0,031	0,021	0,026
500	12,5	0,043	0,033	0,038
500	15	0,057	0,049	0,053
500	20	0,117	0,081	0,099
500	25	0,179	0,133	0,156
500	30	0,258	0,241	0,250
500	35	0,343	0,333	0,338
500	40	0,445	0,403	0,424
500	45	0,565	0,471	0,518
500	50	0,725	0,529	0,627
600	50	0,780	0,545	0,663
700	50	0,793	0,551	0,672
800	50	0,809	0,557	0,683
900	50	0,826	0,571	0,699
1000	50	0,855	0,586	0,721
1100	50	0,885	0,605	0,745
1200	50	0,929	0,629	0,779
1300	50	0,970	0,650	0,810
1400	50	1,031	0,684	0,858
1500	50	1,099	0,723	0,911
1600	50	1,161	0,771	0,966
1700	50	1,238	0,836	1,037
1800	50	1,330	0,909	1,120
1900	50	1,432	0,963	1,198
2000	50	1,581	1,068	1,325
2100	50	1,664	1,130	1,397
2200	50	1,888	1,233	1,561
2249	50	1,947	1,260	1,604
2300	50	1,977	1,271	1,624
2354	50	2,073	1,317	1,695
2400	50	2,329	1,414	1,872
2454	50	2,399	1,450	1,925
2500	50	2,714	1,549	2,132
2556	50	2,784	1,570	2,177
2600	50	2,996	1,660	2,328
2650	50	3,079	1,697	2,388
2700	50	3,228	1,766	2,497
2756	50	3,283	1,805	2,544
2799	50	3,481	1,899	2,690
2864	50	3,489	1,909	2,699
2901	50	3,493	2,038	2,766
2960	50	3,506	2,048	2,777
2992	50	3,549	2,074	2,812
2990	50	3,586	2,090	2,838
2979	50	3,832	2,134	2,983
2897	50	4,265	2,505	3,385



Zbrojenie podłużne płyty – naprężenia (σ_s) / Slab reinforcement – stresses (σ_s)



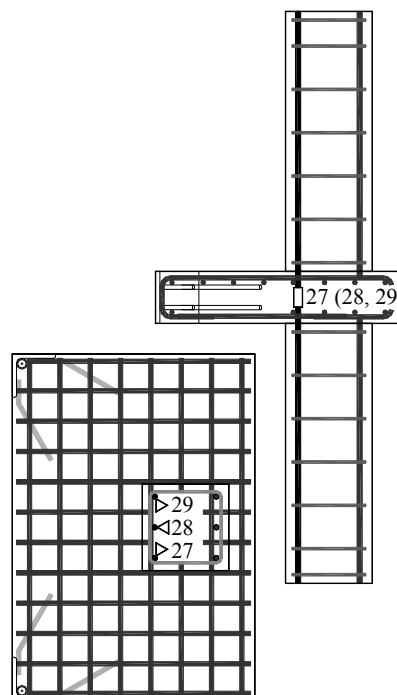
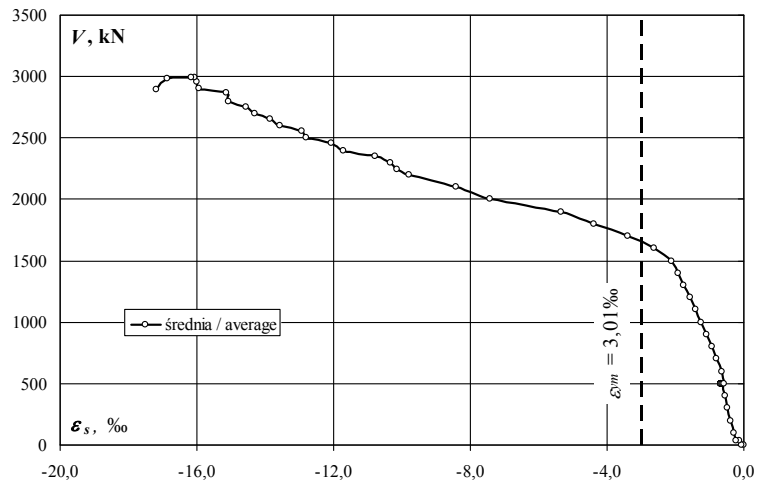
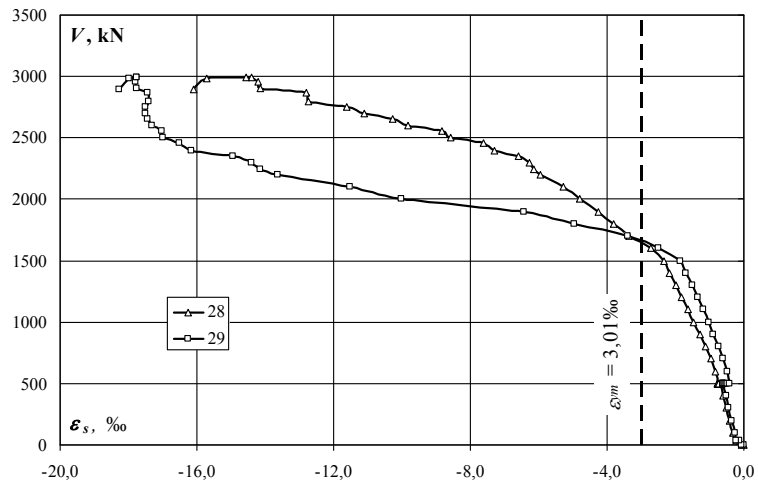
obciążenie słupa/ column load	obciążenie płyty/ slab load	naprężenie/ stress		
		23	24	średnia/ average
kN	kN	MPa	MPa	MPa
0	0	0	0	0
0	0	1	1	1
40	0	2	2	2
40	0	3	2	3
100	0	3	1	2
200	0	3	0	1
300	0	2	-1	0
400	0	1	-1	0
500	0	1	-1	0
500	2,5	2	1	1
500	5	3	3	3
500	7,5	4	3	4
500	10	6	4	5
500	12,5	8	6	7
500	15	11	9	10
500	20	23	16	19
500	25	35	26	30
500	30	50	47	48
500	35	66	64	65
500	40	86	78	82
500	45	109	91	100
500	50	140	102	121
600	50	151	105	128
700	50	153	107	130
800	50	157	108	132
900	50	160	110	135
1000	50	165	113	139
1100	50	171	117	144
1200	50	180	122	151
1300	50	188	126	157
1400	50	199	132	166
1500	50	213	140	176
1600	50	225	149	187
1700	50	240	162	201
1800	50	257	176	217
1900	50	277	186	232
2000	50	306	207	256
2100	50	322	219	270
2200	50	365	239	302
2249	50	377	244	310
2300	50	383	246	314
2354	50	401	255	328
2400	50	451	274	362
2454	50	464	281	372
2500	50	525	300	412
2556	50	539	304	421
2600	50	570	321	446
2650	50	570	328	449
2700	50	570	342	456
2756	50	570	349	460
2799	50	570	367	469
2864	50	570	369	470
2901	50	570	394	482
2960	50	570	396	483
2992	50	570	401	486
2990	50	570	404	487
2979	50	570	413	491
2897	50	570	485	527

MK-0.5

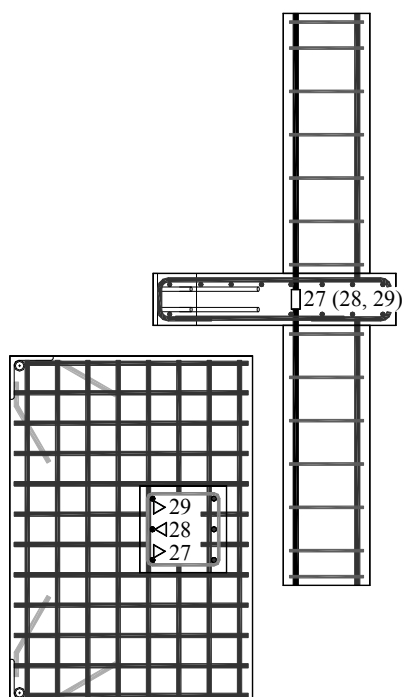
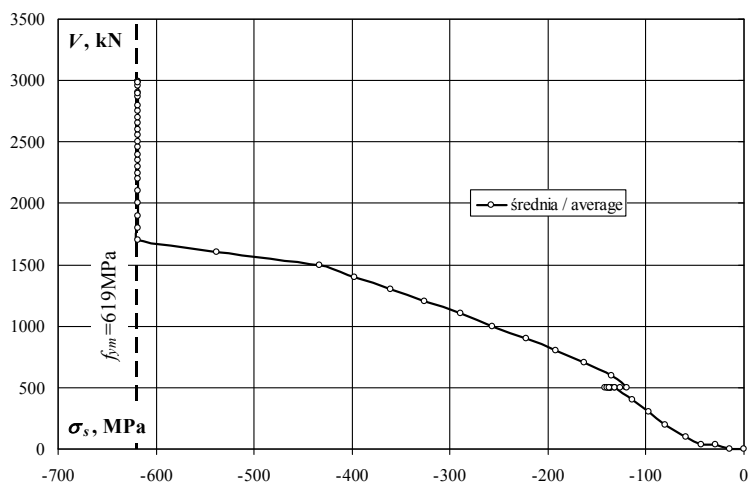
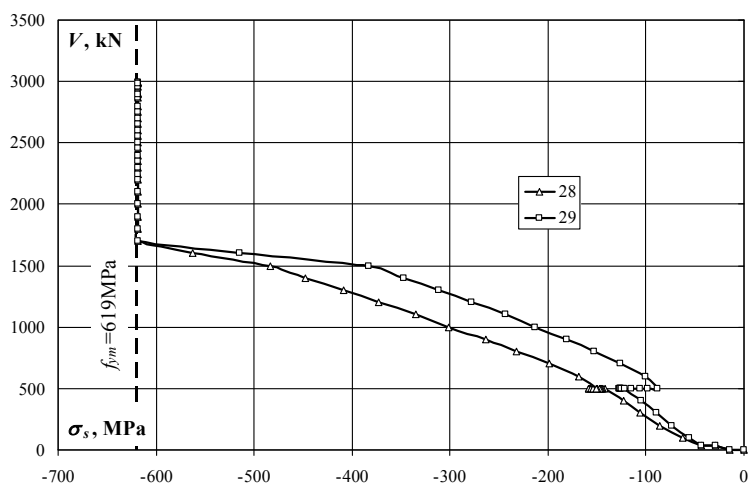
Zbrojenie podłużne słupa – odkształcenia (ϵ_s) / Column reinforcement – strains (ϵ_s)

obciążenie słupa/ column load	obciążenie płyty/ slab load	odkształcenie/ strain			
		27	28	29	średnia/ average
kN	kN	‰	‰	‰	‰
0	0	0,000	0,000	0,000	0,000
0	0	-0,070	-0,070	-0,070	-0,070
40	0	-0,140	-0,140	-0,140	-0,140
40	0	-0,212	-0,209	-0,211	-0,211
100	0	-0,305	-0,272	-0,289	-0,289
200	0	-0,420	-0,356	-0,388	-0,388
300	0	-0,514	-0,434	-0,475	-0,475
400	0	-0,598	-0,510	-0,554	-0,554
500	0	-0,688	-0,596	-0,642	-0,642
500	2,5	-0,702	-0,613	-0,659	-0,659
500	5	-0,706	-0,617	-0,663	-0,663
500	7,5	-0,710	-0,617	-0,666	-0,666
500	10	-0,713	-0,615	-0,664	-0,664
500	12,5	-0,718	-0,614	-0,666	-0,666
500	15	-0,729	-0,615	-0,674	-0,674
500	20	-0,748	-0,612	-0,679	-0,679
500	25	-0,766	-0,610	-0,688	-0,688
500	30	-0,770	-0,590	-0,681	-0,681
500	35	-0,773	-0,558	-0,666	-0,666
500	40	-0,762	-0,515	-0,638	-0,638
500	45	-0,751	-0,476	-0,615	-0,615
500	50	-0,731	-0,431	-0,581	-0,581
600	50	-0,821	-0,489	-0,654	-0,654
700	50	-0,967	-0,614	-0,790	-0,790
800	50	-1,126	-0,744	-0,934	-0,934
900	50	-1,279	-0,881	-1,079	-1,079
1000	50	-1,462	-1,038	-1,249	-1,249
1100	50	-1,627	-1,180	-1,402	-1,402
1200	50	-1,814	-1,352	-1,581	-1,581
1300	50	-1,988	-1,513	-1,749	-1,749
1400	50	-2,178	-1,687	-1,931	-1,931
1500	50	-2,348	-1,859	-2,101	-2,101
1600	50	-2,732	-2,502	-2,615	-2,615
1700	50	-3,367	-3,396	-3,379	-3,379
1800	50	-3,823	-4,975	-4,400	-4,400
1900	50	-4,256	-6,437	-5,347	-5,347
2000	50	-4,812	-10,008	-7,411	-7,411
2100	50	-5,296	-11,533	-8,415	-8,415
2200	50	-5,966	-13,622	-9,795	-9,795
2249	50	-6,152	-14,145	-10,147	-10,147
2300	50	-6,274	-14,407	-10,339	-10,339
2354	50	-6,587	-14,957	-10,770	-10,770
2400	50	-7,287	-16,149	-11,716	-11,716
2454	50	-7,631	-16,503	-12,065	-12,065
2500	50	-8,590	-16,989	-12,788	-12,788
2556	50	-8,835	-17,034	-12,932	-12,932
2600	50	-9,818	-17,297	-13,554	-13,554
2650	50	-10,276	-17,436	-13,854	-13,854
2700	50	-11,105	-17,516	-14,308	-14,308
2756	50	-11,606	-17,502	-14,567	-14,567
2799	50	-12,736	-17,412	-15,071	-15,071
2864	50	-12,812	-17,453	-15,130	-15,130
2901	50	-14,140	-17,745	-15,940	-15,940
2960	50	-14,210	-17,789	-15,997	-15,997
2992	50	-14,394	-17,748	-16,069	-16,069
2990	50	-14,556	-17,773	-16,162	-16,162
2979	50	-15,722	-18,000	-16,858	-16,858
2897	50	-16,103	-18,256	-17,177	-17,177

tensometr uszkodzony / failure of gauge



Zbrojenie podłużne słupa – naprężenia (σ_s) / Column reinforcement – stresses (σ_s)



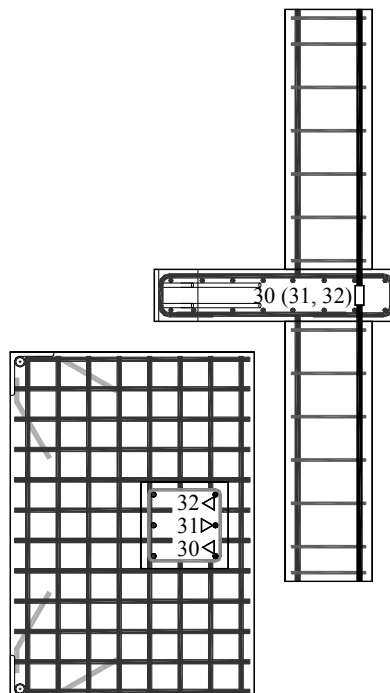
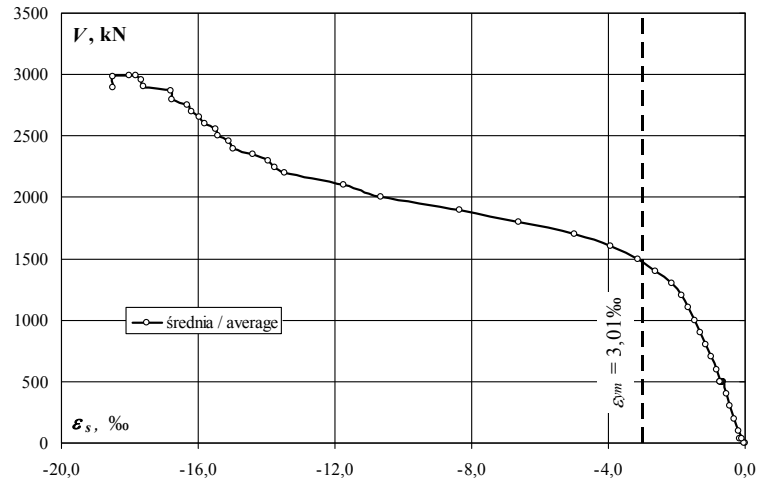
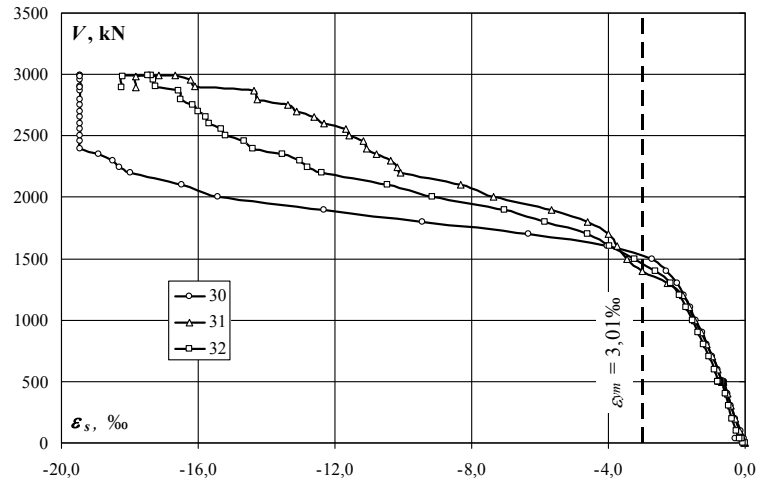
obciążenie słupa/ column load	obciążenie płyty/ slab load	odkształcenie/ strain			
		27	28	29	średnia/ average
kN	kN	MPa	MPa	MPa	MPa
0	0		0	0	0
0	0		-14	-14	-14
40	0		-29	-29	-29
40	0		-44	-43	-43
100	0		-63	-56	-59
200	0		-86	-73	-80
300	0		-106	-89	-98
400	0		-123	-105	-114
500	0		-142	-123	-132
500	2,5		-144	-126	-135
500	5		-145	-127	-136
500	7,5		-146	-127	-137
500	10		-147	-127	-137
500	12,5		-148	-126	-137
500	15		-150	-127	-138
500	20		-154	-126	-140
500	25		-158	-126	-142
500	30		-158	-121	-140
500	35		-159	-115	-137
500	40		-157	-106	-131
500	45		-155	-98	-126
500	50		-150	-89	-120
600	50		-169	-101	-135
700	50		-199	-126	-163
800	50		-232	-153	-192
900	50		-263	-181	-222
1000	50		-301	-214	-257
1100	50		-335	-243	-289
1200	50		-373	-278	-326
1300	50		-409	-311	-360
1400	50		-448	-347	-398
1500	50		-483	-383	-433
1600	50		-562	-515	-539
1700	50		-619	-619	-619
1800	50		-619	-619	-619
1900	50		-619	-619	-619
2000	50		-619	-619	-619
2100	50		-619	-619	-619
2200	50		-619	-619	-619
2249	50		-619	-619	-619
2300	50		-619	-619	-619
2354	50		-619	-619	-619
2400	50		-619	-619	-619
2454	50		-619	-619	-619
2500	50		-619	-619	-619
2556	50		-619	-619	-619
2600	50		-619	-619	-619
2650	50		-619	-619	-619
2700	50		-619	-619	-619
2756	50		-619	-619	-619
2799	50		-619	-619	-619
2864	50		-619	-619	-619
2901	50		-619	-619	-619
2960	50		-619	-619	-619
2992	50		-619	-619	-619
2990	50		-619	-619	-619
2979	50		-619	-619	-619
2897	50		-619	-619	-619

tensometr uszkodzony / failure of gauge

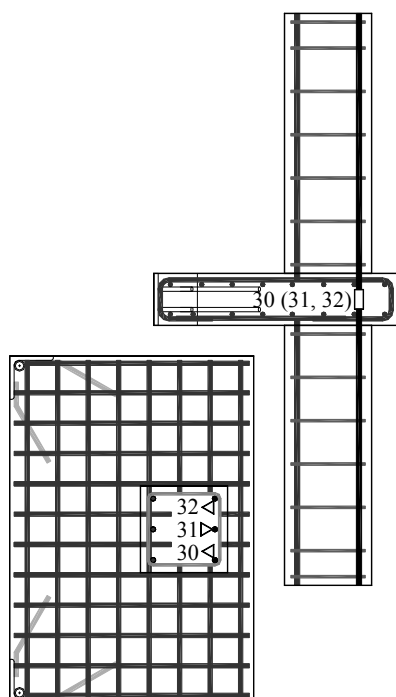
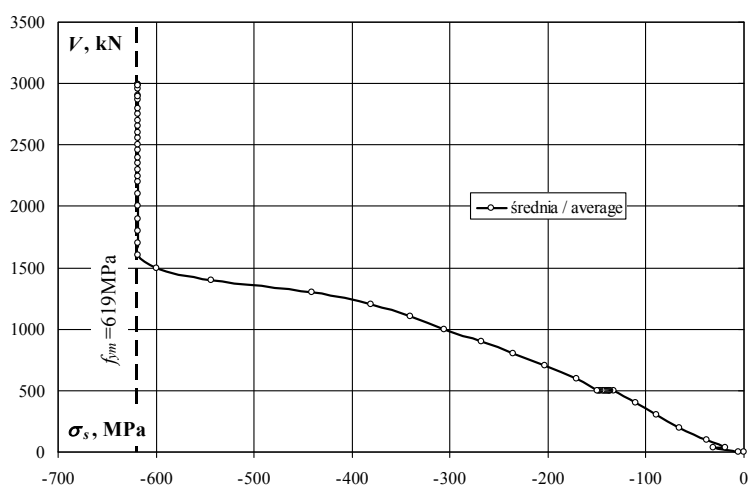
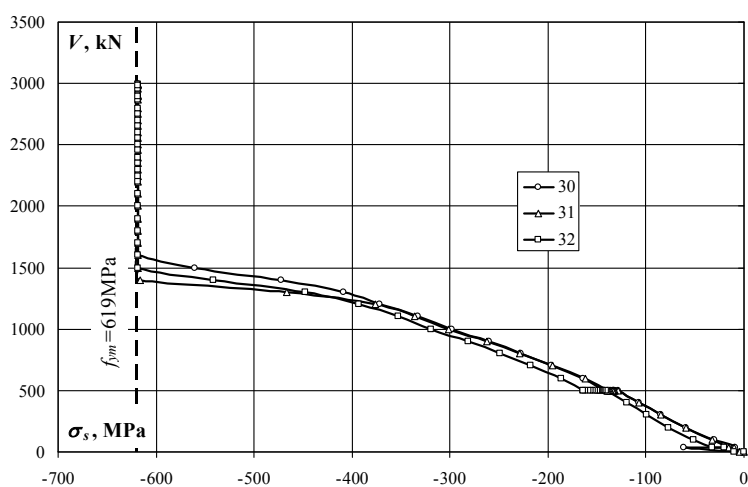
MK-0.5

Zbrojenie podłużne słupa – odkształcenia (ϵ_s) / Column reinforcement – strains (ϵ_s)

obciążenie słupa/ column load	obciążenie płyty/ slab load	odkształcenie/ strain			
		30	31	32	średnia/ average
kN	kN	‰	‰	‰	‰
0	0	0,000	0,000	0,000	0,000
0	0	-0,015	-0,020	-0,050	-0,028
40	0	-0,300	-0,050	-0,100	-0,150
40	0	-0,046	-0,078	-0,155	-0,093
100	0	-0,144	-0,155	-0,250	-0,183
200	0	-0,290	-0,290	-0,374	-0,318
300	0	-0,413	-0,412	-0,483	-0,436
400	0	-0,519	-0,519	-0,579	-0,539
500	0	-0,624	-0,626	-0,682	-0,644
500	2,5	-0,639	-0,641	-0,701	-0,660
500	5	-0,643	-0,645	-0,710	-0,666
500	7,5	-0,646	-0,648	-0,713	-0,669
500	10	-0,648	-0,650	-0,718	-0,672
500	12,5	-0,652	-0,653	-0,723	-0,676
500	15	-0,660	-0,660	-0,728	-0,683
500	20	-0,666	-0,660	-0,739	-0,688
500	25	-0,673	-0,664	-0,750	-0,696
500	30	-0,680	-0,663	-0,760	-0,701
500	35	-0,688	-0,667	-0,773	-0,709
500	40	-0,694	-0,670	-0,784	-0,716
500	45	-0,698	-0,677	-0,795	-0,723
500	50	-0,697	-0,677	-0,800	-0,725
600	50	-0,796	-0,785	-0,905	-0,829
700	50	-0,955	-0,948	-1,056	-0,986
800	50	-1,107	-1,112	-1,212	-1,144
900	50	-1,264	-1,276	-1,368	-1,303
1000	50	-1,449	-1,464	-1,551	-1,488
1100	50	-1,616	-1,635	-1,716	-1,656
1200	50	-1,804	-1,828	-1,911	-1,848
1300	50	-1,984	-2,265	-2,175	-2,141
1400	50	-2,292	-2,997	-2,629	-2,639
1500	50	-2,722	-3,449	-3,227	-3,133
1600	50	-4,034	-3,760	-3,981	-3,925
1700	50	-6,351	-4,005	-4,623	-4,993
1800	50	-9,437	-4,612	-5,859	-6,636
1900	50	-12,319	-5,659	-7,032	-8,337
2000	50	-15,419	-7,358	-9,168	-10,648
2100	50	-16,471	-8,327	-10,476	-11,758
2200	50	-17,989	-10,072	-12,400	-13,487
2249	50	-18,317	-10,170	-12,813	-13,767
2300	50	-18,484	-10,353	-13,029	-13,955
2354	50	-18,907	-10,770	-13,535	-14,404
2400	50	-19,463	-11,058	-14,395	-14,972
2454	50	-19,463	-11,162	-14,662	-15,096
2500	50	-19,463	-11,583	-15,213	-15,420
2556	50	-19,463	-11,686	-15,338	-15,496
2600	50	-19,463	-12,329	-15,678	-15,823
2650	50	-19,463	-12,612	-15,789	-15,955
2700	50	-19,463	-13,130	-16,009	-16,201
2756	50	-19,463	-13,374	-16,165	-16,334
2799	50	-19,463	-14,280	-16,522	-16,755
2864	50	-19,463	-14,365	-16,589	-16,806
2901	50	-19,463	-16,097	-17,241	-17,600
2960	50	-19,463	-16,214	-17,305	-17,661
2992	50	-19,463	-16,667	-17,390	-17,840
2990	50	-19,463	-17,153	-17,480	-18,032
2979	50	-19,463	-17,811	-18,214	-18,496
2897	50	-19,463	-17,811	-18,240	-18,505



Zbrojenie podłużne słupa – naprężenia (σ_s) / Column reinforcement – stresses (σ_s)

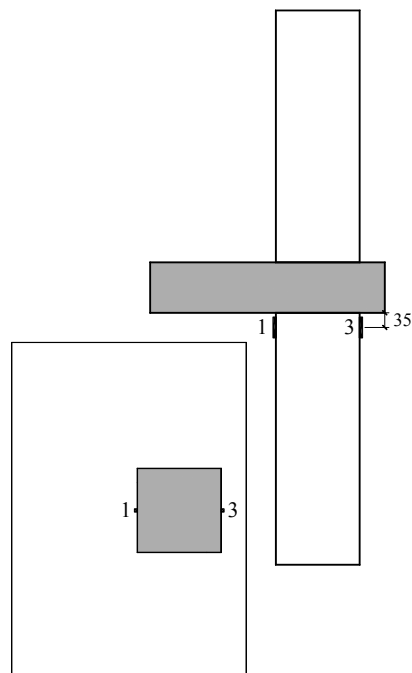
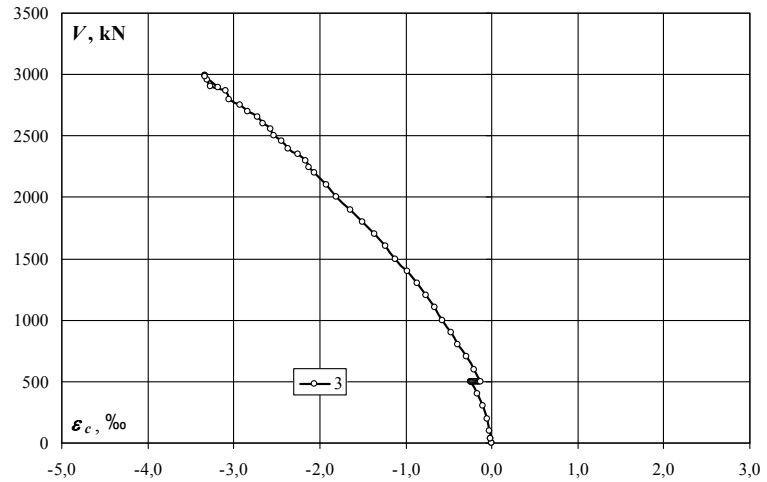
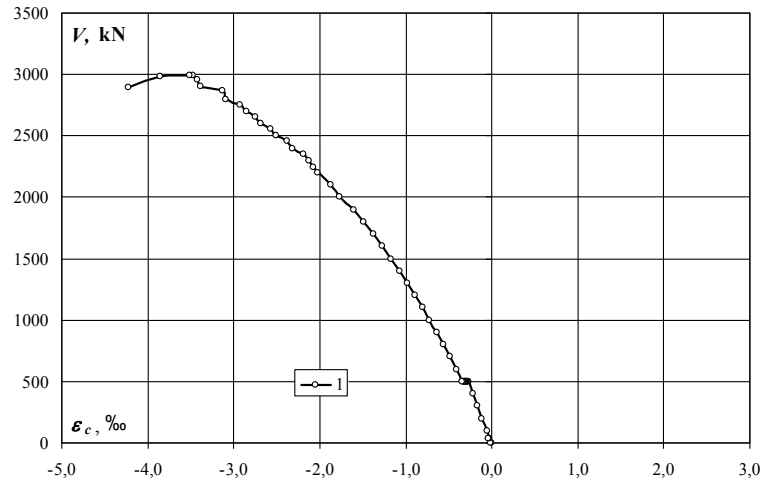


obciążenie słupa / column load	obciążenie płyty / slab load	naprężenie / stress			
		30	31	32	średnia / average
kN	kN	MPa	MPa	MPa	MPa
0	0	0	0	0	0
0	0	-3	-4	-10	-6
40	0	-62	-10	-21	-31
40	0	-9	-16	-32	-19
100	0	-30	-32	-51	-38
200	0	-60	-60	-77	-65
300	0	-85	-85	-99	-90
400	0	-107	-107	-119	-111
500	0	-128	-129	-140	-133
500	2,5	-132	-132	-144	-136
500	5	-132	-133	-146	-137
500	7,5	-133	-133	-147	-138
500	10	-133	-134	-148	-138
500	12,5	-134	-134	-149	-139
500	15	-136	-136	-150	-140
500	20	-137	-136	-152	-142
500	25	-139	-137	-154	-143
500	30	-140	-136	-156	-144
500	35	-142	-137	-159	-146
500	40	-143	-138	-161	-147
500	45	-144	-139	-164	-149
500	50	-143	-139	-165	-149
600	50	-164	-162	-186	-171
700	50	-197	-195	-217	-203
800	50	-228	-229	-249	-235
900	50	-260	-263	-282	-268
1000	50	-298	-301	-319	-306
1100	50	-333	-336	-353	-341
1200	50	-371	-376	-393	-380
1300	50	-408	-466	-448	-441
1400	50	-472	-617	-541	-543
1500	50	-560	-619	-619	-599
1600	50	-619	-619	-619	-619
1700	50	-619	-619	-619	-619
1800	50	-619	-619	-619	-619
1900	50	-619	-619	-619	-619
2000	50	-619	-619	-619	-619
2100	50	-619	-619	-619	-619
2200	50	-619	-619	-619	-619
2249	50	-619	-619	-619	-619
2300	50	-619	-619	-619	-619
2354	50	-619	-619	-619	-619
2400	50	-619	-619	-619	-619
2454	50	-619	-619	-619	-619
2500	50	-619	-619	-619	-619
2556	50	-619	-619	-619	-619
2600	50	-619	-619	-619	-619
2650	50	-619	-619	-619	-619
2700	50	-619	-619	-619	-619
2756	50	-619	-619	-619	-619
2799	50	-619	-619	-619	-619
2864	50	-619	-619	-619	-619
2901	50	-619	-619	-619	-619
2960	50	-619	-619	-619	-619
2992	50	-619	-619	-619	-619
2990	50	-619	-619	-619	-619
2979	50	-619	-619	-619	-619
2897	50	-619	-619	-619	-619

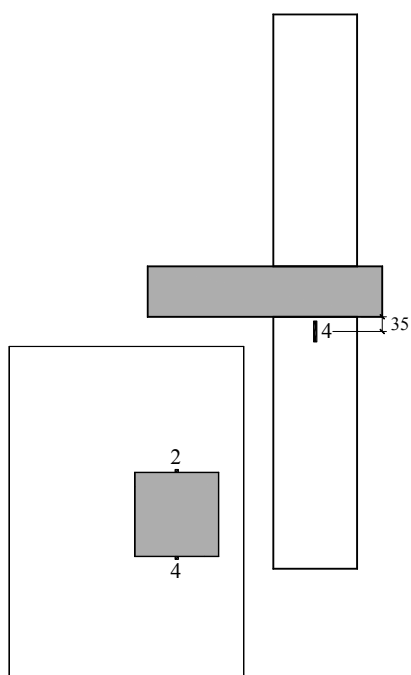
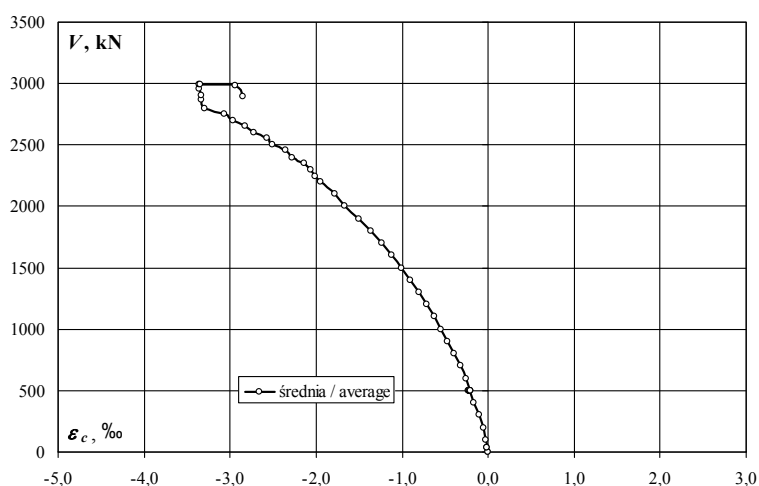
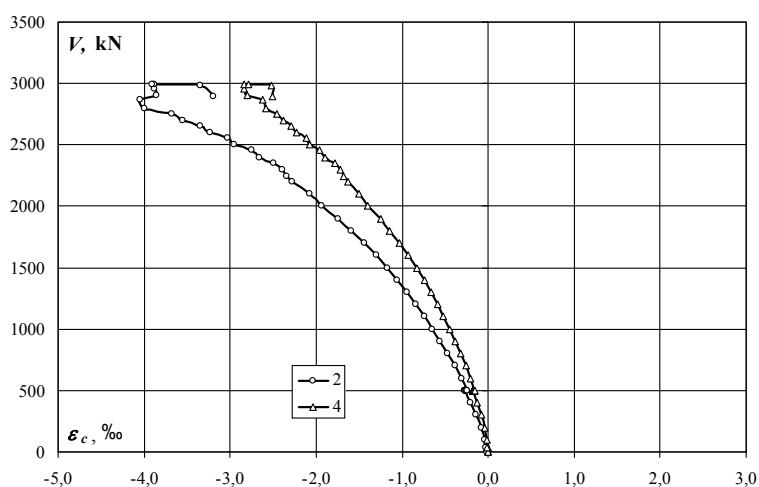
MK-0.5

Słup dolny (tensometry pionowe) – odkształcenia (ε_c) / Bottom column (vertical gauges) – strains (ε_c)

obciążenie słupa/ column load	obciążenie plyty/ slab load	odkształcenie/ strain	
		1	3
kN	kN	‰	‰
0	0	0,000	0,000
0	0	-0,011	-0,004
40	0	-0,022	-0,008
40	0	-0,034	-0,012
100	0	-0,057	-0,021
200	0	-0,110	-0,050
300	0	-0,163	-0,104
400	0	-0,217	-0,170
500	0	-0,274	-0,244
500	2,5	-0,283	-0,243
500	5	-0,286	-0,238
500	7,5	-0,290	-0,234
500	10	-0,294	-0,228
500	12,5	-0,297	-0,223
500	15	-0,302	-0,223
500	20	-0,307	-0,208
500	25	-0,312	-0,195
500	30	-0,316	-0,179
500	35	-0,322	-0,166
500	40	-0,328	-0,154
500	45	-0,335	-0,141
500	50	-0,342	-0,132
600	50	-0,403	-0,201
700	50	-0,484	-0,294
800	50	-0,561	-0,391
900	50	-0,636	-0,475
1000	50	-0,722	-0,570
1100	50	-0,804	-0,661
1200	50	-0,893	-0,761
1300	50	-0,979	-0,868
1400	50	-1,073	-0,987
1500	50	-1,170	-1,117
1600	50	-1,269	-1,234
1700	50	-1,374	-1,361
1800	50	-1,487	-1,501
1900	50	-1,602	-1,636
2000	50	-1,766	-1,802
2100	50	-1,868	-1,921
2200	50	-2,024	-2,065
2249	50	-2,080	-2,125
2300	50	-2,122	-2,170
2354	50	-2,192	-2,248
2400	50	-2,311	-2,372
2454	50	-2,381	-2,444
2500	50	-2,513	-2,530
2556	50	-2,565	-2,573
2600	50	-2,682	-2,662
2650	50	-2,750	-2,728
2700	50	-2,856	-2,843
2756	50	-2,928	-2,922
2799	50	-3,094	-3,050
2864	50	-3,132	-3,097
2901	50	-3,389	-3,266
2960	50	-3,426	-3,306
2992	50	-3,474	-3,335
2990	50	-3,511	-3,340
2979	50	-3,859	-3,340
2897	50	-4,218	-3,182



Słup dolny (tensometry pionowe) – odkształcenia (ϵ_c) / Bottom column (vertical gauges) – strains (ϵ_c)

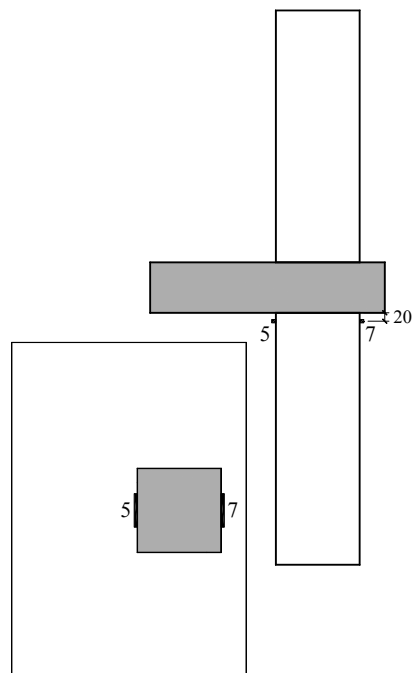
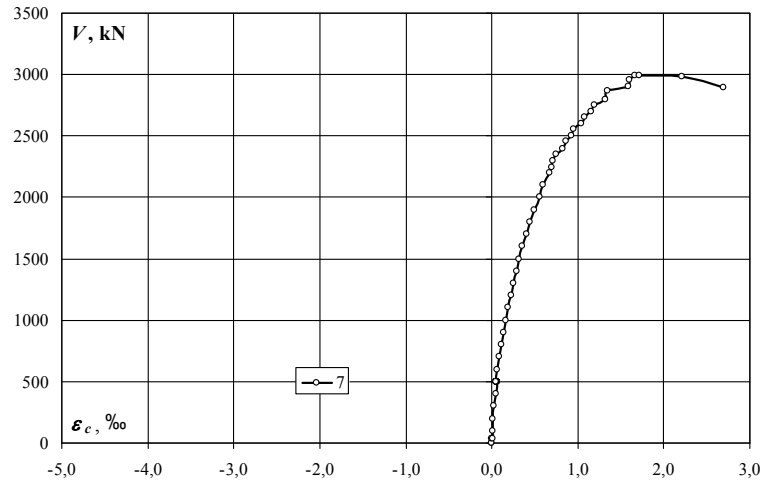
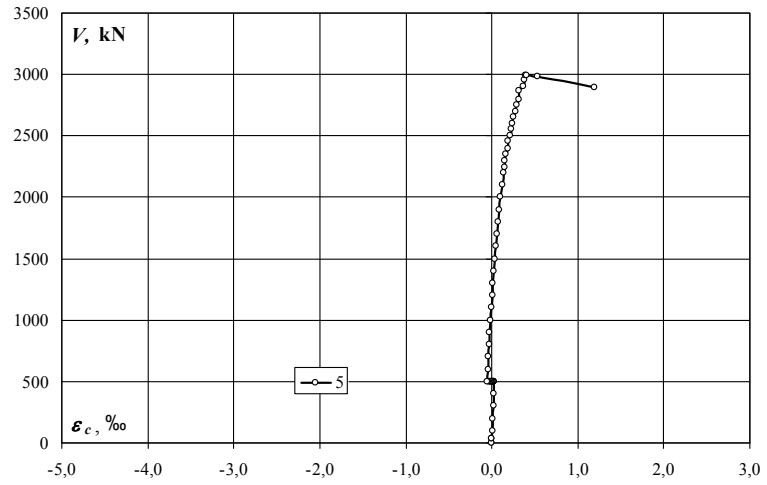


obciążenie słupa/ column load	obciążenie plyty/ slab load	odkształcenie/ strain		
		2	4	średnia/ average
kN	kN	‰	‰	‰
0	0	0,000	0,000	0,000
0	0	-0,009	-0,003	-0,006
40	0	-0,018	-0,006	-0,012
40	0	-0,026	-0,010	-0,018
100	0	-0,039	-0,015	-0,027
200	0	-0,083	-0,034	-0,059
300	0	-0,138	-0,073	-0,106
400	0	-0,199	-0,123	-0,161
500	0	-0,266	-0,177	-0,222
500	2,5	-0,268	-0,178	-0,223
500	5	-0,261	-0,177	-0,219
500	7,5	-0,268	-0,178	-0,223
500	10	-0,269	-0,177	-0,223
500	12,5	-0,269	-0,178	-0,224
500	15	-0,271	-0,185	-0,228
500	20	-0,268	-0,179	-0,224
500	25	-0,266	-0,178	-0,222
500	30	-0,263	-0,172	-0,218
500	35	-0,257	-0,169	-0,213
500	40	-0,251	-0,166	-0,209
500	45	-0,245	-0,161	-0,203
500	50	-0,242	-0,157	-0,200
600	50	-0,304	-0,203	-0,254
700	50	-0,385	-0,261	-0,323
800	50	-0,471	-0,322	-0,397
900	50	-0,557	-0,384	-0,471
1000	50	-0,652	-0,452	-0,552
1100	50	-0,744	-0,518	-0,631
1200	50	-0,843	-0,590	-0,717
1300	50	-0,945	-0,664	-0,805
1400	50	-1,056	-0,745	-0,901
1500	50	-1,176	-0,834	-1,005
1600	50	-1,304	-0,928	-1,116
1700	50	-1,438	-1,028	-1,233
1800	50	-1,588	-1,141	-1,365
1900	50	-1,747	-1,253	-1,500
2000	50	-1,939	-1,395	-1,667
2100	50	-2,070	-1,500	-1,785
2200	50	-2,274	-1,631	-1,953
2249	50	-2,342	-1,679	-2,011
2300	50	-2,399	-1,720	-2,060
2354	50	-2,490	-1,783	-2,137
2400	50	-2,664	-1,891	-2,278
2454	50	-2,753	-1,954	-2,354
2500	50	-2,956	-2,071	-2,514
2556	50	-3,024	-2,119	-2,572
2600	50	-3,231	-2,227	-2,729
2650	50	-3,347	-2,293	-2,820
2700	50	-3,548	-2,384	-2,966
2756	50	-3,682	-2,451	-3,067
2799	50	-3,997	-2,584	-3,291
2864	50	-4,042	-2,620	-3,331
2901	50	-3,857	-2,803	-3,330
2960	50	-3,882	-2,836	-3,359
2992	50	-3,878	-2,839	-3,359
2990	50	-3,903	-2,782	-3,343
2979	50	-3,348	-2,519	-2,934
2897	50	-3,198	-2,509	-2,854

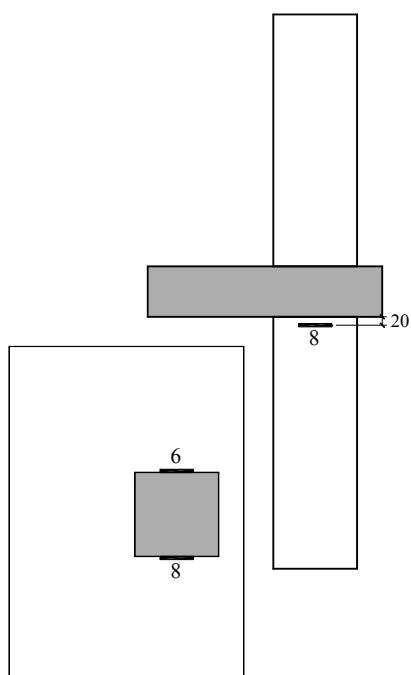
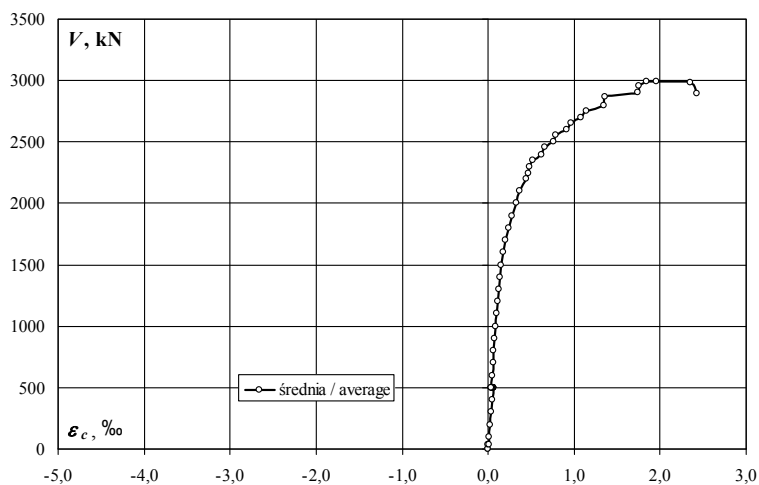
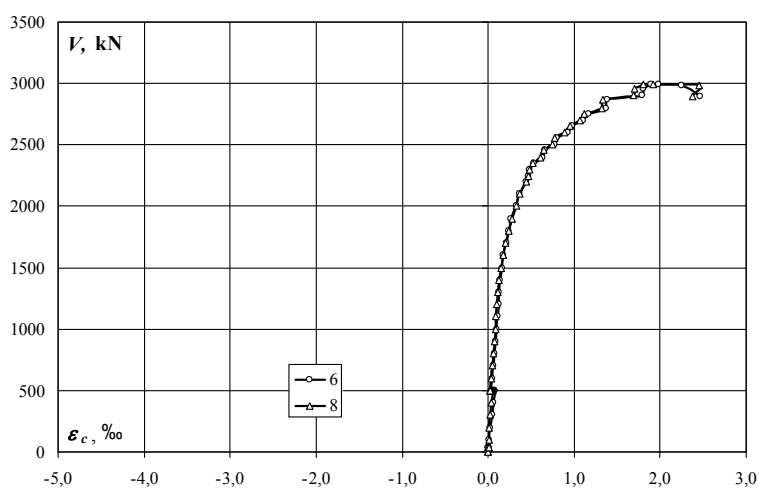
MK-0.5

Słup dolny (tensometry poziome) – odkształcenia (ϵ_c) / Bottom column (horizontal gauges) – strains (ϵ_c)

obciążenie słupa/ column load	obciążenie plyty/ slab load	odkształcenie/ strain	
		5	7
kN	kN	‰	‰
0	0	0,000	0,000
0	0	0,001	0,002
40	0	0,001	0,004
40	0	0,002	0,005
100	0	0,005	0,006
200	0	0,013	0,016
300	0	0,018	0,030
400	0	0,023	0,043
500	0	0,028	0,057
500	2,5	0,026	0,060
500	5	0,024	0,060
500	7,5	0,022	0,059
500	10	0,019	0,058
500	12,5	0,016	0,058
500	15	0,010	0,053
500	20	0,004	0,053
500	25	-0,002	0,051
500	30	-0,009	0,050
500	35	-0,017	0,049
500	40	-0,026	0,050
500	45	-0,036	0,050
500	50	-0,048	0,048
600	50	-0,043	0,066
700	50	-0,037	0,090
800	50	-0,030	0,113
900	50	-0,022	0,137
1000	50	-0,012	0,166
1100	50	-0,003	0,194
1200	50	0,007	0,230
1300	50	0,017	0,254
1400	50	0,029	0,285
1500	50	0,041	0,319
1600	50	0,052	0,357
1700	50	0,065	0,400
1800	50	0,078	0,447
1900	50	0,087	0,489
2000	50	0,105	0,557
2100	50	0,120	0,599
2200	50	0,141	0,674
2249	50	0,148	0,699
2300	50	0,153	0,715
2354	50	0,165	0,752
2400	50	0,187	0,828
2454	50	0,195	0,858
2500	50	0,216	0,929
2556	50	0,222	0,950
2600	50	0,242	1,036
2650	50	0,255	1,079
2700	50	0,274	1,152
2756	50	0,285	1,195
2799	50	0,316	1,327
2864	50	0,322	1,343
2901	50	0,372	1,585
2960	50	0,378	1,605
2992	50	0,394	1,667
2990	50	0,405	1,713
2979	50	0,531	2,216
2897	50	1,191	2,691



Słup dolny (tensometry poziome) – odkształcenia (ϵ_c) / Bottom column (horizontal gauges) – strains (ϵ_c)

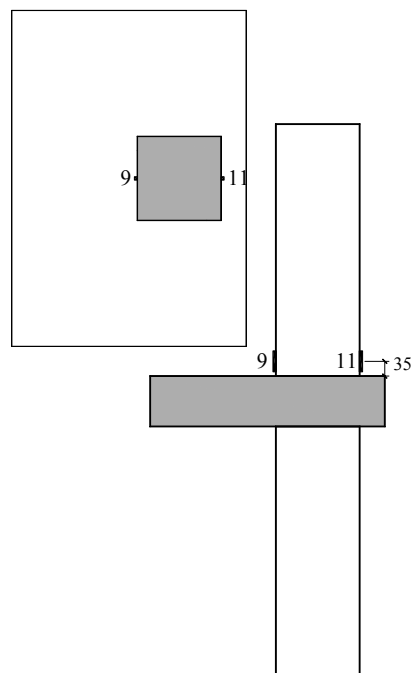
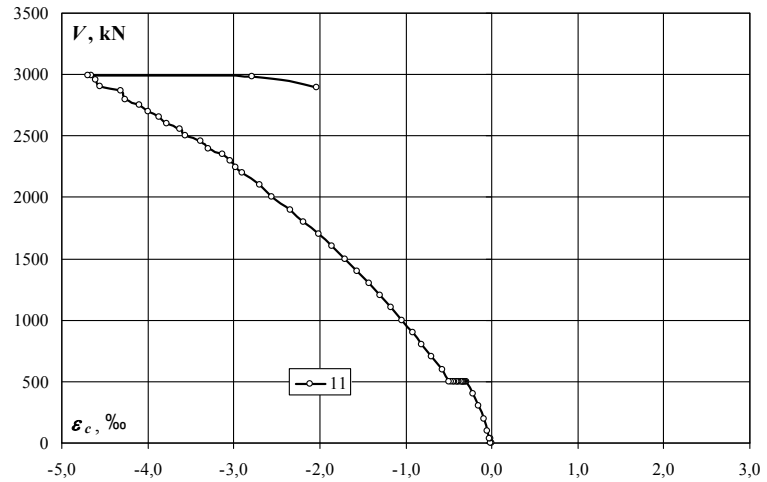
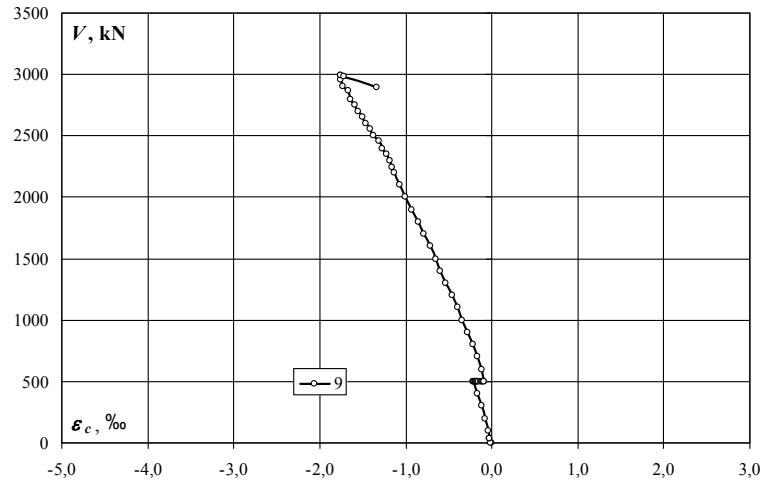


obciążenie słupa/ column load kN	obciążenie plyty/ slab load kN	odkształcenie/ strain		
		6 ‰	8 ‰	średnia/ average ‰
0	0	0,000	0,000	0,000
0	0	0,002	0,002	0,002
40	0	0,004	0,004	0,004
40	0	0,007	0,005	0,006
100	0	0,012	0,007	0,010
200	0	0,029	0,015	0,022
300	0	0,046	0,026	0,036
400	0	0,062	0,037	0,050
500	0	0,073	0,048	0,061
500	2,5	0,075	0,048	0,062
500	5	0,076	0,047	0,062
500	7,5	0,073	0,046	0,060
500	10	0,071	0,045	0,058
500	12,5	0,069	0,043	0,056
500	15	0,067	0,035	0,051
500	20	0,064	0,036	0,050
500	25	0,061	0,033	0,047
500	30	0,058	0,032	0,045
500	35	0,055	0,031	0,043
500	40	0,052	0,028	0,040
500	45	0,048	0,027	0,038
500	50	0,042	0,024	0,033
600	50	0,055	0,037	0,046
700	50	0,068	0,047	0,058
800	50	0,078	0,058	0,068
900	50	0,091	0,069	0,080
1000	50	0,101	0,082	0,092
1100	50	0,111	0,093	0,102
1200	50	0,122	0,105	0,114
1300	50	0,129	0,116	0,123
1400	50	0,141	0,130	0,136
1500	50	0,158	0,149	0,154
1600	50	0,181	0,173	0,177
1700	50	0,210	0,203	0,207
1800	50	0,244	0,239	0,242
1900	50	0,269	0,276	0,273
2000	50	0,329	0,333	0,331
2100	50	0,371	0,368	0,370
2200	50	0,448	0,444	0,446
2249	50	0,466	0,465	0,466
2300	50	0,481	0,481	0,481
2354	50	0,527	0,520	0,524
2400	50	0,629	0,611	0,620
2454	50	0,664	0,643	0,654
2500	50	0,779	0,749	0,764
2556	50	0,805	0,773	0,789
2600	50	0,927	0,893	0,910
2650	50	0,983	0,950	0,967
2700	50	1,102	1,068	1,085
2756	50	1,164	1,122	1,143
2799	50	1,376	1,321	1,349
2864	50	1,391	1,335	1,363
2901	50	1,787	1,688	1,738
2960	50	1,809	1,709	1,759
2992	50	1,896	1,801	1,849
2990	50	1,984	1,918	1,951
2979	50	2,254	2,453	2,354
2897	50	2,462	2,381	2,422

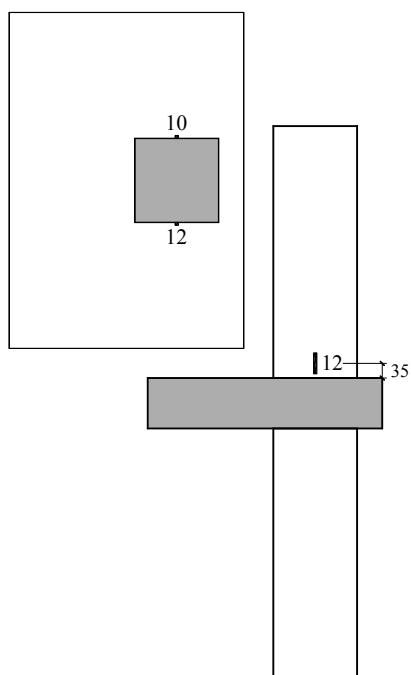
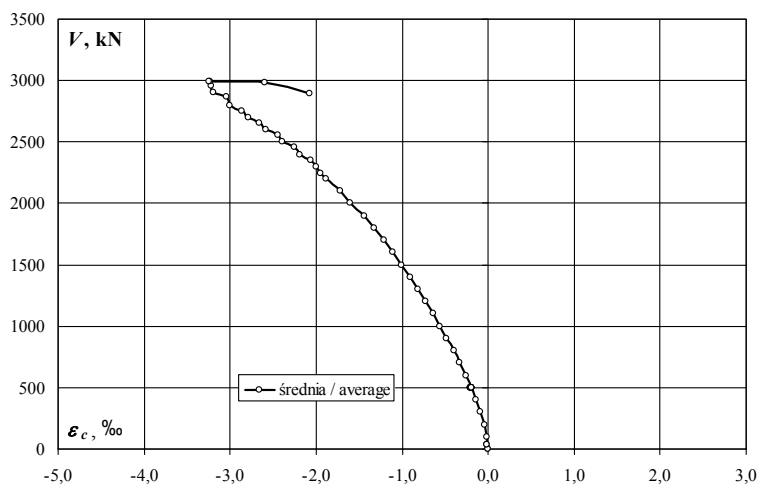
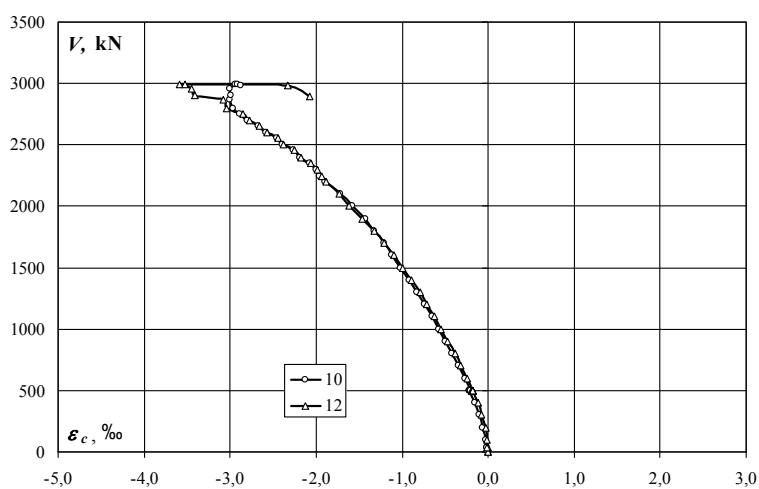
MK-0.5

Słup górny (tensometry pionowe) – odkształcenia (ε_c) / Upper column (vertical gauges) – strains (ε_c)

obciążenie słupa/ column load	obciążenie plyty/ slab load	odkształcenie/ strain	
		9	11
kN	kN	‰	‰
0	0	0,000	0,000
0	0	-0,011	-0,008
40	0	-0,028	-0,016
40	0	-0,027	-0,025
100	0	-0,042	-0,047
200	0	-0,076	-0,091
300	0	-0,121	-0,152
400	0	-0,166	-0,221
500	0	-0,214	-0,299
500	2,5	-0,208	-0,311
500	5	-0,201	-0,321
500	7,5	-0,194	-0,329
500	10	-0,186	-0,336
500	12,5	-0,180	-0,346
500	15	-0,180	-0,362
500	20	-0,166	-0,377
500	25	-0,152	-0,394
500	30	-0,135	-0,410
500	35	-0,122	-0,431
500	40	-0,109	-0,451
500	45	-0,095	-0,472
500	50	-0,088	-0,495
600	50	-0,115	-0,578
700	50	-0,163	-0,695
800	50	-0,221	-0,810
900	50	-0,280	-0,922
1000	50	-0,342	-1,049
1100	50	-0,402	-1,167
1200	50	-0,465	-1,295
1300	50	-0,532	-1,423
1400	50	-0,594	-1,560
1500	50	-0,655	-1,704
1600	50	-0,717	-1,854
1700	50	-0,784	-2,012
1800	50	-0,857	-2,186
1900	50	-0,927	-2,340
2000	50	-1,008	-2,557
2100	50	-1,065	-2,697
2200	50	-1,131	-2,905
2249	50	-1,160	-2,979
2300	50	-1,187	-3,035
2354	50	-1,224	-3,129
2400	50	-1,276	-3,292
2454	50	-1,317	-3,385
2500	50	-1,378	-3,559
2556	50	-1,409	-3,629
2600	50	-1,466	-3,782
2650	50	-1,505	-3,872
2700	50	-1,552	-4,000
2756	50	-1,592	-4,097
2799	50	-1,643	-4,262
2864	50	-1,671	-4,312
2901	50	-1,731	-4,557
2960	50	-1,756	-4,607
2992	50	-1,762	-4,661
2990	50	-1,763	-4,698
2979	50	-1,714	-2,784
2897	50	-1,335	-2,031



Słup górny (tensometry pionowe) – odkształcenia (ϵ_c) / Upper column (vertical gauges) – strains (ϵ_c)

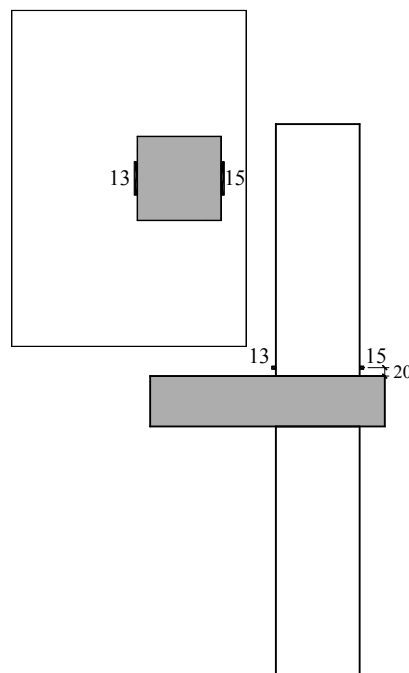
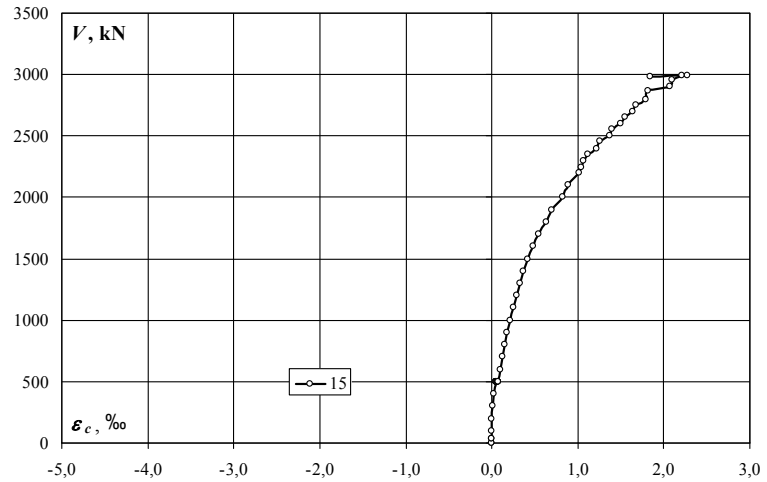
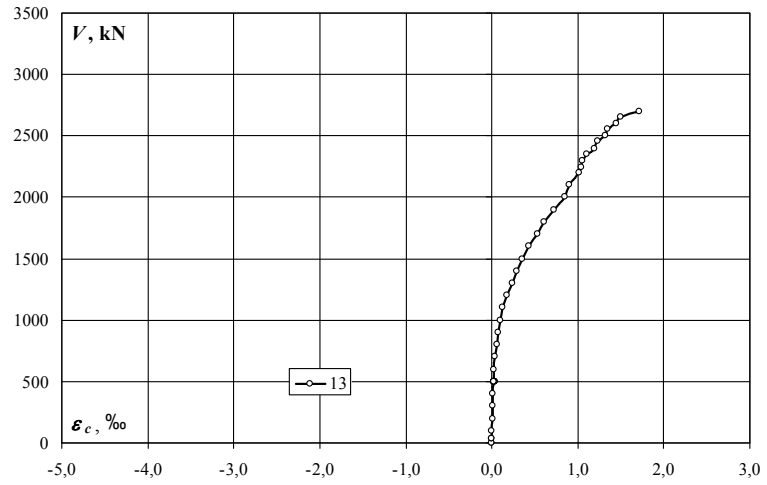


obciążenie słupa/ column load	obciążenie plyty/ slab load	odkształcenie/ strain		
		10	12	średnia/ average
kN	kN	‰	‰	‰
0	0	0,000	0,000	0,000
0	0	-0,006	-0,003	-0,005
40	0	-0,012	-0,006	-0,009
40	0	-0,017	-0,009	-0,013
100	0	-0,024	-0,015	-0,020
200	0	-0,059	-0,033	-0,046
300	0	-0,107	-0,072	-0,090
400	0	-0,157	-0,122	-0,140
500	0	-0,214	-0,179	-0,197
500	2,5	-0,219	-0,185	-0,202
500	5	-0,203	-0,185	-0,194
500	7,5	-0,206	-0,185	-0,196
500	10	-0,209	-0,186	-0,198
500	12,5	-0,209	-0,186	-0,198
500	15	-0,211	-0,193	-0,202
500	20	-0,209	-0,189	-0,199
500	25	-0,209	-0,189	-0,199
500	30	-0,210	-0,186	-0,198
500	35	-0,213	-0,186	-0,200
500	40	-0,212	-0,185	-0,199
500	45	-0,210	-0,185	-0,198
500	50	-0,209	-0,184	-0,197
600	50	-0,268	-0,240	-0,254
700	50	-0,340	-0,314	-0,327
800	50	-0,415	-0,389	-0,402
900	50	-0,492	-0,466	-0,479
1000	50	-0,576	-0,550	-0,563
1100	50	-0,654	-0,628	-0,641
1200	50	-0,738	-0,711	-0,725
1300	50	-0,823	-0,796	-0,810
1400	50	-0,916	-0,891	-0,904
1500	50	-1,013	-0,991	-1,002
1600	50	-1,115	-1,092	-1,104
1700	50	-1,216	-1,204	-1,210
1800	50	-1,320	-1,330	-1,325
1900	50	-1,427	-1,458	-1,443
2000	50	-1,579	-1,617	-1,598
2100	50	-1,713	-1,732	-1,723
2200	50	-1,895	-1,885	-1,890
2249	50	-1,955	-1,939	-1,947
2300	50	-2,003	-1,983	-1,993
2354	50	-2,073	-2,057	-2,065
2400	50	-2,190	-2,178	-2,184
2454	50	-2,260	-2,247	-2,254
2500	50	-2,397	-2,385	-2,391
2556	50	-2,452	-2,441	-2,447
2600	50	-2,589	-2,575	-2,582
2650	50	-2,669	-2,656	-2,663
2700	50	-2,794	-2,772	-2,783
2756	50	-2,885	-2,854	-2,870
2799	50	-2,968	-3,038	-3,003
2864	50	-3,003	-3,080	-3,042
2901	50	-2,989	-3,405	-3,197
2960	50	-2,998	-3,450	-3,224
2992	50	-2,943	-3,526	-3,235
2990	50	-2,910	-3,589	-3,250
2979	50	-2,871	-3,329	-2,600
2897	50		-2,080	-2,080

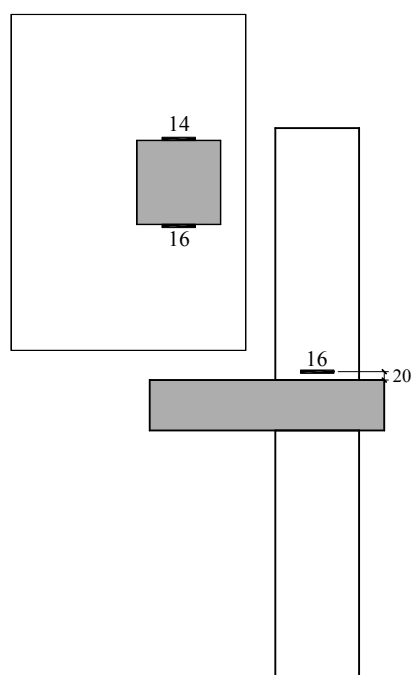
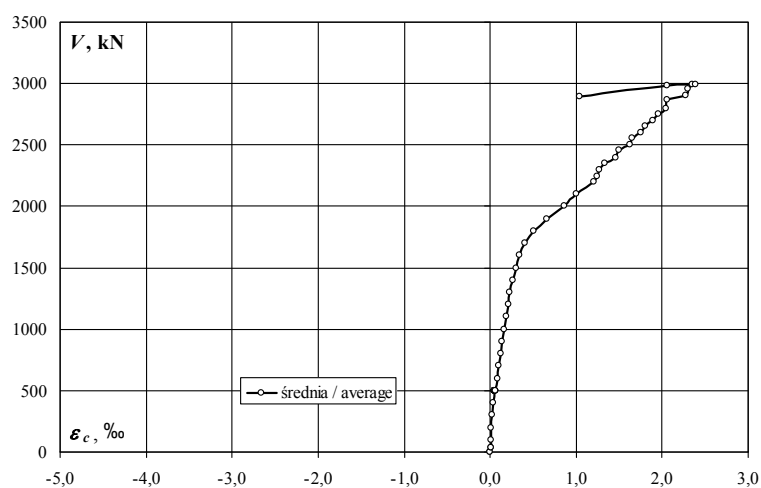
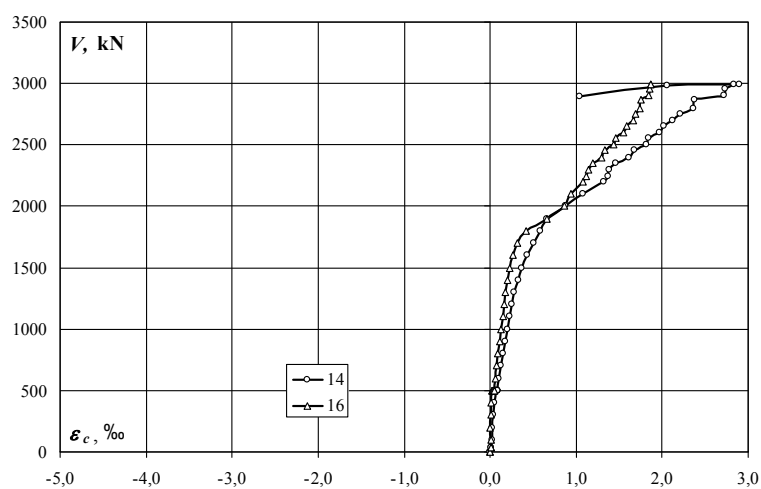
MK-0.5

Słup górny (tensometry poziome) – odkształcenia (ε_c) / Upper column (horizontal gauges) – strains (ε_c)

obciążenie słupa/ column load	obciążenie plyty/ slab load	odkształcenie/ strain	
		13	15
kN	kN	‰	‰
0	0	0,000	0,000
0	0	0,001	-0,001
40	0	0,002	-0,001
40	0	0,003	-0,002
100	0	0,003	-0,005
200	0	0,005	0,002
300	0	0,008	0,016
400	0	0,014	0,030
500	0	0,020	0,045
500	2,5	0,022	0,049
500	5	0,023	0,053
500	7,5	0,025	0,053
500	10	0,025	0,053
500	12,5	0,026	0,054
500	15	0,024	0,055
500	20	0,030	0,057
500	25	0,032	0,060
500	30	0,034	0,064
500	35	0,031	0,069
500	40	0,027	0,073
500	45	0,024	0,077
500	50	0,019	0,080
600	50	0,029	0,097
700	50	0,042	0,123
800	50	0,057	0,150
900	50	0,074	0,180
1000	50	0,102	0,218
1100	50	0,131	0,251
1200	50	0,181	0,292
1300	50	0,234	0,328
1400	50	0,286	0,371
1500	50	0,350	0,421
1600	50	0,433	0,479
1700	50	0,527	0,548
1800	50	0,615	0,631
1900	50	0,719	0,704
2000	50	0,845	0,823
2100	50	0,899	0,894
2200	50	1,010	1,011
2249	50	1,042	1,041
2300	50	1,058	1,062
2354	50	1,102	1,117
2400	50	1,193	1,224
2454	50	1,229	1,261
2500	50	1,322	1,367
2556	50	1,344	1,394
2600	50	1,442	1,500
2650	50	1,497	1,553
2700	50	1,717	1,639
2756	50		1,680
2799	50		1,795
2864	50		1,811
2901	50		2,066
2960	50		2,099
2992	50		2,209
2990	50		2,279
2979	50		1,839
2897	50		



Słup górny (tensometry poziome) – odkształcenia (ϵ_c) / Upper column (horizontal gauges) – strains (ϵ_c)

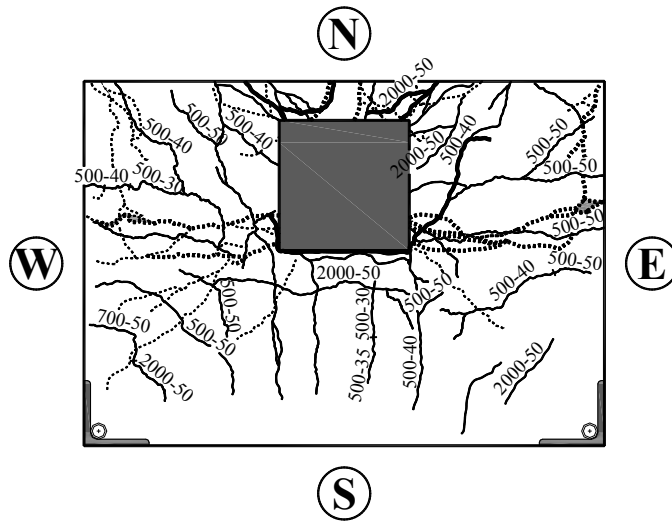


obciążenie słupa/ column load	obciążenie plyty/ slab load	odkształcenie/ strain		
		14	16	średnia/ average
kN	kN	‰	‰	‰
0	0	0,000	0,000	0,000
0	0	0,004	0,003	0,004
40	0	0,008	0,006	0,007
40	0	0,013	0,009	0,011
100	0	0,020	0,009	0,015
200	0	0,030	0,004	0,017
300	0	0,041	0,008	0,025
400	0	0,051	0,016	0,034
500	0	0,062	0,025	0,044
500	2,5	0,067	0,029	0,048
500	5	0,073	0,032	0,053
500	7,5	0,071	0,032	0,052
500	10	0,071	0,033	0,052
500	12,5	0,072	0,032	0,052
500	15	0,073	0,026	0,050
500	20	0,077	0,031	0,054
500	25	0,080	0,031	0,056
500	30	0,082	0,035	0,059
500	35	0,083	0,038	0,061
500	40	0,085	0,040	0,063
500	45	0,087	0,044	0,066
500	50	0,089	0,044	0,067
600	50	0,105	0,060	0,083
700	50	0,127	0,074	0,101
800	50	0,148	0,091	0,120
900	50	0,172	0,108	0,140
1000	50	0,200	0,129	0,165
1100	50	0,226	0,147	0,187
1200	50	0,256	0,164	0,210
1300	50	0,284	0,178	0,231
1400	50	0,324	0,200	0,262
1500	50	0,372	0,227	0,300
1600	50	0,431	0,263	0,347
1700	50	0,502	0,311	0,407
1800	50	0,583	0,421	0,502
1900	50	0,666	0,658	0,662
2000	50	0,880	0,859	0,870
2100	50	1,075	0,939	1,007
2200	50	1,318	1,083	1,201
2249	50	1,367	1,119	1,243
2300	50	1,391	1,140	1,266
2354	50	1,466	1,194	1,330
2400	50	1,618	1,299	1,459
2454	50	1,673	1,338	1,506
2500	50	1,816	1,438	1,627
2556	50	1,847	1,462	1,655
2600	50	1,970	1,549	1,760
2650	50	2,025	1,592	1,809
2700	50	2,125	1,662	1,894
2756	50	2,208	1,695	1,952
2799	50	2,359	1,743	2,051
2864	50	2,373	1,753	2,063
2901	50	2,716	1,846	2,281
2960	50	2,739	1,857	2,298
2992	50	2,829	1,872	2,351
2990	50	2,900	1,872	2,386
2979	50	2,061		2,061
2897	50	1,040		1,040

MK-0.5

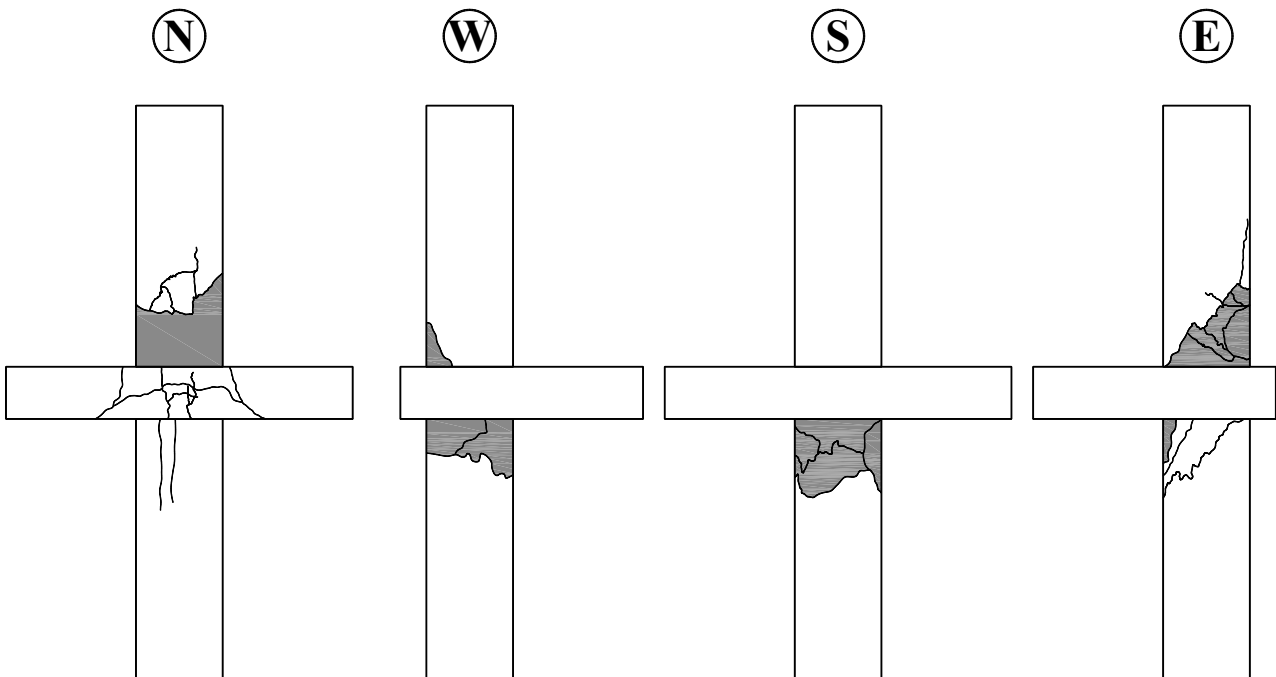
Zarysowanie modelu / Crack pattern

Zarysowanie płyty modelu / Crack pattern of slab



— - rysy na powierzchni górnej / cracks on the top slab surface
..... - rysy na powierzchni dolnej / cracks on the bottom slab surface

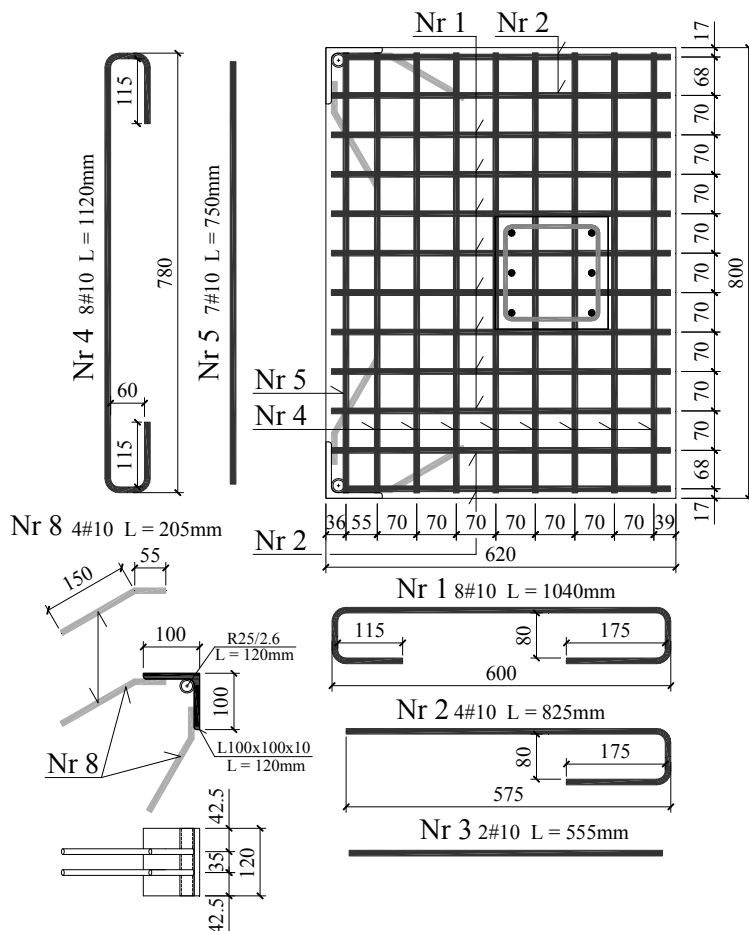
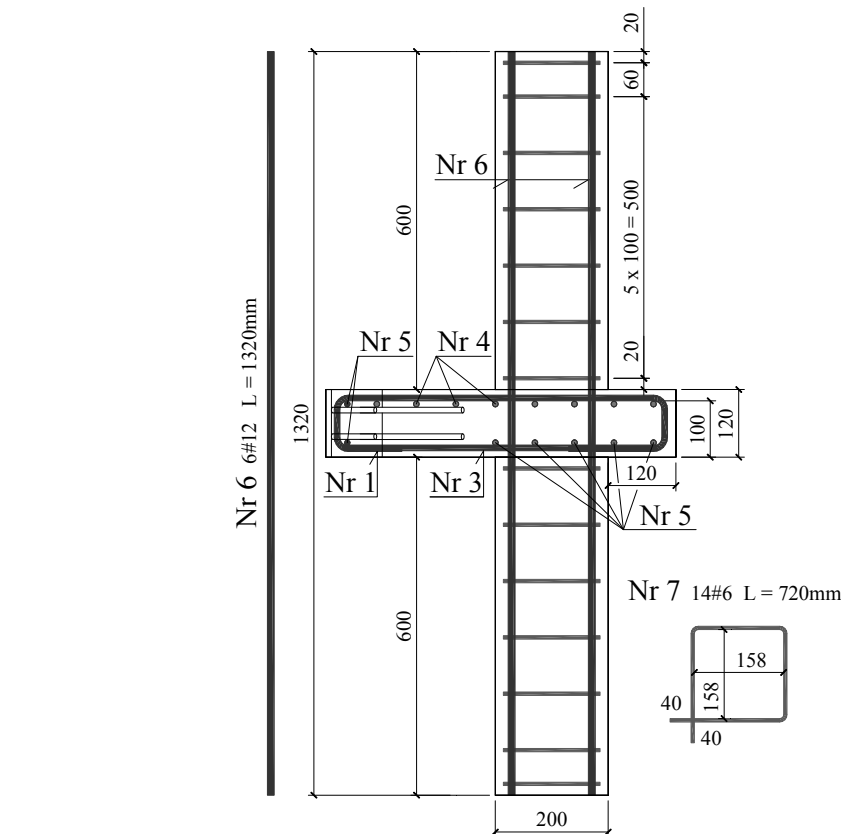
Rysy na powierzchniach bocznych / Cracks on the surfaces of the specimen



■ - odspojenie otuliny / spalling of concrete cover

Fotografie modelu / Photos of test specimen





Wytrzymałość betonu / Strength of concrete

słup dolny / bottom column

$f_{cm} = 80,5\text{MPa}$, $E_{cm} = 33,6\text{GPa}$

słup górny / upper column

$f_{cm} = 81,7\text{MPa}$, $E_{cm} = 33,6\text{GPa}$

plyta / slab

$f_{cm} = 16,5\text{MPa}$, $E_{cm} = 21,8\text{GPa}$

gęstość betonu płyty / density of slab concrete

$\rho = 2040\text{kg/m}^3$

Charakterystyka zbrojenia/

Characteristics of the reinforcement

Ø6

$A_s = 29,20\text{mm}^2$

$f_{ym} = 640,2\text{MPa}$

$E_s = 199,6\text{GPa}$

Ø10

$A_s = 77,73\text{mm}^2$

$f_{ym} = 570,1\text{MPa}$

$E_s = 193,5\text{GPa}$

Ø12

$A_s = 108,41\text{mm}^2$

$f_{ym} = 619,2\text{MPa}$

$E_s = 205,8\text{GPa}$

Siła niszcząca / Destructive force

$F_{b,exp} = 3250\text{kN}$ (słup dolny / bottom column)

$F_{u,exp} = 3200\text{kN}$ (słup górny / upper column)

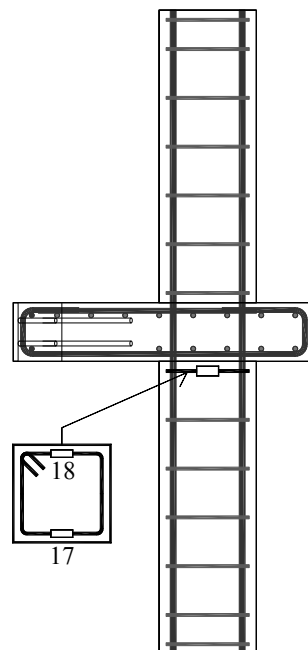
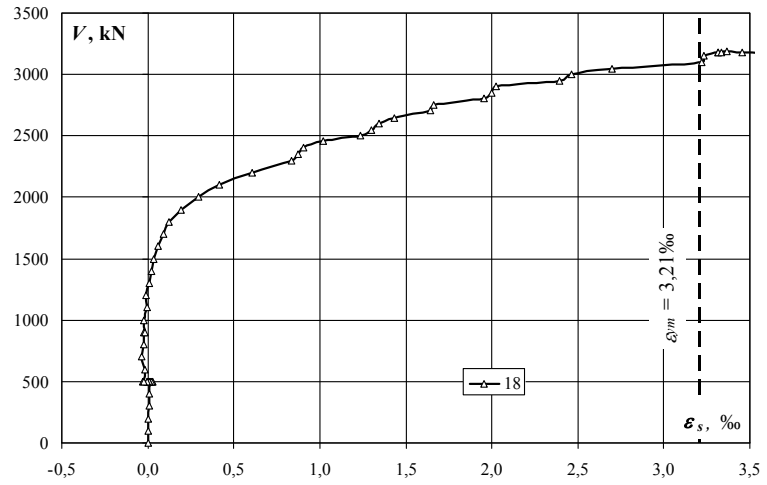
Zbrojenie modelu / Specimen's reinforcement

MK-1.0

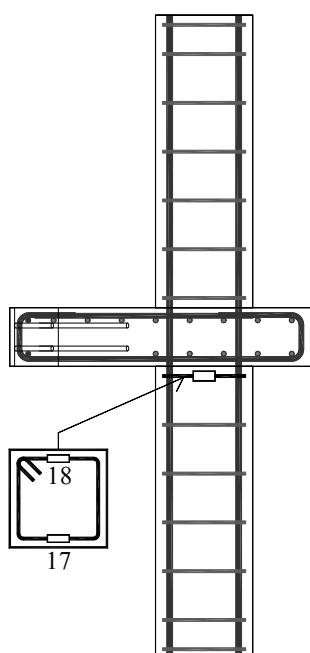
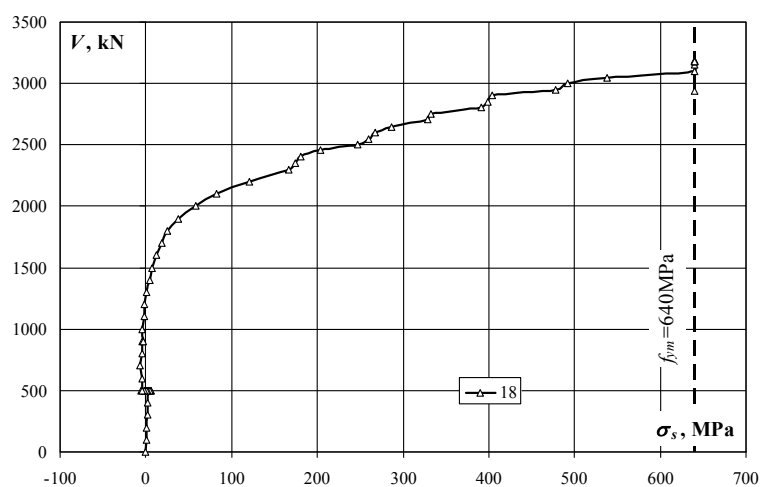
Strzemię dolne – odkształcenia (ε_s) / Bottom stirrup – strains (ε_s)

obciążenie stupa/ column load	obciążenie plyty/ slab load	odkształcenie/ strain		
		17	18	średnia/ average
kN	kN	‰	‰	‰
0	0		0,000	
100	0		0,004	
200	0		0,005	
300	0		0,008	
400	0		0,011	
500	0		0,016	
500	5		0,027	
500	10		0,027	
500	15		0,022	
500	20		0,010	
500	25		0,000	
500	35		-0,006	
500	35		0,006	
500	40		-0,006	
500	45		-0,028	
500	50		-0,024	
600	50		-0,019	
700	30		-0,036	
800	35		-0,022	
900	40		-0,022	
900	45		-0,018	
1000	50		-0,021	
1100	50		-0,006	
1200	50		-0,009	
1300	50		0,007	
1400	50		0,022	
1500	50		0,036	
1600	50		0,060	
1700	50		0,093	
1800	50		0,123	
1900	50		0,192	
2000	50		0,293	
2100	50		0,415	
2200	50		0,606	
2300	50		0,833	
2353	50		0,871	
2401	50		0,908	
2454	50		1,018	
2500	50		1,238	
2550	50		1,302	
2600	50		1,343	
2648	50		1,435	
2706	50		1,646	
2751	50		1,665	
2801	50		1,957	
2854	50		1,997	
2900	50		2,023	
2951	50		2,393	
3000	50		2,464	
3046	50		2,697	
3102	50		3,220	
3152	50		3,234	
3176	50		3,314	
3179	50		3,315	
3182	50		3,334	
3186	50		3,366	
3178	50		3,457	
2938	50		6,877	

tensometr uszkodzony / failure of gauge



Strzemię dolne – naprężenia (σ_s) / Bottom stirrup – stresses (σ_s)



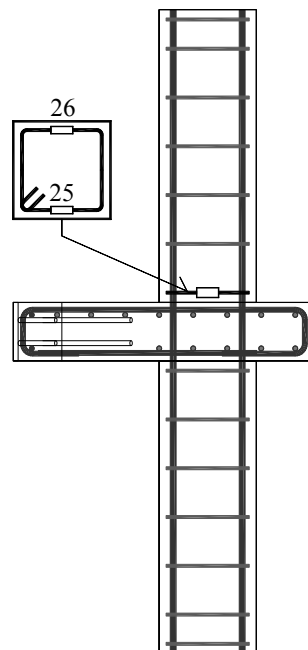
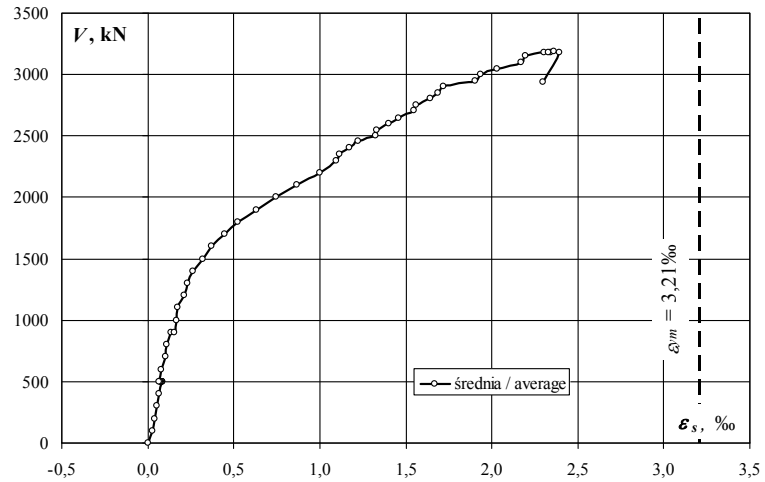
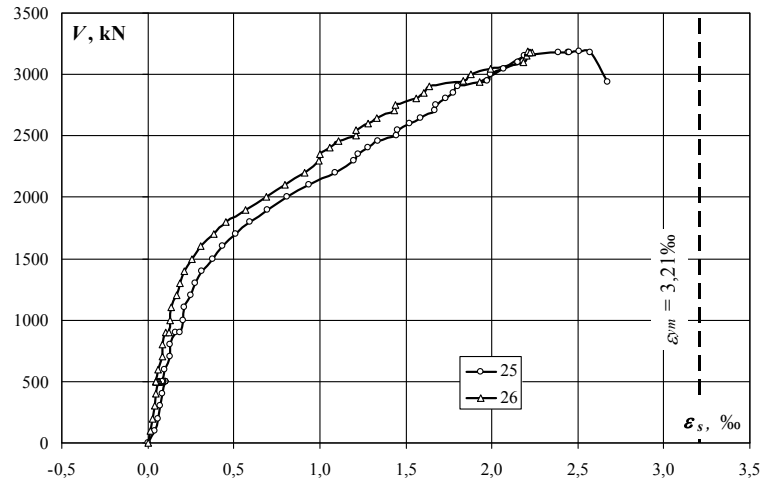
obciążenie słupa/ column load	obciążenie plyty/ slab load	naprężenie/ stress		
		17	18	średnia/ average
kN	kN	MPa	MPa	MPa
0	0		0	
100	0		1	
200	0		1	
300	0		2	
400	0		2	
500	0		3	
500	5		5	
500	10		5	
500	15		4	
500	20		2	
500	25		0	
500	35		-1	
500	35		1	
500	40		-1	
500	45		-6	
500	50		-5	
600	50		-4	
700	30		-7	
800	35		-4	
900	40		-4	
900	45		-4	
1000	50		-4	
1100	50		-1	
1200	50		-2	
1300	50		1	
1400	50		4	
1500	50		7	
1600	50		12	
1700	50		19	
1800	50		25	
1900	50		38	
2000	50		58	
2100	50		83	
2200	50		121	
2300	50		166	
2353	50		174	
2401	50		181	
2454	50		203	
2500	50		247	
2550	50		260	
2600	50		268	
2648	50		286	
2706	50		329	
2751	50		332	
2801	50		391	
2854	50		399	
2900	50		404	
2951	50		478	
3000	50		492	
3046	50		538	
3102	50		640	
3152	50		640	
3176	50		640	
3179	50		640	
3182	50		640	
3186	50		640	
3178	50		640	
2938	50		640	

tensometer uszkodzony / failure of gauge

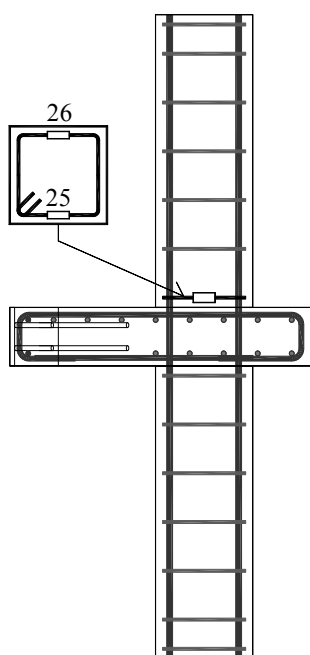
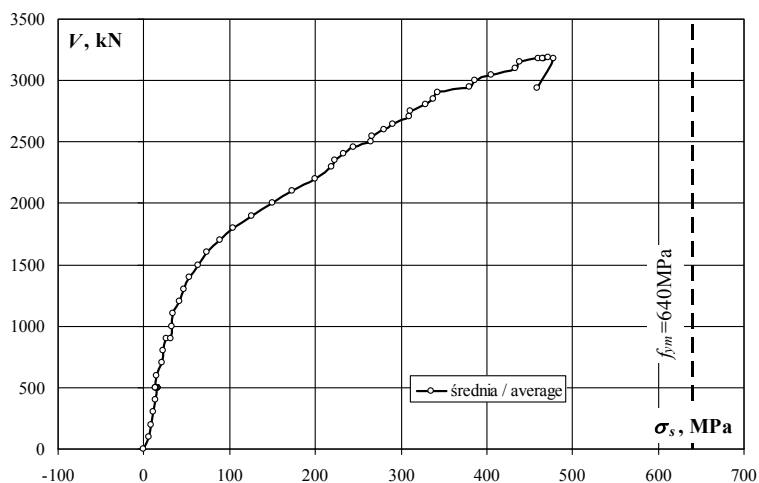
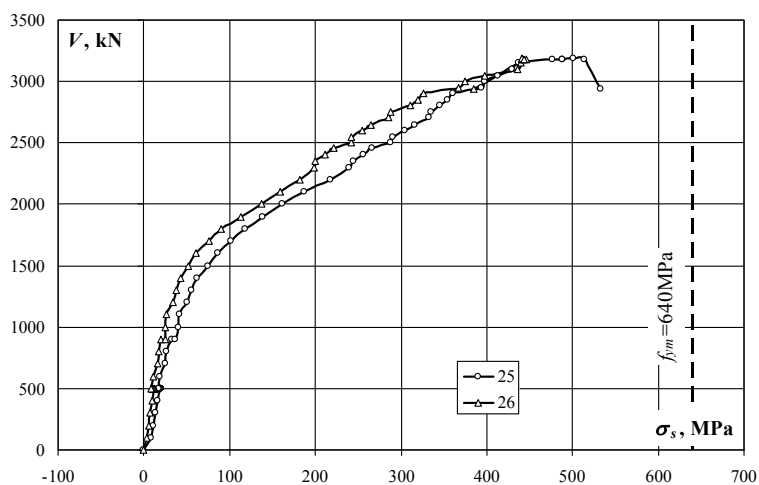
MK-1.0

Strzeżnię górne – odkształcenia (ϵ_s) / Upper stirrup – strains (ϵ_s)

obciążenie stupa/ column load	obciążenie plyty/ slab load	odkształcenie/ strain		
		25	26	średnia/ average
kN	kN	‰	‰	‰
0	0	0,000	0,000	0,000
100	0	0,040	0,018	0,029
200	0	0,057	0,028	0,043
300	0	0,071	0,038	0,055
400	0	0,083	0,049	0,066
500	0	0,096	0,058	0,077
500	5	0,098	0,061	0,080
500	10	0,100	0,062	0,081
500	15	0,103	0,063	0,083
500	20	0,102	0,064	0,083
500	25	0,102	0,064	0,083
500	35	0,102	0,064	0,083
500	35	0,094	0,059	0,077
500	40	0,092	0,056	0,074
500	45	0,090	0,049	0,070
500	50	0,087	0,044	0,066
600	50	0,096	0,057	0,077
700	30	0,127	0,083	0,105
800	35	0,132	0,088	0,110
900	40	0,164	0,103	0,134
900	45	0,186	0,123	0,155
1000	50	0,203	0,128	0,166
1100	50	0,211	0,134	0,173
1200	50	0,253	0,168	0,211
1300	50	0,279	0,188	0,234
1400	50	0,314	0,213	0,264
1500	50	0,377	0,259	0,318
1600	50	0,432	0,306	0,369
1700	50	0,510	0,381	0,446
1800	50	0,595	0,454	0,525
1900	50	0,695	0,567	0,631
2000	50	0,810	0,688	0,749
2100	50	0,939	0,795	0,867
2200	50	1,091	0,912	1,002
2300	50	1,199	0,993	1,096
2353	50	1,225	1,003	1,114
2401	50	1,283	1,058	1,171
2454	50	1,335	1,111	1,223
2500	50	1,443	1,210	1,327
2550	50	1,454	1,211	1,333
2600	50	1,524	1,279	1,402
2648	50	1,584	1,330	1,457
2706	50	1,666	1,431	1,549
2751	50	1,677	1,441	1,559
2801	50	1,732	1,558	1,645
2854	50	1,775	1,604	1,690
2900	50	1,805	1,635	1,720
2951	50	1,974	1,836	1,905
3000	50	1,992	1,877	1,935
3046	50	2,069	1,993	2,031
3102	50	2,155	2,186	2,171
3152	50	2,188	2,204	2,196
3176	50	2,388	2,218	2,303
3179	50	2,443	2,237	2,340
3182	50	2,449	2,208	2,329
3186	50	2,511	2,210	2,361
3178	50	2,571	2,220	2,396
2938	50	2,671	1,928	2,300



Strzemię górne – naprężenia (σ_s) / Upper stirrup – stresses (σ_s)

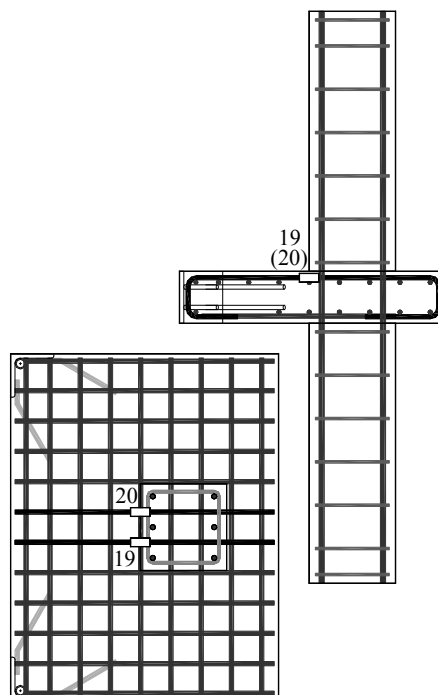
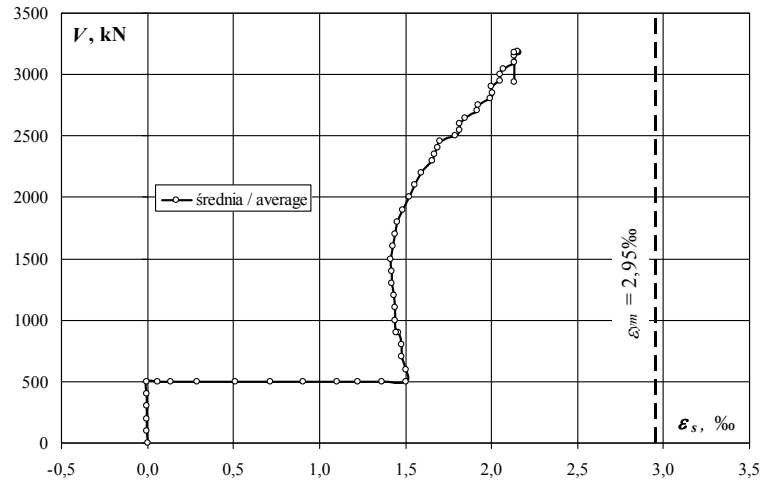
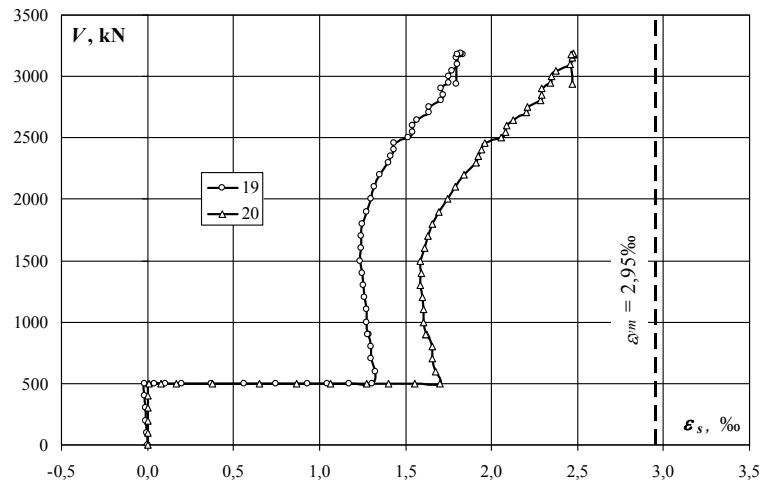


obciążenie słupa/ column load	obciążenie płyty/ slab load	naprężenie/ stress		
		25	26	średnia/ average
kN	kN	MPa	MPa	MPa
0	0	0	0	0
100	0	8	4	6
200	0	11	6	8
300	0	14	8	11
400	0	17	10	13
500	0	19	12	15
500	5	20	12	16
500	10	20	12	16
500	15	21	13	17
500	20	20	13	17
500	25	20	13	17
500	35	20	13	17
500	35	19	12	15
500	40	18	11	15
500	45	18	10	14
500	50	17	9	13
600	50	19	11	15
700	30	25	17	21
800	35	26	18	22
900	40	33	21	27
900	45	37	25	31
1000	50	41	26	33
1100	50	42	27	34
1200	50	50	34	42
1300	50	56	38	47
1400	50	63	43	53
1500	50	75	52	63
1600	50	86	61	74
1700	50	102	76	89
1800	50	119	91	105
1900	50	139	113	126
2000	50	162	137	150
2100	50	187	159	173
2200	50	218	182	200
2300	50	239	198	219
2353	50	245	200	222
2401	50	256	211	234
2454	50	266	222	244
2500	50	288	242	265
2550	50	290	242	266
2600	50	304	255	280
2648	50	316	265	291
2706	50	333	286	309
2751	50	335	288	311
2801	50	346	311	328
2854	50	354	320	337
2900	50	360	326	343
2951	50	394	366	380
3000	50	398	375	386
3046	50	413	398	405
3102	50	430	436	433
3152	50	437	440	438
3176	50	477	443	460
3179	50	488	447	467
3182	50	489	441	465
3186	50	501	441	471
3178	50	513	443	478
2938	50	533	385	459

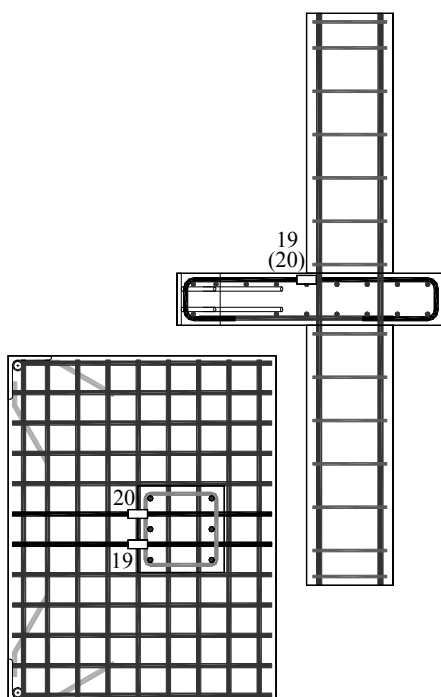
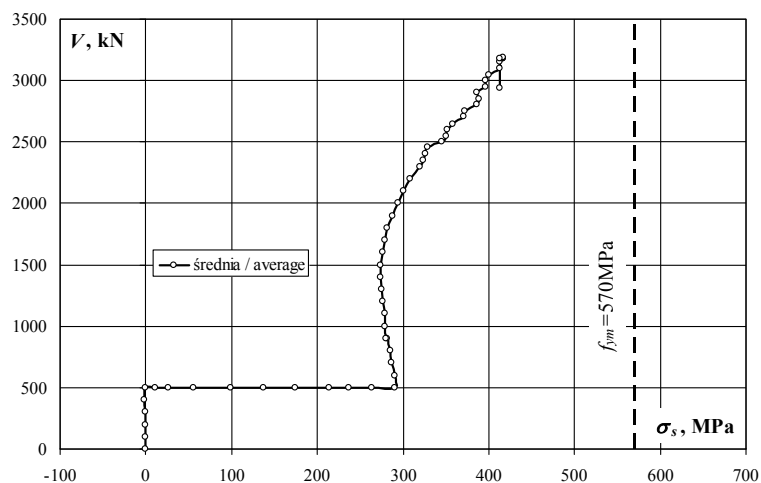
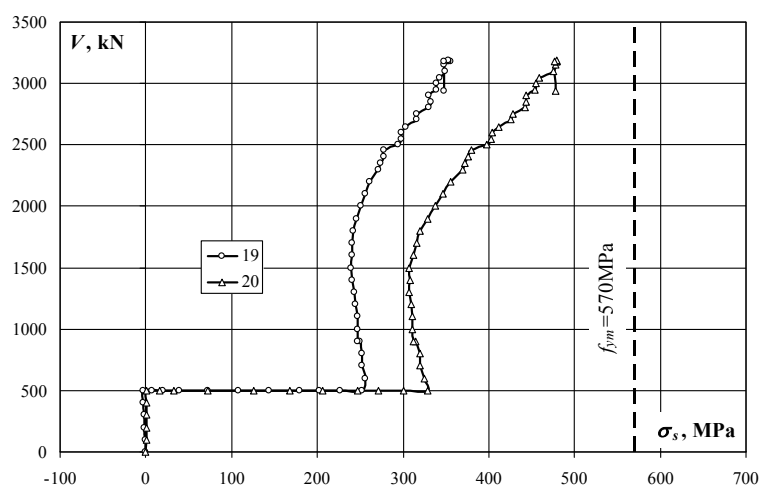
MK-1.0

Zbrojenie podłużne płyty – odkształcenia (ε_s) / Slab reinforcement – strains (ε_s)

obciążenie stupa/ column load	obciążenie płyty/ slab load	odkształcenie/ strain		
		19	20	średnia/ average
kN	kN	‰	‰	‰
0	0	0,000	0,000	0,000
100	0	-0,004	0,002	-0,001
200	0	-0,009	0,001	-0,004
300	0	-0,012	0,003	-0,005
400	0	-0,015	0,003	-0,006
500	0	-0,016	0,007	-0,005
500	5	0,039	0,081	0,060
500	10	0,102	0,167	0,135
500	15	0,200	0,376	0,288
500	20	0,372	0,651	0,512
500	25	0,560	0,865	0,713
500	35	0,744	1,063	0,904
500	35	0,930	1,276	1,103
500	40	1,044	1,403	1,224
500	45	1,171	1,551	1,361
500	50	1,305	1,699	1,502
600	50	1,324	1,678	1,501
700	30	1,302	1,655	1,479
800	35	1,301	1,653	1,477
900	40	1,288	1,627	1,458
900	45	1,279	1,615	1,447
1000	50	1,276	1,607	1,442
1100	50	1,277	1,607	1,442
1200	50	1,263	1,599	1,431
1300	50	1,257	1,589	1,423
1400	50	1,247	1,590	1,419
1500	50	1,236	1,589	1,413
1600	50	1,241	1,614	1,428
1700	50	1,245	1,633	1,439
1800	50	1,251	1,654	1,453
1900	50	1,272	1,697	1,485
2000	50	1,299	1,743	1,521
2100	50	1,321	1,790	1,556
2200	50	1,348	1,840	1,594
2300	50	1,403	1,908	1,656
2353	50	1,415	1,926	1,671
2401	50	1,432	1,940	1,686
2454	50	1,435	1,962	1,699
2500	50	1,518	2,056	1,787
2550	50	1,542	2,083	1,813
2600	50	1,541	2,091	1,816
2648	50	1,568	2,128	1,848
2706	50	1,636	2,200	1,918
2751	50	1,635	2,211	1,923
2801	50	1,704	2,288	1,996
2854	50	1,719	2,292	2,006
2900	50	1,704	2,290	1,997
2951	50	1,752	2,344	2,048
3000	50	1,753	2,350	2,052
3046	50	1,769	2,372	2,071
3102	50	1,803	2,459	2,131
3152	50	1,798	2,471	2,135
3176	50	1,835	2,476	2,156
3179	50	1,822	2,479	2,151
3182	50	1,821	2,479	2,150
3186	50	1,824	2,477	2,151
3178	50	1,800	2,465	2,133
2938	50	1,795	2,467	2,131



Zbrojenie podłużne płyty – naprężenia (σ_s) / Slab reinforcement – stresses (σ_s)

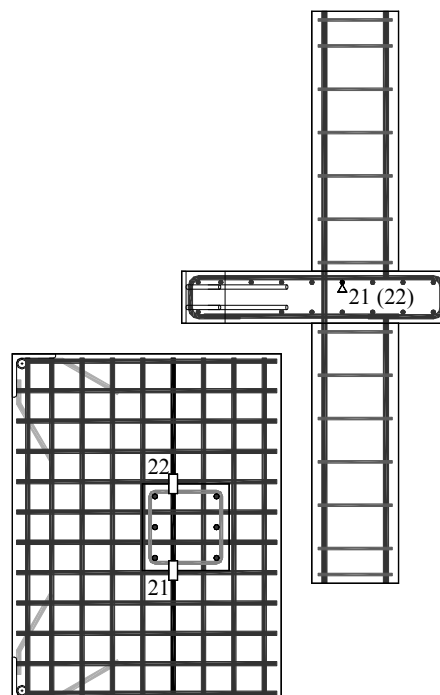
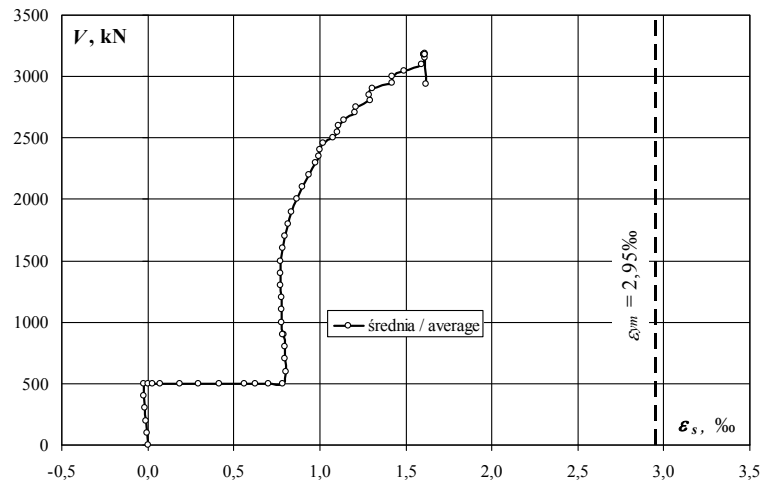
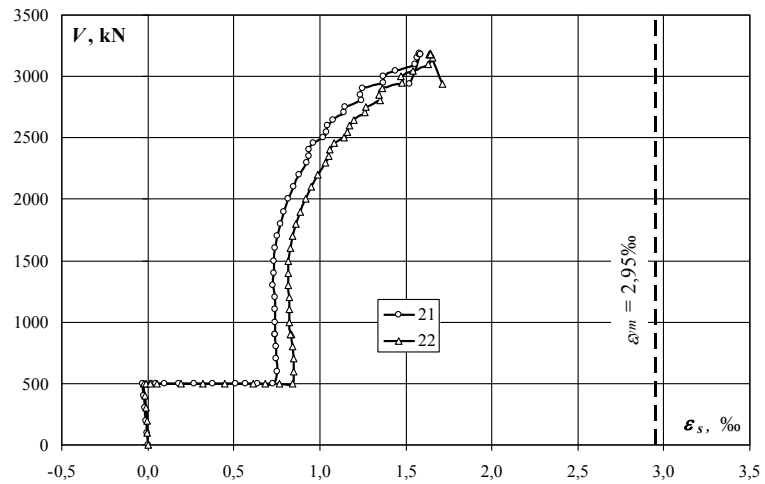


obciążenie słupa/ column load	obciążenie płyty/ slab load	naprężenie/ stress		
		19	20	średnia/ average
kN	kN	MPa	MPa	MPa
0	0	0	0	0
100	0	-1	0	0
200	0	-2	0	-1
300	0	-2	1	-1
400	0	-3	1	-1
500	0	-3	1	-1
500	5	8	16	12
500	10	20	32	26
500	15	39	73	56
500	20	72	126	99
500	25	108	167	138
500	35	144	206	175
500	35	180	247	213
500	40	202	271	237
500	45	227	300	263
500	50	253	329	291
600	50	256	325	290
700	30	252	320	286
800	35	252	320	286
900	40	249	315	282
900	45	247	313	280
1000	50	247	311	279
1100	50	247	311	279
1200	50	244	309	277
1300	50	243	307	275
1400	50	241	308	274
1500	50	239	307	273
1600	50	240	312	276
1700	50	241	316	278
1800	50	242	320	281
1900	50	246	328	287
2000	50	251	337	294
2100	50	256	346	301
2200	50	261	356	308
2300	50	271	369	320
2353	50	274	373	323
2401	50	277	375	326
2454	50	278	380	329
2500	50	294	398	346
2550	50	298	403	351
2600	50	298	405	351
2648	50	303	412	358
2706	50	317	426	371
2751	50	316	428	372
2801	50	330	443	386
2854	50	333	444	388
2900	50	330	443	386
2951	50	339	454	396
3000	50	339	455	397
3046	50	342	459	401
3102	50	349	476	412
3152	50	348	478	413
3176	50	355	479	417
3179	50	353	480	416
3182	50	352	480	416
3186	50	353	479	416
3178	50	348	477	413
2938	50	347	477	412

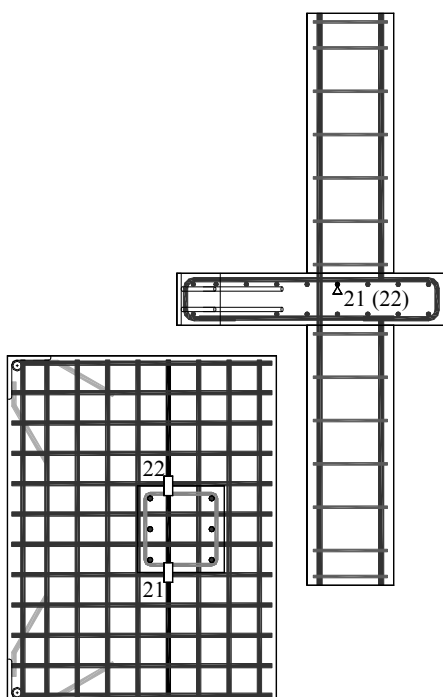
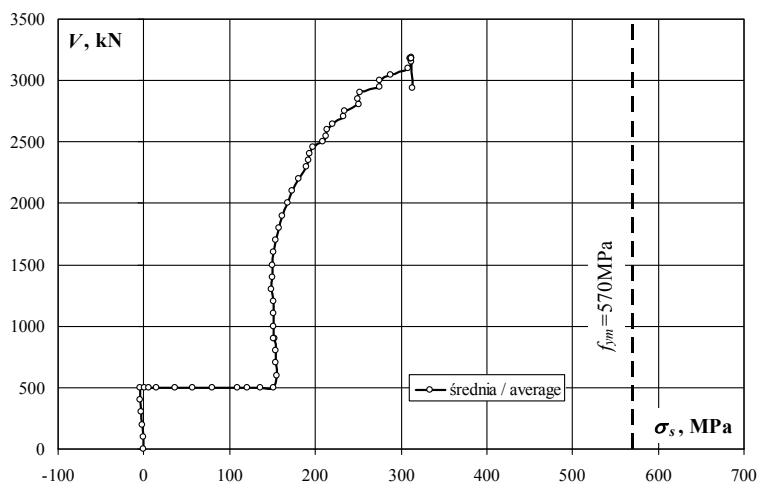
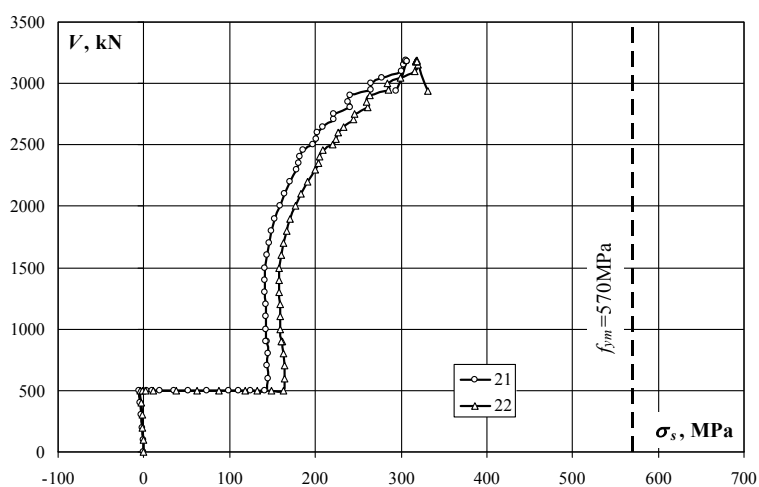
MK-1.0

Zbrojenie podłużne płyty – odkształcenia (ε_s) / Slab reinforcement – strains (ε_s)

obciążenie stupa/ column load	obciążenie płyty/ slab load	odkształcenie/ strain		
		21	22	średnia/ average
kN	kN	‰	‰	‰
0	0	0,000	0,000	0,000
100	0	-0,003	-0,002	-0,003
200	0	-0,011	-0,007	-0,009
300	0	-0,018	-0,012	-0,015
400	0	-0,023	-0,017	-0,020
500	0	-0,028	-0,021	-0,025
500	5	0,020	-0,009	0,006
500	10	0,047	0,013	0,030
500	15	0,096	0,055	0,076
500	20	0,179	0,193	0,186
500	25	0,271	0,322	0,297
500	35	0,379	0,450	0,415
500	35	0,513	0,610	0,562
500	40	0,569	0,684	0,627
500	45	0,641	0,766	0,704
500	50	0,729	0,841	0,785
600	50	0,751	0,850	0,801
700	30	0,745	0,846	0,796
800	35	0,747	0,843	0,795
900	40	0,741	0,837	0,789
900	45	0,738	0,829	0,784
1000	50	0,737	0,825	0,781
1100	50	0,737	0,823	0,780
1200	50	0,737	0,823	0,780
1300	50	0,730	0,814	0,772
1400	50	0,731	0,815	0,773
1500	50	0,732	0,815	0,774
1600	50	0,742	0,826	0,784
1700	50	0,754	0,840	0,797
1800	50	0,769	0,859	0,814
1900	50	0,789	0,884	0,837
2000	50	0,819	0,916	0,868
2100	50	0,847	0,948	0,898
2200	50	0,880	0,989	0,935
2300	50	0,922	1,032	0,977
2353	50	0,937	1,051	0,994
2401	50	0,940	1,056	0,998
2454	50	0,961	1,082	1,022
2500	50	1,017	1,139	1,078
2550	50	1,038	1,161	1,100
2600	50	1,043	1,174	1,109
2648	50	1,076	1,201	1,139
2706	50	1,142	1,262	1,202
2751	50	1,146	1,270	1,208
2801	50	1,242	1,350	1,296
2854	50	1,233	1,345	1,289
2900	50	1,246	1,362	1,304
2951	50	1,369	1,475	1,422
3000	50	1,372	1,470	1,421
3046	50	1,438	1,544	1,491
3102	50	1,551	1,632	1,592
3152	50	1,568	1,653	1,611
3176	50	1,577	1,639	1,608
3179	50	1,577	1,637	1,607
3182	50	1,584	1,641	1,613
3186	50	1,581	1,645	1,613
3178	50	1,585	1,643	1,614
2938	50	1,524	1,714	1,619



Zbrojenie podłużne płyty – naprężenia (σ_s) / Slab reinforcement – stresses (σ_s)

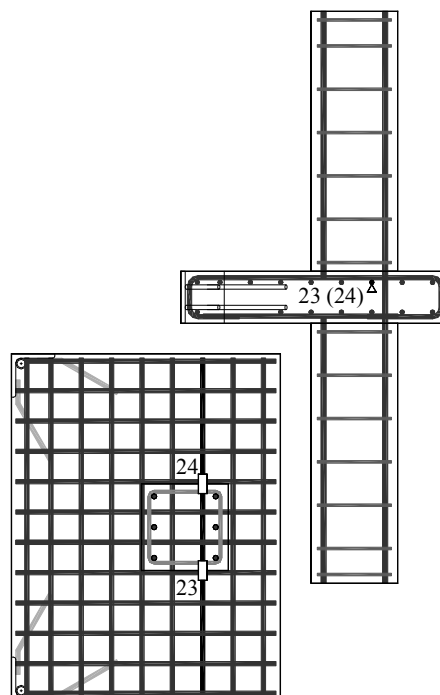
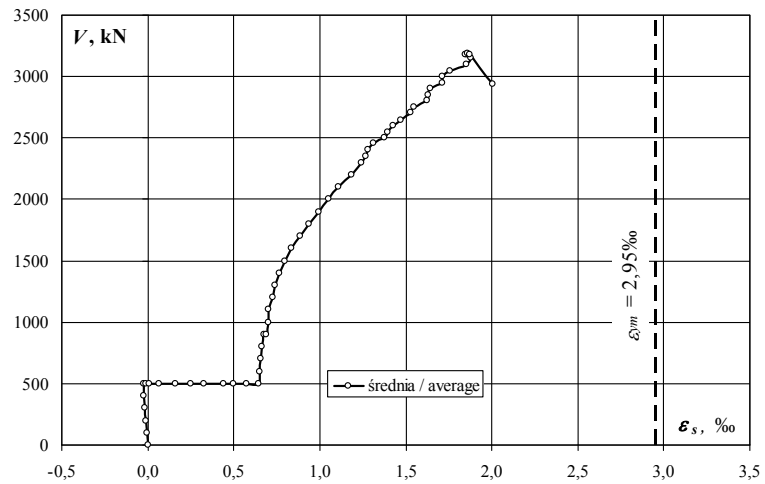
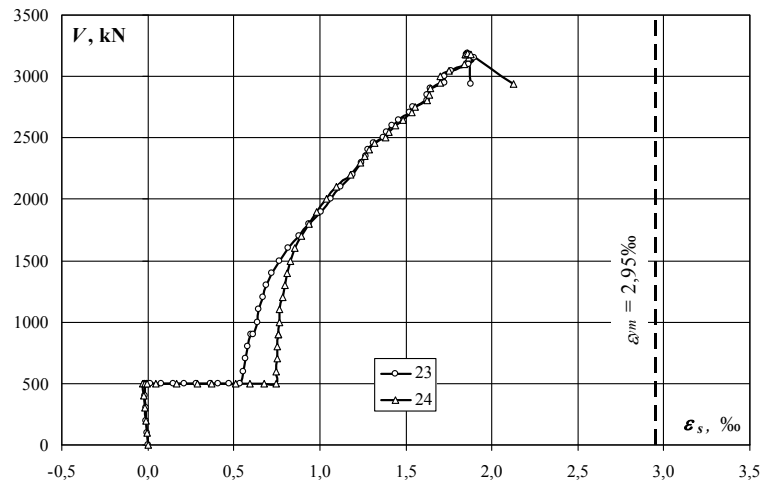


obciążenie słupa/ column load	obciążenie płyty/ slab load	naprężenie/ stress		
		21	22	średnia/ average
kN	kN	MPa	MPa	MPa
0	0	0	0	0
100	0	-1	0	0
200	0	-2	-1	-2
300	0	-3	-2	-3
400	0	-4	-3	-4
500	0	-5	-4	-5
500	5	4	-2	1
500	10	9	3	6
500	15	19	11	15
500	20	35	37	36
500	25	52	62	57
500	35	73	87	80
500	35	99	118	109
500	40	110	132	121
500	45	124	148	136
500	50	141	163	152
600	50	145	164	155
700	30	144	164	154
800	35	145	163	154
900	40	143	162	153
900	45	143	160	152
1000	50	143	160	151
1100	50	143	159	151
1200	50	143	159	151
1300	50	141	158	149
1400	50	141	158	150
1500	50	142	158	150
1600	50	144	160	152
1700	50	146	163	154
1800	50	149	166	158
1900	50	153	171	162
2000	50	158	177	168
2100	50	164	183	174
2200	50	170	191	181
2300	50	178	200	189
2353	50	181	203	192
2401	50	182	204	193
2454	50	186	209	198
2500	50	197	220	209
2550	50	201	225	213
2600	50	202	227	214
2648	50	208	232	220
2706	50	221	244	233
2751	50	222	246	234
2801	50	240	261	251
2854	50	239	260	249
2900	50	241	264	252
2951	50	265	285	275
3000	50	265	284	275
3046	50	278	299	289
3102	50	300	316	308
3152	50	303	320	312
3176	50	305	317	311
3179	50	305	317	311
3182	50	307	318	312
3186	50	306	318	312
3178	50	307	318	312
2938	50	295	332	313

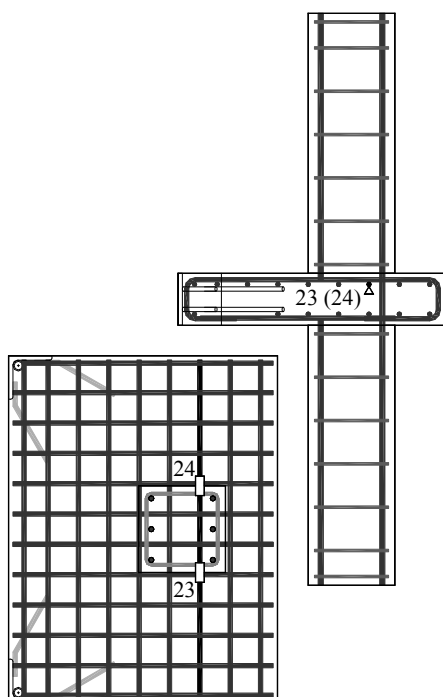
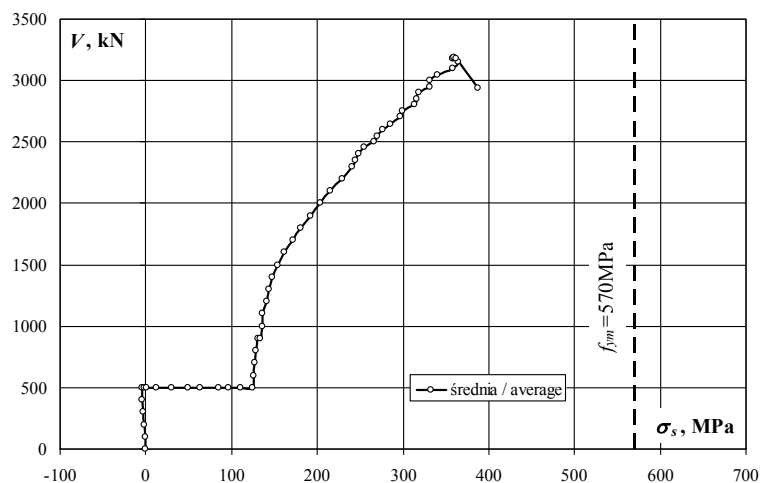
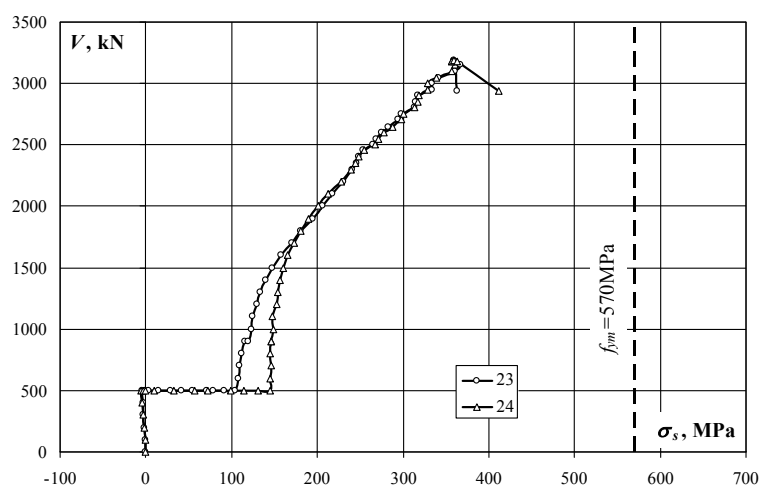
MK-1.0

Zbrojenie podłużne płyty – odkształcenia (ε_s) / Slab reinforcement – strains (ε_s)

obciążenie stupa/ column load	obciążenie płyty/ slab load	odkształcenie/ strain		
		23	24	średnia/ average
kN	kN	‰	‰	‰
0	0	0,000	0,000	0,000
100	0	-0,004	-0,005	-0,005
200	0	-0,009	-0,012	-0,011
300	0	-0,013	-0,018	-0,016
400	0	-0,017	-0,023	-0,020
500	0	-0,019	-0,028	-0,024
500	5	-0,005	-0,015	-0,010
500	10	0,016	-0,003	0,007
500	15	0,079	0,049	0,064
500	20	0,150	0,168	0,159
500	25	0,212	0,291	0,252
500	35	0,282	0,372	0,327
500	35	0,368	0,513	0,441
500	40	0,408	0,592	0,500
500	45	0,473	0,674	0,574
500	50	0,537	0,749	0,643
600	50	0,557	0,747	0,652
700	30	0,566	0,754	0,660
800	35	0,579	0,751	0,665
900	40	0,598	0,758	0,678
900	45	0,616	0,759	0,688
1000	50	0,639	0,766	0,703
1100	50	0,643	0,765	0,704
1200	50	0,667	0,786	0,727
1300	50	0,687	0,796	0,742
1400	50	0,723	0,808	0,766
1500	50	0,765	0,828	0,797
1600	50	0,817	0,854	0,836
1700	50	0,882	0,892	0,887
1800	50	0,936	0,937	0,937
1900	50	1,004	0,981	0,993
2000	50	1,066	1,039	1,053
2100	50	1,124	1,099	1,112
2200	50	1,191	1,176	1,184
2300	50	1,244	1,238	1,241
2353	50	1,269	1,262	1,266
2401	50	1,281	1,286	1,284
2454	50	1,311	1,317	1,314
2500	50	1,368	1,382	1,375
2550	50	1,386	1,401	1,394
2600	50	1,421	1,438	1,430
2648	50	1,460	1,486	1,473
2706	50	1,524	1,538	1,531
2751	50	1,541	1,553	1,547
2801	50	1,621	1,621	1,621
2854	50	1,625	1,638	1,632
2900	50	1,642	1,645	1,644
2951	50	1,727	1,701	1,714
3000	50	1,725	1,702	1,714
3046	50	1,767	1,750	1,759
3102	50	1,865	1,841	1,853
3152	50	1,895	1,866	1,881
3176	50	1,862	1,845	1,854
3179	50	1,860	1,855	1,858
3182	50	1,855	1,844	1,850
3186	50	1,859	1,859	1,859
3178	50	1,865	1,876	1,871
2938	50	1,880	2,126	2,003



Zbrojenie podłużne płyty – naprężenia (σ_s) / Slab reinforcement – stresses (σ_s)

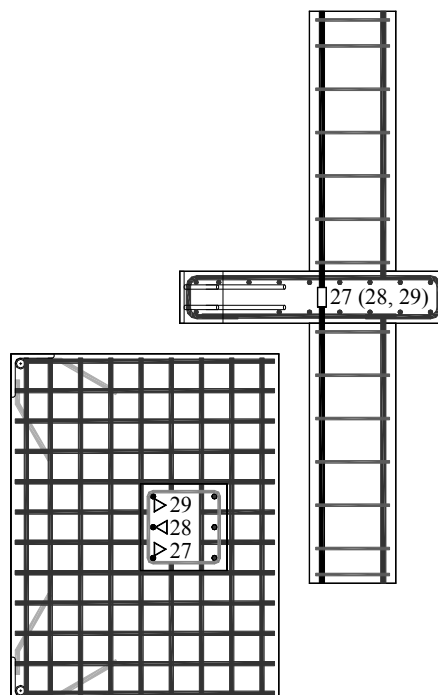
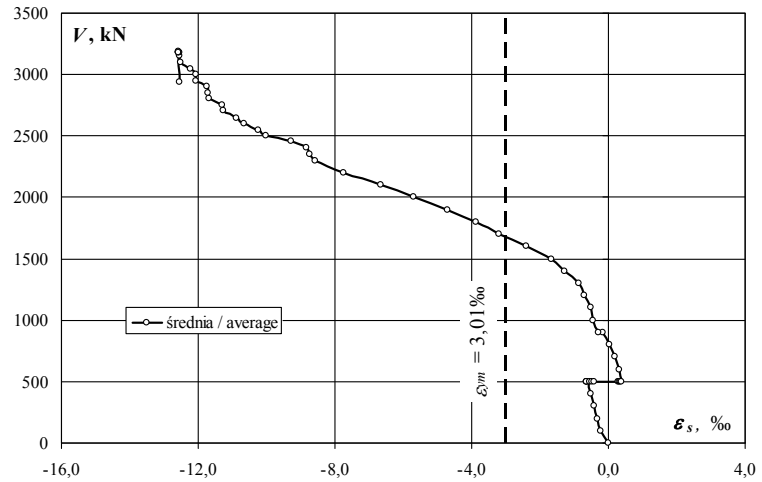
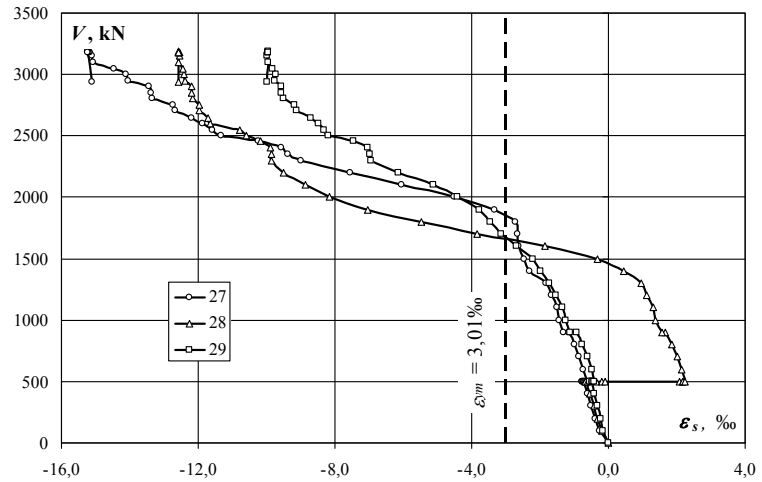


obciążenie słupa/ column load	obciążenie płyty/ slab load	naprężenie/ stress		
		23	24	średnia/ average
kN	kN	MPa	MPa	MPa
0	0	0	0	0
100	0	-1	-1	-1
200	0	-2	-2	-2
300	0	-3	-3	-3
400	0	-3	-4	-4
500	0	-4	-5	-5
500	5	-1	-3	-2
500	10	3	-1	1
500	15	15	9	12
500	20	29	33	31
500	25	41	56	49
500	35	55	72	63
500	35	71	99	85
500	40	79	115	97
500	45	92	130	111
500	50	104	145	124
600	50	108	145	126
700	30	110	146	128
800	35	112	145	129
900	40	116	147	131
900	45	119	147	133
1000	50	124	148	136
1100	50	124	148	136
1200	50	129	152	141
1300	50	133	154	143
1400	50	140	156	148
1500	50	148	160	154
1600	50	158	165	162
1700	50	171	173	172
1800	50	181	181	181
1900	50	194	190	192
2000	50	206	201	204
2100	50	217	213	215
2200	50	230	228	229
2300	50	241	240	240
2353	50	246	244	245
2401	50	248	249	248
2454	50	254	255	254
2500	50	265	267	266
2550	50	268	271	270
2600	50	275	278	277
2648	50	283	288	285
2706	50	295	298	296
2751	50	298	301	299
2801	50	314	314	314
2854	50	314	317	316
2900	50	318	318	318
2951	50	334	329	332
3000	50	334	329	332
3046	50	342	339	340
3102	50	361	356	359
3152	50	367	361	364
3176	50	360	357	359
3179	50	360	359	359
3182	50	359	357	358
3186	50	360	360	360
3178	50	361	363	362
2938	50	364	411	388

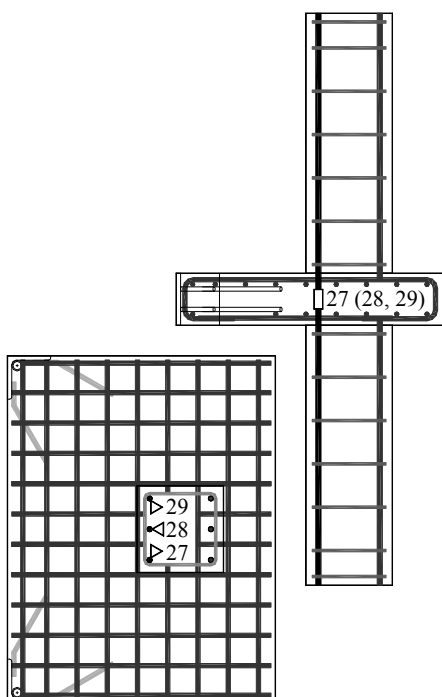
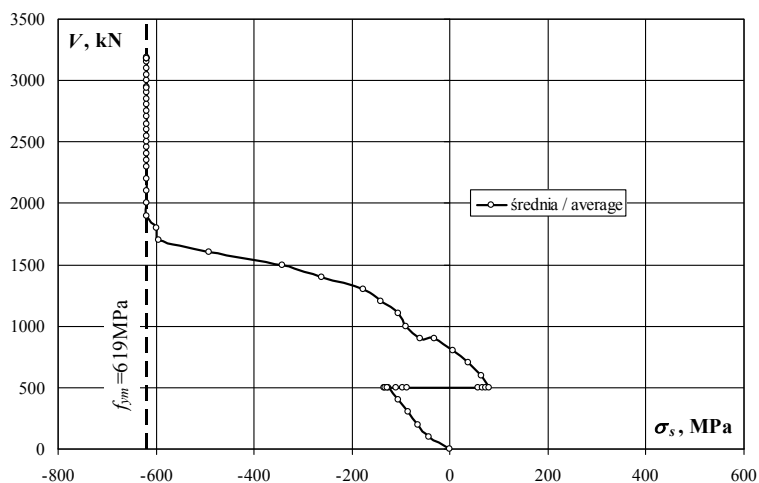
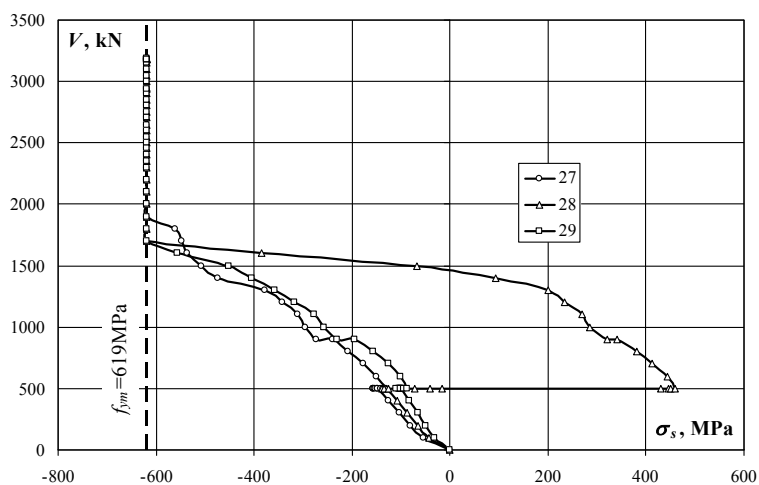
MK-1.0

Zbrojenie podłużne słupa – odkształcenia (ϵ_s) / Column reinforcement – strains (ϵ_s)

obciążenie słupa/ column load	obciążenie płyty/ slab load	odkształcenie/ strain			
		27	28	29	średnia/ average
kN	kN	‰	‰	‰	‰
0	0	0,000	0,000	0,000	0,000
100	0	-0,267	-0,207	-0,158	-0,211
200	0	-0,390	-0,323	-0,240	-0,318
300	0	-0,499	-0,427	-0,321	-0,416
400	0	-0,606	-0,529	-0,401	-0,512
500	0	-0,721	-0,635	-0,485	-0,614
500	5	-0,767	-0,678	-0,509	-0,651
500	10	-0,767	-0,659	-0,504	-0,643
500	15	-0,763	-0,608	-0,505	-0,625
500	20	-0,749	-0,345	-0,496	-0,530
500	25	-0,736	-0,196	-0,490	-0,474
500	35	-0,717	-0,082	-0,477	-0,425
500	35	-0,720	2,095	-0,533	0,281
500	40	-0,689	2,165	-0,496	0,327
500	45	-0,660	2,186	-0,461	0,355
500	50	-0,628	2,231	-0,425	0,393
600	50	-0,725	2,158	-0,495	0,313
700	30	-0,855	2,008	-0,608	0,182
800	35	-1,007	1,853	-0,761	0,028
900	40	-1,167	1,655	-0,942	-0,151
900	45	-1,327	1,562	-1,119	-0,295
1000	50	-1,434	1,382	-1,256	-0,436
1100	50	-1,516	1,315	-1,344	-0,515
1200	50	-1,666	1,131	-1,540	-0,692
1300	50	-1,832	0,975	-1,737	-0,865
1400	50	-2,300	0,452	-1,971	-1,273
1500	50	-2,470	-0,325	-2,197	-1,664
1600	50	-2,609	-1,869	-2,702	-2,393
1700	50	-2,660	-3,826	-3,142	-3,209
1800	50	-2,731	-5,475	-3,444	-3,883
1900	50	-3,328	-7,047	-3,770	-4,715
2000	50	-4,520	-8,164	-4,425	-5,703
2100	50	-6,046	-8,855	-5,110	-6,670
2200	50	-7,558	-9,495	-6,141	-7,731
2300	50	-8,981	-9,844	-6,938	-8,588
2353	50	-9,388	-9,864	-6,984	-8,745
2401	50	-9,562	-9,904	-7,050	-8,839
2454	50	-10,246	-10,170	-7,457	-9,291
2500	50	-11,325	-10,582	-8,179	-10,029
2550	50	-11,582	-10,789	-8,307	-10,226
2600	50	-11,861	-11,658	-8,494	-10,671
2648	50	-12,186	-11,698	-8,719	-10,868
2706	50	-12,671	-11,960	-9,121	-11,251
2751	50	-12,722	-11,961	-9,174	-11,286
2801	50	-13,352	-12,170	-9,500	-11,674
2854	50	-13,384	-12,185	-9,568	-11,712
2900	50	-13,456	-12,202	-9,563	-11,740
2951	50	-14,063	-12,389	-9,770	-12,074
3000	50	-14,111	-12,400	-9,722	-12,078
3046	50	-14,456	-12,442	-9,813	-12,237
3102	50	-15,071	-12,570	-9,941	-12,527
3152	50	-15,114	-12,555	-9,970	-12,546
3176	50	-15,180	-12,541	-9,954	-12,558
3179	50	-15,179	-12,572	-9,948	-12,566
3182	50	-15,209	-12,568	-9,939	-12,572
3186	50	-15,232	-12,575	-9,944	-12,584
3178	50	-15,228	-12,577	-9,939	-12,581
2938	50	-15,114	-12,570	-9,990	-12,558



Zbrojenie podłużne słupa – naprężenia (σ_s) / Column reinforcement – stresses (σ_s)

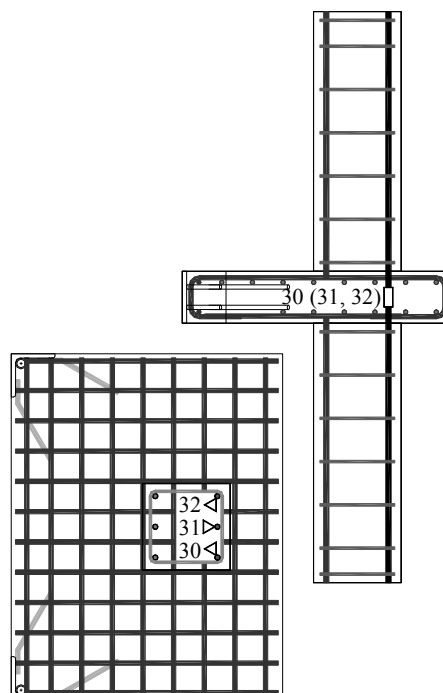
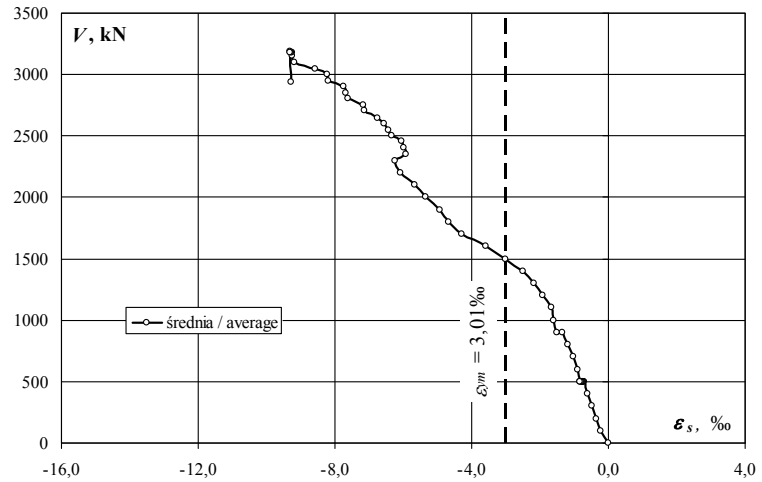
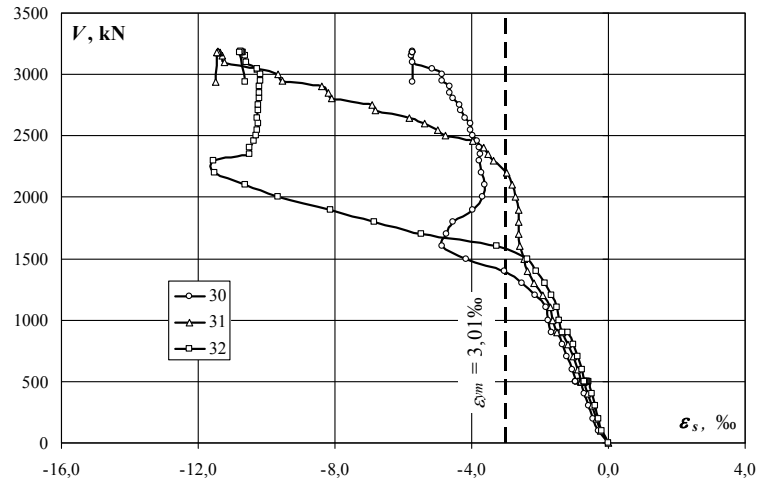


obciążenie słupa / column load	obciążenie płyty / slab load	naprężenie / stress			
		27	28	29	średnia / average
kN	kN	MPa	MPa	MPa	MPa
0	0	0	0	0	0
100	0	-55	-43	-33	-43
200	0	-80	-66	-49	-65
300	0	-103	-88	-66	-86
400	0	-125	-109	-83	-105
500	0	-148	-131	-100	-126
500	5	-158	-140	-105	-134
500	10	-158	-136	-104	-132
500	15	-157	-125	-104	-129
500	20	-154	-71	-102	-109
500	25	-151	-40	-101	-98
500	35	-148	-17	-98	-88
500	35	-148	431	-110	58
500	40	-142	446	-102	67
500	45	-136	450	-95	73
500	50	-129	459	-87	81
600	50	-149	444	-102	64
700	30	-176	413	-125	37
800	35	-207	381	-157	6
900	40	-240	341	-194	-31
900	45	-273	321	-230	-61
1000	50	-295	284	-258	-90
1100	50	-312	271	-277	-106
1200	50	-343	233	-317	-142
1300	50	-377	201	-357	-178
1400	50	-473	93	-406	-262
1500	50	-508	-67	-452	-342
1600	50	-537	-385	-556	-493
1700	50	-547	-619	-619	-595
1800	50	-562	-619	-619	-600
1900	50	-619	-619	-619	-619
2000	50	-619	-619	-619	-619
2100	50	-619	-619	-619	-619
2200	50	-619	-619	-619	-619
2300	50	-619	-619	-619	-619
2353	50	-619	-619	-619	-619
2401	50	-619	-619	-619	-619
2454	50	-619	-619	-619	-619
2500	50	-619	-619	-619	-619
2550	50	-619	-619	-619	-619
2600	50	-619	-619	-619	-619
2648	50	-619	-619	-619	-619
2706	50	-619	-619	-619	-619
2751	50	-619	-619	-619	-619
2801	50	-619	-619	-619	-619
2854	50	-619	-619	-619	-619
2900	50	-619	-619	-619	-619
2951	50	-619	-619	-619	-619
3000	50	-619	-619	-619	-619
3046	50	-619	-619	-619	-619
3102	50	-619	-619	-619	-619
3152	50	-619	-619	-619	-619
3176	50	-619	-619	-619	-619
3179	50	-619	-619	-619	-619
3182	50	-619	-619	-619	-619
3186	50	-619	-619	-619	-619
3178	50	-619	-619	-619	-619
2938	50	-619	-619	-619	-619

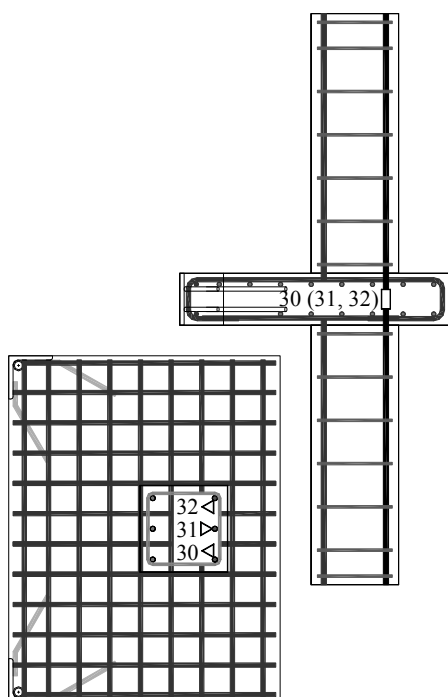
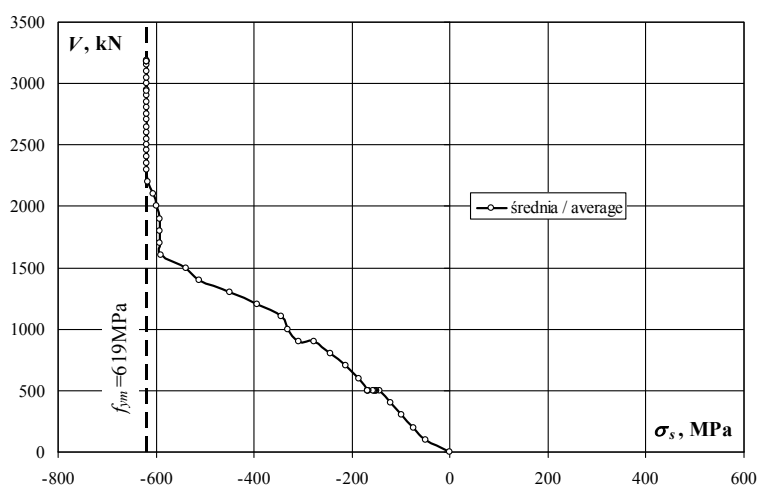
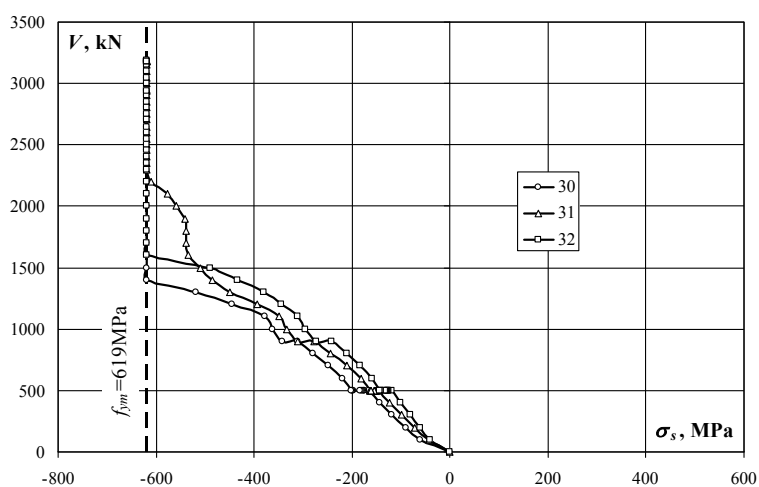
MK-1.0

Zbrojenie podłużne słupa – odkształcenia (ϵ_s) / Column reinforcement – strains (ϵ_s)

obciążenie słupa/ column load	obciążenie płyty/ slab load	odkształcenie/ strain			
		30	31	32	średnia/ average
kN	kN	‰	‰	‰	‰
0	0	0,000	0,000	0,000	0,000
100	0	-0,301	-0,213	-0,200	-0,238
200	0	-0,440	-0,352	-0,300	-0,364
300	0	-0,575	-0,477	-0,396	-0,483
400	0	-0,693	-0,597	-0,492	-0,594
500	0	-0,805	-0,704	-0,578	-0,696
500	5	-0,844	-0,729	-0,609	-0,727
500	10	-0,849	-0,733	-0,612	-0,731
500	15	-0,863	-0,738	-0,620	-0,740
500	20	-0,875	-0,743	-0,625	-0,748
500	25	-0,887	-0,747	-0,635	-0,756
500	35	-0,895	-0,751	-0,642	-0,763
500	35	-0,958	-0,790	-0,686	-0,811
500	40	-0,964	-0,794	-0,691	-0,816
500	45	-0,967	-0,788	-0,691	-0,815
500	50	-0,975	-0,789	-0,695	-0,820
600	50	-1,063	-0,881	-0,771	-0,905
700	30	-1,205	-1,022	-0,890	-1,039
800	35	-1,355	-1,181	-1,025	-1,187
900	40	-1,516	-1,349	-1,175	-1,347
900	45	-1,658	-1,512	-1,330	-1,500
1000	50	-1,759	-1,623	-1,440	-1,607
1100	50	-1,834	-1,697	-1,506	-1,679
1200	50	-2,157	-1,916	-1,675	-1,916
1300	50	-2,520	-2,185	-1,844	-2,183
1400	50	-3,053	-2,354	-2,103	-2,503
1500	50	-4,153	-2,475	-2,383	-3,004
1600	50	-4,876	-2,593	-3,254	-3,574
1700	50	-4,734	-2,619	-5,485	-4,279
1800	50	-4,541	-2,620	-6,839	-4,667
1900	50	-3,981	-2,630	-8,130	-4,914
2000	50	-3,668	-2,719	-9,650	-5,346
2100	50	-3,619	-2,806	-10,614	-5,680
2200	50	-3,717	-2,965	-11,518	-6,067
2300	50	-3,773	-3,347	-11,564	-6,228
2353	50	-3,757	-3,526	-10,481	-5,921
2401	50	-3,781	-3,642	-10,491	-5,971
2454	50	-3,843	-3,981	-10,366	-6,063
2500	50	-3,961	-4,775	-10,309	-6,348
2550	50	-4,018	-4,997	-10,264	-6,426
2600	50	-4,043	-5,363	-10,234	-6,547
2648	50	-4,181	-5,829	-10,263	-6,758
2706	50	-4,325	-6,829	-10,232	-7,129
2751	50	-4,354	-6,902	-10,240	-7,165
2801	50	-4,538	-8,107	-10,194	-7,613
2854	50	-4,626	-8,194	-10,221	-7,680
2900	50	-4,629	-8,371	-10,209	-7,736
2951	50	-4,879	-9,532	-10,189	-8,200
3000	50	-4,870	-9,656	-10,169	-8,232
3046	50	-5,156	-10,286	-10,267	-8,570
3102	50	-5,718	-11,227	-10,587	-9,177
3152	50	-5,768	-11,295	-10,638	-9,234
3176	50	-5,722	-11,354	-10,682	-9,253
3179	50	-5,737	-11,388	-10,719	-9,281
3182	50	-5,727	-11,414	-10,733	-9,291
3186	50	-5,731	-11,434	-10,746	-9,304
3178	50	-5,726	-11,458	-10,772	-9,319
2938	50	-5,738	-11,492	-10,622	-9,284



Zbrojenie podłużne słupa – naprężenia (σ_s) / Column reinforcement – stresses (σ_s)

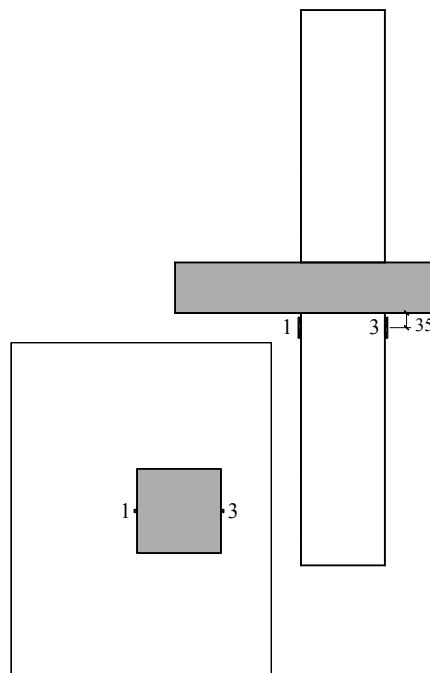
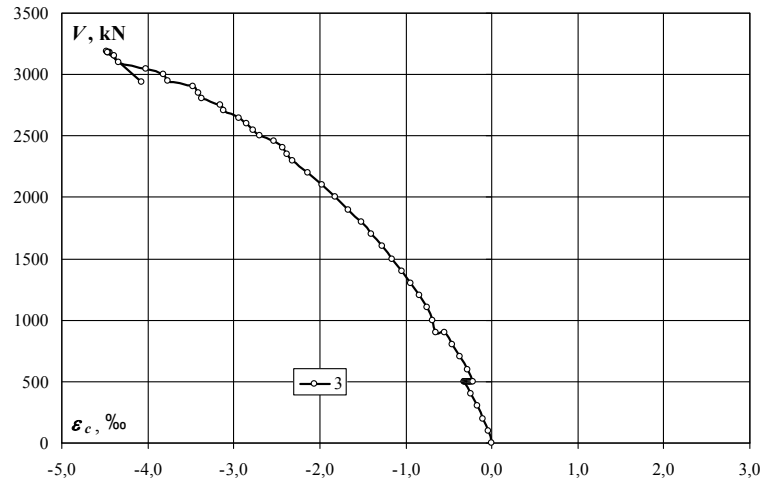
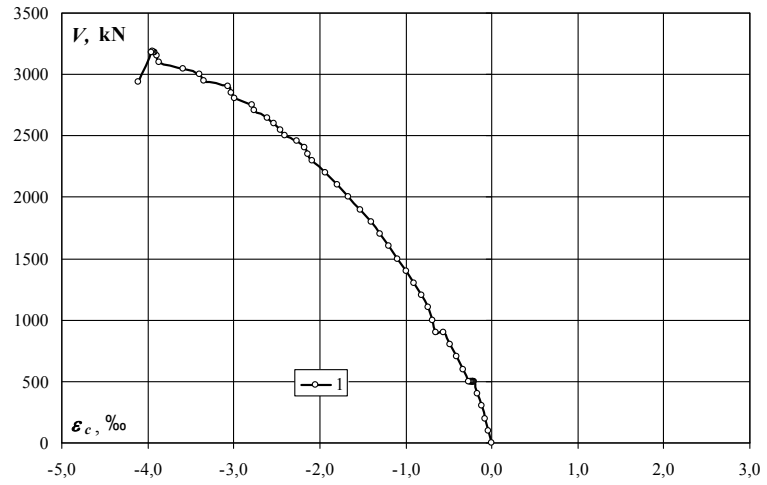


obciążenie słupa / column load	obciążenie płyty / slab load	naprężenie / stress			
		30	31	32	średnia / average
kN	kN	MPa	MPa	MPa	MPa
0	0	0	0	0	0
100	0	-62	-44	-41	-49
200	0	-91	-72	-62	-75
300	0	-118	-98	-81	-99
400	0	-143	-123	-101	-122
500	0	-166	-145	-119	-143
500	5	-174	-150	-125	-150
500	10	-175	-151	-126	-151
500	15	-178	-152	-128	-152
500	20	-180	-153	-129	-154
500	25	-183	-154	-131	-156
500	35	-184	-155	-132	-157
500	35	-197	-163	-141	-167
500	40	-198	-163	-142	-168
500	45	-199	-162	-142	-168
500	50	-201	-162	-143	-169
600	50	-219	-181	-159	-186
700	30	-248	-210	-183	-214
800	35	-279	-243	-211	-244
900	40	-312	-278	-242	-277
900	45	-341	-311	-274	-309
1000	50	-362	-334	-296	-331
1100	50	-377	-349	-310	-346
1200	50	-444	-394	-345	-394
1300	50	-519	-450	-379	-449
1400	50	-619	-484	-433	-512
1500	50	-619	-509	-490	-540
1600	50	-619	-534	-619	-591
1700	50	-619	-539	-619	-592
1800	50	-619	-539	-619	-592
1900	50	-619	-541	-619	-593
2000	50	-619	-560	-619	-599
2100	50	-619	-577	-619	-605
2200	50	-619	-610	-619	-616
2300	50	-619	-619	-619	-619
2353	50	-619	-619	-619	-619
2401	50	-619	-619	-619	-619
2454	50	-619	-619	-619	-619
2500	50	-619	-619	-619	-619
2550	50	-619	-619	-619	-619
2600	50	-619	-619	-619	-619
2648	50	-619	-619	-619	-619
2706	50	-619	-619	-619	-619
2751	50	-619	-619	-619	-619
2801	50	-619	-619	-619	-619
2854	50	-619	-619	-619	-619
2900	50	-619	-619	-619	-619
2951	50	-619	-619	-619	-619
3000	50	-619	-619	-619	-619
3046	50	-619	-619	-619	-619
3102	50	-619	-619	-619	-619
3152	50	-619	-619	-619	-619
3176	50	-619	-619	-619	-619
3179	50	-619	-619	-619	-619
3182	50	-619	-619	-619	-619
3186	50	-619	-619	-619	-619
3178	50	-619	-619	-619	-619
2938	50	-619	-619	-619	-619

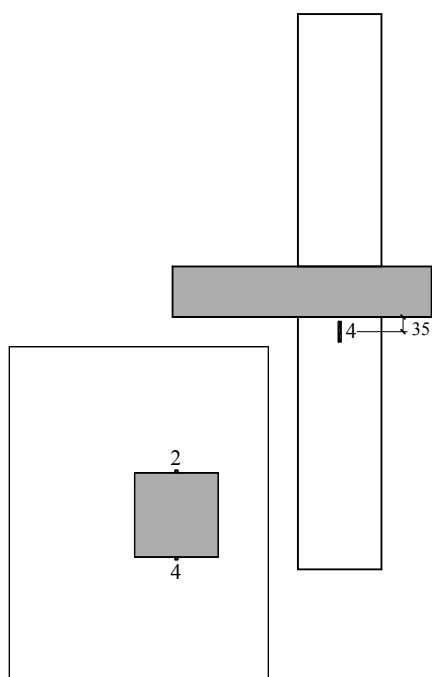
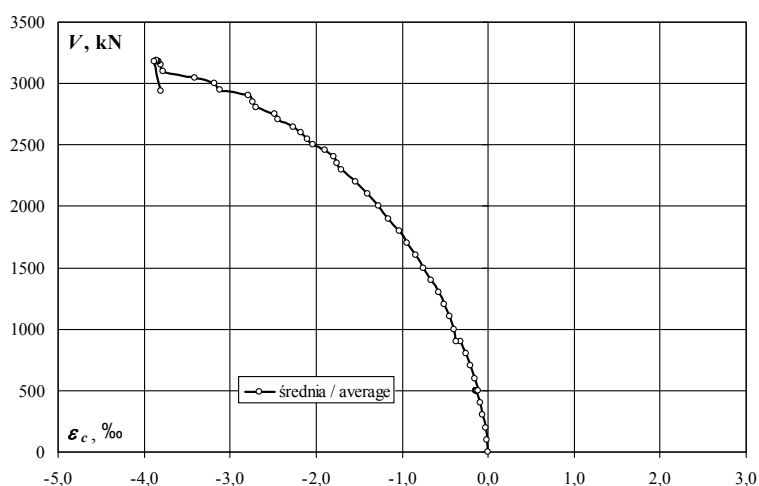
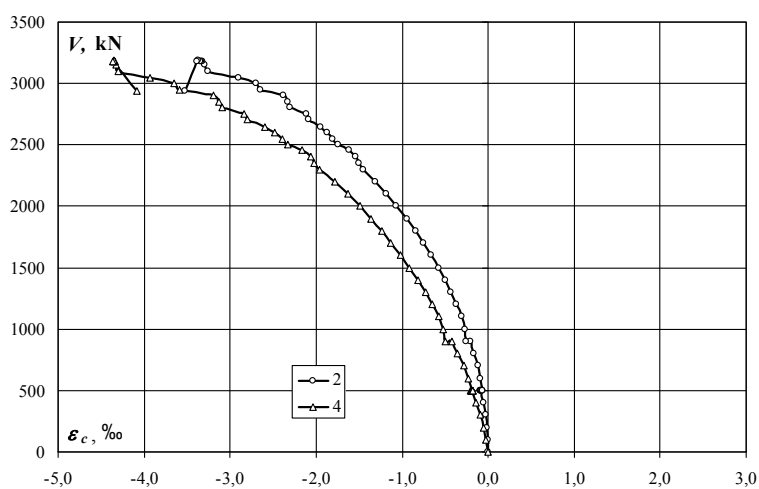
MK-1.0

Słup dolny (tensometry pionowe) – odkształcenia (ε_c) / Bottom column (vertical gauges) – strains (ε_c)

obciążenie słupa/ column load	obciążenie plyty/ slab load	odkształcenie/ strain	
		1	3
kN	kN	‰	‰
0	0	0,000	0,000
100	0	-0,035	-0,044
200	0	-0,072	-0,101
300	0	-0,115	-0,172
400	0	-0,163	-0,248
500	0	-0,207	-0,324
500	5	-0,218	-0,325
500	10	-0,222	-0,313
500	15	-0,222	-0,300
500	20	-0,223	-0,285
500	25	-0,225	-0,272
500	35	-0,226	-0,259
500	35	-0,238	-0,259
500	40	-0,245	-0,246
500	45	-0,255	-0,234
500	50	-0,266	-0,223
600	50	-0,333	-0,279
700	30	-0,408	-0,367
800	35	-0,485	-0,456
900	40	-0,566	-0,551
900	45	-0,647	-0,645
1000	50	-0,688	-0,689
1100	50	-0,740	-0,750
1200	50	-0,821	-0,846
1300	50	-0,907	-0,941
1400	50	-0,997	-1,046
1500	50	-1,095	-1,157
1600	50	-1,194	-1,275
1700	50	-1,303	-1,403
1800	50	-1,403	-1,519
1900	50	-1,528	-1,663
2000	50	-1,662	-1,826
2100	50	-1,791	-1,976
2200	50	-1,935	-2,140
2300	50	-2,085	-2,320
2353	50	-2,144	-2,386
2401	50	-2,179	-2,431
2454	50	-2,269	-2,538
2500	50	-2,402	-2,698
2550	50	-2,462	-2,768
2600	50	-2,527	-2,853
2648	50	-2,610	-2,945
2706	50	-2,764	-3,124
2751	50	-2,792	-3,159
2801	50	-2,995	-3,373
2854	50	-3,026	-3,413
2900	50	-3,071	-3,475
2951	50	-3,351	-3,760
3000	50	-3,401	-3,823
3046	50	-3,582	-4,018
3102	50	-3,869	-4,339
3152	50	-3,898	-4,385
3176	50	-3,922	-4,444
3179	50	-3,928	-4,454
3182	50	-3,937	-4,465
3186	50	-3,945	-4,475
3178	50	-3,962	-4,466
2938	50	-4,113	-4,069



Słup dolny (tensometry pionowe) – odkształcenia (ϵ_c) / Bottom column (vertical gauges) – strains (ϵ_c)

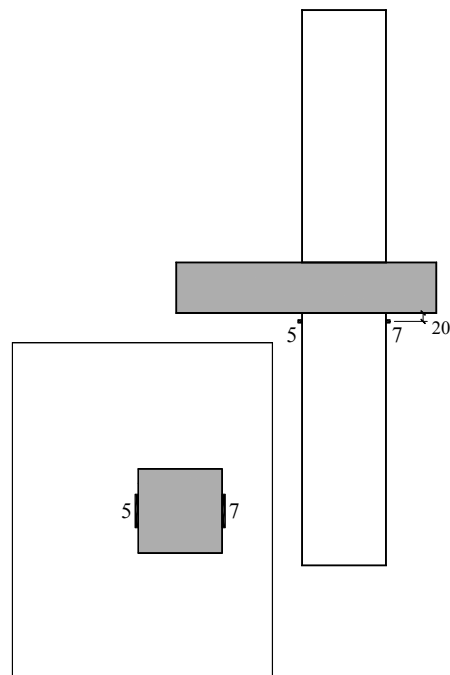
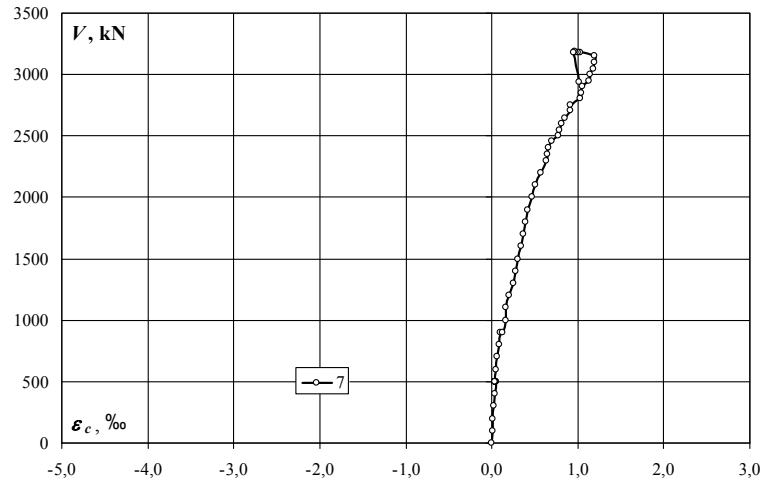
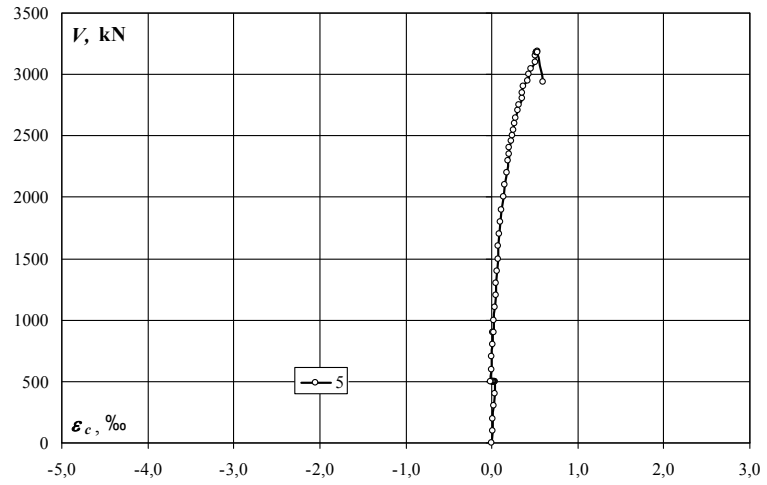


obciążenie słupa/ column load	obciążenie plyty/ slab load	odkształcenie/ strain		
		2	4	średnia/ average
kN	kN	‰	‰	‰
0	0	0,000	0,000	0,000
100	0	-0,005	-0,021	-0,013
200	0	-0,014	-0,051	-0,033
300	0	-0,030	-0,090	-0,060
400	0	-0,056	-0,136	-0,096
500	0	-0,086	-0,190	-0,138
500	5	-0,088	-0,199	-0,144
500	10	-0,086	-0,197	-0,142
500	15	-0,082	-0,194	-0,138
500	20	-0,080	-0,191	-0,136
500	25	-0,077	-0,187	-0,132
500	35	-0,074	-0,184	-0,129
500	35	-0,072	-0,187	-0,130
500	40	-0,069	-0,185	-0,127
500	45	-0,067	-0,181	-0,124
500	50	-0,064	-0,177	-0,121
600	50	-0,090	-0,226	-0,158
700	30	-0,122	-0,287	-0,205
800	35	-0,161	-0,352	-0,257
900	40	-0,206	-0,422	-0,314
900	45	-0,255	-0,492	-0,374
1000	50	-0,265	-0,518	-0,392
1100	50	-0,312	-0,572	-0,442
1200	50	-0,369	-0,647	-0,508
1300	50	-0,431	-0,726	-0,579
1400	50	-0,500	-0,815	-0,658
1500	50	-0,577	-0,916	-0,747
1600	50	-0,661	-1,022	-0,842
1700	50	-0,754	-1,133	-0,944
1800	50	-0,841	-1,233	-1,037
1900	50	-0,949	-1,358	-1,154
2000	50	-1,066	-1,491	-1,279
2100	50	-1,182	-1,627	-1,405
2200	50	-1,310	-1,783	-1,547
2300	50	-1,446	-1,954	-1,700
2353	50	-1,501	-2,020	-1,761
2401	50	-1,538	-2,059	-1,799
2454	50	-1,622	-2,166	-1,894
2500	50	-1,743	-2,331	-2,037
2550	50	-1,802	-2,399	-2,101
2600	50	-1,868	-2,486	-2,177
2648	50	-1,945	-2,597	-2,271
2706	50	-2,088	-2,801	-2,445
2751	50	-2,118	-2,833	-2,476
2801	50	-2,301	-3,097	-2,699
2854	50	-2,335	-3,134	-2,735
2900	50	-2,382	-3,192	-2,787
2951	50	-2,651	-3,583	-3,117
3000	50	-2,704	-3,650	-3,177
3046	50	-2,897	-3,930	-3,414
3102	50	-3,252	-4,304	-3,778
3152	50	-3,290	-4,330	-3,810
3176	50	-3,327	-4,344	-3,836
3179	50	-3,337	-4,347	-3,842
3182	50	-3,351	-4,347	-3,849
3186	50	-3,368	-4,352	-3,860
3178	50	-3,389	-4,360	-3,875
2938	50	-3,521	-4,090	-3,806

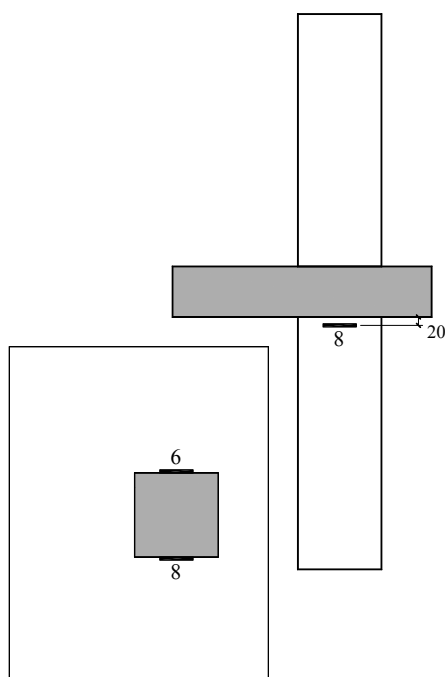
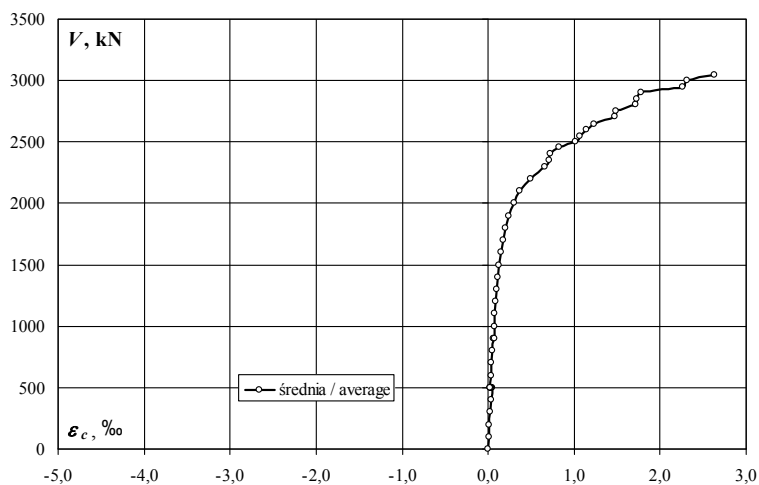
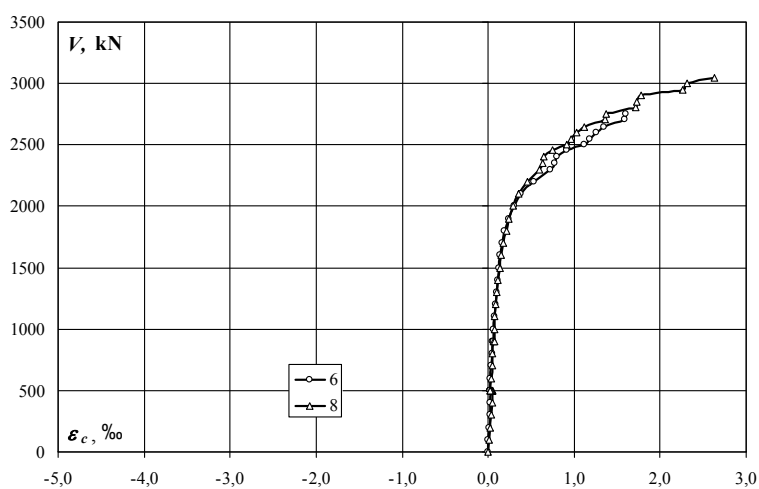
MK-1.0

Słup dolny (tensometry poziome) – odkształcenia (ϵ_c) / Bottom column (horizontal gauges) – strains (ϵ_c)

obciążenie słupa/ column load	obciążenie plyty/ slab load	odkształcenie/ strain	
		5	7
kN	kN	‰	‰
0	0	0,000	0,000
100	0	0,007	0,007
200	0	0,015	0,017
300	0	0,024	0,029
400	0	0,032	0,038
500	0	0,039	0,049
500	5	0,032	0,046
500	10	0,028	0,044
500	15	0,023	0,039
500	20	0,020	0,036
500	25	0,016	0,034
500	35	0,012	0,031
500	35	0,012	0,033
500	40	0,005	0,031
500	45	-0,003	0,031
500	50	-0,010	0,031
600	50	-0,005	0,043
700	30	0,001	0,062
800	35	0,008	0,082
900	40	0,016	0,104
900	45	0,025	0,129
1000	50	0,026	0,158
1100	50	0,034	0,168
1200	50	0,044	0,204
1300	50	0,053	0,247
1400	50	0,062	0,282
1500	50	0,072	0,310
1600	50	0,081	0,337
1700	50	0,092	0,365
1800	50	0,102	0,391
1900	50	0,116	0,423
2000	50	0,132	0,469
2100	50	0,149	0,511
2200	50	0,171	0,568
2300	50	0,194	0,635
2353	50	0,200	0,653
2401	50	0,208	0,664
2454	50	0,222	0,704
2500	50	0,242	0,769
2550	50	0,251	0,788
2600	50	0,262	0,817
2648	50	0,276	0,846
2706	50	0,307	0,912
2751	50	0,312	0,920
2801	50	0,351	1,031
2854	50	0,356	1,041
2900	50	0,366	1,059
2951	50	0,414	1,131
3000	50	0,426	1,145
3046	50	0,460	1,178
3102	50	0,505	1,200
3152	50	0,511	1,188
3176	50	0,518	1,031
3179	50	0,520	1,004
3182	50	0,525	0,980
3186	50	0,528	0,961
3178	50	0,533	0,946
2938	50	0,598	1,022



Słup dolny (tensometry poziome) – odkształcenia (ϵ_c) / Bottom column (horizontal gauges) – strains (ϵ_c)

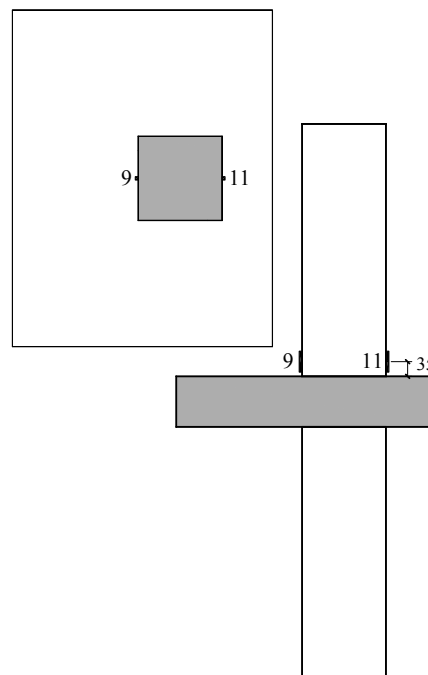
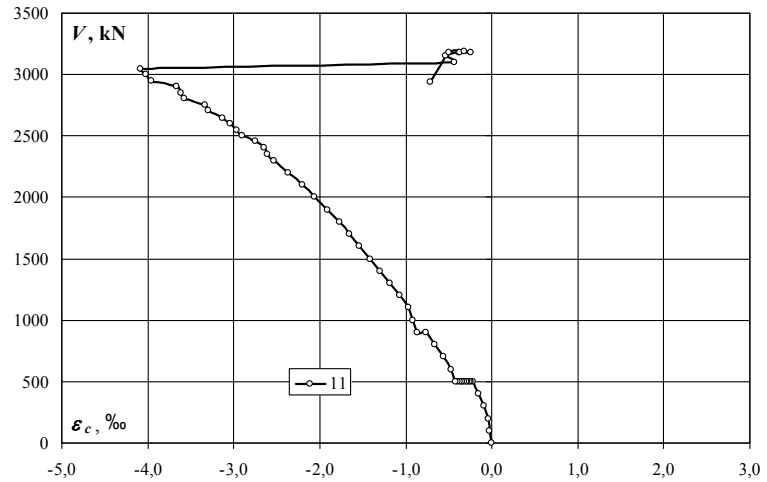
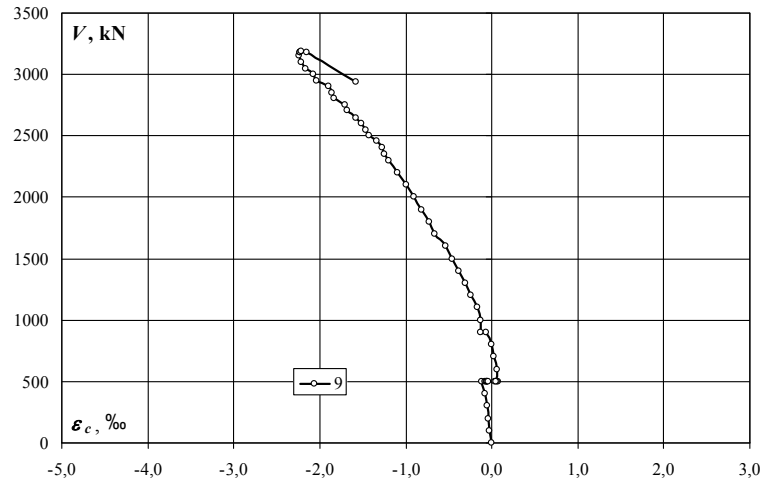


obciążenie słupa/ column load	obciążenie plyty/ slab load	odkształcenie/ strain		
		6	8	średnia/ average
kN	kN	‰	‰	‰
0	0	0,000	0,000	0,000
100	0	0,004	0,012	0,008
200	0	0,011	0,022	0,017
300	0	0,019	0,033	0,026
400	0	0,027	0,044	0,036
500	0	0,035	0,054	0,045
500	5	0,031	0,052	0,042
500	10	0,028	0,049	0,039
500	15	0,026	0,047	0,037
500	20	0,026	0,045	0,036
500	25	0,025	0,042	0,034
500	35	0,024	0,039	0,032
500	35	0,024	0,038	0,031
500	40	0,021	0,034	0,028
500	45	0,019	0,030	0,025
500	50	0,018	0,027	0,023
600	50	0,026	0,035	0,031
700	30	0,036	0,044	0,040
800	35	0,045	0,054	0,050
900	40	0,055	0,063	0,059
900	45	0,065	0,072	0,069
1000	50	0,068	0,073	0,071
1100	50	0,076	0,080	0,078
1200	50	0,086	0,090	0,088
1300	50	0,096	0,100	0,098
1400	50	0,108	0,114	0,111
1500	50	0,120	0,133	0,127
1600	50	0,140	0,156	0,148
1700	50	0,165	0,182	0,174
1800	50	0,192	0,209	0,201
1900	50	0,237	0,244	0,241
2000	50	0,300	0,296	0,298
2100	50	0,386	0,360	0,373
2200	50	0,538	0,460	0,499
2300	50	0,728	0,596	0,662
2353	50	0,776	0,634	0,705
2401	50	0,797	0,652	0,725
2454	50	0,916	0,745	0,831
2500	50	1,122	0,915	1,019
2550	50	1,175	0,962	1,069
2600	50	1,252	1,032	1,142
2648	50	1,345	1,122	1,234
2706	50	1,585	1,357	1,471
2751	50	1,599	1,371	1,485
2801	50		1,715	1,715
2854	50		1,730	1,730
2900	50		1,781	1,781
2951	50		2,256	2,256
3000	50		2,317	2,317
3046	50		2,625	2,625
3102	50			
3152	50			
3176	50			
3179	50			
3182	50			
3186	50			
3178	50			
2938	50			

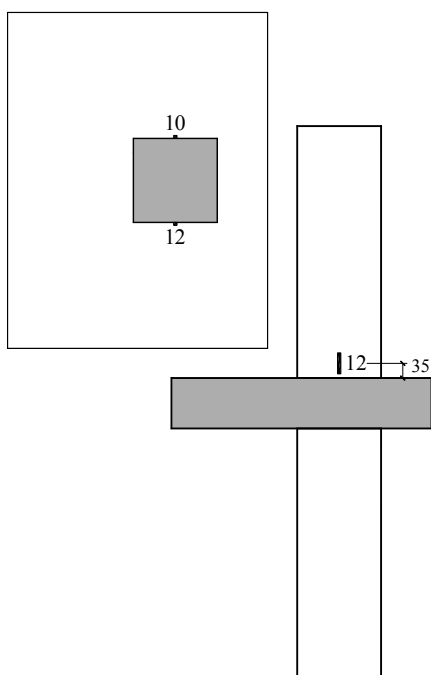
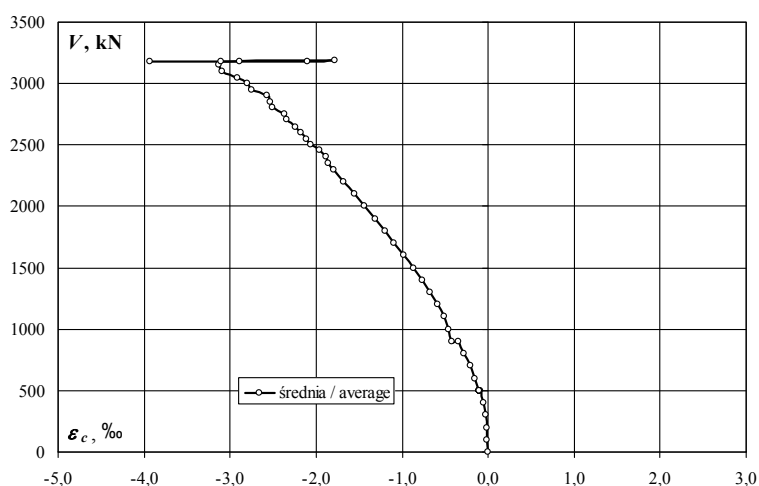
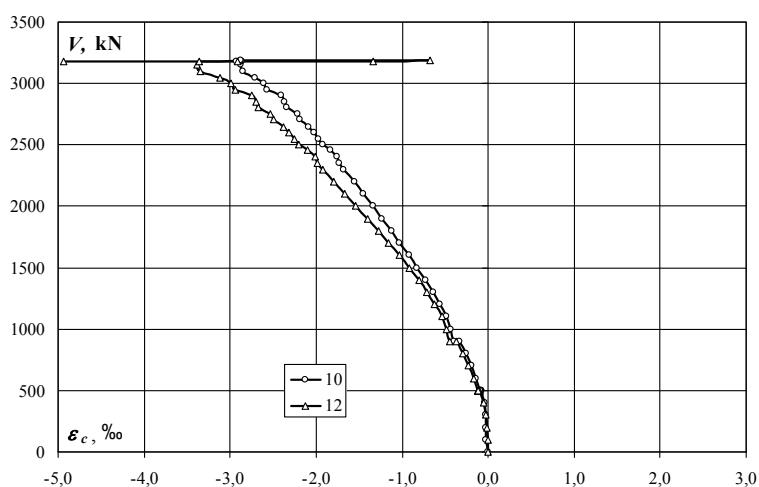
MK-1.0

Słup górny (tensometry pionowe) – odkształcenia (ε_c) / Upper column (vertical gauges) – strains (ε_c)

obciążenie słupa/ column load	obciążenie plyty/ slab load	odkształcenie/ strain	
		9	11
kN	kN	‰	‰
0	0	0,000	0,000
100	0	-0,025	-0,023
200	0	-0,036	-0,040
300	0	-0,056	-0,087
400	0	-0,084	-0,152
500	0	-0,118	-0,220
500	5	-0,079	-0,237
500	10	-0,068	-0,256
500	15	-0,050	-0,278
500	20	-0,056	-0,297
500	25	-0,053	-0,319
500	35	-0,046	-0,342
500	35	0,069	-0,349
500	40	0,056	-0,374
500	45	0,039	-0,395
500	50	0,047	-0,421
600	50	0,061	-0,478
700	30	0,024	-0,566
800	35	-0,005	-0,666
900	40	-0,059	-0,764
900	45	-0,125	-0,865
1000	50	-0,127	-0,914
1100	50	-0,172	-0,972
1200	50	-0,238	-1,072
1300	50	-0,304	-1,179
1400	50	-0,380	-1,293
1500	50	-0,460	-1,415
1600	50	-0,539	-1,536
1700	50	-0,663	-1,657
1800	50	-0,727	-1,772
1900	50	-0,821	-1,913
2000	50	-0,910	-2,061
2100	50	-0,998	-2,204
2200	50	-1,096	-2,368
2300	50	-1,199	-2,538
2353	50	-1,244	-2,604
2401	50	-1,276	-2,645
2454	50	-1,334	-2,750
2500	50	-1,424	-2,896
2550	50	-1,466	-2,970
2600	50	-1,516	-3,044
2648	50	-1,577	-3,126
2706	50	-1,684	-3,296
2751	50	-1,709	-3,332
2801	50	-1,831	-3,571
2854	50	-1,859	-3,613
2900	50	-1,896	-3,662
2951	50	-2,040	-3,961
3000	50	-2,077	-4,019
3046	50	-2,167	-4,083
3102	50	-2,215	-4,436
3152	50	-2,244	-4,535
3176	50	-2,232	-4,387
3179	50	-2,230	-4,375
3182	50	-2,228	-4,244
3186	50	-2,218	-4,321
3178	50	-2,149	-4,500
2938	50	-1,580	-4,711



Słup górny (tensometry pionowe) – odkształcenia (ϵ_c) / Upper column (vertical gauges) – strains (ϵ_c)

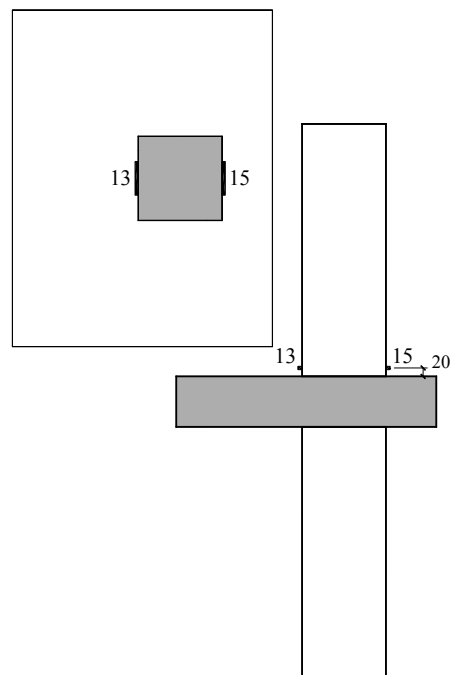
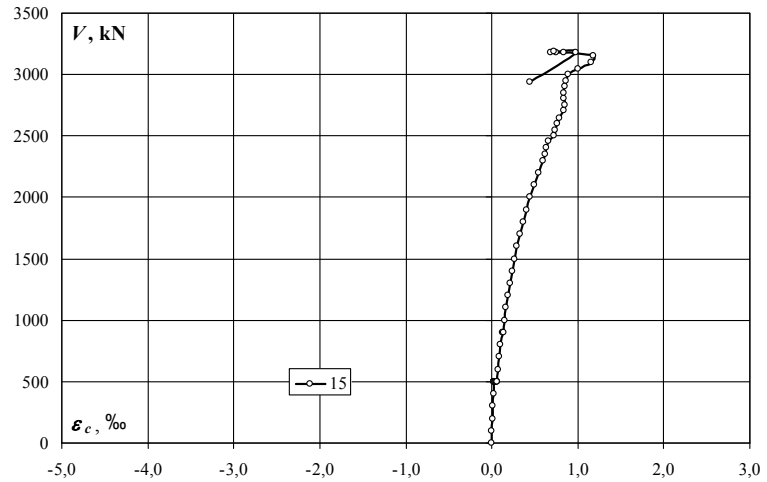
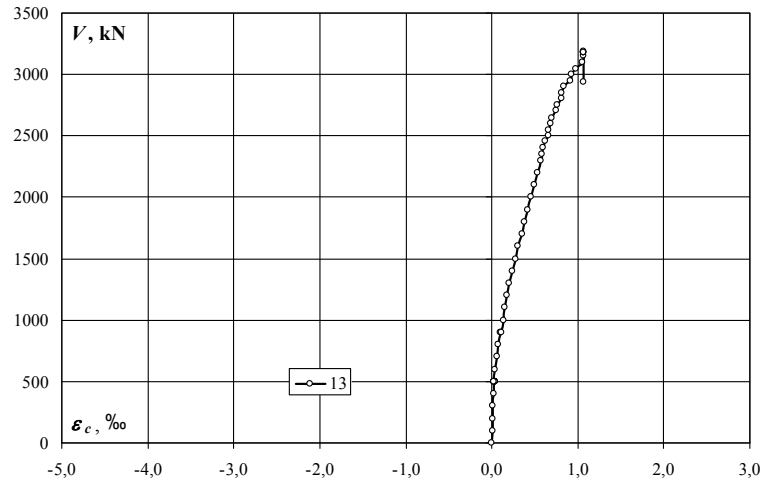


obciążenie słupa/ column load	obciążenie plyty/ slab load	odkształcenie/ strain		
		10	12	średnia/ average
kN	kN	‰	‰	‰
0	0	0,000	0,000	0,000
100	0	-0,021	-0,003	-0,012
200	0	-0,022	-0,009	-0,016
300	0	-0,026	-0,027	-0,027
400	0	-0,044	-0,058	-0,051
500	0	-0,076	-0,104	-0,090
500	5	-0,081	-0,115	-0,098
500	10	-0,082	-0,113	-0,098
500	15	-0,083	-0,116	-0,100
500	20	-0,084	-0,114	-0,099
500	25	-0,086	-0,113	-0,100
500	35	-0,088	-0,112	-0,100
500	35	-0,086	-0,109	-0,098
500	40	-0,088	-0,111	-0,100
500	45	-0,091	-0,112	-0,102
500	50	-0,095	-0,113	-0,104
600	50	-0,139	-0,166	-0,153
700	30	-0,188	-0,227	-0,208
800	35	-0,254	-0,298	-0,276
900	40	-0,326	-0,373	-0,350
900	45	-0,402	-0,453	-0,428
1000	50	-0,433	-0,485	-0,459
1100	50	-0,484	-0,539	-0,512
1200	50	-0,559	-0,622	-0,591
1300	50	-0,639	-0,711	-0,675
1400	50	-0,727	-0,809	-0,768
1500	50	-0,822	-0,921	-0,872
1600	50	-0,920	-1,036	-0,978
1700	50	-1,026	-1,156	-1,091
1800	50	-1,122	-1,269	-1,196
1900	50	-1,232	-1,399	-1,316
2000	50	-1,341	-1,537	-1,439
2100	50	-1,447	-1,664	-1,556
2200	50	-1,559	-1,795	-1,677
2300	50	-1,676	-1,926	-1,801
2353	50	-1,726	-1,981	-1,854
2401	50	-1,761	-2,016	-1,889
2454	50	-1,830	-2,094	-1,962
2500	50	-1,923	-2,201	-2,062
2550	50	-1,975	-2,256	-2,116
2600	50	-2,028	-2,314	-2,171
2648	50	-2,090	-2,380	-2,235
2706	50	-2,192	-2,498	-2,345
2751	50	-2,219	-2,527	-2,373
2801	50	-2,337	-2,669	-2,503
2854	50	-2,368	-2,704	-2,536
2900	50	-2,404	-2,746	-2,575
2951	50	-2,565	-2,935	-2,750
3000	50	-2,605	-2,987	-2,796
3046	50	-2,713	-3,114	-2,914
3102	50	-2,847	-3,347	-3,097
3152	50	-2,878	-3,383	-3,131
3176	50	-2,865	-3,355	-3,110
3179	50	-2,867	-2,909	-2,888
3182	50	-2,870	-1,335	-2,103
3186	50	-2,877	-0,675	-1,776
3178	50	-2,927	-4,936	-3,932
2938	50			

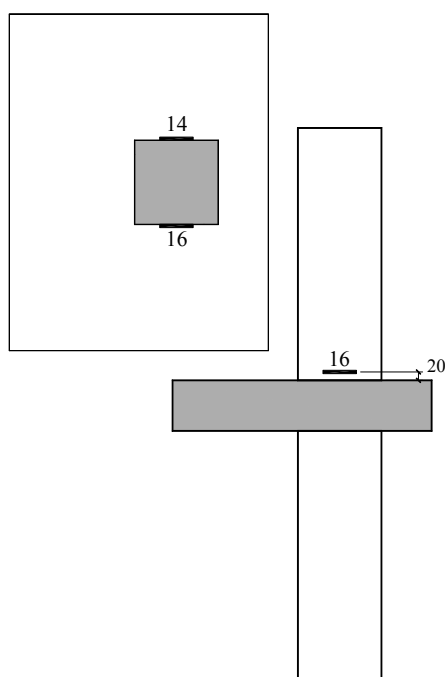
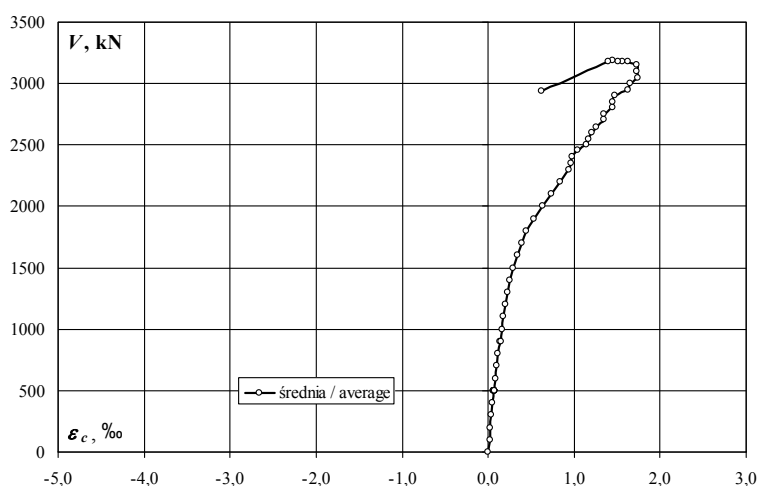
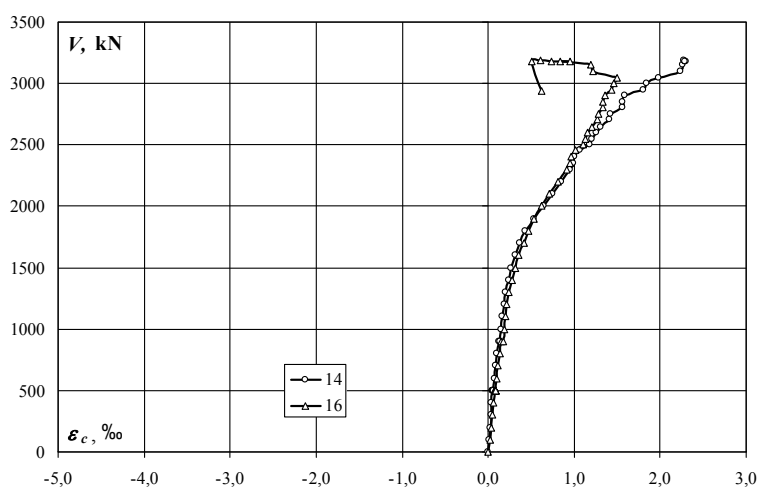
MK-1.0

Słup górny (tensometry poziome) – odkształcenia (ϵ_c) / Upper column (horizontal gauges) – strains (ϵ_c)

obciążenie słupa/ column load	obciążenie plyty/ slab load	odkształcenie/ strain	
		13	15
kN	kN	‰	‰
0	0	0,000	0,000
100	0	0,006	0,003
200	0	0,009	0,005
300	0	0,015	0,011
400	0	0,020	0,018
500	0	0,025	0,026
500	5	0,026	0,024
500	10	0,027	0,026
500	15	0,032	0,028
500	20	0,036	0,035
500	25	0,039	0,042
500	35	0,038	0,047
500	35	0,036	0,055
500	40	0,035	0,058
500	45	0,033	0,061
500	50	0,029	0,065
600	50	0,041	0,072
700	30	0,057	0,084
800	35	0,076	0,104
900	40	0,097	0,123
900	45	0,119	0,143
1000	50	0,136	0,157
1100	50	0,147	0,167
1200	50	0,172	0,186
1300	50	0,202	0,210
1400	50	0,235	0,235
1500	50	0,272	0,265
1600	50	0,308	0,295
1700	50	0,349	0,331
1800	50	0,380	0,363
1900	50	0,420	0,405
2000	50	0,458	0,448
2100	50	0,492	0,492
2200	50	0,534	0,545
2300	50	0,572	0,600
2353	50	0,586	0,617
2401	50	0,594	0,629
2454	50	0,618	0,664
2500	50	0,654	0,720
2550	50	0,665	0,737
2600	50	0,685	0,765
2648	50	0,703	0,793
2706	50	0,753	0,843
2751	50	0,758	0,850
2801	50	0,813	0,835
2854	50	0,818	0,843
2900	50	0,834	0,855
2951	50	0,909	0,862
3000	50	0,925	0,890
3046	50	0,978	1,004
3102	50	1,059	1,151
3152	50	1,067	1,183
3176	50	1,067	0,832
3179	50	1,067	0,752
3182	50	1,068	0,684
3186	50	1,068	0,720
3178	50	1,070	0,975
2938	50	1,062	0,441



Słup górny (tensometry poziome) – odkształcenia (ε_c) / Upper column (horizontal gauges) – strains (ε_c)

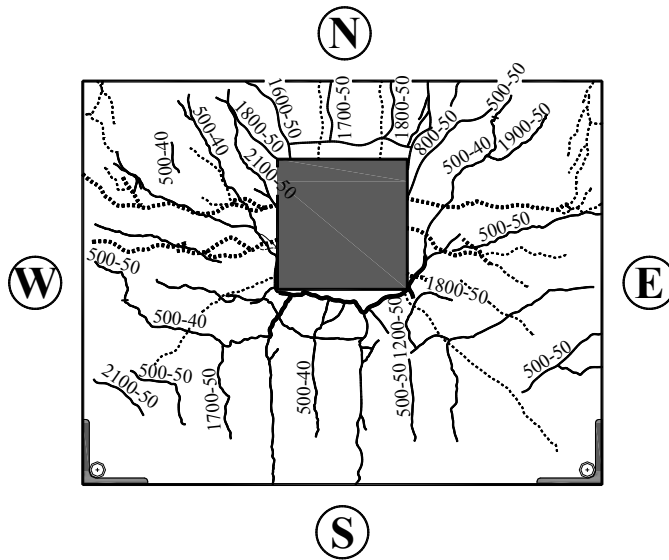


obciążenie słupa/ column load	obciążenie płyty/ slab load	odkształcenie/ strain		
		14	16	średnia/ average
kN	kN	‰	‰	‰
0	0	0,000	0,000	0,000
100	0	0,017	0,024	0,021
200	0	0,023	0,035	0,029
300	0	0,031	0,049	0,040
400	0	0,042	0,062	0,052
500	0	0,053	0,076	0,065
500	5	0,055	0,075	0,065
500	10	0,055	0,078	0,067
500	15	0,057	0,080	0,069
500	20	0,059	0,082	0,071
500	25	0,061	0,082	0,072
500	35	0,060	0,082	0,071
500	35	0,057	0,085	0,071
500	40	0,058	0,084	0,071
500	45	0,058	0,085	0,072
500	50	0,062	0,087	0,075
600	50	0,074	0,102	0,088
700	30	0,088	0,117	0,103
800	35	0,103	0,132	0,118
900	40	0,120	0,150	0,135
900	45	0,139	0,171	0,155
1000	50	0,153	0,185	0,169
1100	50	0,163	0,197	0,180
1200	50	0,183	0,218	0,201
1300	50	0,207	0,243	0,225
1400	50	0,235	0,273	0,254
1500	50	0,270	0,314	0,292
1600	50	0,314	0,359	0,337
1700	50	0,373	0,416	0,395
1800	50	0,430	0,467	0,449
1900	50	0,532	0,537	0,535
2000	50	0,652	0,625	0,639
2100	50	0,751	0,710	0,731
2200	50	0,854	0,813	0,834
2300	50	0,957	0,915	0,936
2353	50	0,989	0,947	0,968
2401	50	1,004	0,961	0,983
2454	50	1,067	1,016	1,042
2500	50	1,176	1,103	1,140
2550	50	1,208	1,129	1,169
2600	50	1,253	1,162	1,208
2648	50	1,303	1,201	1,252
2706	50	1,411	1,275	1,343
2751	50	1,419	1,282	1,351
2801	50	1,557	1,329	1,443
2854	50	1,567	1,339	1,453
2900	50	1,593	1,356	1,475
2951	50	1,806	1,441	1,624
3000	50	1,841	1,457	1,649
3046	50	1,980	1,498	1,739
3102	50	2,239	1,222	1,731
3152	50	2,258	1,192	1,725
3176	50	2,283	0,832	1,558
3179	50	2,291	0,952	1,622
3182	50	2,297	0,730	1,514
3186	50	2,281	0,604	1,443
3178	50	2,289	0,504	1,397
2938	50		0,617	0,617

MK-1.0

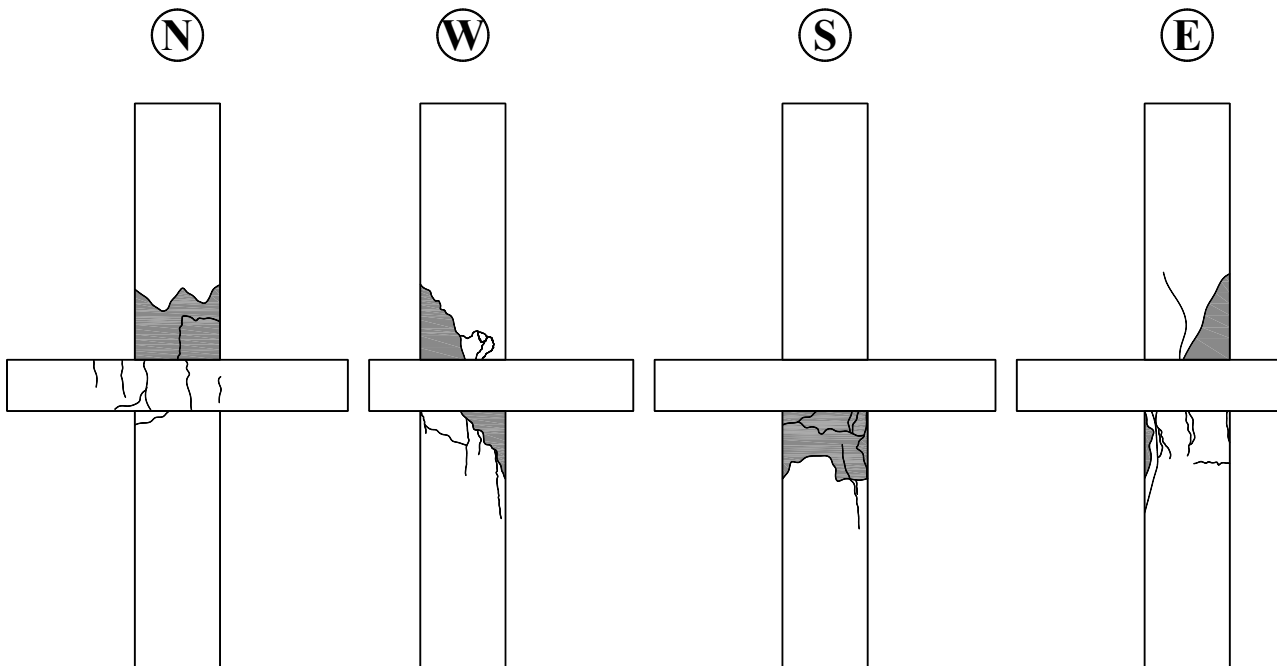
Zarysowanie modelu / Crack pattern

Zarysowanie płyty modelu / Crack pattern of slab



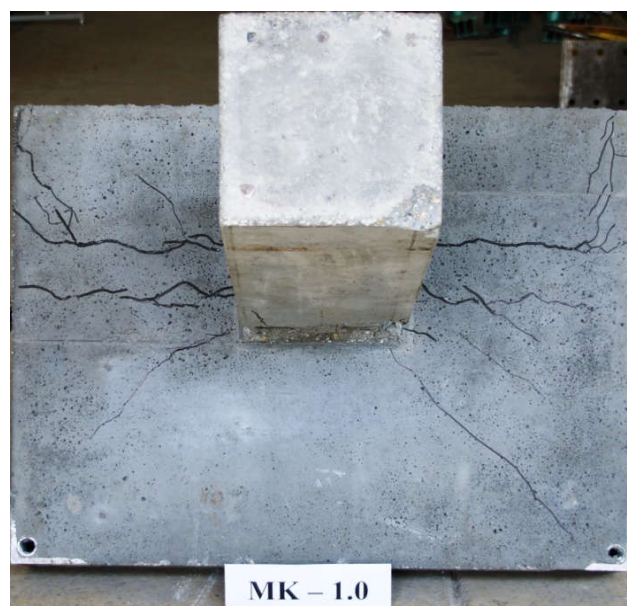
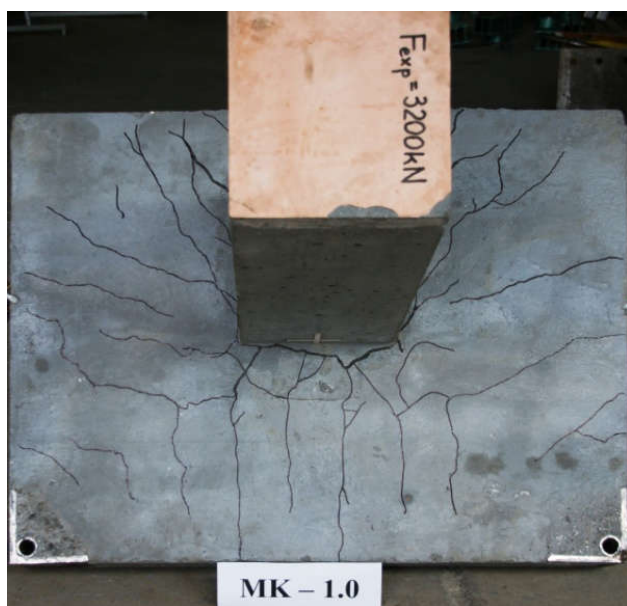
— - rysy na powierzchni górnej / cracks on the top slab surface
..... - rysy na powierzchni dolnej / cracks on the bottom slab surface

Rysy na powierzchniach bocznych / Cracks on the surfaces of the specimen

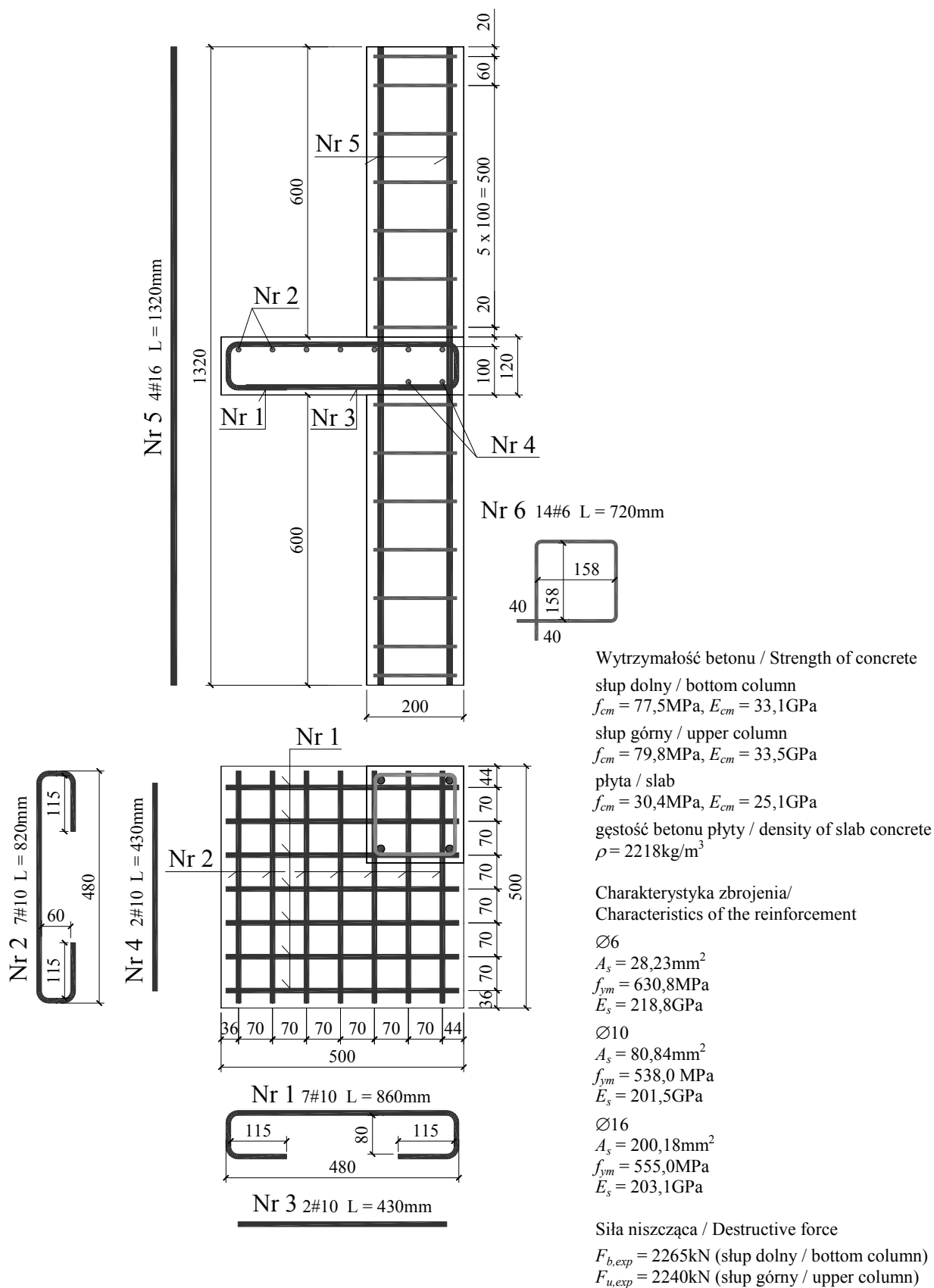


■ - odspojenie otuliny / spalling of concrete cover

Fotografie modelu / Photos of test specimen



Połączenia narożne
Corner connections

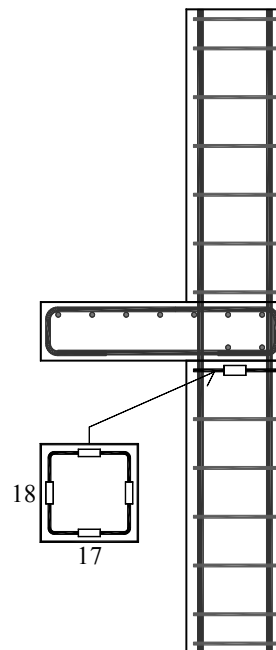
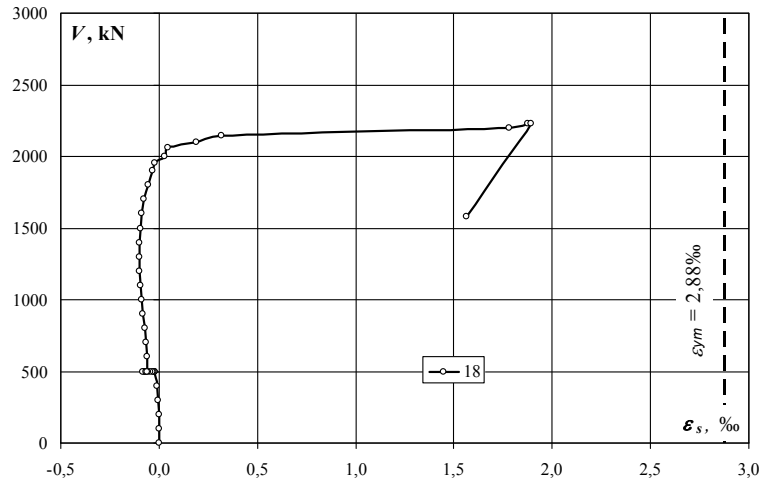
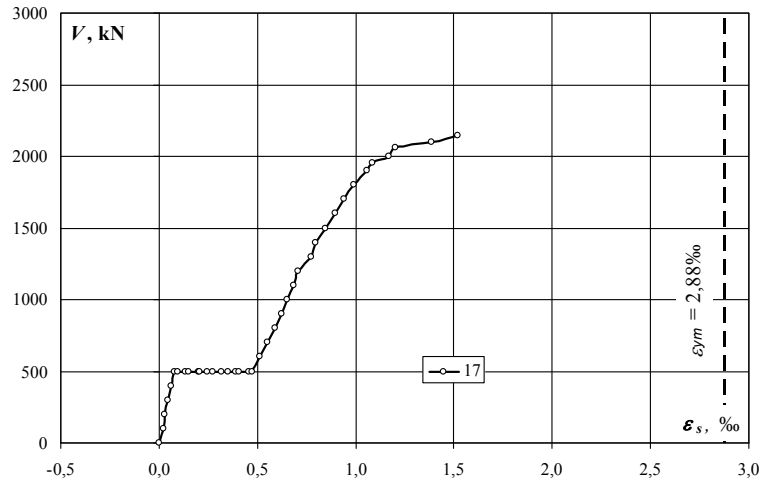


Zbrojenie modelu / Specimen's reinforcement

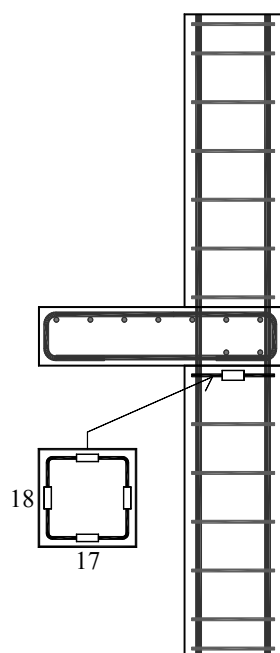
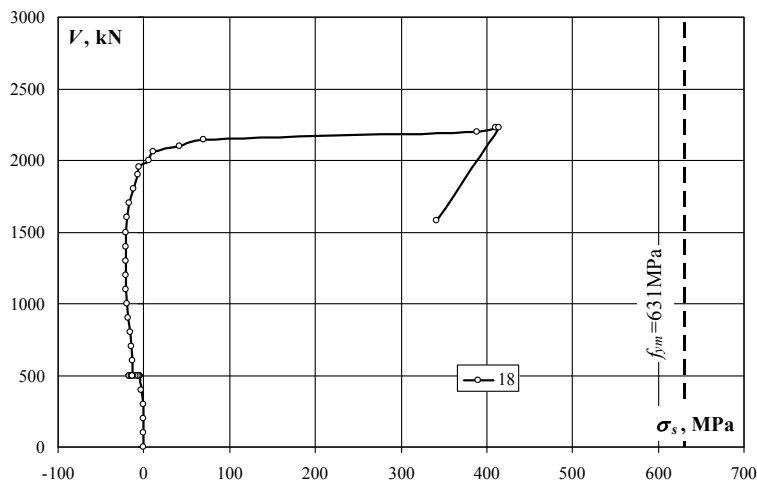
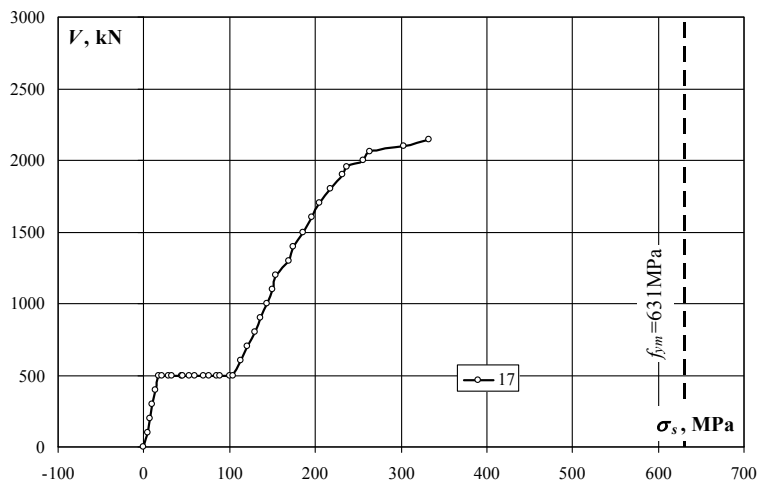
MN-0

Strzemię dolne – odkształcenia (ε_s) / Bottom stirrup – strains (ε_s)

obciążenie stupa/ column load	obciążenie plyty/ slab load	odkształcenie/ strain	
		17	18
kN	kN	‰	‰
0	0	0,000	0,000
100	0	0,021	0,000
200	0	0,031	0,000
300	0	0,046	-0,005
400	0	0,061	-0,012
500	0	0,080	-0,020
500	5	0,097	-0,023
500	10	0,134	-0,024
500	15	0,149	-0,028
500	20	0,199	-0,033
500	25	0,207	-0,043
500	30	0,245	-0,055
500	35	0,272	-0,067
500	40	0,319	-0,079
500	35	0,349	-0,071
500	30	0,390	-0,064
500	40	0,405	-0,080
500	30	0,456	-0,064
500	25	0,474	-0,058
600	25	0,514	-0,059
700	25	0,550	-0,065
800	25	0,591	-0,074
900	25	0,622	-0,082
1000	25	0,654	-0,091
1100	25	0,685	-0,096
1200	25	0,705	-0,098
1300	25	0,774	-0,097
1400	25	0,796	-0,098
1500	25	0,847	-0,094
1600	25	0,898	-0,088
1700	25	0,939	-0,076
1800	25	0,994	-0,056
1900	25	1,058	-0,032
1952	25	1,085	-0,023
2000	25	1,171	0,027
2058	25	1,205	0,048
2100	25	1,386	0,192
2147	25	1,520	0,318
2200	25		1,779
2231	25		1,875
2230	25		1,894
1578	25		1,563



Strzemię dolne – naprężenia (σ_s) / Bottom stirrup – stresses (σ_s)

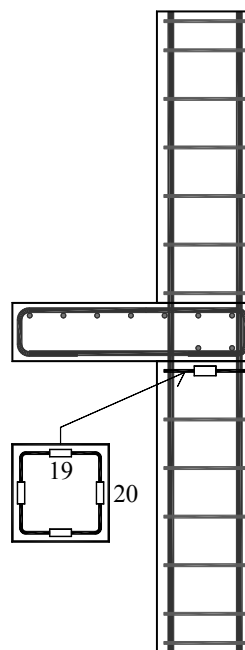
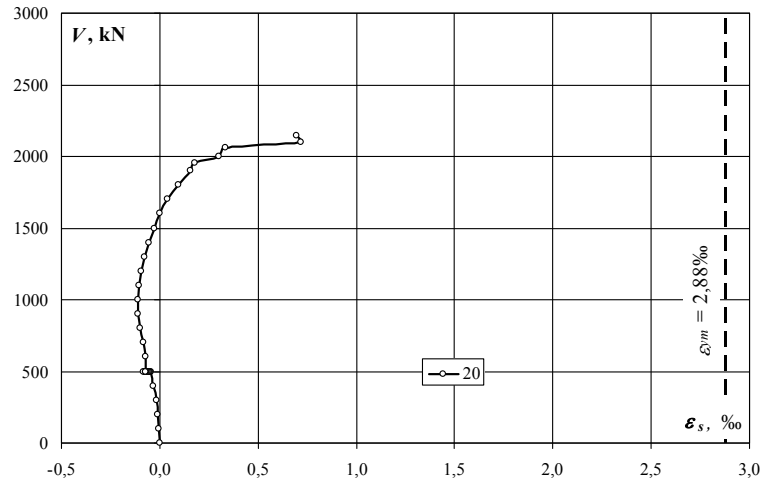
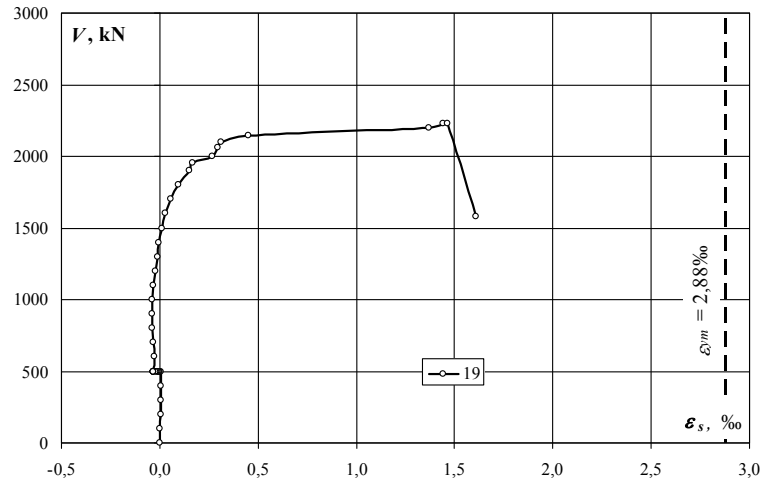


obciążenie słupa/ column load	obciążenie płyty/ slab load	naprężenie/ stress	
		17	18
kN	kN	MPa	MPa
0	0	0	0
100	0	5	0
200	0	7	0
300	0	10	-1
400	0	13	-3
500	0	18	-4
500	5	21	-5
500	10	29	-5
500	15	33	-6
500	20	44	-7
500	25	45	-9
500	30	54	-12
500	35	60	-15
500	40	70	-17
500	35	76	-16
500	30	85	-14
500	40	89	-18
500	30	100	-14
500	25	104	-13
600	25	112	-13
700	25	120	-14
800	25	129	-16
900	25	136	-18
1000	25	143	-20
1100	25	150	-21
1200	25	154	-21
1300	25	169	-21
1400	25	174	-21
1500	25	185	-21
1600	25	196	-19
1700	25	205	-17
1800	25	217	-12
1900	25	231	-7
1952	25	237	-5
2000	25	256	6
2058	25	264	11
2100	25	303	42
2147	25	333	70
2200	25		389
2231	25		410
2230	25		414
1578	25		342

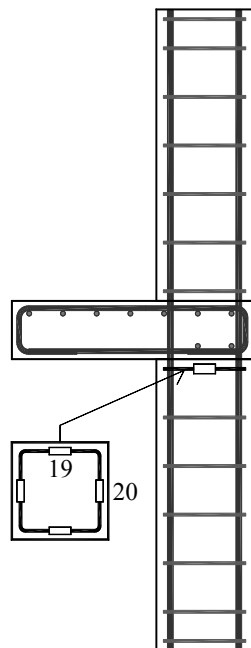
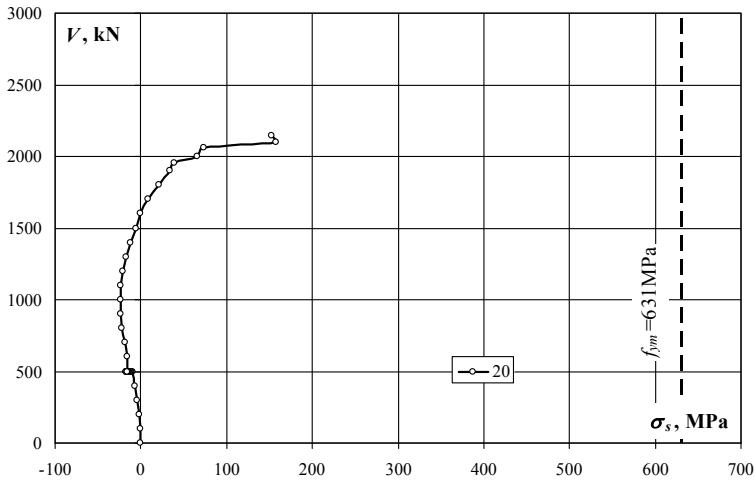
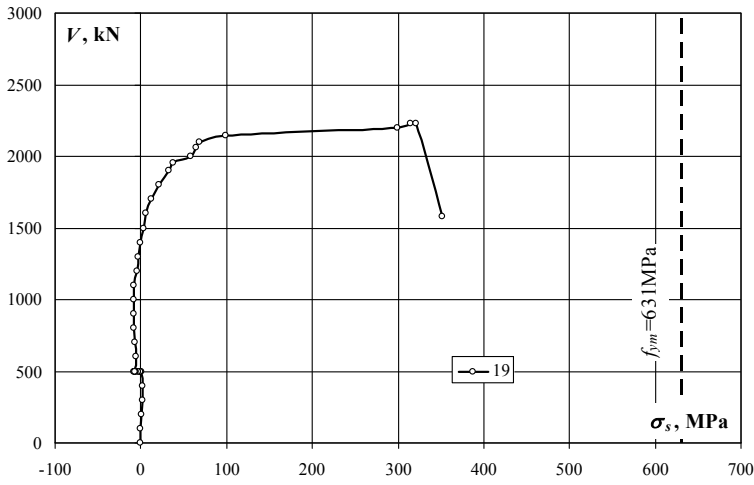
MN-0

Strzeżenie dolne – odkształcenia (ε_s) / Bottom stirrup – strains (ε_s)

obciążenie stupa/ column load	obciążenie plyty/ slab load	odkształcenie/ strain	
		19	20
kN	kN	‰	‰
0	0	0,000	0,000
100	0	0,000	-0,003
200	0	0,004	-0,008
300	0	0,007	-0,018
400	0	0,007	-0,031
500	0	0,005	-0,044
500	5	0,000	-0,048
500	10	-0,002	-0,051
500	15	-0,004	-0,053
500	20	-0,005	-0,056
500	25	-0,012	-0,061
500	30	-0,016	-0,066
500	35	-0,023	-0,072
500	40	-0,031	-0,079
500	35	-0,031	-0,076
500	30	-0,031	-0,074
500	40	-0,035	-0,080
500	30	-0,034	-0,074
500	25	-0,032	-0,071
600	25	-0,027	-0,074
700	25	-0,031	-0,083
800	25	-0,036	-0,099
900	25	-0,040	-0,109
1000	25	-0,037	-0,109
1100	25	-0,035	-0,107
1200	25	-0,022	-0,096
1300	25	-0,013	-0,078
1400	25	-0,002	-0,056
1500	25	0,013	-0,027
1600	25	0,029	0,000
1700	25	0,057	0,040
1800	25	0,098	0,095
1900	25	0,149	0,156
1952	25	0,170	0,180
2000	25	0,267	0,303
2058	25	0,296	0,334
2100	25	0,313	0,719
2147	25	0,454	0,698
2200	25	1,370	
2231	25	1,440	
2230	25	1,467	
1578	25	1,610	



Strzemię dolne – naprężenia (σ_s) / Bottom stirrup – stresses (σ_s)

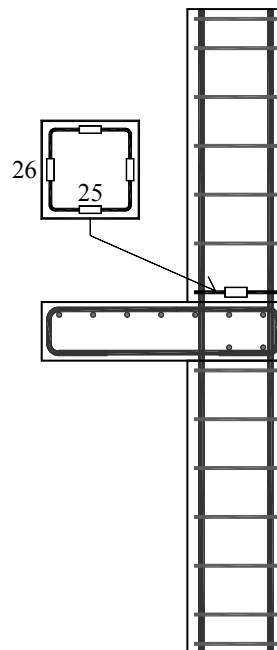
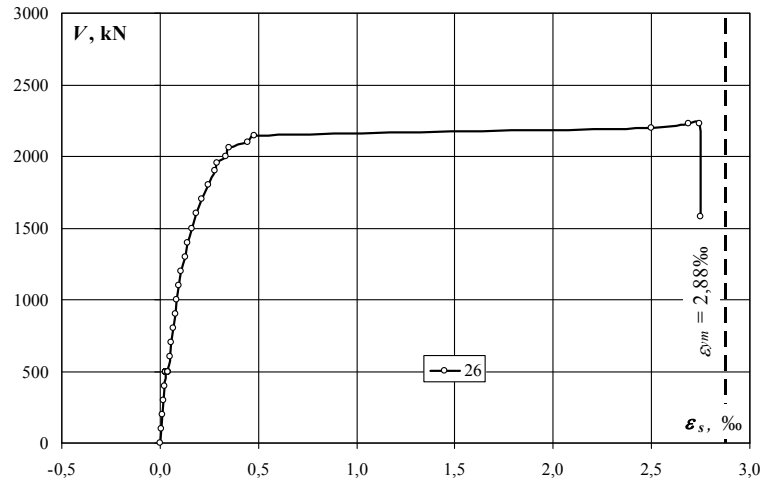
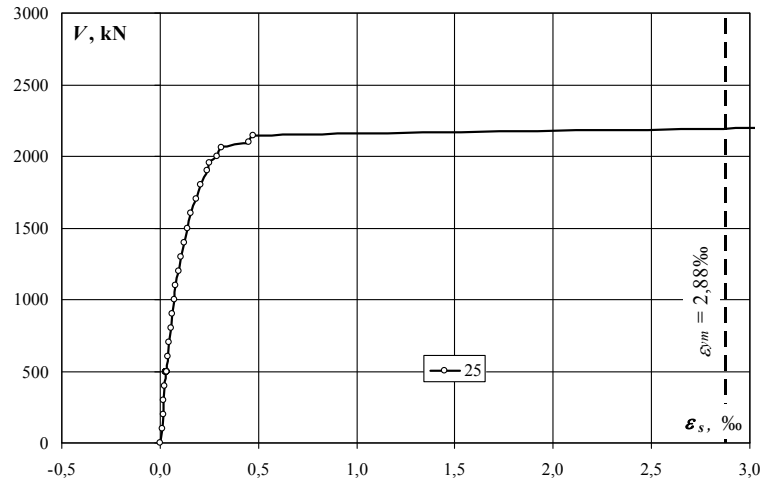


obciążenie słupa/ column load	obciążenie płyty/ slab load	naprężenie/ stress	
		19	20
kN	kN	MPa	MPa
0	0	0	0
100	0	0	-1
200	0	1	-2
300	0	2	-4
400	0	2	-7
500	0	1	-10
500	5	0	-11
500	10	0	-11
500	15	-1	-12
500	20	-1	-12
500	25	-3	-13
500	30	-4	-14
500	35	-5	-16
500	40	-7	-17
500	35	-7	-17
500	30	-7	-16
500	40	-8	-18
500	30	-7	-16
500	25	-7	-16
600	25	-6	-16
700	25	-7	-18
800	25	-8	-22
900	25	-9	-24
1000	25	-8	-24
1100	25	-8	-23
1200	25	-5	-21
1300	25	-3	-17
1400	25	0	-12
1500	25	3	-6
1600	25	6	0
1700	25	12	9
1800	25	21	21
1900	25	33	34
1952	25	37	39
2000	25	58	66
2058	25	65	73
2100	25	68	157
2147	25	99	153
2200	25	300	
2231	25	315	
2230	25	321	
1578	25	352	

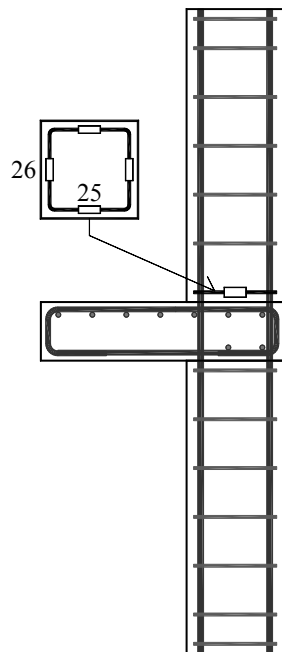
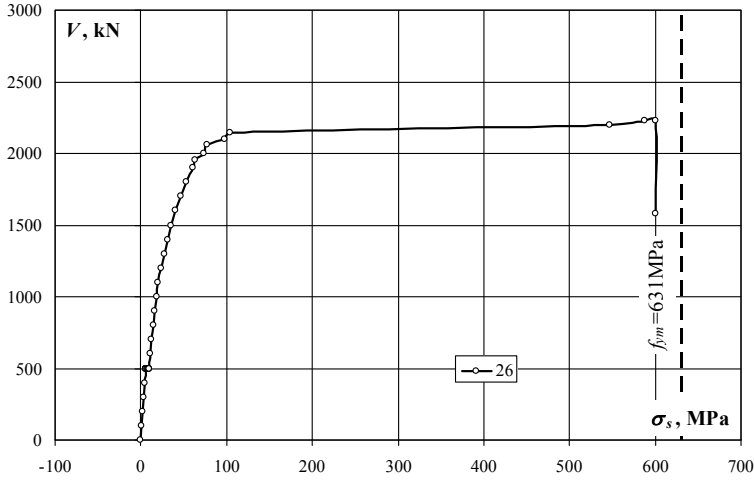
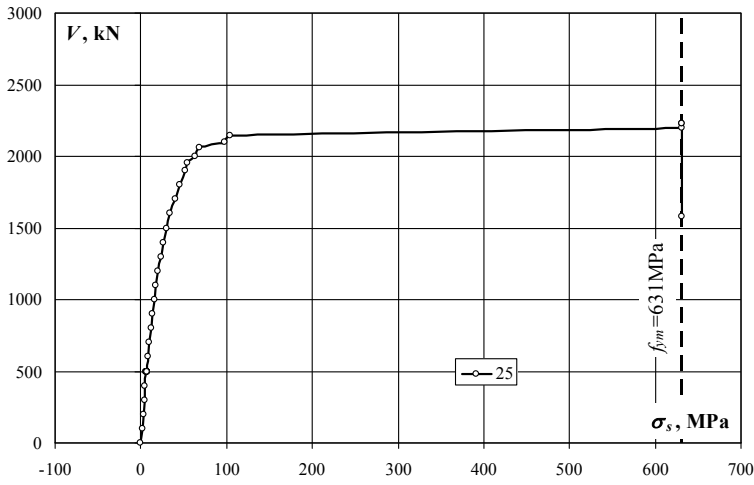
MN-0

Strzeżnię górnę – odkształcenia (ε_s) / Upper stirrup – strains (ε_s)

obciążenie stupa/ column load	obciążenie plyty/ slab load	odkształcenie/ strain	
		25	26
kN	kN	‰	‰
0	0	0,000	0,000
100	0	0,011	0,006
200	0	0,017	0,012
300	0	0,020	0,017
400	0	0,023	0,021
500	0	0,027	0,027
500	5	0,028	0,027
500	10	0,030	0,028
500	15	0,030	0,027
500	20	0,030	0,027
500	25	0,030	0,027
500	30	0,030	0,027
500	35	0,033	0,030
500	40	0,034	0,040
500	35	0,033	0,041
500	30	0,034	0,042
500	40	0,034	0,042
500	30	0,033	0,042
500	25	0,032	0,042
600	25	0,041	0,050
700	25	0,047	0,058
800	25	0,055	0,066
900	25	0,063	0,076
1000	25	0,072	0,085
1100	25	0,080	0,094
1200	25	0,094	0,109
1300	25	0,108	0,126
1400	25	0,122	0,142
1500	25	0,139	0,163
1600	25	0,158	0,186
1700	25	0,182	0,215
1800	25	0,209	0,245
1900	25	0,238	0,277
1952	25	0,251	0,291
2000	25	0,292	0,336
2058	25	0,314	0,354
2100	25	0,449	0,447
2147	25	0,474	0,478
2200	25	3,041	2,499
2231	25	3,577	2,687
2230	25	3,800	2,745
1578	25	4,520	2,747



Strzemię górne – naprężenia (σ_s) / Upper stirrup – stresses (σ_s)

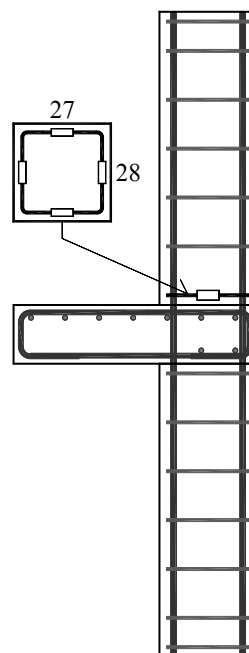
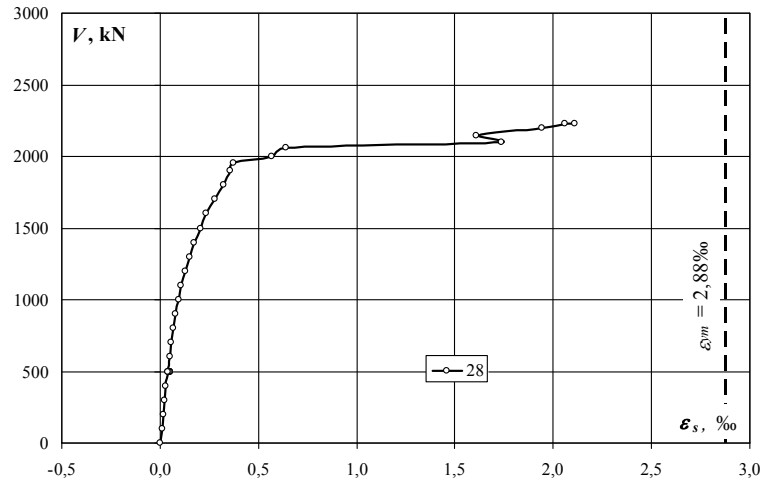
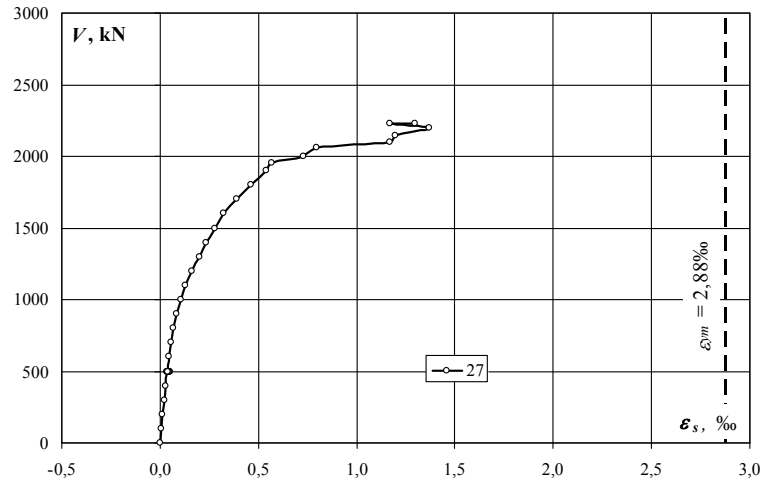


obciążenie słupa/ column load	obciążenie płyty/ slab load	naprężenie/ stress	
		25	26
kN	kN	MPa	MPa
0	0	0	0
100	0	2	1
200	0	4	3
300	0	4	4
400	0	5	5
500	0	6	6
500	5	6	6
500	10	7	6
500	15	7	6
500	20	7	6
500	25	7	6
500	30	7	6
500	35	7	7
500	40	7	9
500	35	7	9
500	30	7	9
500	40	7	9
500	30	7	9
500	25	7	9
600	25	9	11
700	25	10	13
800	25	12	14
900	25	14	17
1000	25	16	19
1100	25	18	21
1200	25	21	24
1300	25	24	28
1400	25	27	31
1500	25	30	36
1600	25	35	41
1700	25	40	47
1800	25	46	54
1900	25	52	61
1952	25	55	64
2000	25	64	74
2058	25	69	77
2100	25	98	98
2147	25	104	105
2200	25	631	547
2231	25	631	588
2230	25	631	601
1578	25	631	601

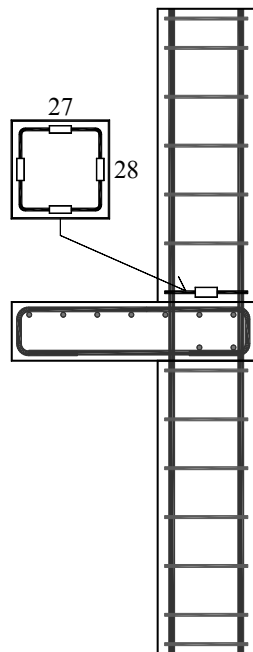
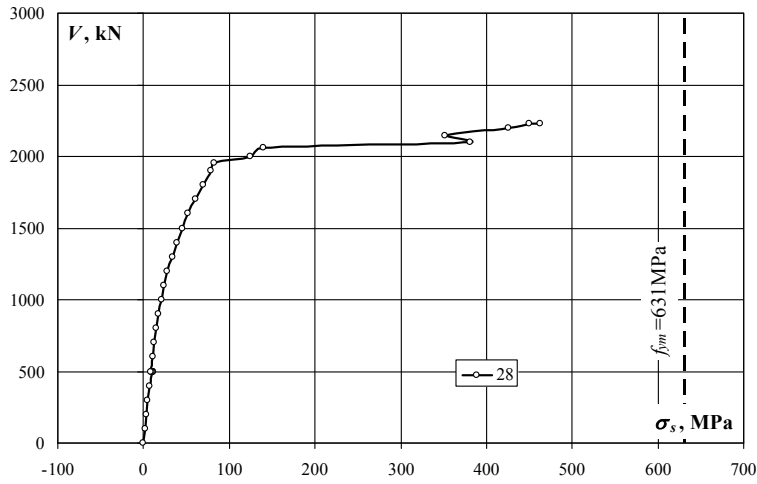
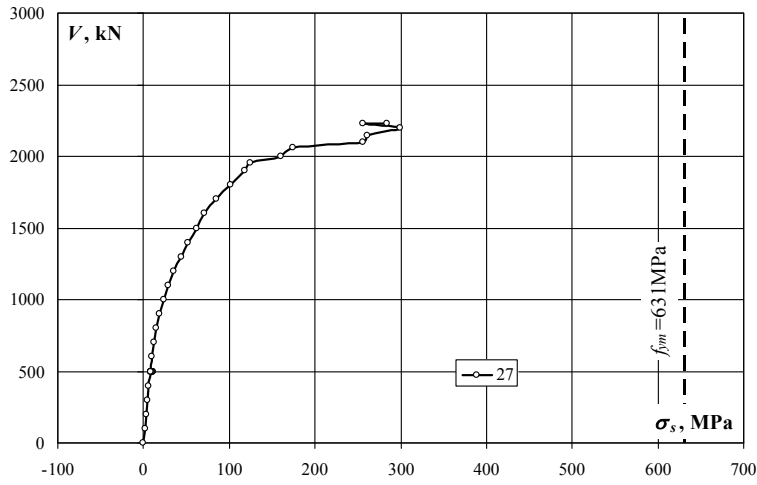
MN-0

Strzeżnię górne – odkształcenia (ϵ_s) / Upper stirrup – strains (ϵ_s)

obciążenie stupa/ column load	obciążenie plyty/ slab load	odkształcenie/ strain	
		27	28
kN	kN	‰	‰
0	0	0,000	0,000
100	0	0,008	0,011
200	0	0,014	0,016
300	0	0,023	0,024
400	0	0,029	0,031
500	0	0,036	0,042
500	5	0,038	0,044
500	10	0,040	0,046
500	15	0,042	0,048
500	20	0,046	0,050
500	25	0,047	0,052
500	30	0,049	0,053
500	35	0,049	0,053
500	40	0,048	0,051
500	35	0,044	0,047
500	30	0,042	0,045
500	40	0,047	0,051
500	30	0,041	0,044
500	25	0,038	0,041
600	25	0,044	0,049
700	25	0,055	0,058
800	25	0,069	0,067
900	25	0,086	0,081
1000	25	0,107	0,095
1100	25	0,130	0,107
1200	25	0,162	0,129
1300	25	0,201	0,153
1400	25	0,236	0,176
1500	25	0,281	0,206
1600	25	0,326	0,237
1700	25	0,389	0,280
1800	25	0,463	0,321
1900	25	0,539	0,359
1952	25	0,568	0,374
2000	25	0,732	0,569
2058	25	0,799	0,638
2100	25	1,169	1,739
2147	25	1,195	1,610
2200	25	1,369	1,943
2231	25	1,171	2,057
2230	25	1,300	2,112
1578	25		



Strzemię górne – naprężenia (σ_s) / Upper stirrup – stresses (σ_s)

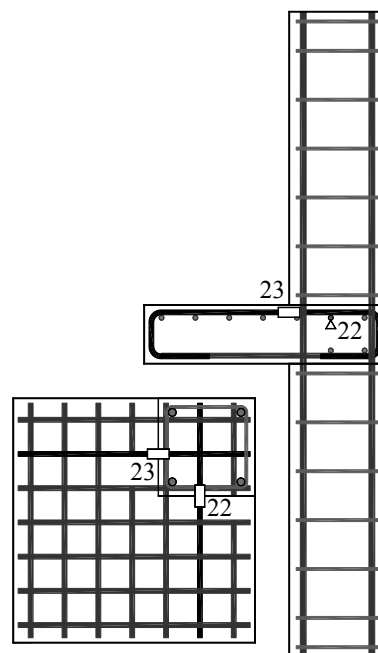
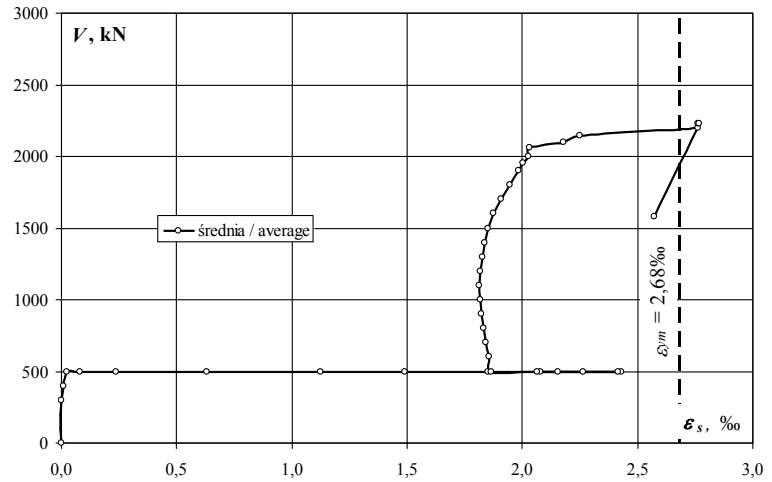
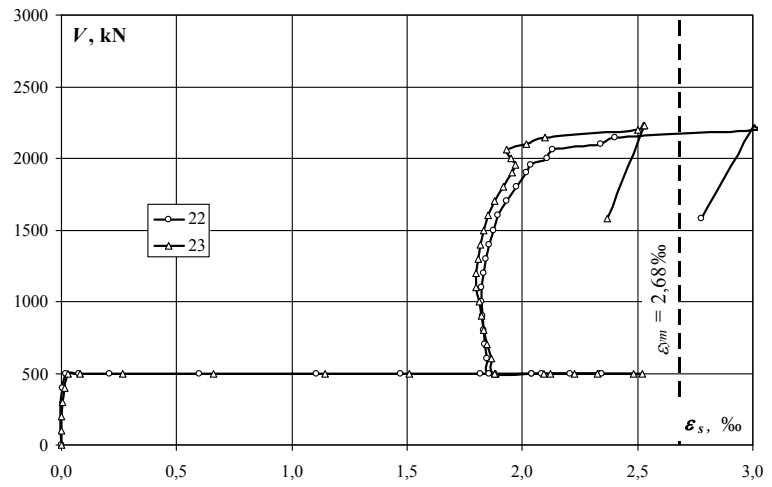


obciążenie słupa/ column load	obciążenie płyty/ slab load	naprężenie/ stress	
		27	28
kN	kN	MPa	MPa
0	0	0	0
100	0	2	2
200	0	3	4
300	0	5	5
400	0	6	7
500	0	8	9
500	5	8	10
500	10	9	10
500	15	9	11
500	20	10	11
500	25	10	11
500	30	11	12
500	35	11	12
500	40	11	11
500	35	10	10
500	30	9	10
500	40	10	11
500	30	9	10
500	25	8	9
600	25	10	11
700	25	12	13
800	25	15	15
900	25	19	18
1000	25	23	21
1100	25	28	23
1200	25	35	28
1300	25	44	33
1400	25	52	39
1500	25	61	45
1600	25	71	52
1700	25	85	61
1800	25	101	70
1900	25	118	79
1952	25	124	82
2000	25	160	124
2058	25	175	140
2100	25	256	380
2147	25	261	352
2200	25	300	425
2231	25	256	450
2230	25	284	462
1578	25		

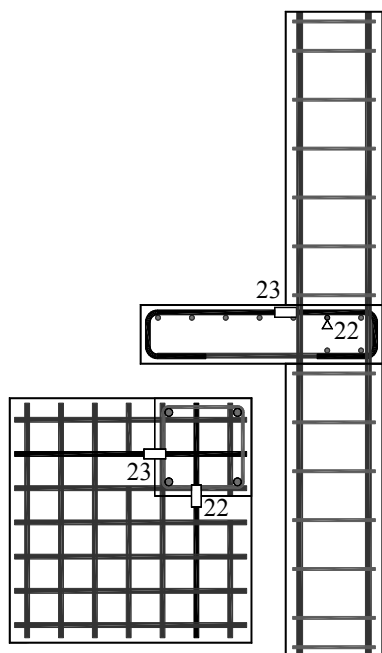
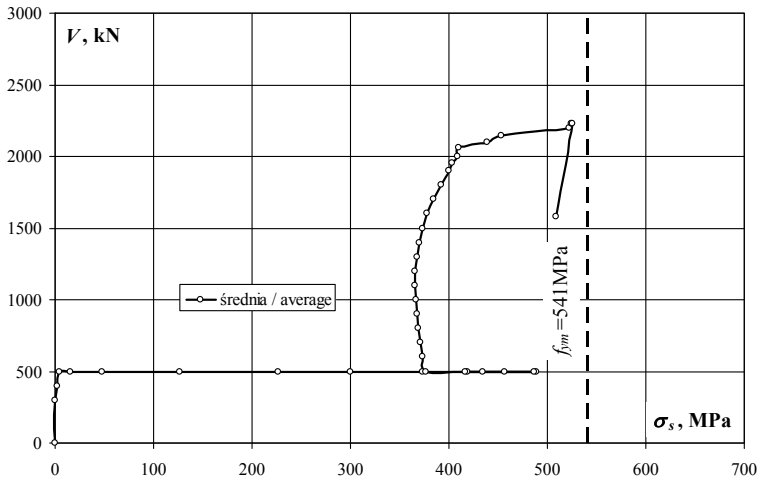
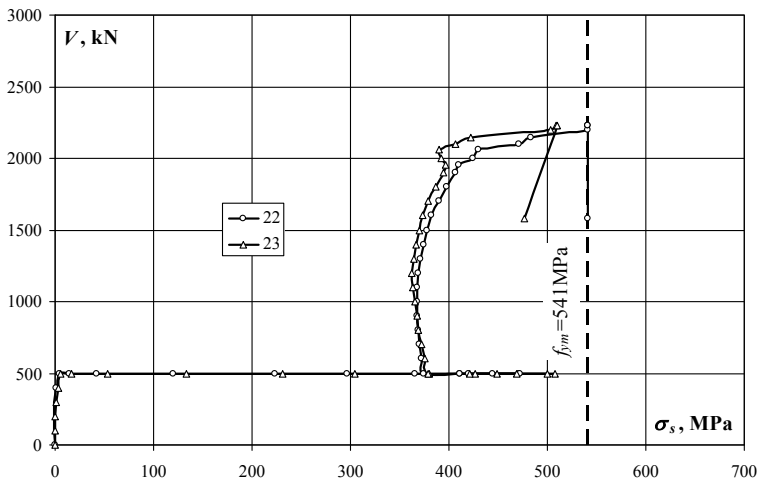
MN-0

Zbrojenie podłużne płyty – odkształcenia (ϵ_s) / Slab reinforcement – strains (ϵ_s)

obciążenie stupa/ column load kN	obciążenie płyty/ slab load kN	odkształcenie/ strain		
		22 ‰	23 ‰	średnia/ average ‰
0	0	0,000	0,000	0,000
100	0	-0,006	-0,001	-0,004
200	0	-0,006	-0,001	-0,004
300	0	-0,004	0,004	0,000
400	0	0,007	0,014	0,011
500	0	0,020	0,027	0,024
500	5	0,074	0,083	0,079
500	10	0,207	0,266	0,237
500	15	0,597	0,661	0,629
500	20	1,106	1,146	1,126
500	25	1,470	1,509	1,490
500	30	1,816	1,886	1,851
500	35	2,085	2,226	2,156
500	40	2,336	2,522	2,429
500	35	2,208	2,325	2,267
500	30	2,042	2,120	2,081
500	40	2,346	2,484	2,415
500	30	2,040	2,091	2,066
500	25	1,856	1,878	1,867
600	25	1,846	1,864	1,855
700	25	1,837	1,848	1,843
800	25	1,830	1,832	1,831
900	25	1,827	1,823	1,825
1000	25	1,825	1,813	1,819
1100	25	1,825	1,801	1,813
1200	25	1,832	1,800	1,816
1300	25	1,842	1,810	1,826
1400	25	1,857	1,818	1,838
1500	25	1,873	1,834	1,854
1600	25	1,895	1,853	1,874
1700	25	1,933	1,882	1,908
1800	25	1,975	1,917	1,946
1900	25	2,018	1,955	1,987
1952	25	2,036	1,968	2,002
2000	25	2,108	1,949	2,029
2058	25	2,132	1,933	2,033
2100	25	2,338	2,018	2,178
2147	25	2,400	2,097	2,249
2200	25	3,022	2,500	2,761
2231	25	3,004	2,524	2,764
2230	25	3,005	2,530	2,768
1578	25	2,777	2,367	2,572



Zbrojenie podłużne płyty – naprężenia (σ_s) / Slab reinforcement – stresses (σ_s)

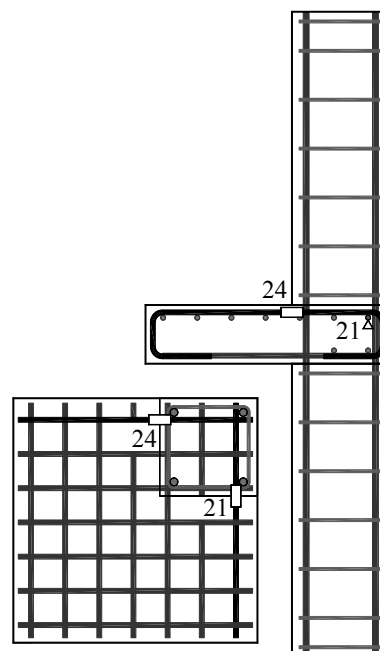
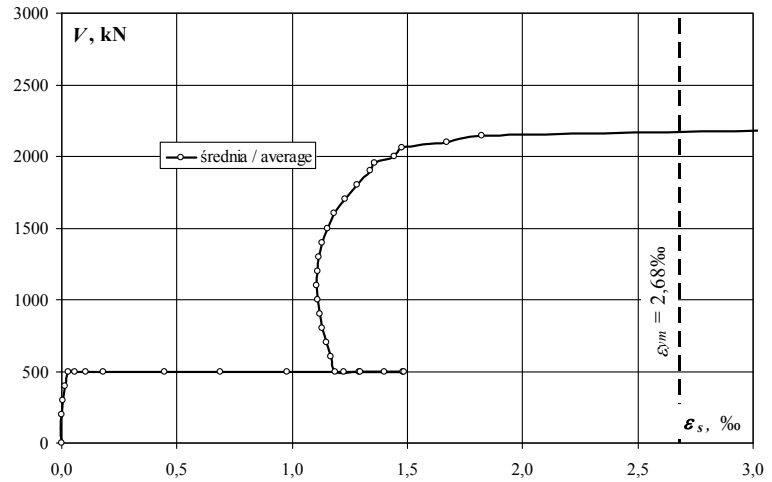
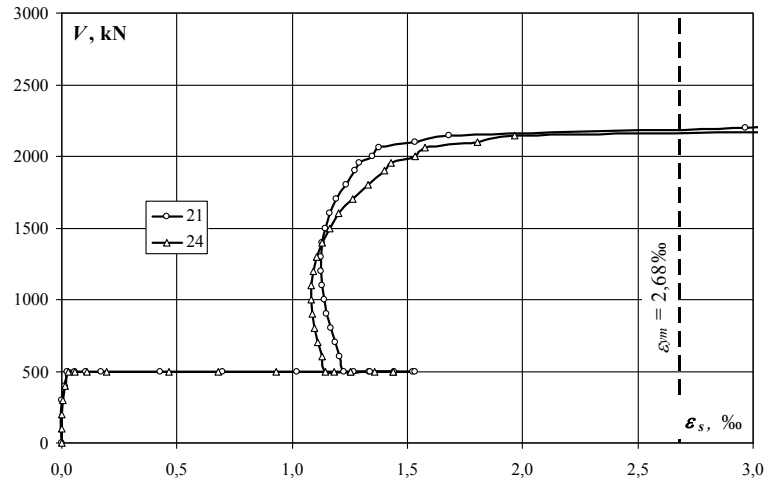


obciążenie stupa/ column load	obciążenie płyty/ slab load	naprężenie/ stress		
		22	23	średnia/ average
kN	kN	MPa	MPa	MPa
0	0	0	0	0
100	0	-1	0	-1
200	0	-1	0	-1
300	0	-1	1	0
400	0	1	3	2
500	0	4	5	5
500	5	15	17	16
500	10	42	54	48
500	15	120	133	127
500	20	223	231	227
500	25	296	304	300
500	30	366	380	373
500	35	420	449	434
500	40	471	508	489
500	35	445	468	457
500	30	411	427	419
500	40	473	501	487
500	30	411	421	416
500	25	374	378	376
600	25	372	376	374
700	25	370	372	371
800	25	369	369	369
900	25	368	367	368
1000	25	368	365	367
1100	25	368	363	365
1200	25	369	363	366
1300	25	371	365	368
1400	25	374	366	370
1500	25	377	370	373
1600	25	382	373	378
1700	25	389	379	384
1800	25	398	386	392
1900	25	407	394	400
1952	25	410	397	403
2000	25	425	393	409
2058	25	430	389	410
2100	25	471	407	439
2147	25	484	423	453
2200	25	541	504	522
2231	25	541	509	525
2230	25	541	510	525
1578	25	541	477	509

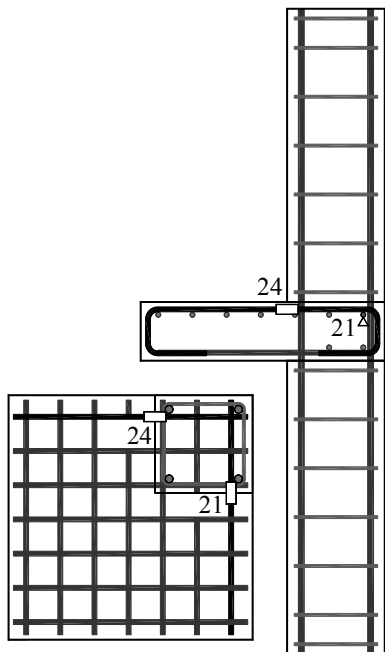
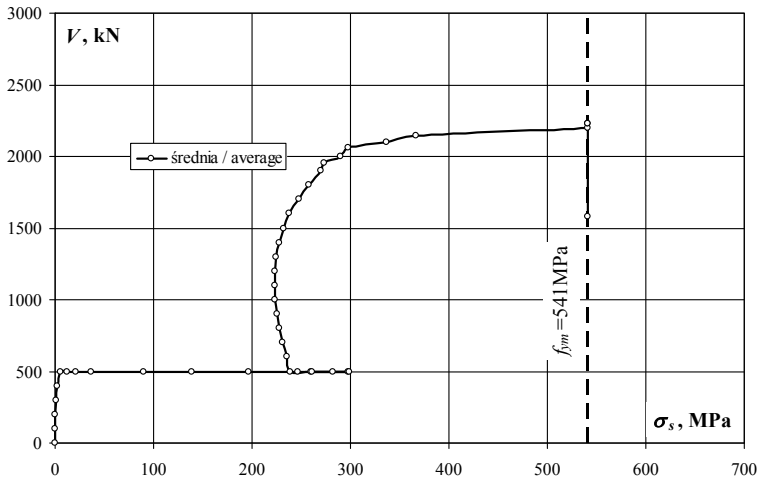
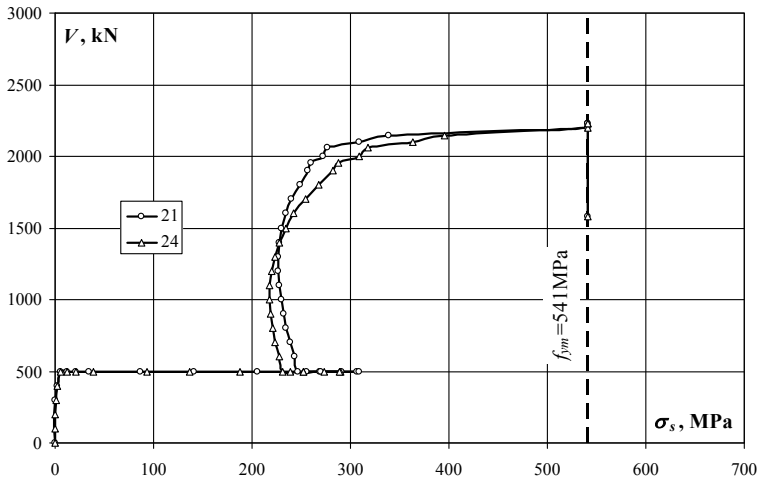
MN-0

Zbrojenie podłużne płyty – odkształcenia (ϵ_s) / Slab reinforcement – strains (ϵ_s)

obciążenie stupa/ column load	obciążenie płyty/ slab load	odkształcenie/ strain		
		21	24	średnia/ average
kN	kN	‰	‰	‰
0	0	0,000	0,000	0,000
100	0	-0,005	0,000	-0,003
200	0	-0,004	0,000	-0,002
300	0	0,000	0,006	0,003
400	0	0,013	0,013	0,013
500	0	0,026	0,027	0,027
500	5	0,058	0,058	0,058
500	10	0,106	0,107	0,107
500	15	0,171	0,193	0,182
500	20	0,429	0,463	0,446
500	25	0,699	0,681	0,690
500	30	1,022	0,930	0,976
500	35	1,267	1,183	1,225
500	40	1,522	1,437	1,480
500	35	1,442	1,357	1,400
500	30	1,332	1,254	1,293
500	40	1,532	1,436	1,484
500	30	1,339	1,251	1,295
500	25	1,225	1,145	1,185
600	25	1,205	1,128	1,167
700	25	1,185	1,111	1,148
800	25	1,166	1,096	1,131
900	25	1,151	1,087	1,119
1000	25	1,139	1,082	1,111
1100	25	1,129	1,083	1,106
1200	25	1,126	1,091	1,109
1300	25	1,126	1,107	1,117
1400	25	1,131	1,130	1,131
1500	25	1,143	1,165	1,154
1600	25	1,162	1,203	1,183
1700	25	1,193	1,264	1,229
1800	25	1,233	1,331	1,282
1900	25	1,274	1,402	1,338
1952	25	1,289	1,429	1,359
2000	25	1,350	1,532	1,441
2058	25	1,375	1,576	1,476
2100	25	1,535	1,803	1,669
2147	25	1,680	1,964	1,822
2200	25	2,967	4,533	3,750
2231	25	3,179	4,882	4,031
2230	25	3,284	4,964	4,124
1578	25	3,876	4,759	4,318



Zbrojenie podłużne płyty – naprężenia (σ_s) / Slab reinforcement – stresses (σ_s)

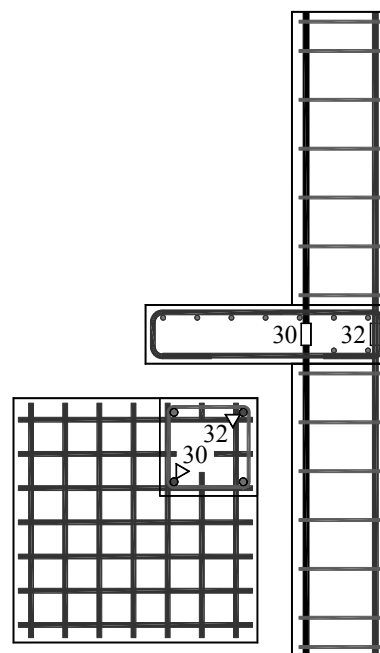
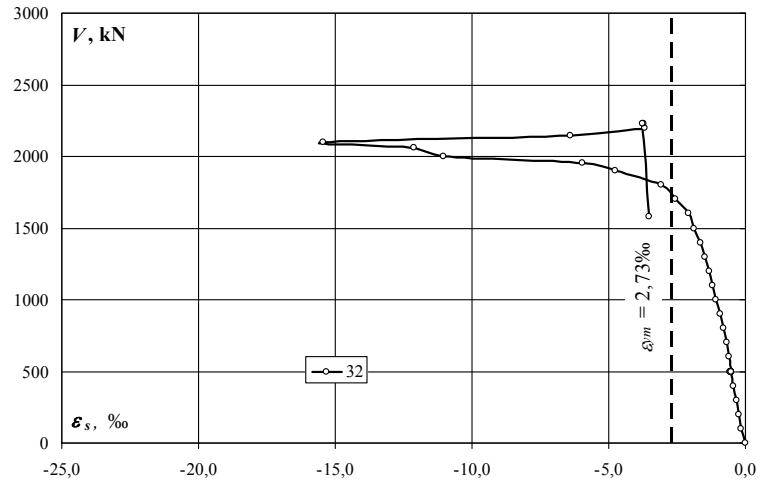
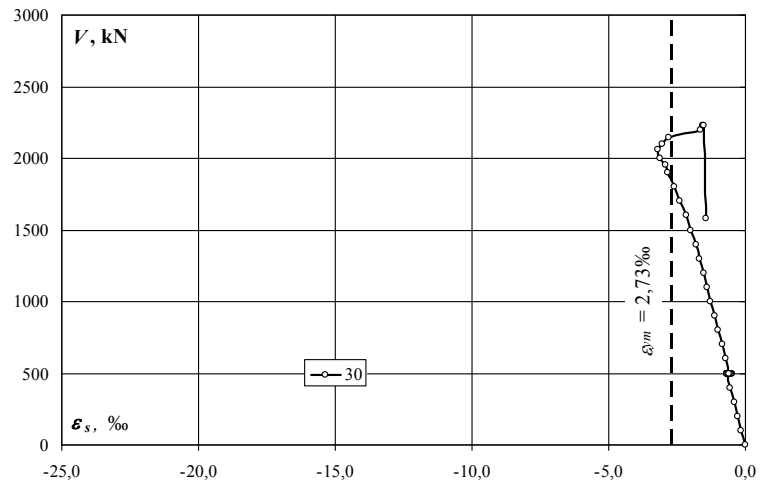


obciążenie stupa/ column load kN	obciążenie płyty/ slab load kN	naprężenie/ stress		
		21 MPa	24 MPa	średnia/ average MPa
0	0	0	0	0
100	0	-1	0	-1
200	0	-1	0	0
300	0	0	1	1
400	0	3	3	3
500	0	5	5	5
500	5	12	12	12
500	10	21	22	21
500	15	34	39	37
500	20	86	93	90
500	25	141	137	139
500	30	206	187	197
500	35	255	238	247
500	40	307	290	298
500	35	291	273	282
500	30	268	253	261
500	40	309	289	299
500	30	270	252	261
500	25	247	231	239
600	25	243	227	235
700	25	239	224	231
800	25	235	221	228
900	25	232	219	225
1000	25	230	218	224
1100	25	227	218	223
1200	25	227	220	223
1300	25	227	223	225
1400	25	228	228	228
1500	25	230	235	233
1600	25	234	242	238
1700	25	240	255	248
1800	25	248	268	258
1900	25	257	283	270
1952	25	260	288	274
2000	25	272	309	290
2058	25	277	318	297
2100	25	309	363	336
2147	25	339	396	367
2200	25	541	541	541
2231	25	541	541	541
2230	25	541	541	541
1578	25	541	541	541

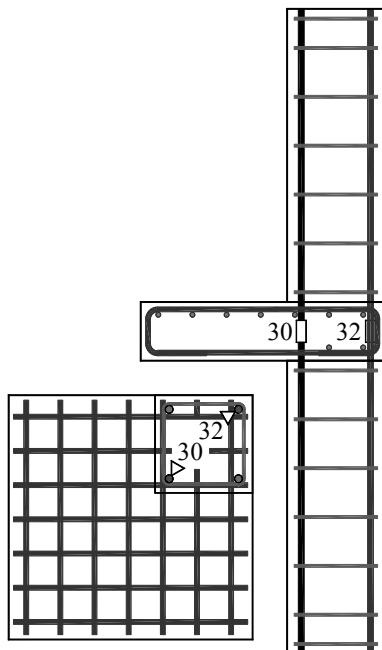
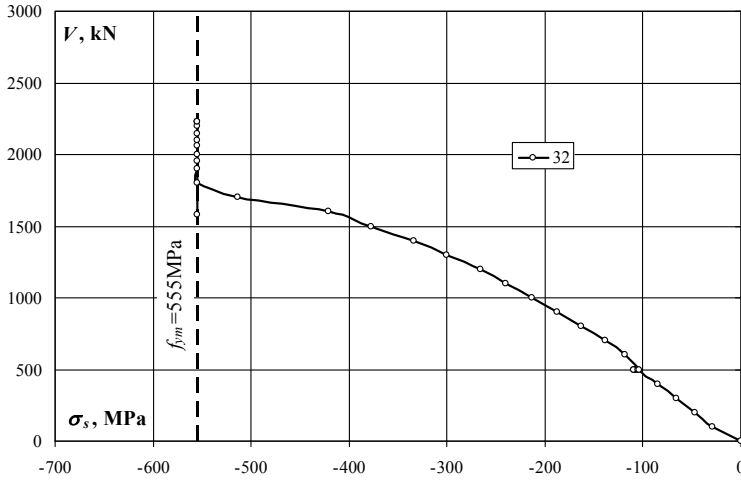
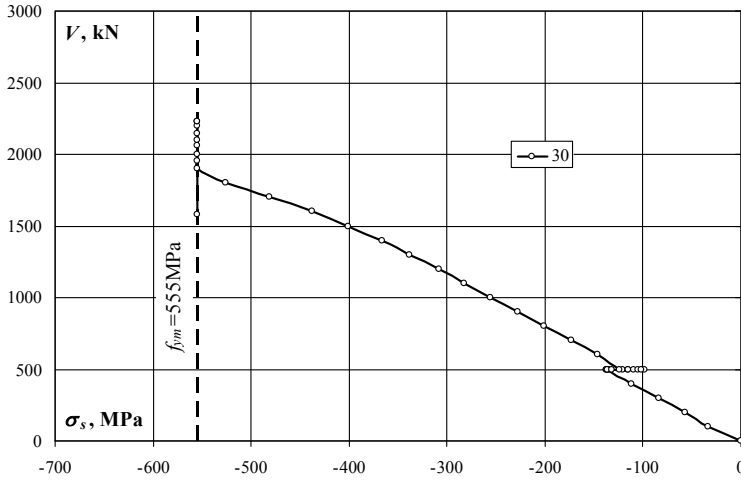
MN-0

Zbrojenie podłużne słupa – odkształcenia (ϵ_s) / Column reinforcement – strains (ϵ_s)

obciążenie słupa/ column load	obciążenie plyty/ slab load	odkształcenie/ strain	
		30	32
kN	kN	‰	‰
0	0	0,000	0,000
100	0	-0,164	-0,145
200	0	-0,282	-0,233
300	0	-0,416	-0,326
400	0	-0,552	-0,421
500	0	-0,683	-0,527
500	5	-0,681	-0,531
500	10	-0,672	-0,532
500	15	-0,673	-0,532
500	20	-0,677	-0,529
500	25	-0,653	-0,532
500	30	-0,601	-0,534
500	35	-0,546	-0,539
500	40	-0,489	-0,542
500	35	-0,524	-0,529
500	30	-0,571	-0,521
500	40	-0,504	-0,544
500	30	-0,572	-0,521
500	25	-0,616	-0,514
600	25	-0,729	-0,588
700	25	-0,860	-0,687
800	25	-0,998	-0,808
900	25	-1,133	-0,929
1000	25	-1,270	-1,061
1100	25	-1,404	-1,192
1200	25	-1,528	-1,322
1300	25	-1,681	-1,494
1400	25	-1,818	-1,658
1500	25	-1,989	-1,873
1600	25	-2,175	-2,090
1700	25	-2,390	-2,549
1800	25	-2,612	-3,089
1900	25	-2,851	-4,777
1952	25	-2,934	-5,962
2000	25	-3,138	-11,051
2058	25	-3,217	-12,102
2100	25	-3,034	-15,451
2147	25	-2,807	-6,404
2200	25	-1,639	-3,689
2231	25	-1,556	-3,719
2230	25	-1,511	-3,747
1578	25	-1,430	-3,538



Zbrojenie podłużne słupa – naprężenia (σ_s) / Column reinforcement – stresses (σ_s)

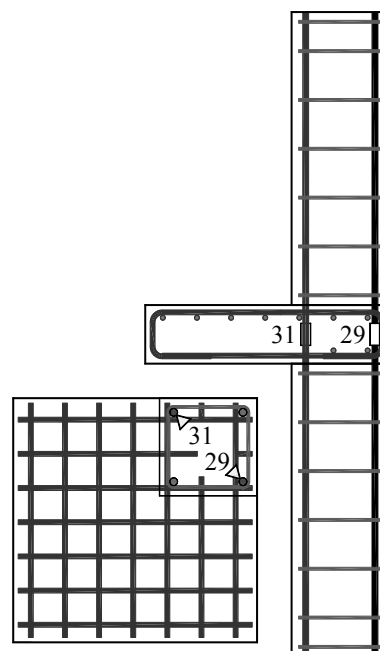
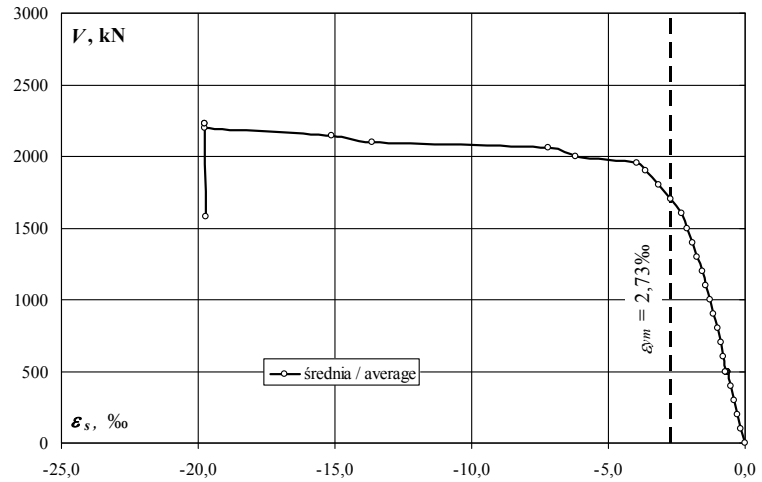
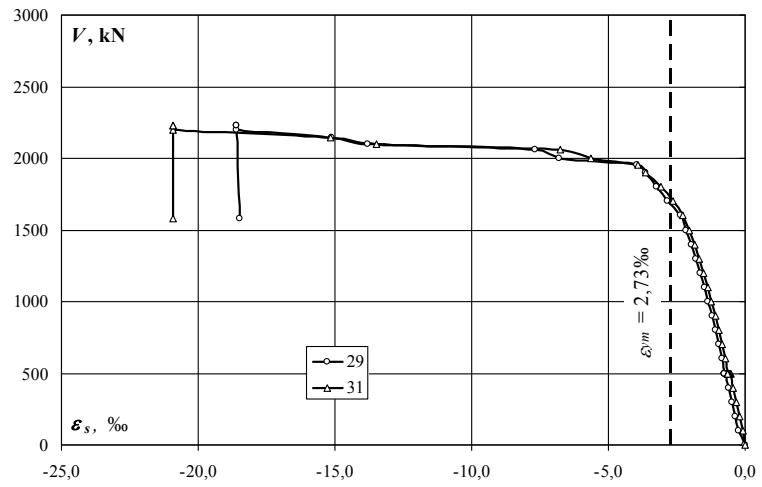


obciążenie słupa/ column load kN	obciążenie plyty/ slab load kN	naprężenie/ stress	
		30 MPa	32 MPa
0	0	0	0
100	0	-33	-29
200	0	-57	-47
300	0	-84	-66
400	0	-111	-85
500	0	-137	-106
500	5	-137	-107
500	10	-135	-107
500	15	-135	-107
500	20	-136	-106
500	25	-131	-107
500	30	-121	-107
500	35	-110	-109
500	40	-98	-109
500	35	-105	-106
500	30	-115	-105
500	40	-101	-110
500	30	-115	-105
500	25	-124	-103
600	25	-147	-118
700	25	-173	-138
800	25	-201	-163
900	25	-228	-187
1000	25	-256	-214
1100	25	-283	-240
1200	25	-308	-266
1300	25	-338	-301
1400	25	-366	-334
1500	25	-400	-377
1600	25	-438	-421
1700	25	-481	-513
1800	25	-526	-555
1900	25	-555	-555
1952	25	-555	-555
2000	25	-555	-555
2058	25	-555	-555
2100	25	-555	-555
2147	25	-555	-555
2200	25	-555	-555
2231	25	-555	-555
2230	25	-555	-555
1578	25	-555	-555

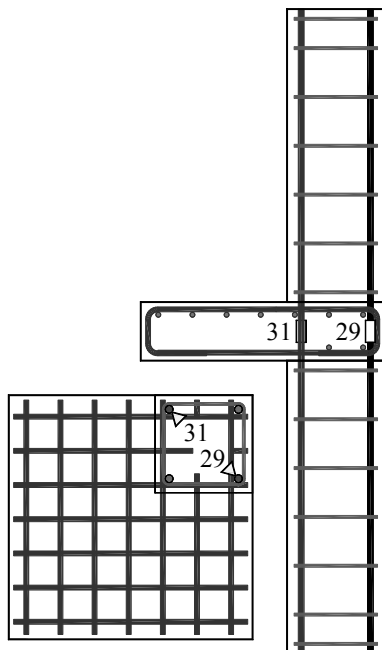
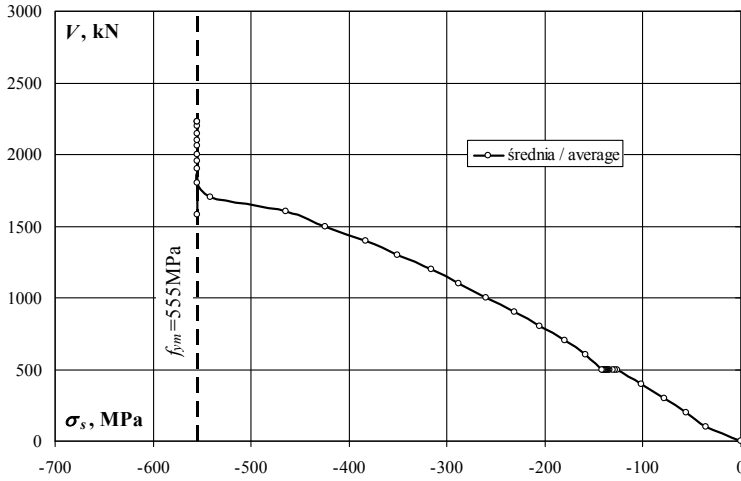
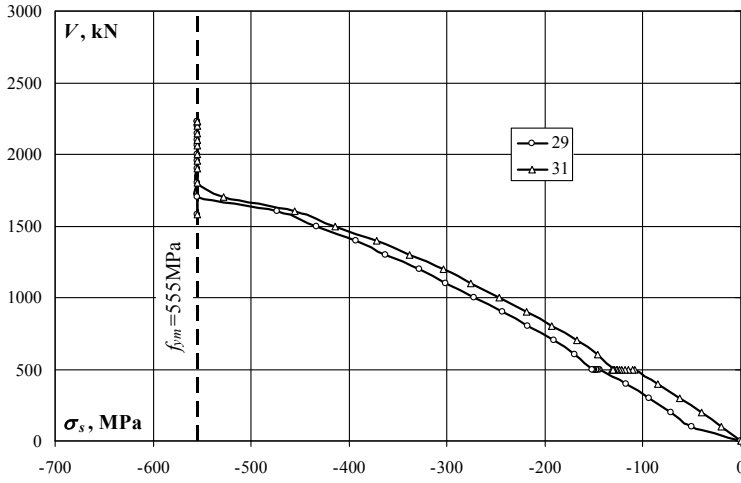
MN-0

Zbrojenie podłużne słupa – odkształcenia (ϵ_s) / Column reinforcement – strains (ϵ_s)

obciążenie słupa/ column load	obciążenie płyty/ slab load	odkształcenie/ strain		
		29	31	średnia/ average
kN	kN	‰	‰	‰
0	0	0,000	0,000	0,000
100	0	-0,250	-0,100	-0,175
200	0	-0,354	-0,198	-0,276
300	0	-0,465	-0,309	-0,387
400	0	-0,584	-0,421	-0,503
500	0	-0,713	-0,538	-0,626
500	5	-0,722	-0,551	-0,637
500	10	-0,732	-0,571	-0,652
500	15	-0,737	-0,589	-0,663
500	20	-0,738	-0,605	-0,672
500	25	-0,737	-0,615	-0,676
500	30	-0,734	-0,628	-0,681
500	35	-0,730	-0,634	-0,682
500	40	-0,731	-0,642	-0,687
500	35	-0,734	-0,641	-0,688
500	30	-0,745	-0,646	-0,696
500	40	-0,742	-0,652	-0,697
500	30	-0,750	-0,649	-0,700
500	25	-0,757	-0,650	-0,704
600	25	-0,842	-0,729	-0,786
700	25	-0,948	-0,834	-0,891
800	25	-1,079	-0,959	-1,019
900	25	-1,210	-1,086	-1,148
1000	25	-1,353	-1,226	-1,290
1100	25	-1,495	-1,368	-1,432
1200	25	-1,631	-1,506	-1,569
1300	25	-1,801	-1,682	-1,742
1400	25	-1,954	-1,847	-1,901
1500	25	-2,151	-2,059	-2,105
1600	25	-2,351	-2,261	-2,306
1700	25	-2,852	-2,621	-2,737
1800	25	-3,236	-3,080	-3,158
1900	25	-3,633	-3,654	-3,644
1952	25	-3,958	-3,933	-3,946
2000	25	-6,789	-5,647	-6,218
2058	25	-7,673	-6,744	-7,209
2100	25	-13,794	-13,465	-13,630
2147	25	-15,103	-15,154	-15,129
2200	25	-18,619	-20,937	-19,778
2231	25	-18,619	-20,937	-19,778
2230	25	-18,619	-20,937	-19,778
1578	25	-18,496	-20,937	-19,717



Zbrojenie podłużne słupa – naprężenia (σ_s) / Column reinforcement – stresses (σ_s)

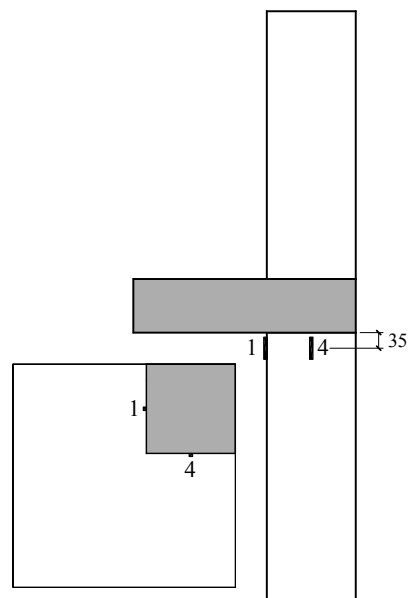
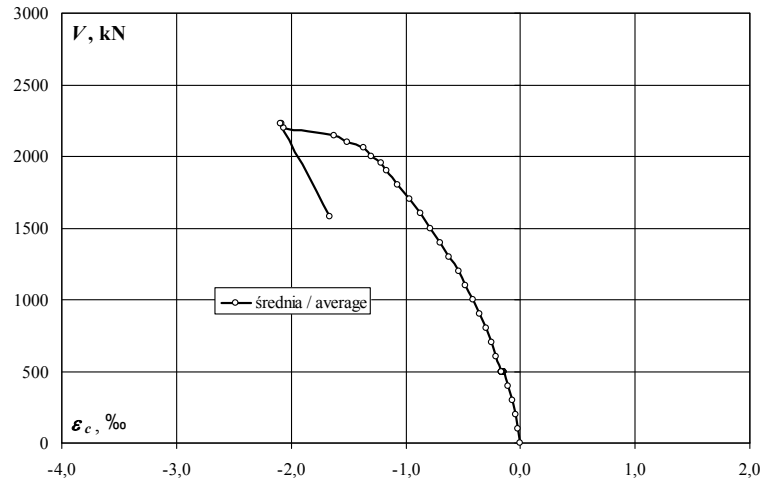
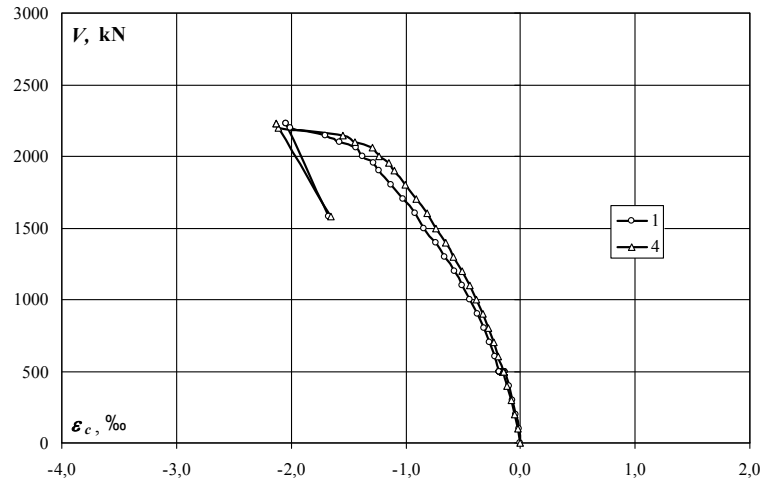


obciążenie słupa/ column load	obciążenie płyty/ slab load	naprężenie/ stress		
		29	31	średnia/ average
kN	kN	MPa	MPa	MPa
0	0	0	0	0
100	0	-50	-20	-35
200	0	-71	-40	-56
300	0	-94	-62	-78
400	0	-118	-85	-101
500	0	-144	-108	-126
500	5	-145	-111	-128
500	10	-147	-115	-131
500	15	-148	-119	-133
500	20	-149	-122	-135
500	25	-148	-124	-136
500	30	-148	-126	-137
500	35	-147	-128	-137
500	40	-147	-129	-138
500	35	-148	-129	-138
500	30	-150	-130	-140
500	40	-149	-131	-140
500	30	-151	-131	-141
500	25	-152	-131	-142
600	25	-169	-147	-158
700	25	-191	-168	-179
800	25	-217	-193	-205
900	25	-244	-219	-231
1000	25	-272	-247	-260
1100	25	-301	-275	-288
1200	25	-328	-303	-316
1300	25	-363	-339	-351
1400	25	-393	-372	-383
1500	25	-433	-414	-424
1600	25	-473	-455	-464
1700	25	-555	-528	-541
1800	25	-555	-555	-555
1900	25	-555	-555	-555
1952	25	-555	-555	-555
2000	25	-555	-555	-555
2058	25	-555	-555	-555
2100	25	-555	-555	-555
2147	25	-555	-555	-555
2200	25	-555	-555	-555
2231	25	-555	-555	-555
2230	25	-555	-555	-555
1578	25	-555	-555	-555

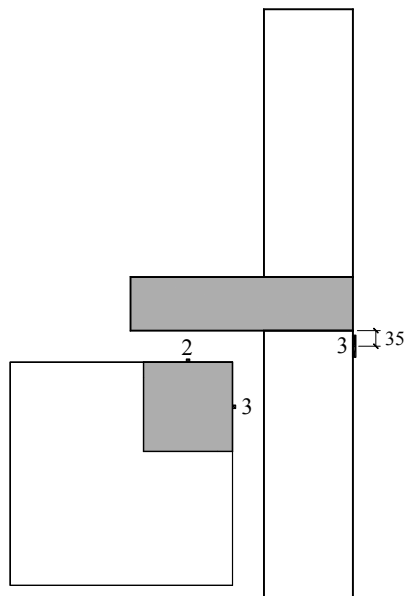
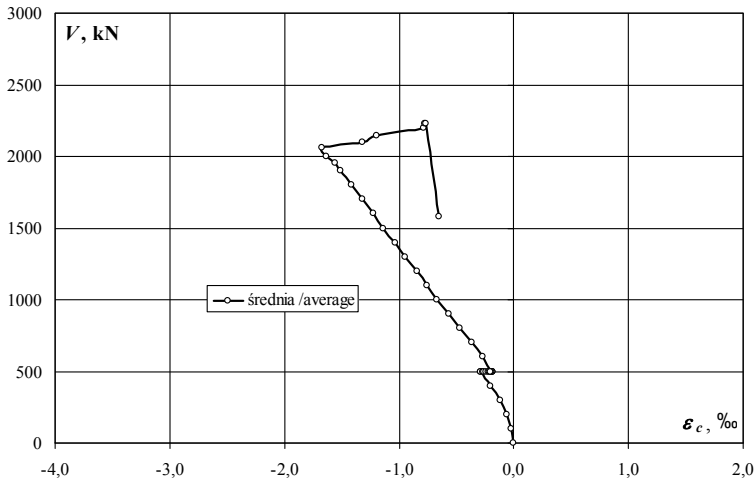
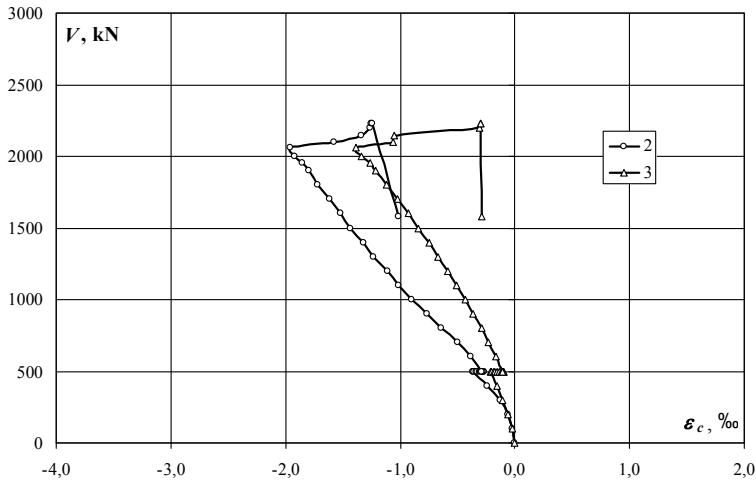
MN-0

Słup dolny (tensometry pionowe) – odkształcenia (ϵ_c) / Bottom column (vertical gauges) – strains (ϵ_c)

obciążenie słupa/ column load	obciążenie płyty/ slab load	odkształcenie/ strain		
		1	4	średnia/ average
kN	kN	‰	‰	‰
0	0	0,000	0,000	0,000
100	0	-0,017	-0,021	-0,019
200	0	-0,041	-0,049	-0,045
300	0	-0,067	-0,079	-0,073
400	0	-0,096	-0,115	-0,106
500	0	-0,132	-0,155	-0,144
500	5	-0,133	-0,153	-0,143
500	10	-0,140	-0,153	-0,147
500	15	-0,145	-0,151	-0,148
500	20	-0,154	-0,150	-0,152
500	25	-0,160	-0,148	-0,154
500	30	-0,169	-0,147	-0,158
500	35	-0,174	-0,145	-0,160
500	40	-0,182	-0,147	-0,165
500	35	-0,182	-0,146	-0,164
500	30	-0,183	-0,150	-0,167
500	40	-0,188	-0,151	-0,170
500	30	-0,184	-0,150	-0,167
500	25	-0,183	-0,151	-0,167
600	25	-0,224	-0,194	-0,209
700	25	-0,268	-0,234	-0,251
800	25	-0,322	-0,282	-0,302
900	25	-0,379	-0,332	-0,356
1000	25	-0,442	-0,385	-0,414
1100	25	-0,509	-0,446	-0,478
1200	25	-0,578	-0,505	-0,542
1300	25	-0,663	-0,581	-0,622
1400	25	-0,742	-0,650	-0,696
1500	25	-0,839	-0,736	-0,788
1600	25	-0,923	-0,815	-0,869
1700	25	-1,027	-0,909	-0,968
1800	25	-1,131	-1,006	-1,069
1900	25	-1,234	-1,099	-1,167
1952	25	-1,281	-1,149	-1,215
2000	25	-1,377	-1,233	-1,305
2058	25	-1,437	-1,288	-1,363
2100	25	-1,576	-1,439	-1,508
2147	25	-1,700	-1,549	-1,625
2200	25	-2,008	-2,112	-2,060
2231	25	-2,040	-2,132	-2,086
2230	25	-2,048	-2,128	-2,088
1578	25	-1,677	-1,652	-1,665



Słup dolny (tensometry pionowe) – odkształcenia (ϵ_c) / Bottom column (vertical gauges) – strains (ϵ_c)

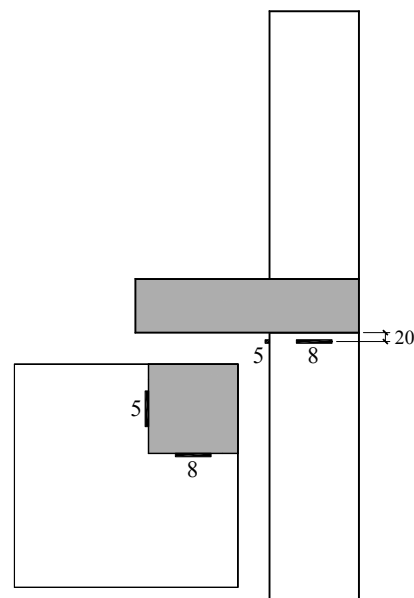
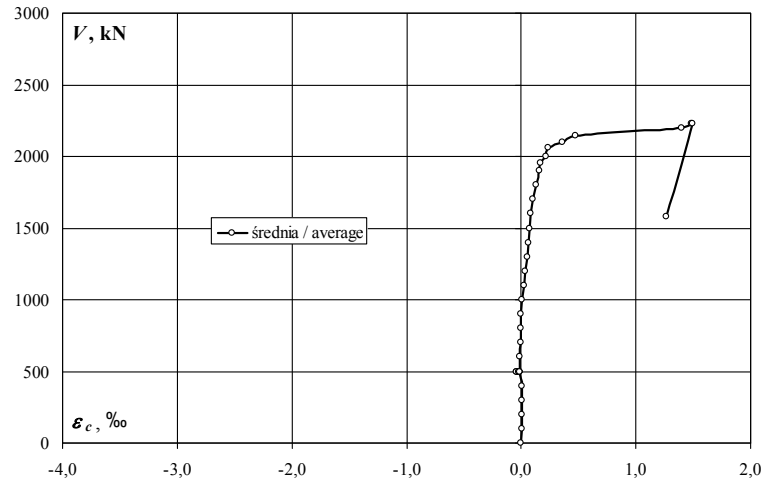
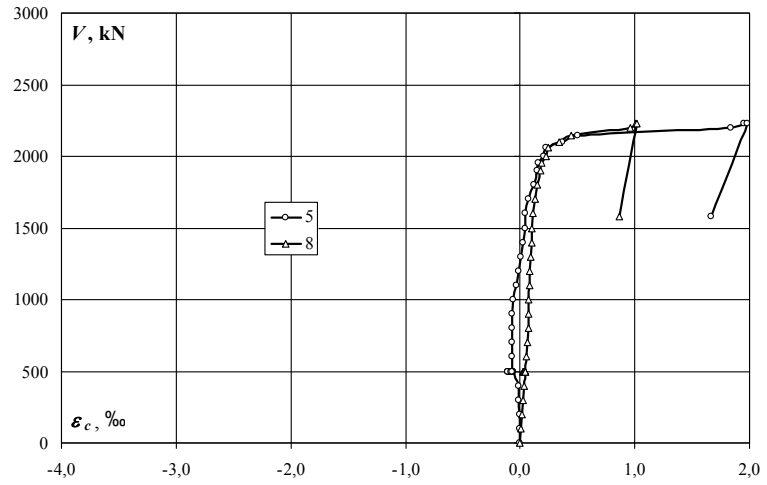


obciążenie słupa/ column load	obciążenie płyty/ slab load	odkształcenie/ strain		
		2	3	średnia/ average
kN	kN	‰	‰	‰
0	0	0,000	0,000	0,000
100	0	-0,020	-0,023	-0,022
200	0	-0,060	-0,056	-0,058
300	0	-0,130	-0,105	-0,118
400	0	-0,240	-0,159	-0,200
500	0	-0,370	-0,215	-0,293
500	5	-0,370	-0,203	-0,287
500	10	-0,360	-0,188	-0,274
500	15	-0,340	-0,172	-0,256
500	20	-0,330	-0,153	-0,242
500	25	-0,310	-0,138	-0,224
500	30	-0,300	-0,120	-0,210
500	35	-0,280	-0,109	-0,195
500	40	-0,270	-0,094	-0,182
500	35	-0,270	-0,097	-0,184
500	30	-0,280	-0,105	-0,193
500	40	-0,270	-0,095	-0,183
500	30	-0,280	-0,104	-0,192
500	25	-0,290	-0,111	-0,201
600	25	-0,380	-0,168	-0,274
700	25	-0,500	-0,228	-0,364
800	25	-0,640	-0,293	-0,467
900	25	-0,770	-0,362	-0,566
1000	25	-0,900	-0,433	-0,667
1100	25	-1,010	-0,511	-0,761
1200	25	-1,110	-0,583	-0,847
1300	25	-1,230	-0,672	-0,951
1400	25	-1,320	-0,750	-1,035
1500	25	-1,430	-0,847	-1,139
1600	25	-1,520	-0,930	-1,225
1700	25	-1,620	-1,024	-1,322
1800	25	-1,720	-1,117	-1,419
1900	25	-1,800	-1,212	-1,506
1952	25	-1,850	-1,259	-1,555
2000	25	-1,920	-1,341	-1,631
2058	25	-1,960	-1,386	-1,673
2100	25	-1,580	-1,065	-1,323
2147	25	-1,340	-1,057	-1,199
2200	25	-1,260	-0,305	-0,783
2231	25	-1,250	-0,302	-0,776
2230	25	-1,240	-0,302	-0,771
1578	25	-1,010	-0,293	-0,652

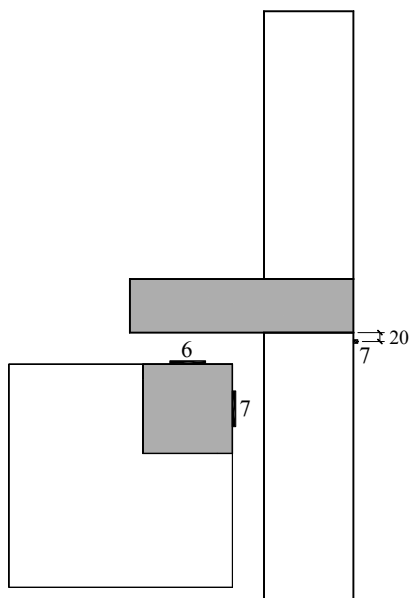
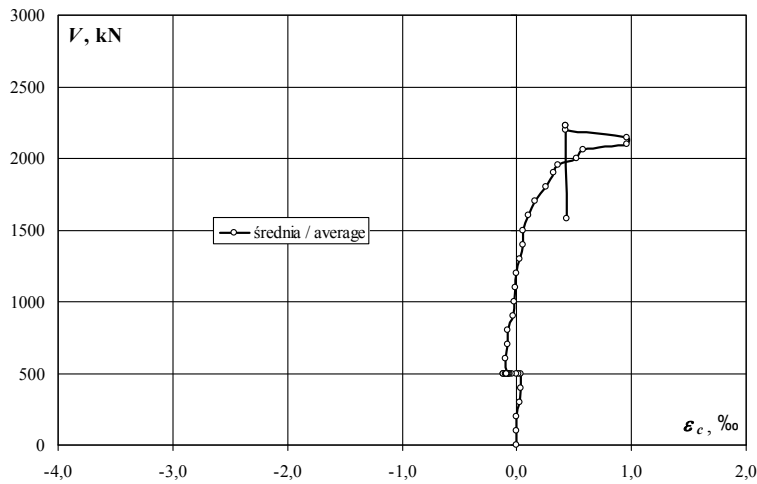
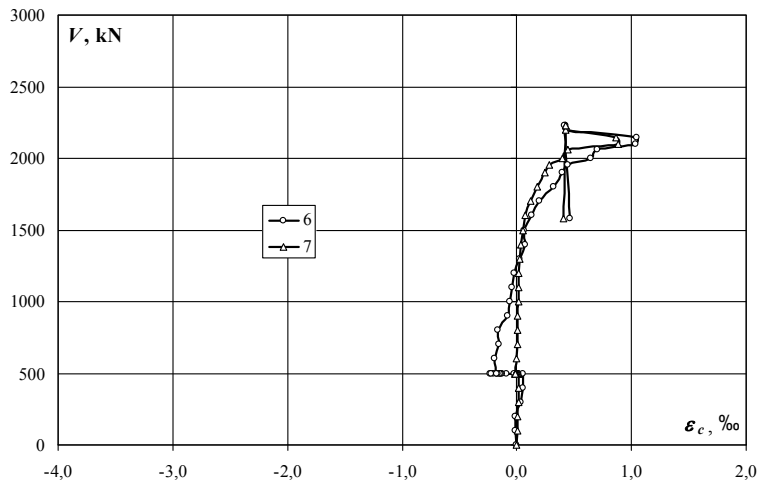
MN-0

Śłup dolny (tensometry poziome) – odkształcenia (ϵ_c) / Bottom column (horizontal gauges) – strains (ϵ_c)

obciążenie stupa/ column load	obciążenie plyty/ slab load	odkształcenie/ strain		
		5	8	średnia/ average
kN	kN	‰	‰	‰
0	0	0,000	0,000	0,000
100	0	-0,002	0,007	0,003
200	0	-0,005	0,015	0,005
300	0	-0,010	0,023	0,007
400	0	-0,016	0,031	0,008
500	0	-0,057	0,040	-0,009
500	5	-0,059	0,040	-0,010
500	10	-0,065	0,037	-0,014
500	15	-0,070	0,035	-0,018
500	20	-0,078	0,032	-0,023
500	25	-0,085	0,030	-0,028
500	30	-0,094	0,029	-0,033
500	35	-0,103	0,031	-0,036
500	40	-0,110	0,032	-0,039
500	35	-0,104	0,037	-0,034
500	30	-0,095	0,042	-0,027
500	40	-0,108	0,033	-0,038
500	30	-0,081	0,043	-0,019
500	25	-0,074	0,048	-0,013
600	25	-0,072	0,056	-0,008
700	25	-0,071	0,065	-0,003
800	25	-0,072	0,070	-0,001
900	25	-0,073	0,074	0,001
1000	25	-0,056	0,076	0,010
1100	25	-0,028	0,081	0,027
1200	25	-0,012	0,087	0,038
1300	25	0,006	0,093	0,050
1400	25	0,025	0,099	0,062
1500	25	0,040	0,105	0,073
1600	25	0,049	0,114	0,082
1700	25	0,077	0,130	0,104
1800	25	0,118	0,151	0,135
1900	25	0,147	0,175	0,161
1952	25	0,161	0,185	0,173
2000	25	0,209	0,230	0,220
2058	25	0,228	0,246	0,237
2100	25	0,367	0,343	0,355
2147	25	0,507	0,443	0,475
2200	25	1,841	0,960	1,401
2231	25	1,956	1,005	1,481
2230	25	1,980	1,013	1,497
1578	25	1,670	0,864	1,267



Słup dolny (tensometry poziome) – odkształcenia (ε_c) / Bottom column (horizontal gauges) – strains (ε_c)

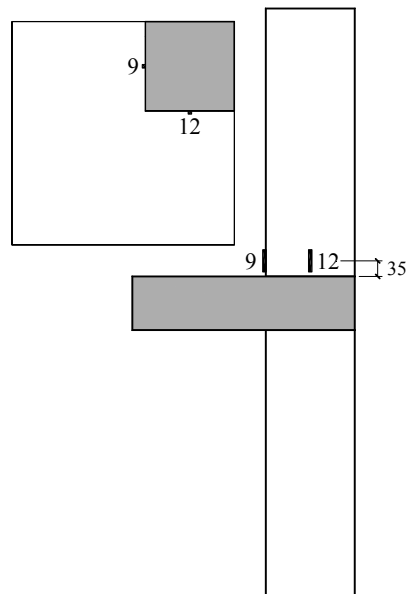
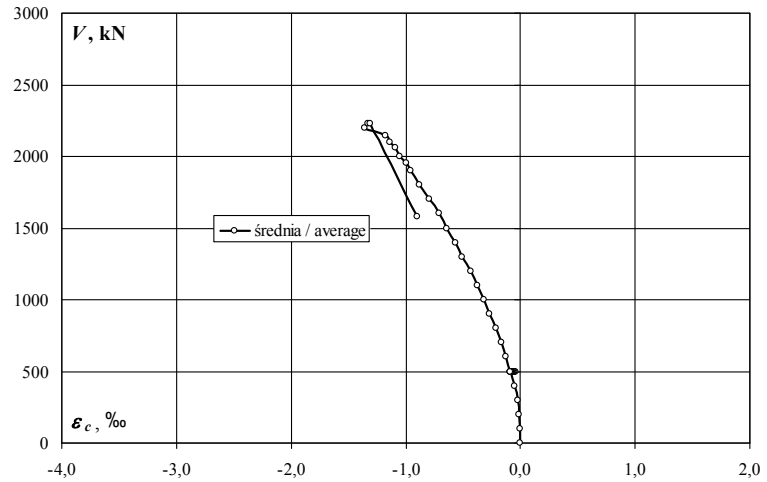
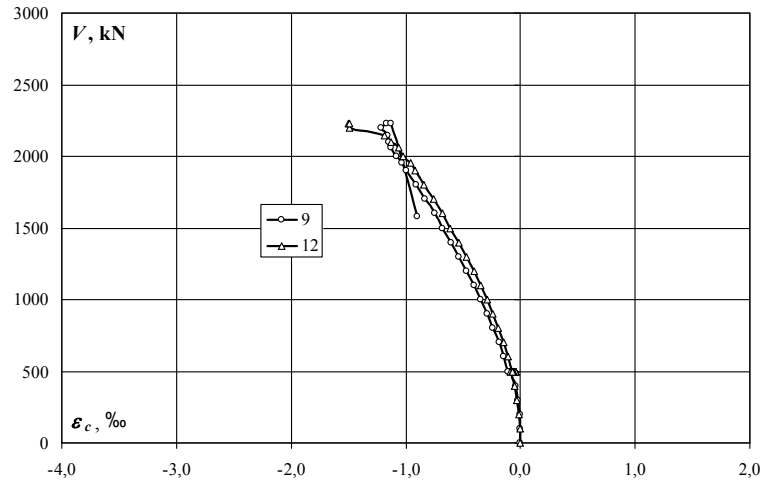


obciążenie słupa/ column load	obciążenie płyty/ slab load	odkształcenie/ strain		
		6	7	średnia/ average
kN	kN	‰	‰	‰
0	0	0,000	0,000	0,000
100	0	-0,015	0,006	-0,005
200	0	-0,009	0,011	0,001
300	0	0,039	0,015	0,027
400	0	0,050	0,019	0,035
500	0	0,055	0,020	0,038
500	5	0,020	0,016	0,018
500	10	-0,023	0,012	-0,006
500	15	-0,088	0,010	-0,039
500	20	-0,145	0,005	-0,070
500	25	-0,130	0,001	-0,065
500	30	-0,132	-0,004	-0,068
500	35	-0,144	-0,009	-0,077
500	40	-0,199	-0,015	-0,107
500	35	-0,228	-0,013	-0,121
500	30	-0,220	-0,011	-0,116
500	40	-0,173	-0,016	-0,095
500	30	-0,170	-0,011	-0,091
500	25	-0,174	-0,008	-0,091
600	25	-0,192	0,000	-0,096
700	25	-0,158	0,006	-0,076
800	25	-0,169	0,004	-0,083
900	25	-0,077	0,006	-0,036
1000	25	-0,065	0,012	-0,027
1100	25	-0,045	0,014	-0,016
1200	25	-0,021	0,020	-0,001
1300	25	0,026	0,024	0,025
1400	25	0,074	0,036	0,055
1500	25	0,065	0,050	0,058
1600	25	0,132	0,071	0,102
1700	25	0,195	0,121	0,158
1800	25	0,319	0,181	0,250
1900	25	0,402	0,249	0,326
1952	25	0,441	0,279	0,360
2000	25	0,644	0,402	0,523
2058	25	0,707	0,447	0,577
2100	25	1,039	0,881	0,960
2147	25	1,046	0,869	0,958
2200	25	0,435	0,426	0,431
2231	25	0,425	0,426	0,426
2230	25	0,419	0,427	0,423
1578	25	0,461	0,404	0,433

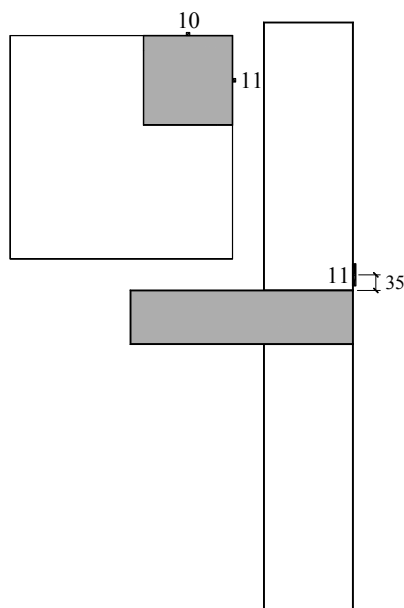
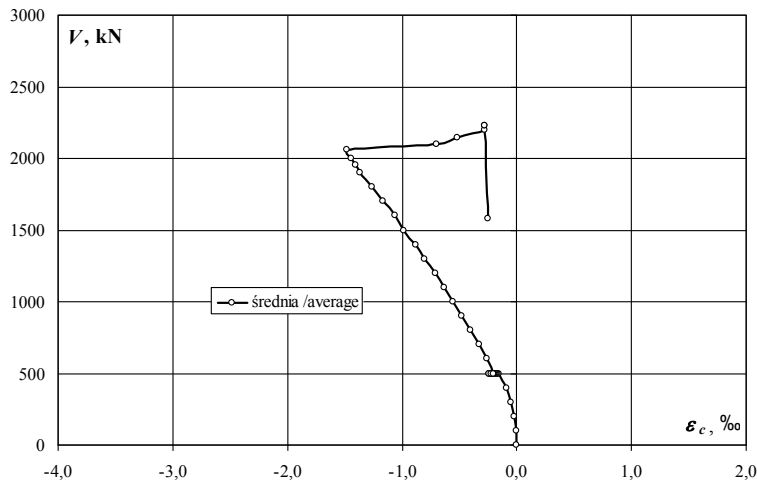
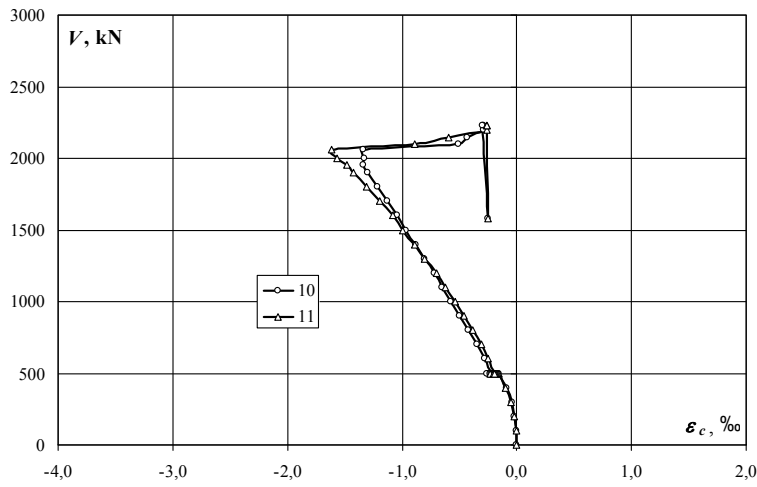
MN-0

Słup górny (tensometry pionowe) – odkształcenia (ϵ_c) / Upper column (vertical gauges) – strains (ϵ_c)

obciążenie słupa/ column load	obciążenie plyty/ slab load	odkształcenie/ strain		
		9	12	średnia/ average
kN	kN	‰	‰	‰
0	0	0,000	0,000	0,000
100	0	0,000	-0,003	-0,002
200	0	-0,007	-0,013	-0,010
300	0	-0,018	-0,030	-0,024
400	0	-0,042	-0,055	-0,049
500	0	-0,087	-0,089	-0,088
500	5	-0,075	-0,071	-0,073
500	10	-0,067	-0,060	-0,064
500	15	-0,059	-0,046	-0,053
500	20	-0,055	-0,039	-0,047
500	25	-0,054	-0,037	-0,046
500	30	-0,061	-0,046	-0,054
500	35	-0,069	-0,058	-0,064
500	40	-0,082	-0,063	-0,073
500	35	-0,090	-0,066	-0,078
500	30	-0,098	-0,071	-0,085
500	40	-0,086	-0,065	-0,076
500	30	-0,098	-0,068	-0,083
500	25	-0,104	-0,070	-0,087
600	25	-0,144	-0,109	-0,127
700	25	-0,188	-0,149	-0,169
800	25	-0,238	-0,193	-0,216
900	25	-0,293	-0,242	-0,268
1000	25	-0,348	-0,291	-0,320
1100	25	-0,408	-0,349	-0,379
1200	25	-0,467	-0,404	-0,436
1300	25	-0,537	-0,473	-0,505
1400	25	-0,600	-0,534	-0,567
1500	25	-0,677	-0,609	-0,643
1600	25	-0,747	-0,679	-0,713
1700	25	-0,829	-0,759	-0,794
1800	25	-0,911	-0,842	-0,877
1900	25	-0,992	-0,921	-0,957
1952	25	-1,030	-0,959	-0,995
2000	25	-1,083	-1,020	-1,052
2058	25	-1,126	-1,063	-1,095
2100	25	-1,148	-1,129	-1,139
2147	25	-1,161	-1,185	-1,173
2200	25	-1,212	-1,494	-1,353
2231	25	-1,168	-1,498	-1,333
2230	25	-1,129	-1,488	-1,309
1578	25	-0,899		-0,899



Słup górny (tensometry pionowe) – odkształcenia (ε_c) / Upper column (vertical gauges) – strains (ε_c)

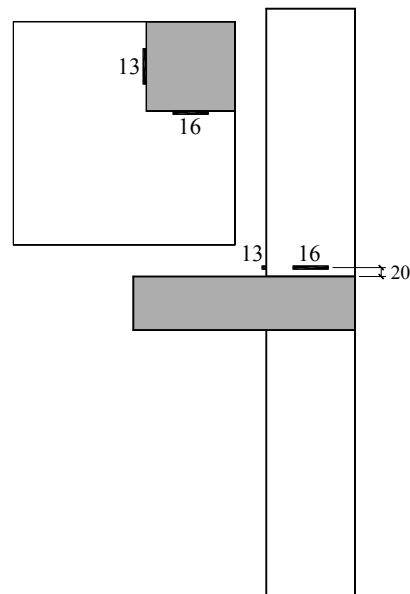
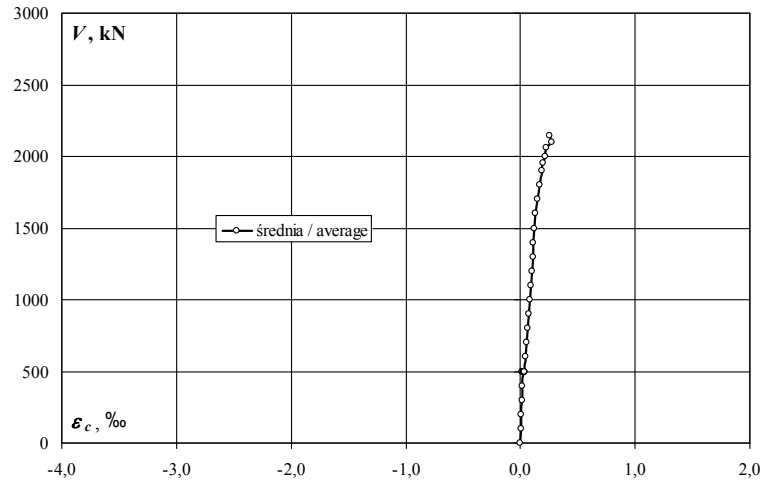
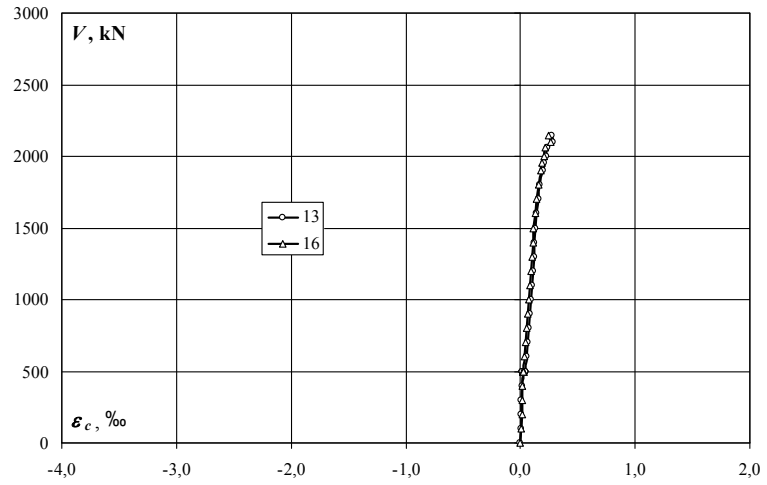


obciążenie słupa/ column load	obciążenie plyty/ slab load	odkształcenie/ strain		
		10	11	średnia/ average
kN	kN	‰	‰	‰
0	0	0,000	0,000	0,000
100	0	-0,003	-0,003	-0,003
200	0	-0,018	-0,020	-0,019
300	0	-0,043	-0,053	-0,048
400	0	-0,087	-0,098	-0,093
500	0	-0,154	-0,158	-0,156
500	5	-0,164	-0,164	-0,164
500	10	-0,177	-0,173	-0,175
500	15	-0,188	-0,181	-0,185
500	20	-0,202	-0,188	-0,195
500	25	-0,214	-0,196	-0,205
500	30	-0,226	-0,203	-0,215
500	35	-0,240	-0,215	-0,228
500	40	-0,254	-0,226	-0,240
500	35	-0,241	-0,213	-0,227
500	30	-0,233	-0,206	-0,220
500	40	-0,258	-0,230	-0,244
500	30	-0,233	-0,206	-0,220
500	25	-0,222	-0,194	-0,208
600	25	-0,278	-0,251	-0,265
700	25	-0,345	-0,313	-0,329
800	25	-0,420	-0,384	-0,402
900	25	-0,497	-0,458	-0,478
1000	25	-0,572	-0,537	-0,555
1100	25	-0,650	-0,622	-0,636
1200	25	-0,722	-0,701	-0,712
1300	25	-0,809	-0,801	-0,805
1400	25	-0,883	-0,887	-0,885
1500	25	-0,969	-0,993	-0,981
1600	25	-1,044	-1,085	-1,065
1700	25	-1,132	-1,196	-1,164
1800	25	-1,218	-1,314	-1,266
1900	25	-1,297	-1,429	-1,363
1952	25	-1,335	-1,481	-1,408
2000	25	-1,330	-1,564	-1,447
2058	25	-1,342	-1,617	-1,480
2100	25	-0,510	-0,892	-0,701
2147	25	-0,433	-0,595	-0,514
2200	25	-0,294	-0,265	-0,280
2231	25	-0,294	-0,265	-0,280
2230	25	-0,297	-0,265	-0,281
1578	25	-0,248	-0,254	-0,251

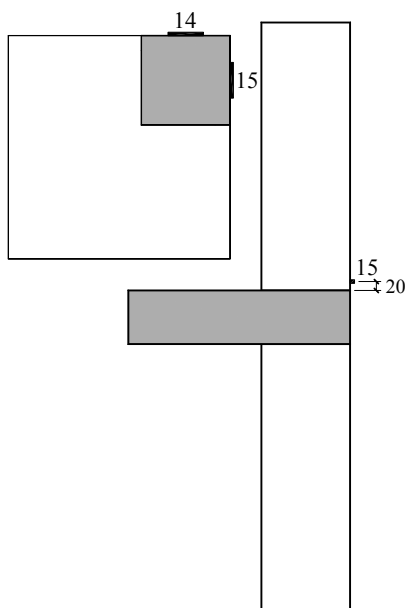
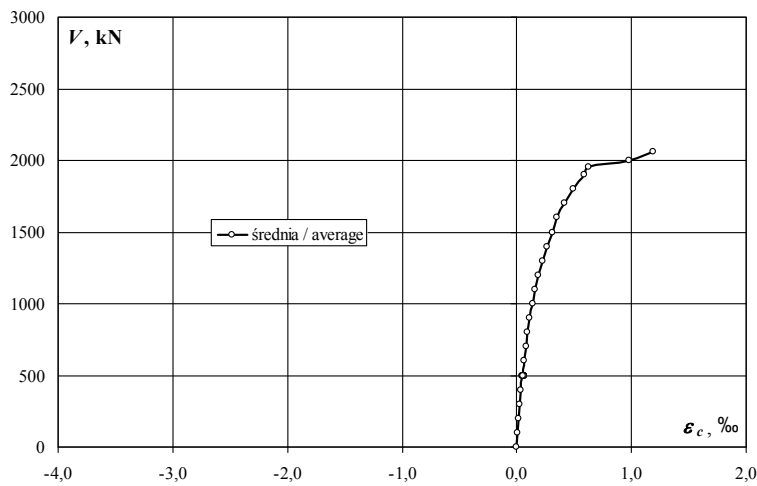
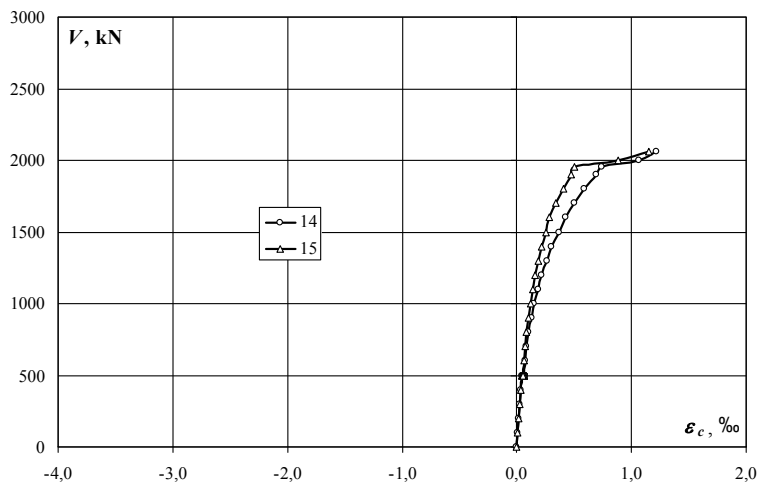
MN-0

Słup górny (tensometry poziome) – odkształcenia (ϵ_c) / Upper column (horizontal gauges) – strains (ϵ_c)

obciążenie słupa/ column load	obciążenie płyty/ slab load	odkształcenie/ strain		
		13	16	średnia/ average
kN	kN	‰	‰	‰
0	0	0,000	0,000	0,000
100	0	0,003	0,009	0,006
200	0	0,006	0,012	0,009
300	0	0,010	0,015	0,013
400	0	0,016	0,018	0,017
500	0	0,022	0,023	0,023
500	5	0,021	0,023	0,022
500	10	0,022	0,024	0,023
500	15	0,021	0,022	0,022
500	20	0,017	0,023	0,020
500	25	0,016	0,024	0,020
500	30	0,013	0,024	0,019
500	35	0,020	0,027	0,024
500	40	0,038	0,028	0,033
500	35	0,042	0,028	0,035
500	30	0,043	0,028	0,036
500	40	0,045	0,028	0,037
500	30	0,047	0,028	0,038
500	25	0,048	0,029	0,039
600	25	0,057	0,039	0,048
700	25	0,066	0,047	0,057
800	25	0,075	0,055	0,065
900	25	0,085	0,063	0,074
1000	25	0,091	0,074	0,083
1100	25	0,104	0,081	0,093
1200	25	0,114	0,090	0,102
1300	25	0,123	0,098	0,111
1400	25	0,117	0,107	0,112
1500	25	0,127	0,115	0,121
1600	25	0,139	0,127	0,133
1700	25	0,155	0,144	0,150
1800	25	0,173	0,162	0,168
1900	25	0,194	0,179	0,187
1952	25	0,204	0,188	0,196
2000	25	0,227	0,204	0,216
2058	25	0,240	0,214	0,227
2100	25	0,281	0,261	0,271
2147	25	0,275	0,242	0,259
2200	25			
2231	25			
2230	25			
1578	25			



Słup górny (tensometry poziome) – odkształcenia (ε_c) / Upper column (horizontal gauges) – strains (ε_c)

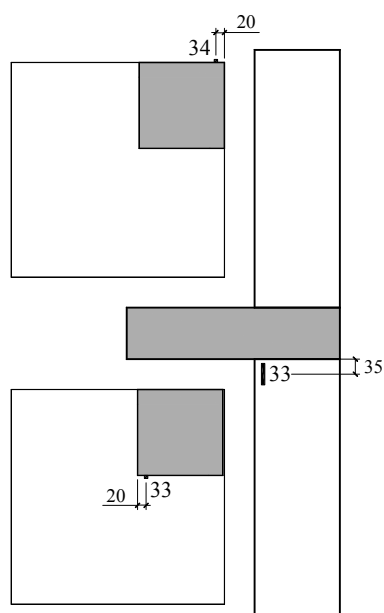
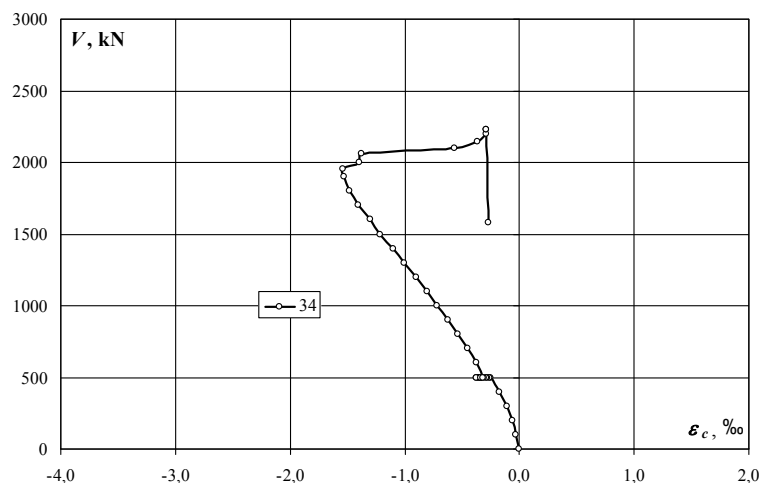
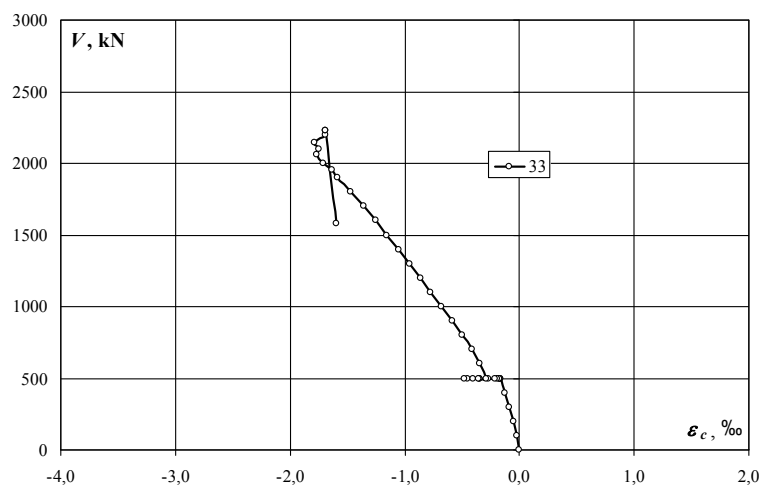


obciążenie słupa/ column load	obciążenie płyty/ slab load	odkształcenie/ strain		
		14	15	średnia/ average
kN	kN	‰	‰	‰
0	0	0,000	0,000	0,000
100	0	0,008	0,009	0,009
200	0	0,014	0,015	0,015
300	0	0,023	0,024	0,024
400	0	0,033	0,033	0,033
500	0	0,047	0,045	0,046
500	5	0,051	0,048	0,050
500	10	0,054	0,050	0,052
500	15	0,058	0,054	0,056
500	20	0,062	0,057	0,060
500	25	0,066	0,060	0,063
500	30	0,070	0,061	0,066
500	35	0,072	0,062	0,067
500	40	0,073	0,062	0,068
500	35	0,069	0,058	0,064
500	30	0,066	0,055	0,061
500	40	0,073	0,062	0,068
500	30	0,066	0,054	0,060
500	25	0,063	0,051	0,057
600	25	0,074	0,062	0,068
700	25	0,087	0,073	0,080
800	25	0,106	0,087	0,097
900	25	0,127	0,103	0,115
1000	25	0,154	0,122	0,138
1100	25	0,183	0,141	0,162
1200	25	0,217	0,163	0,190
1300	25	0,262	0,191	0,227
1400	25	0,306	0,218	0,262
1500	25	0,365	0,251	0,308
1600	25	0,422	0,286	0,354
1700	25	0,499	0,340	0,420
1800	25	0,588	0,403	0,496
1900	25	0,697	0,472	0,585
1952	25	0,744	0,503	0,624
2000	25	1,065	0,886	0,976
2058	25	1,217	1,153	1,185
2100	25			
2147	25			
2200	25			
2231	25			
2230	25			
1578	25			

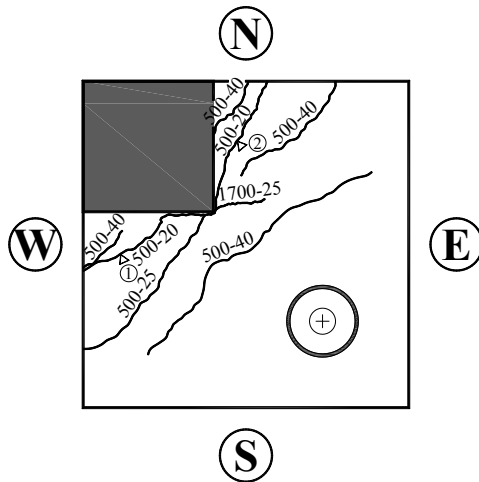
MN-0

Śłup dolny i górny (tensometry pionowe) – odkształcenia (ϵ_c) / Bottom and upper column (vertical gauges) – strains (ϵ_c)

obciążenie słupa/ column load	obciążenie plyty/ slab load	odkształcenie/ strain	
		33	34
kN	kN	‰	‰
0	0	0,000	0,000
100	0	-0,025	-0,029
200	0	-0,054	-0,059
300	0	-0,089	-0,110
400	0	-0,128	-0,173
500	0	-0,170	-0,250
500	5	-0,170	-0,264
500	10	-0,172	-0,277
500	15	-0,171	-0,293
500	20	-0,190	-0,307
500	25	-0,217	-0,323
500	30	-0,273	-0,336
500	35	-0,346	-0,357
500	40	-0,455	-0,377
500	35	-0,404	-0,354
500	30	-0,347	-0,336
500	40	-0,477	-0,379
500	30	-0,356	-0,336
500	25	-0,294	-0,315
600	25	-0,348	-0,376
700	25	-0,418	-0,453
800	25	-0,501	-0,537
900	25	-0,589	-0,625
1000	25	-0,683	-0,716
1100	25	-0,774	-0,807
1200	25	-0,859	-0,896
1300	25	-0,960	-1,005
1400	25	-1,048	-1,100
1500	25	-1,154	-1,210
1600	25	-1,250	-1,302
1700	25	-1,362	-1,401
1800	25	-1,476	-1,483
1900	25	-1,583	-1,526
1952		-1,631	-1,542
2000		-1,710	-1,393
2058		-1,765	-1,373
2100		-1,750	-0,567
2147		-1,786	-0,367
2200		-1,691	-0,289
2231		-1,692	-0,287
2230		-1,689	-0,288
1578		-1,598	-0,271



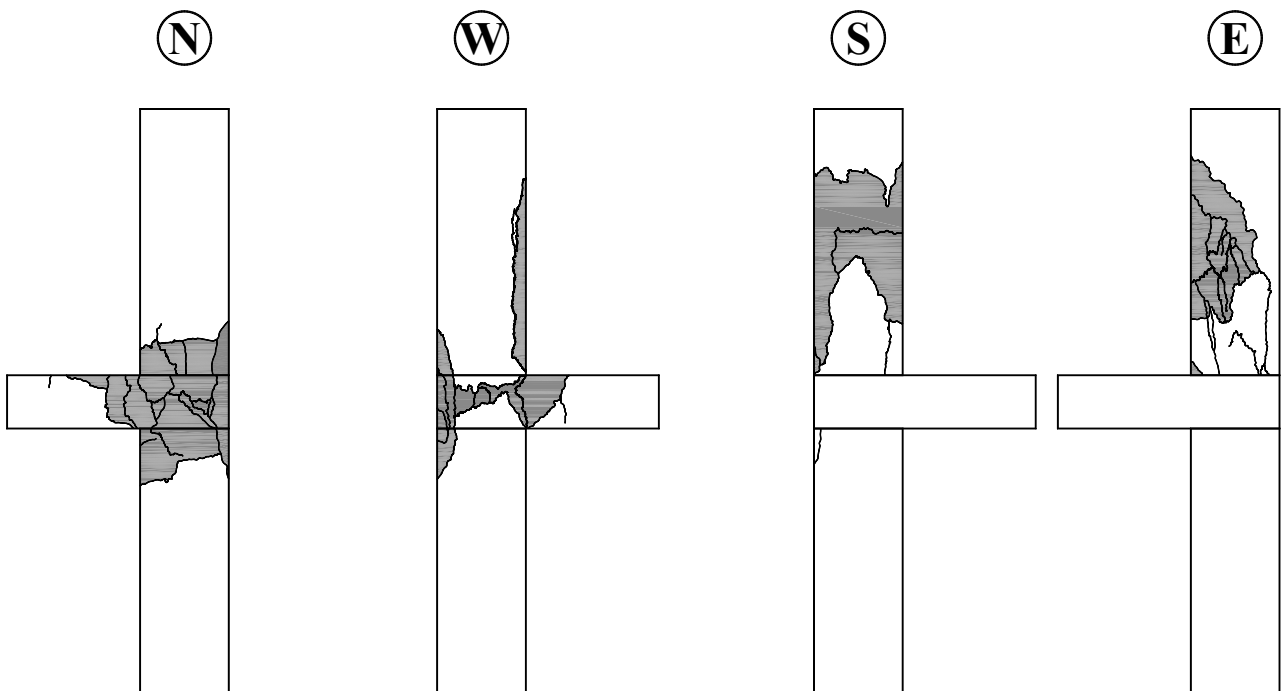
Zarysowanie płyty modelu / Crack pattern of slab



obciążenie słupa/ column load kN	obciążenie płyty/ slab load kN	szerokość rozwarcia rys/ width of cracks		
		1 mm	2 mm	3 mm
500	25	0,25	—	
500	30	0,25	—	
500	35	0,30	0,30	
500	40	0,25	0,45	
1000	25	0,22	0,25	
1400	25	0,30	0,25	

— - rysy na powierzchni górnej / cracks on the top slab surface
 - rysy na powierzchni dolnej / cracks on the bottom slab surface

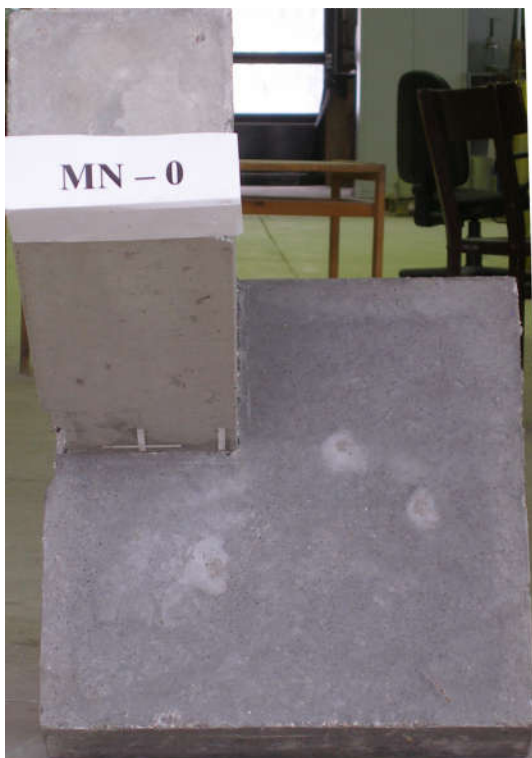
Rysy na powierzchniach bocznych / Cracks on the surfaces of the specimen

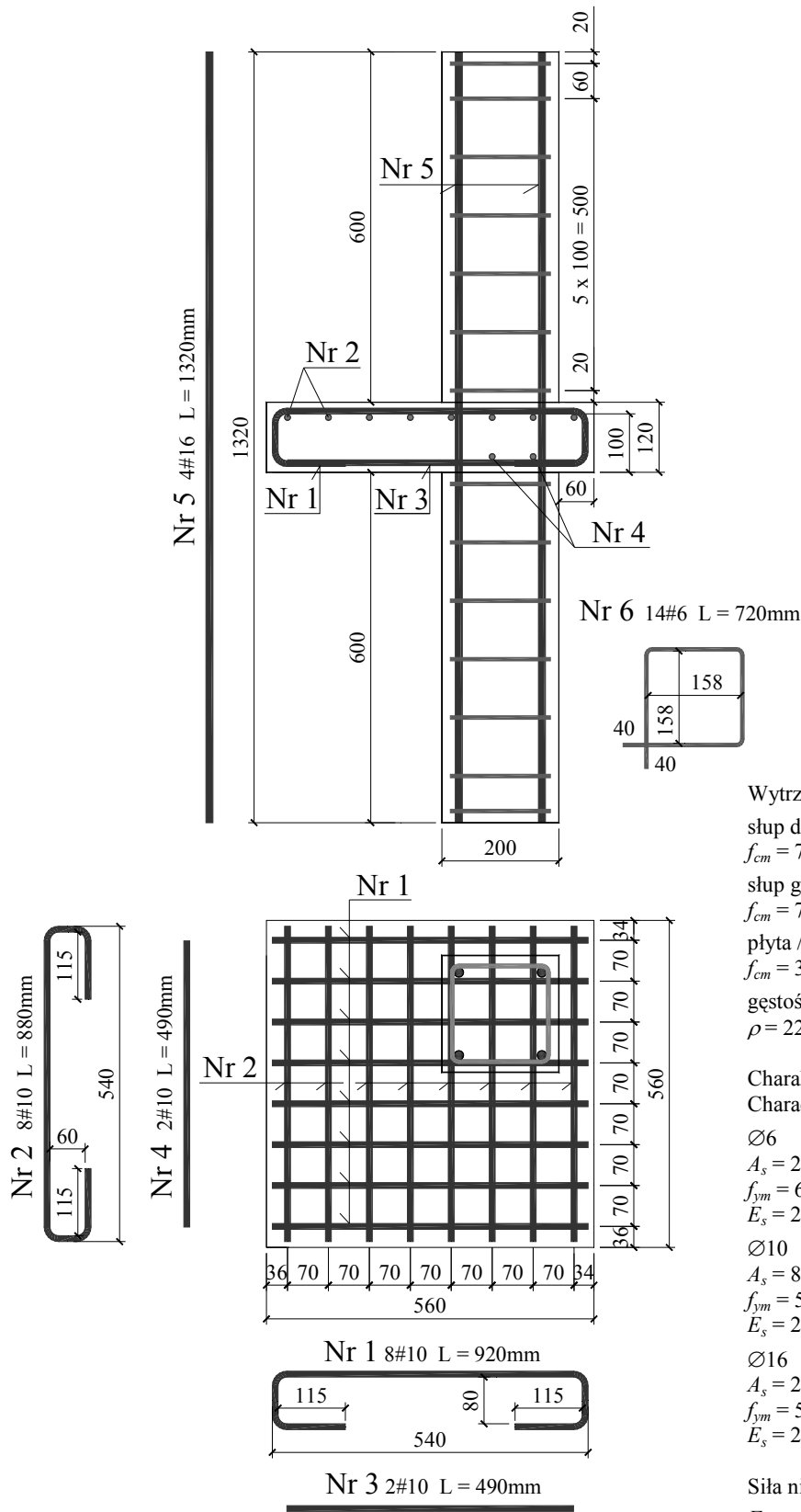


■ - odspojenie otuliny / spalling of concrete cover

MN-0

Fotografie modelu / Photos of test specimen





Wytrzymałość betonu / Strength of concrete
 słup dolny / bottom column
 $f_{cm} = 77,5\text{MPa}$, $E_{cm} = 33,1\text{GPa}$
 słup górny / upper column
 $f_{cm} = 79,8\text{MPa}$, $E_{cm} = 33,5\text{GPa}$
 płyta / slab
 $f_{cm} = 30,4\text{MPa}$, $E_{cm} = 25,1\text{GPa}$
 gęstość betonu płyty / density of slab concrete
 $\rho = 2218\text{kg/m}^3$

Charakterystyka zbrojenia/
 Characteristics of the reinforcement

Ø6
 $A_s = 28,23\text{mm}^2$
 $f_{ym} = 630,8\text{MPa}$
 $E_s = 218,8\text{GPa}$
 Ø10
 $A_s = 80,84\text{mm}^2$
 $f_{ym} = 538,0\text{MPa}$
 $E_s = 201,5\text{GPa}$
 Ø16
 $A_s = 200,18\text{mm}^2$
 $f_{ym} = 555,0\text{MPa}$
 $E_s = 203,1\text{GPa}$

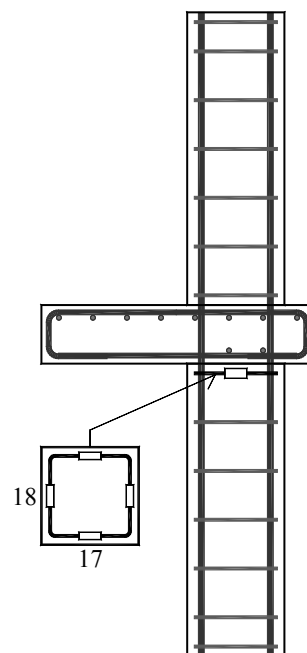
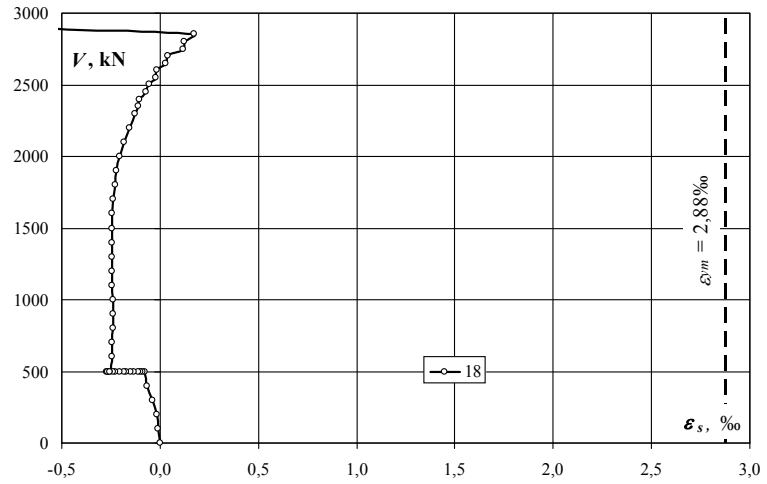
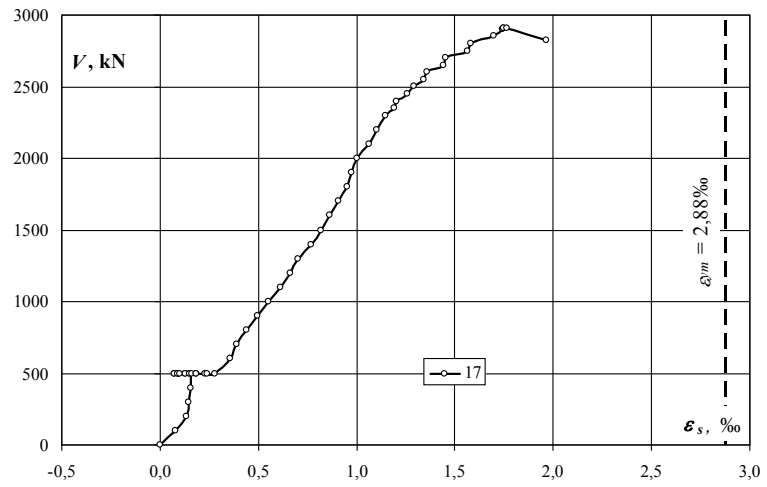
Siła niszcząca / Destructive force
 $F_{b,exp} = 2950\text{kN}$ (słup dolny / bottom column)
 $F_{u,exp} = 2900\text{kN}$ (słup górny / upper column)

Zbrojenie modelu / Specimen's reinforcement

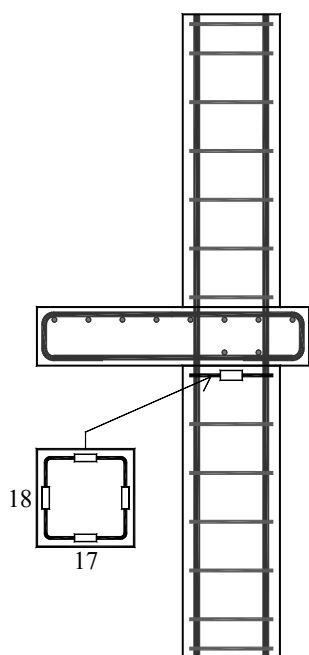
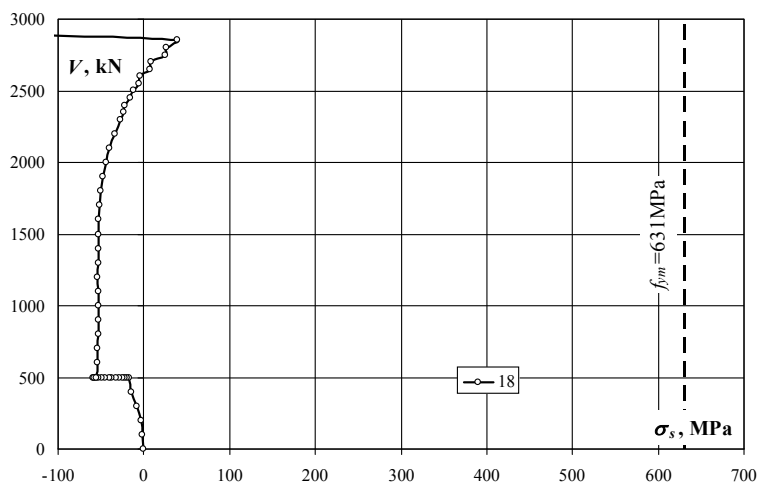
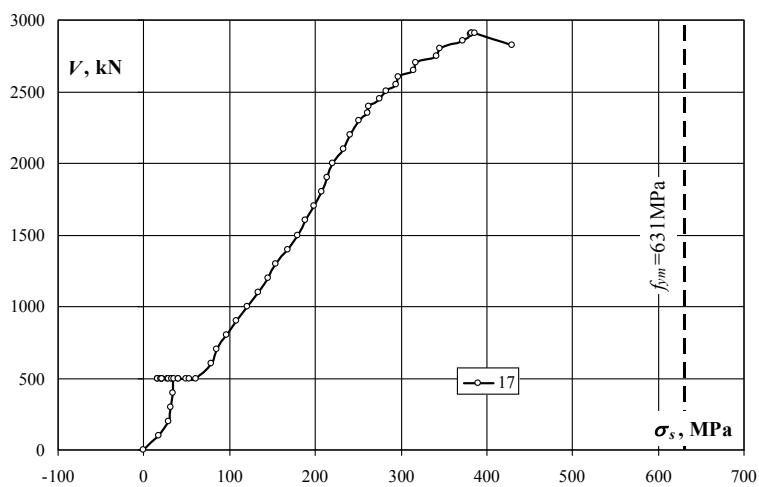
MN-0.5

Strzemie dolne – odkształcenia (ε_s) / Bottom stirrup – strains (ε_s)

obciążenie stupa/ column load	obciążenie plyty/ slab load	odkształcenie/ strain	
		17	18
kN	kN	‰	‰
0	0	0,000	0,000
100	0	0,078	-0,008
200	0	0,132	-0,014
300	0	0,143	-0,039
400	0	0,155	-0,064
500	0	0,151	-0,077
500	5	0,128	-0,087
500	10	0,130	-0,101
500	15	0,098	-0,112
500	20	0,095	-0,130
500	25	0,072	-0,150
500	30	0,071	-0,170
500	35	0,089	-0,183
500	40	0,099	-0,204
500	45	0,151	-0,225
500	50	0,162	-0,241
500	55	0,182	-0,263
500	60	0,187	-0,273
500	50	0,228	-0,255
500	60	0,240	-0,265
500	50	0,277	-0,254
600	50	0,358	-0,246
700	50	0,391	-0,245
800	50	0,440	-0,241
900	50	0,494	-0,241
1000	50	0,550	-0,241
1100	50	0,613	-0,243
1200	50	0,662	-0,245
1300	50	0,704	-0,244
1400	50	0,770	-0,243
1500	50	0,818	-0,244
1600	50	0,863	-0,242
1700	50	0,910	-0,237
1800	50	0,950	-0,228
1900	50	0,977	-0,219
2000	50	1,004	-0,203
2100	50	1,064	-0,182
2200	50	1,102	-0,153
2300	50	1,148	-0,125
2349	50	1,192	-0,108
2400	50	1,200	-0,103
2447	50	1,256	-0,074
2500	50	1,294	-0,053
2550	50	1,344	-0,023
2602	50	1,356	-0,017
2651	50	1,440	0,031
2701	50	1,451	0,039
2751	50	1,563	0,115
2800	50	1,580	0,123
2851	50	1,700	0,176
2901	50	1,744	-0,825
2908	50	1,748	-0,843
2908	50	1,749	-0,837
2907	50	1,765	-0,832
2821	50	1,964	-0,603



Strzemię dolne – naprężenia (σ_s) / Bottom stirrup – stresses σ_s

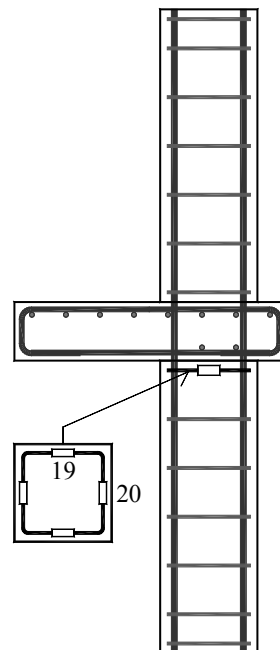
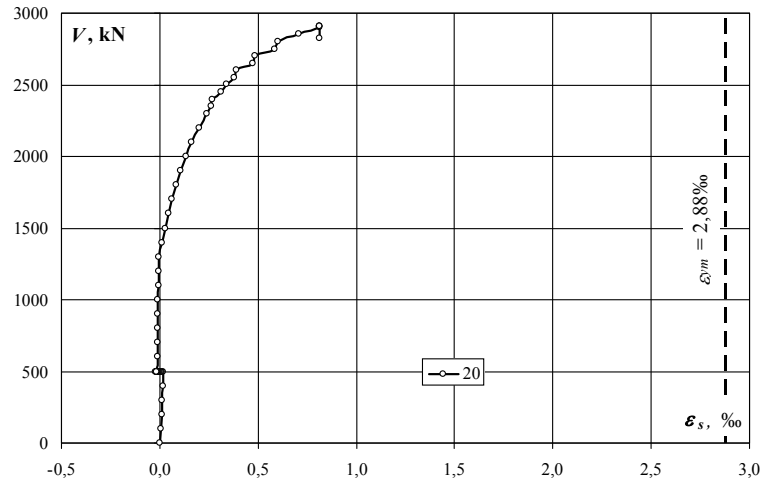
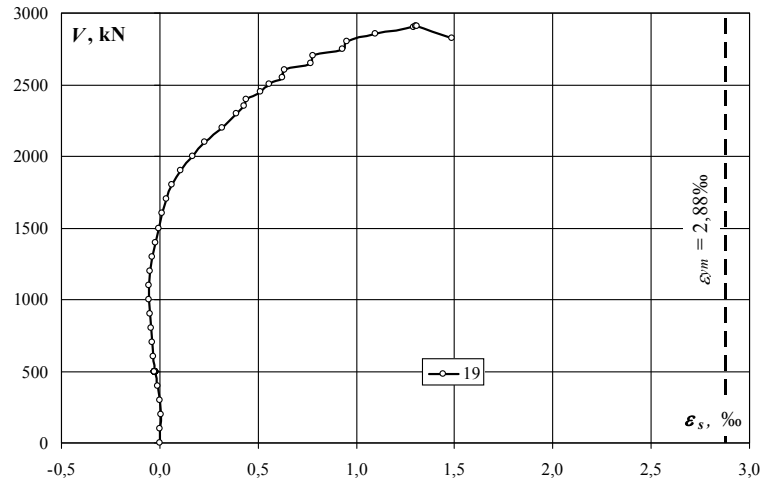


obciążenie słupa/ column load	obciążenie płyty/ slab load	naprężenie/ stress	
		17	18
kN	kN	MPa	MPa
0	0	0	0
100	0	17	-2
200	0	29	-3
300	0	31	-9
400	0	34	-14
500	0	33	-17
500	5	28	-19
500	10	28	-22
500	15	21	-25
500	20	21	-28
500	25	16	-33
500	30	16	-37
500	35	19	-40
500	40	22	-45
500	45	33	-49
500	50	35	-53
500	55	40	-58
500	60	41	-60
500	50	50	-56
500	60	53	-58
500	50	61	-56
600	50	78	-54
700	50	86	-54
800	50	96	-53
900	50	108	-53
1000	50	120	-53
1100	50	134	-53
1200	50	145	-54
1300	50	154	-53
1400	50	168	-53
1500	50	179	-53
1600	50	189	-53
1700	50	199	-52
1800	50	208	-50
1900	50	214	-48
2000	50	220	-44
2100	50	233	-40
2200	50	241	-33
2300	50	251	-27
2349	50	261	-24
2400	50	263	-23
2447	50	275	-16
2500	50	283	-12
2550	50	294	-5
2602	50	297	-4
2651	50	315	7
2701	50	317	9
2751	50	342	25
2800	50	346	27
2851	50	372	39
2901	50	382	-181
2908	50	382	-184
2908	50	383	-183
2907	50	386	-182
2821	50	430	-132

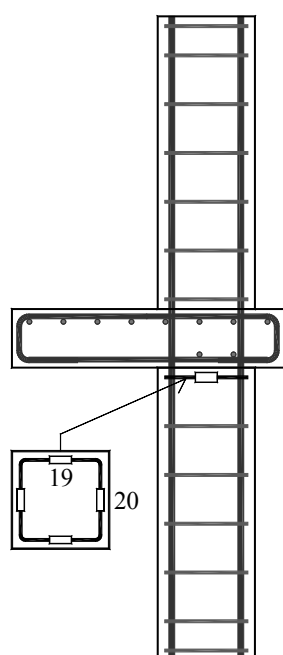
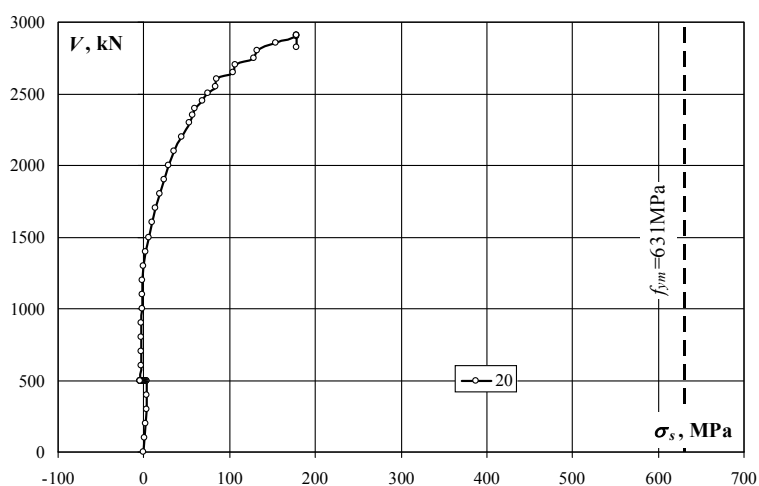
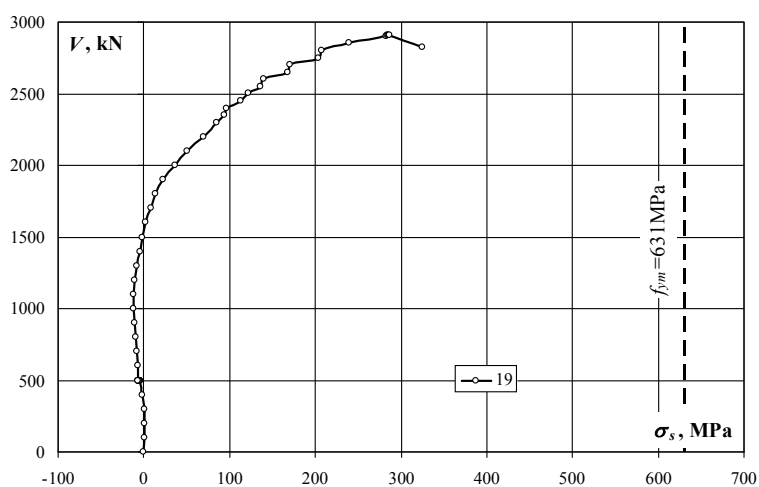
MN-0.5

Strzemie dolne – odkształcenia (ε_s) / Bottom stirrup – strains (ε_s)

obciążenie stupa/ column load	obciążenie plyty/ slab load	odkształcenie/ strain	
		19	20
kN	kN	‰	‰
0	0	0,000	0,000
100	0	0,003	0,005
200	0	0,006	0,011
300	0	0,001	0,014
400	0	-0,009	0,016
500	0	-0,020	0,016
500	5	-0,022	0,013
500	10	-0,023	0,009
500	15	-0,021	0,006
500	20	-0,022	0,001
500	25	-0,023	-0,002
500	30	-0,023	-0,005
500	35	-0,026	-0,009
500	40	-0,028	-0,010
500	45	-0,028	-0,013
500	50	-0,028	-0,015
500	55	-0,029	-0,017
500	60	-0,027	-0,018
500	50	-0,028	-0,017
500	60	-0,029	-0,019
500	50	-0,029	-0,018
600	50	-0,034	-0,013
700	50	-0,038	-0,011
800	50	-0,045	-0,011
900	50	-0,051	-0,011
1000	50	-0,054	-0,009
1100	50	-0,054	-0,007
1200	50	-0,050	-0,006
1300	50	-0,040	-0,003
1400	50	-0,020	0,010
1500	50	-0,006	0,029
1600	50	0,010	0,045
1700	50	0,036	0,062
1800	50	0,063	0,083
1900	50	0,105	0,107
2000	50	0,168	0,134
2100	50	0,230	0,160
2200	50	0,316	0,200
2300	50	0,391	0,241
2349	50	0,432	0,262
2400	50	0,442	0,270
2447	50	0,514	0,311
2500	50	0,556	0,341
2550	50	0,622	0,380
2602	50	0,637	0,390
2651	50	0,766	0,475
2701	50	0,781	0,486
2751	50	0,932	0,587
2800	50	0,950	0,602
2851	50	1,097	0,705
2901	50	1,290	0,812
2908	50	1,301	0,815
2908	50	1,303	0,815
2907	50	1,311	0,814
2821	50	1,487	0,814



Strzemię dolne – naprężenia (σ_s) / Bottom stirrup – stresses (σ_s)

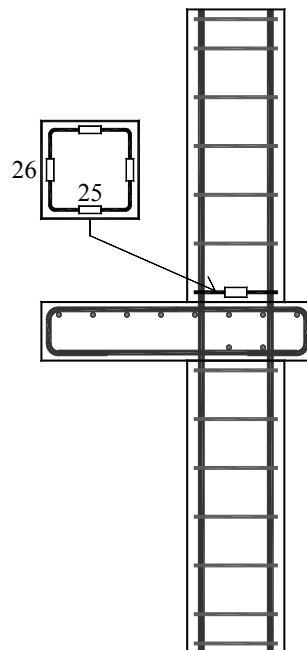
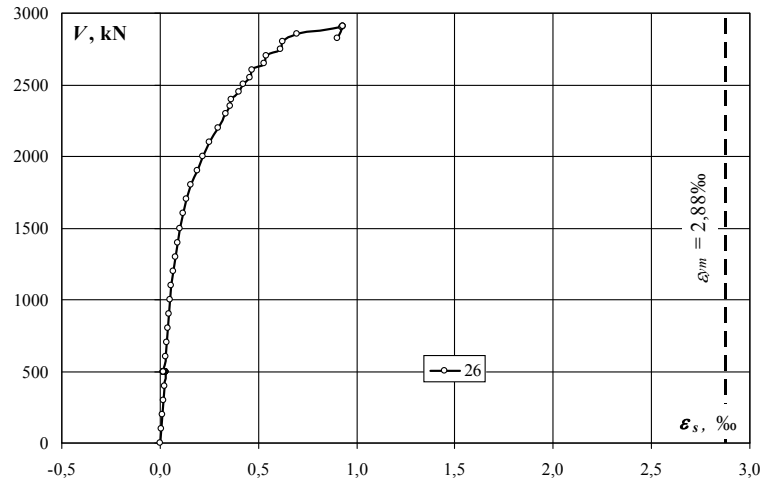
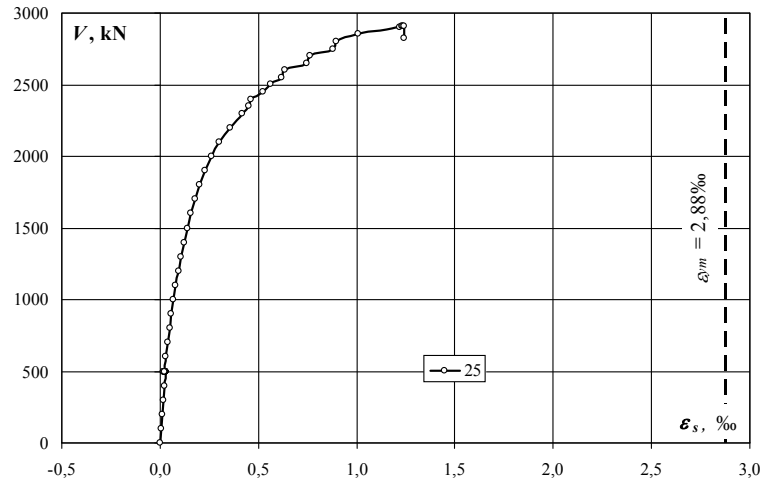


obciążenie słupa/ column load	obciążenie płyty/ slab load	naprężenie/ stress	
		19	20
kN	kN	MPa	MPa
0	0	0	0
100	0	1	1
200	0	1	2
300	0	0	3
400	0	-2	4
500	0	-4	4
500	5	-5	3
500	10	-5	2
500	15	-5	1
500	20	-5	0
500	25	-5	0
500	30	-5	-1
500	35	-6	-2
500	40	-6	-2
500	45	-6	-3
500	50	-6	-3
500	55	-6	-4
500	60	-6	-4
500	50	-6	-4
500	60	-6	-4
500	50	-6	-4
600	50	-7	-3
700	50	-8	-2
800	50	-10	-2
900	50	-11	-2
1000	50	-12	-2
1100	50	-12	-2
1200	50	-11	-1
1300	50	-9	-1
1400	50	-4	2
1500	50	-1	6
1600	50	2	10
1700	50	8	14
1800	50	14	18
1900	50	23	23
2000	50	37	29
2100	50	50	35
2200	50	69	44
2300	50	86	53
2349	50	95	57
2400	50	97	59
2447	50	112	68
2500	50	122	75
2550	50	136	83
2602	50	139	85
2651	50	168	104
2701	50	171	106
2751	50	204	128
2800	50	208	132
2851	50	240	154
2901	50	282	178
2908	50	285	178
2908	50	285	178
2907	50	287	178
2821	50	325	178

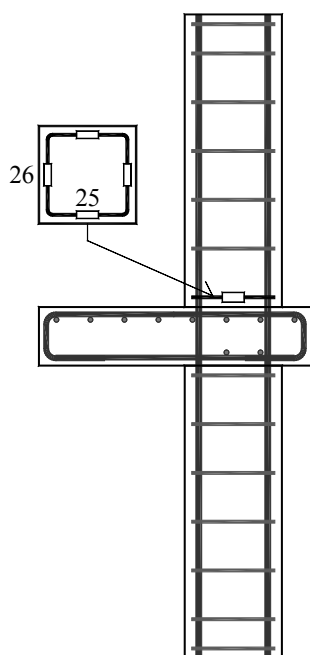
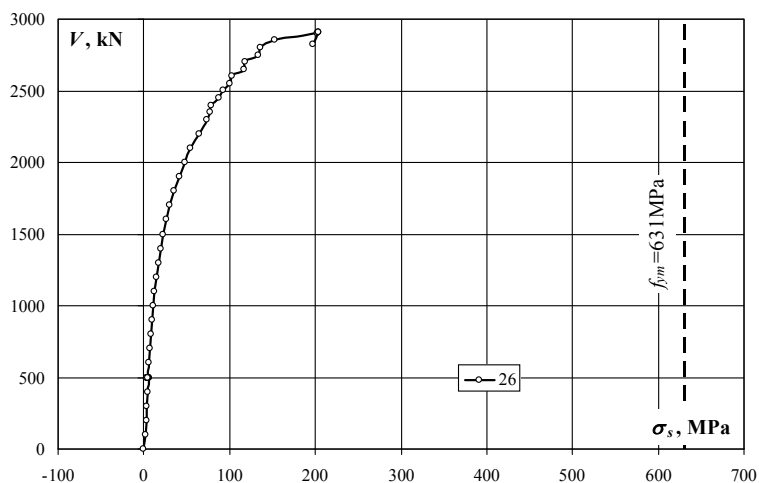
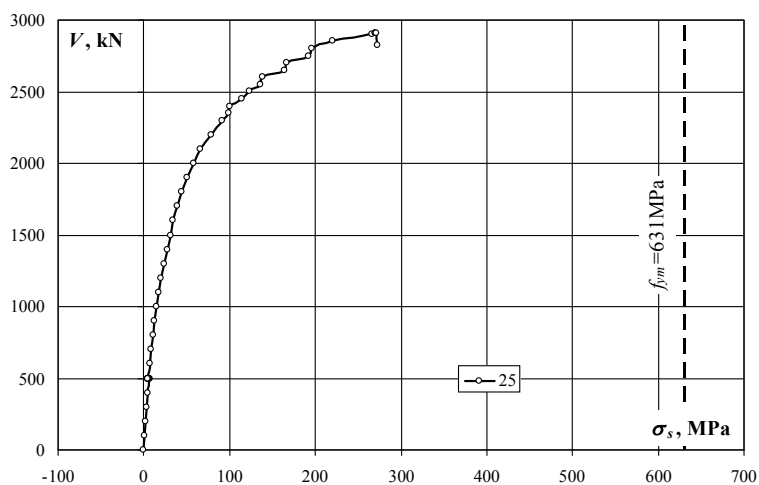
MN-0.5

Strzeżenie górne – odkształcenia (ϵ_s) / Upper stirrup – strains (ϵ_s)

obciążenie stupa/ column load	obciążenie plyty/ slab load	odkształcenie/ strain	
		25	26
kN	kN	‰	‰
0	0	0,000	0,000
100	0	0,006	0,009
200	0	0,012	0,014
300	0	0,018	0,018
400	0	0,023	0,023
500	0	0,029	0,026
500	5	0,029	0,027
500	10	0,030	0,028
500	15	0,029	0,027
500	20	0,026	0,025
500	25	0,025	0,022
500	30	0,026	0,022
500	35	0,026	0,022
500	40	0,026	0,022
500	45	0,025	0,020
500	50	0,024	0,020
500	55	0,023	0,019
500	60	0,020	0,018
500	50	0,023	0,020
500	60	0,020	0,017
500	50	0,023	0,020
600	50	0,031	0,026
700	50	0,041	0,032
800	50	0,051	0,038
900	50	0,059	0,043
1000	50	0,069	0,050
1100	50	0,080	0,058
1200	50	0,093	0,066
1300	50	0,106	0,078
1400	50	0,124	0,090
1500	50	0,141	0,102
1600	50	0,158	0,118
1700	50	0,179	0,137
1800	50	0,203	0,159
1900	50	0,231	0,188
2000	50	0,265	0,218
2100	50	0,301	0,250
2200	50	0,357	0,295
2300	50	0,420	0,335
2349	50	0,451	0,355
2400	50	0,461	0,362
2447	50	0,522	0,399
2500	50	0,563	0,425
2550	50	0,619	0,459
2602	50	0,633	0,468
2651	50	0,748	0,532
2701	50	0,761	0,541
2751	50	0,880	0,611
2800	50	0,898	0,622
2851	50	1,006	0,698
2901	50	1,219	0,925
2908	50	1,233	0,931
2908	50	1,234	0,931
2907	50	1,239	0,932
2821	50	1,243	0,900



Strzemię górne – naprężenia (σ_s) / Upper stirrup – stresses (σ_s)

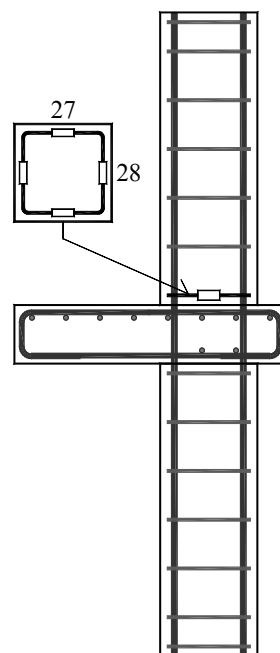
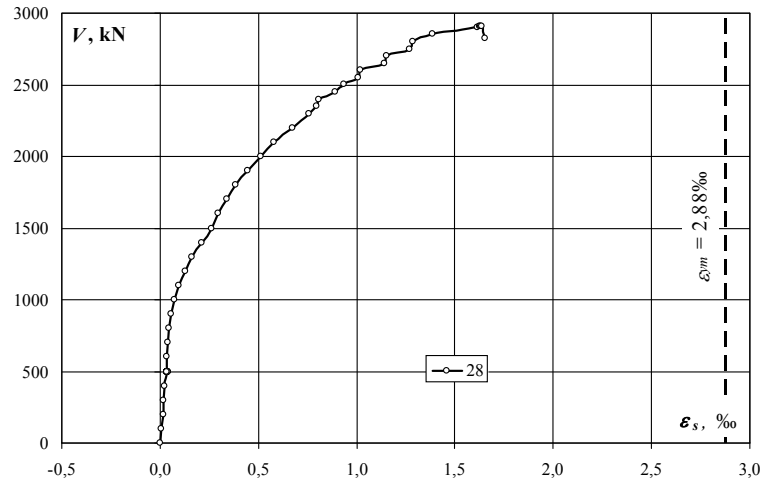
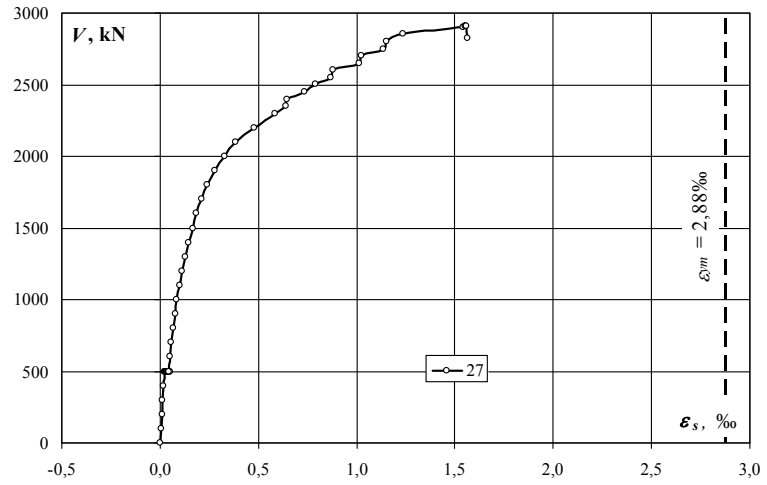


obciążenie słupa/ column load	obciążenie płyty/ slab load	naprężenie/ stress	
		25	26
kN	kN	MPa	MPa
0	0	0	0
100	0	1	2
200	0	3	3
300	0	4	4
400	0	5	5
500	0	6	6
500	5	6	6
500	10	7	6
500	15	6	6
500	20	6	5
500	25	5	5
500	30	6	5
500	35	6	5
500	40	6	5
500	45	5	4
500	50	5	4
500	55	5	4
500	60	4	4
500	50	5	4
500	60	4	4
500	50	5	4
600	50	7	6
700	50	9	7
800	50	11	8
900	50	13	9
1000	50	15	11
1100	50	18	13
1200	50	20	14
1300	50	23	17
1400	50	27	20
1500	50	31	22
1600	50	35	26
1700	50	39	30
1800	50	44	35
1900	50	51	41
2000	50	58	48
2100	50	66	55
2200	50	78	65
2300	50	92	73
2349	50	99	78
2400	50	101	79
2447	50	114	87
2500	50	123	93
2550	50	135	100
2602	50	139	102
2651	50	164	116
2701	50	167	118
2751	50	193	134
2800	50	196	136
2851	50	220	153
2901	50	267	202
2908	50	270	204
2908	50	270	204
2907	50	271	204
2821	50	272	197

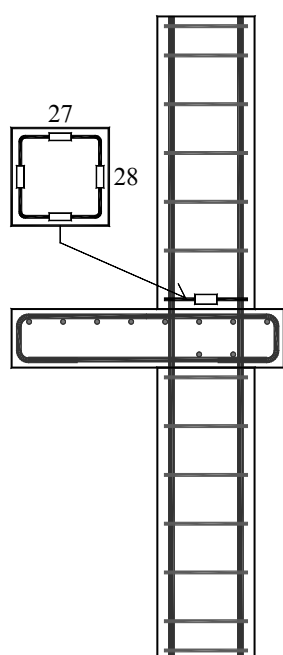
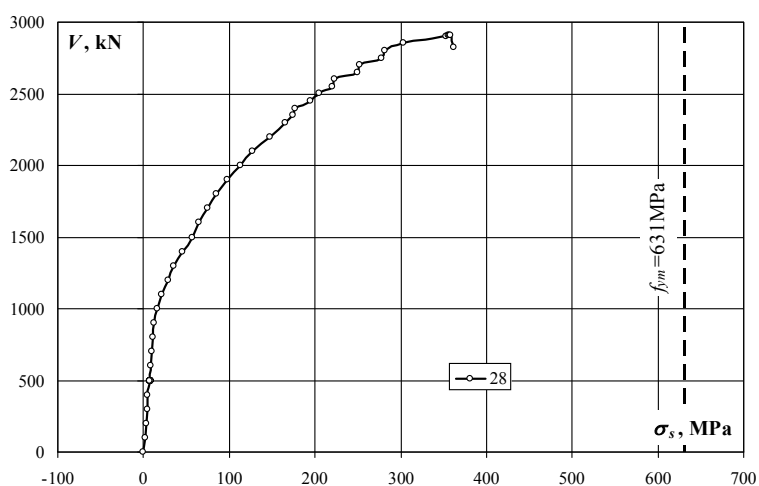
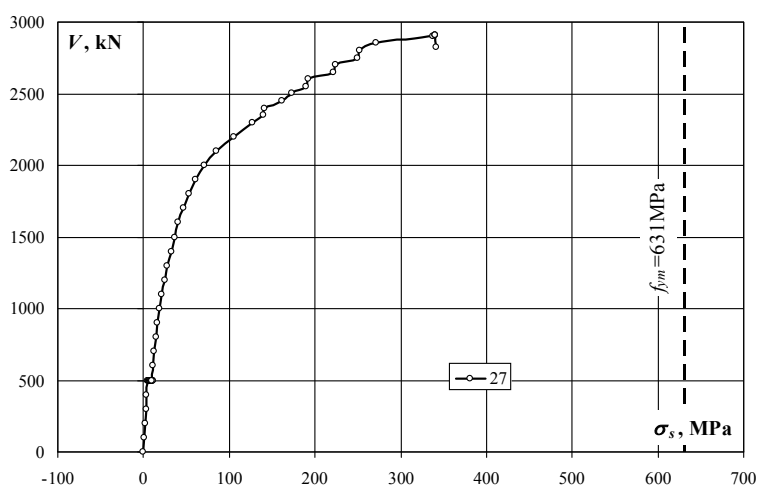
MN-0.5

Strzemie górne – odkształcenia (ε_s) / Upper stirrup – strains (ε_s)

obciążenie stupa/ column load	obciążenie plyty/ slab load	odkształcenie/ strain	
		27	28
kN	kN	‰	‰
0	0	0,000	0,000
100	0	0,006	0,009
200	0	0,010	0,015
300	0	0,013	0,020
400	0	0,018	0,023
500	0	0,024	0,032
500	5	0,025	0,036
500	10	0,027	0,035
500	15	0,031	0,034
500	20	0,032	0,035
500	25	0,034	0,037
500	30	0,035	0,037
500	35	0,038	0,036
500	40	0,041	0,037
500	45	0,043	0,036
500	50	0,045	0,037
500	55	0,048	0,038
500	60	0,052	0,040
500	50	0,045	0,033
500	60	0,050	0,037
500	50	0,044	0,032
600	50	0,050	0,036
700	50	0,057	0,042
800	50	0,066	0,048
900	50	0,076	0,059
1000	50	0,087	0,073
1100	50	0,099	0,095
1200	50	0,112	0,130
1300	50	0,129	0,162
1400	50	0,147	0,210
1500	50	0,165	0,260
1600	50	0,183	0,295
1700	50	0,212	0,342
1800	50	0,241	0,387
1900	50	0,277	0,444
2000	50	0,327	0,514
2100	50	0,386	0,579
2200	50	0,480	0,674
2300	50	0,583	0,755
2349	50	0,638	0,799
2400	50	0,647	0,809
2447	50	0,737	0,889
2500	50	0,789	0,936
2550	50	0,867	1,006
2602	50	0,880	1,020
2651	50	1,012	1,143
2701	50	1,023	1,155
2751	50	1,138	1,271
2800	50	1,155	1,287
2851	50	1,237	1,384
2901	50	1,542	1,614
2908	50	1,554	1,627
2908	50	1,555	1,629
2907	50	1,557	1,635
2821	50	1,562	1,656



Strzemię górne – naprężenia (σ_s) / Upper stirrup – stresses (σ_s)

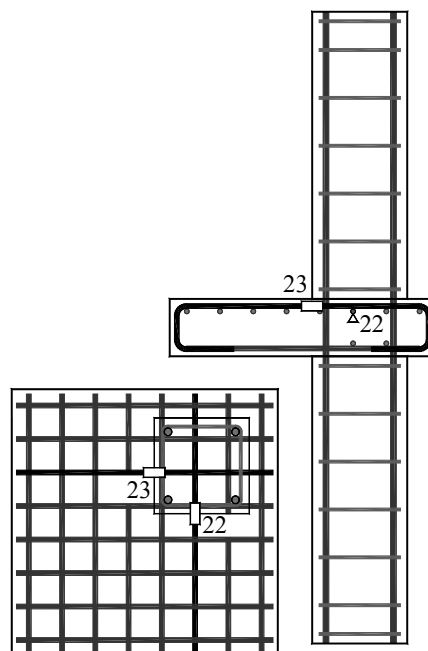
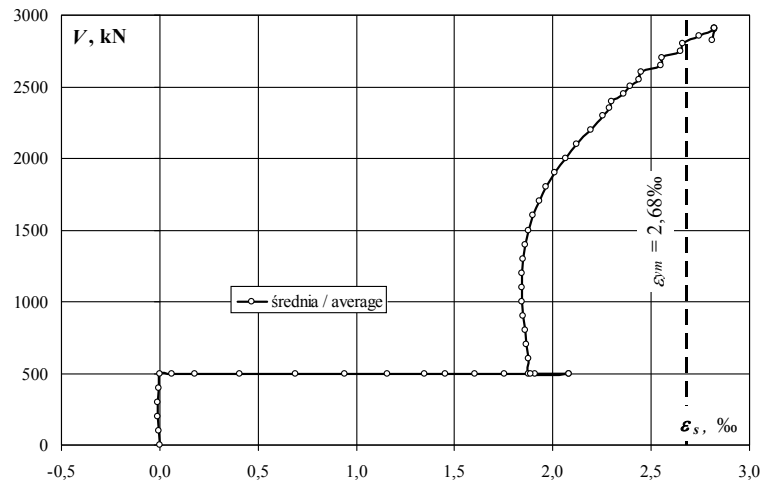
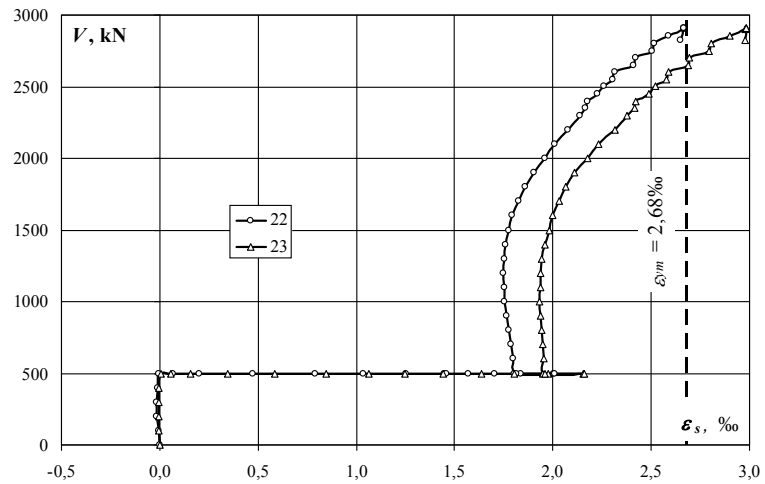


obciążenie słupa/ column load	obciążenie płyty/ slab load	naprężenie/ stress	
		27	28
kN	kN	MPa	MPa
0	0	0	0
100	0	1	2
200	0	2	3
300	0	3	4
400	0	4	5
500	0	5	7
500	5	5	8
500	10	6	8
500	15	7	7
500	20	7	8
500	25	7	8
500	30	8	8
500	35	8	8
500	40	9	8
500	45	9	8
500	50	10	8
500	55	11	8
500	60	11	9
500	50	10	7
500	60	11	8
500	50	10	7
600	50	11	8
700	50	12	9
800	50	14	11
900	50	17	13
1000	50	19	16
1100	50	22	21
1200	50	25	28
1300	50	28	35
1400	50	32	46
1500	50	36	57
1600	50	40	65
1700	50	46	75
1800	50	53	85
1900	50	61	97
2000	50	72	112
2100	50	84	127
2200	50	105	147
2300	50	128	165
2349	50	140	175
2400	50	142	177
2447	50	161	195
2500	50	173	205
2550	50	190	220
2602	50	193	223
2651	50	221	250
2701	50	224	253
2751	50	249	278
2800	50	253	282
2851	50	271	303
2901	50	337	353
2908	50	340	356
2908	50	340	356
2907	50	341	358
2821	50	342	362

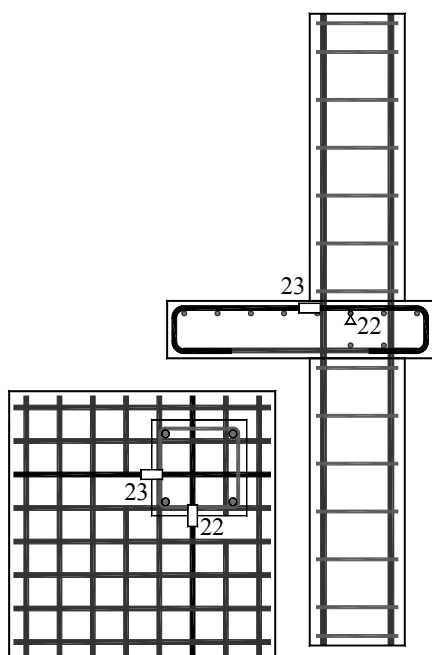
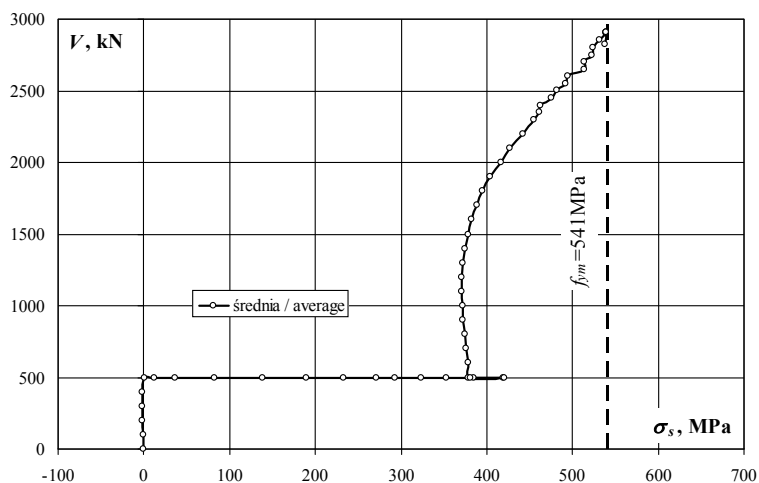
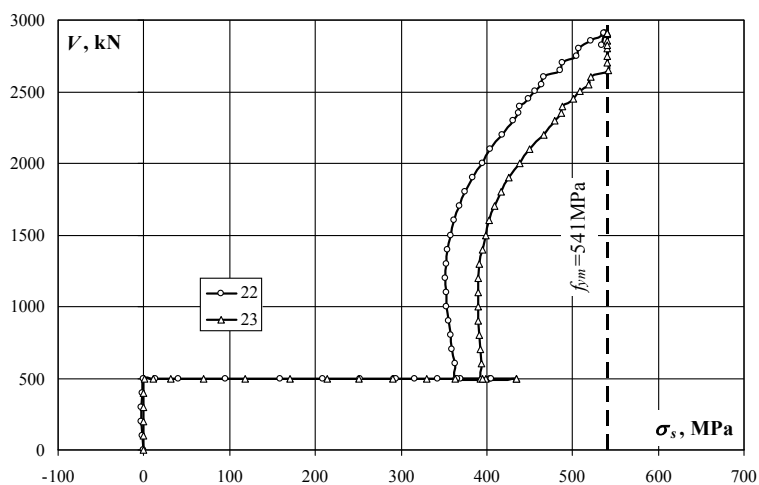
MN-0.5

Zbrojenie podłużne płyty – odkształcenia (ε_s) / Slab reinforcement – strains (ε_s)

obciążenie stupa/ column load	obciążenie płyty/ slab load	odkształcenie/ strain		
		22	23	średnia/ average
kN	kN	‰	‰	‰
0	0	0,000	0,000	0,000
100	0	-0,007	-0,003	-0,005
200	0	-0,014	-0,005	-0,010
300	0	-0,015	-0,005	-0,010
400	0	-0,011	-0,002	-0,007
500	0	-0,002	0,005	0,002
500	5	0,065	0,057	0,061
500	10	0,203	0,158	0,181
500	15	0,474	0,344	0,409
500	20	0,789	0,587	0,688
500	25	1,037	0,845	0,941
500	30	1,250	1,061	1,156
500	35	1,446	1,247	1,347
500	40	1,460	1,442	1,451
500	45	1,568	1,638	1,603
500	50	1,703	1,801	1,752
500	55	1,837	1,977	1,907
500	60	2,006	2,154	2,080
500	50	1,806	1,951	1,879
500	60	2,011	2,158	2,085
500	50	1,814	1,962	1,888
600	50	1,800	1,953	1,877
700	50	1,786	1,947	1,867
800	50	1,774	1,940	1,857
900	50	1,762	1,935	1,849
1000	50	1,754	1,933	1,844
1100	50	1,751	1,935	1,843
1200	50	1,748	1,938	1,843
1300	50	1,751	1,944	1,848
1400	50	1,759	1,959	1,859
1500	50	1,776	1,981	1,879
1600	50	1,794	2,001	1,898
1700	50	1,827	2,033	1,930
1800	50	1,860	2,067	1,964
1900	50	1,904	2,112	2,008
2000	50	1,959	2,176	2,068
2100	50	2,008	2,233	2,121
2200	50	2,077	2,313	2,195
2300	50	2,136	2,378	2,257
2349	50	2,167	2,414	2,291
2400	50	2,176	2,422	2,299
2447	50	2,229	2,486	2,358
2500	50	2,262	2,521	2,392
2550	50	2,305	2,576	2,441
2602	50	2,317	2,586	2,452
2651	50	2,408	2,686	2,547
2701	50	2,420	2,695	2,558
2751	50	2,505	2,796	2,651
2800	50	2,517	2,807	2,662
2851	50	2,586	2,898	2,742
2901	50	2,665	2,977	2,821
2908	50	2,668	2,981	2,825
2908	50	2,667	2,981	2,824
2907	50	2,666	2,982	2,824
2821	50	2,650	2,977	2,814



Zbrojenie podłużne płyty – naprężenia (σ_s) / Slab reinforcement – stresses (σ_s)

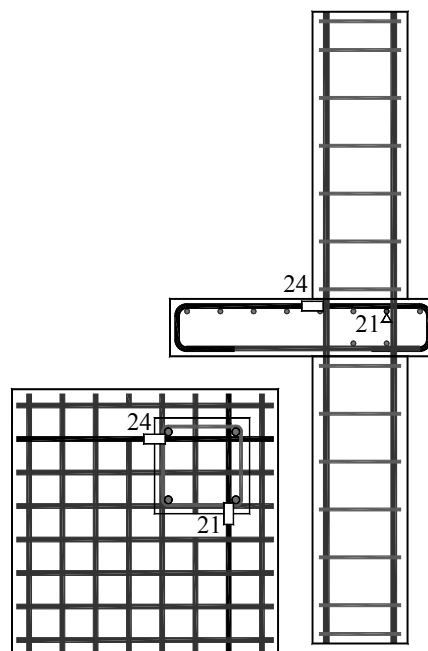
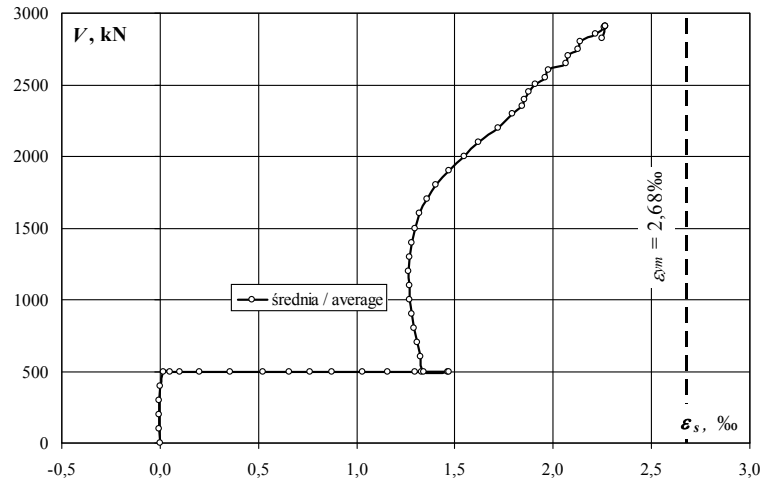
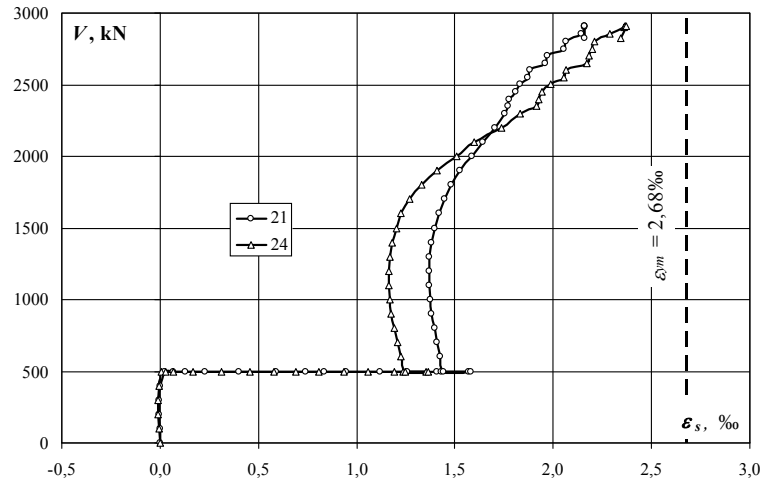


obciążenie stupa/ column load	obciążenie płyty/ slab load	naprężenie/ stress		
		22	23	średnia/ average
kN	kN	MPa	MPa	MPa
0	0	0	0	0
100	0	-1	-1	-1
200	0	-3	-1	-2
300	0	-3	-1	-2
400	0	-2	0	-1
500	0	0	1	0
500	5	13	11	12
500	10	41	32	36
500	15	96	69	82
500	20	159	118	139
500	25	209	170	190
500	30	252	214	233
500	35	291	251	271
500	40	294	291	292
500	45	316	330	323
500	50	343	363	353
500	55	370	398	384
500	60	404	434	419
500	50	364	393	379
500	60	405	435	420
500	50	366	395	380
600	50	363	394	378
700	50	360	392	376
800	50	357	391	374
900	50	355	390	372
1000	50	353	389	371
1100	50	353	390	371
1200	50	352	391	371
1300	50	353	392	372
1400	50	354	395	375
1500	50	358	399	379
1600	50	361	403	382
1700	50	368	410	389
1800	50	375	417	396
1900	50	384	426	405
2000	50	395	438	417
2100	50	405	450	427
2200	50	419	466	442
2300	50	430	479	455
2349	50	437	486	462
2400	50	438	488	463
2447	50	449	501	475
2500	50	456	508	482
2550	50	464	519	492
2602	50	467	521	494
2651	50	485	541	513
2701	50	488	541	514
2751	50	505	541	523
2800	50	507	541	524
2851	50	521	541	531
2901	50	537	541	539
2908	50	538	541	539
2908	50	537	541	539
2907	50	537	541	539
2821	50	534	541	537

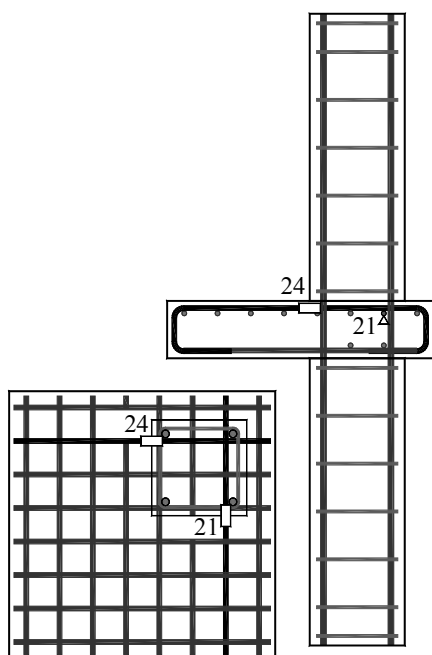
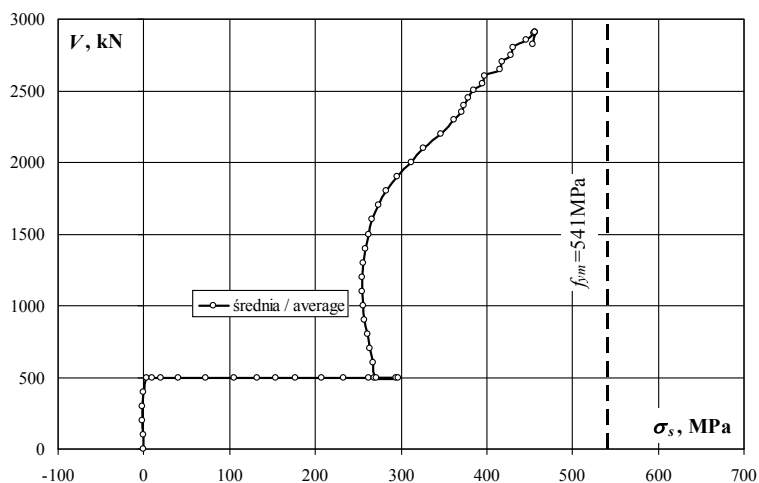
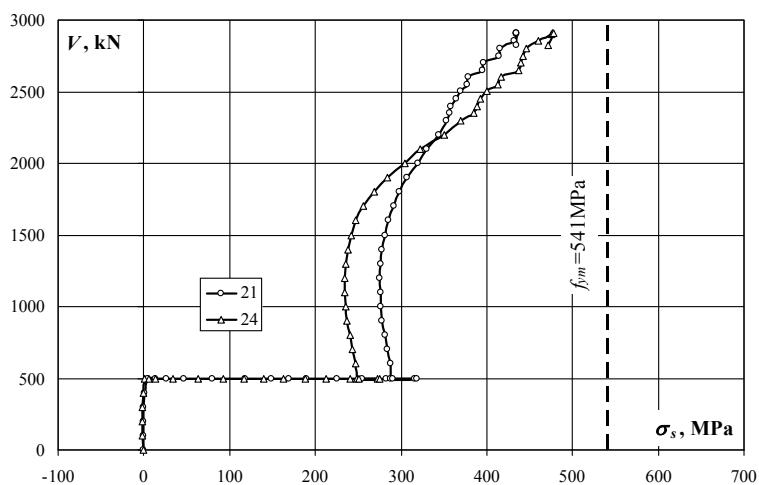
MN-0.5

Zbrojenie podłużne płyty – odkształcenia (ε_s) / Slab reinforcement – strains (ε_s)

obciążenie stupa/ column load	obciążenie płyty/ slab load	odkształcenie/ strain		
		21	24	średnia/ average
kN	kN	‰	‰	‰
0	0	0,000	0,000	0,000
100	0	0,000	-0,006	-0,003
200	0	-0,005	-0,010	-0,008
300	0	-0,005	-0,008	-0,007
400	0	0,003	-0,003	0,000
500	0	0,024	0,006	0,015
500	5	0,067	0,031	0,049
500	10	0,131	0,070	0,101
500	15	0,231	0,170	0,201
500	20	0,399	0,314	0,357
500	25	0,589	0,459	0,524
500	30	0,739	0,579	0,659
500	35	0,838	0,693	0,766
500	40	0,944	0,809	0,877
500	45	1,118	0,937	1,028
500	50	1,261	1,056	1,159
500	55	1,406	1,194	1,300
500	60	1,571	1,355	1,463
500	50	1,431	1,234	1,333
500	60	1,580	1,365	1,473
500	50	1,443	1,246	1,345
600	50	1,427	1,227	1,327
700	50	1,411	1,209	1,310
800	50	1,395	1,193	1,294
900	50	1,381	1,177	1,279
1000	50	1,374	1,168	1,271
1100	50	1,370	1,164	1,267
1200	50	1,367	1,163	1,265
1300	50	1,369	1,168	1,269
1400	50	1,380	1,181	1,281
1500	50	1,397	1,201	1,299
1600	50	1,417	1,225	1,321
1700	50	1,449	1,269	1,359
1800	50	1,480	1,331	1,406
1900	50	1,526	1,409	1,468
2000	50	1,586	1,509	1,548
2100	50	1,640	1,600	1,620
2200	50	1,706	1,737	1,722
2300	50	1,753	1,833	1,793
2349	50	1,769	1,913	1,841
2400	50	1,777	1,926	1,852
2447	50	1,807	1,945	1,876
2500	50	1,834	1,989	1,912
2550	50	1,871	2,052	1,962
2602	50	1,881	2,067	1,974
2651	50	1,960	2,169	2,065
2701	50	1,969	2,182	2,076
2751	50	2,053	2,197	2,125
2800	50	2,064	2,212	2,138
2851	50	2,142	2,285	2,214
2901	50	2,159	2,361	2,260
2908	50	2,159	2,367	2,263
2908	50	2,159	2,367	2,263
2907	50	2,158	2,369	2,264
2821	50	2,158	2,341	2,250



Zbrojenie podłużne płyty – naprężenia (σ_s) / Slab reinforcement – stresses (σ_s)

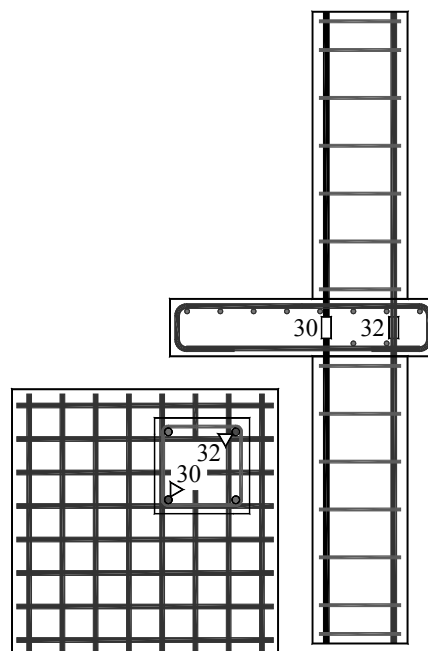
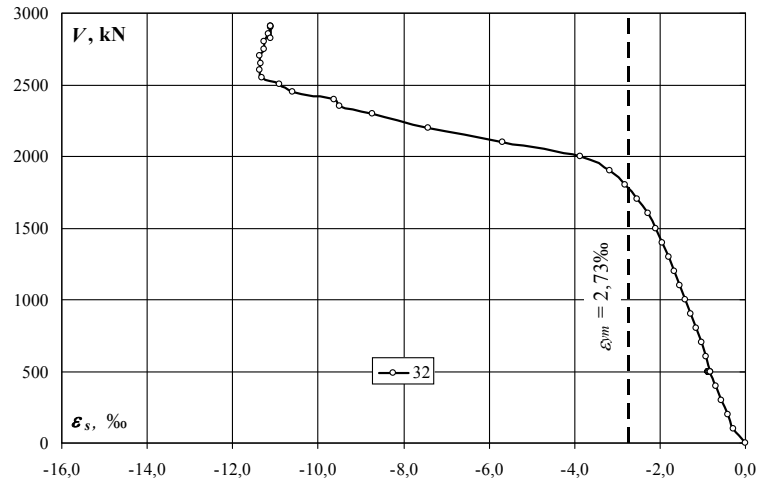
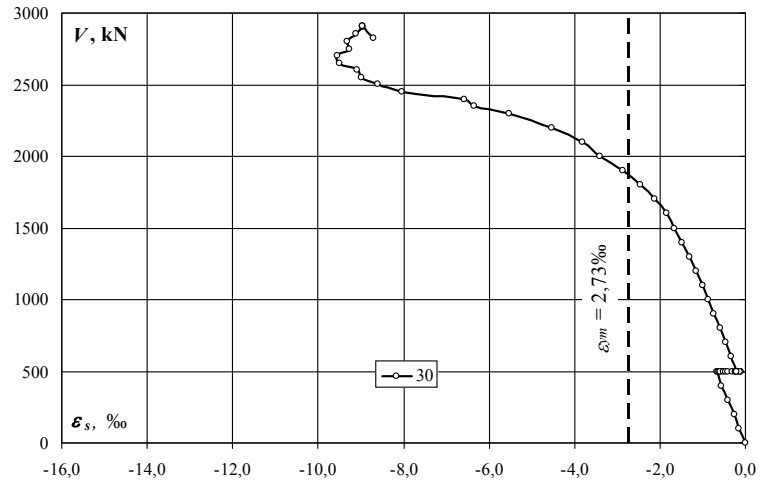


obciążenie stupa/ column load	obciążenie płyty/ slab load	naprężenie/ stress		
		21	24	średnia/ average
kN	kN	MPa	MPa	MPa
0	0	0	0	0
100	0	0	-1	-1
200	0	-1	-2	-2
300	0	-1	-2	-1
400	0	1	-1	0
500	0	5	1	3
500	5	14	6	10
500	10	26	14	20
500	15	47	34	40
500	20	80	63	72
500	25	119	92	106
500	30	149	117	133
500	35	169	140	154
500	40	190	163	177
500	45	225	189	207
500	50	254	213	233
500	55	283	241	262
500	60	317	273	295
500	50	288	249	268
500	60	318	275	297
500	50	291	251	271
600	50	288	247	267
700	50	284	244	264
800	50	281	240	261
900	50	278	237	258
1000	50	277	235	256
1100	50	276	235	255
1200	50	275	234	255
1300	50	276	235	256
1400	50	278	238	258
1500	50	281	242	262
1600	50	286	247	266
1700	50	292	256	274
1800	50	298	268	283
1900	50	307	284	296
2000	50	320	304	312
2100	50	330	322	326
2200	50	344	350	347
2300	50	353	369	361
2349	50	356	385	371
2400	50	358	388	373
2447	50	364	392	378
2500	50	370	401	385
2550	50	377	413	395
2602	50	379	417	398
2651	50	395	437	416
2701	50	397	440	418
2751	50	414	443	428
2800	50	416	446	431
2851	50	432	460	446
2901	50	435	476	455
2908	50	435	477	456
2908	50	435	477	456
2907	50	435	477	456
2821	50	435	472	453

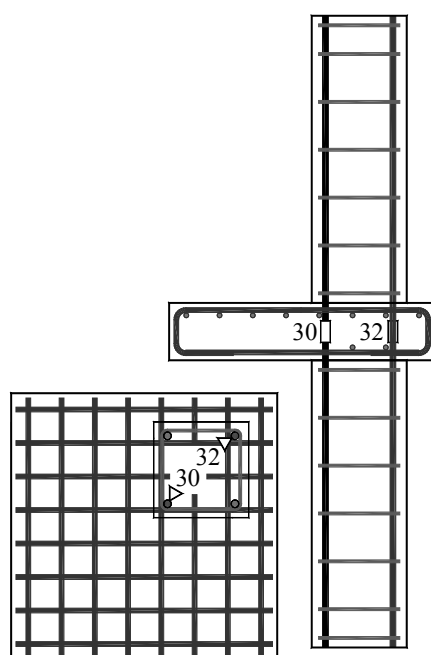
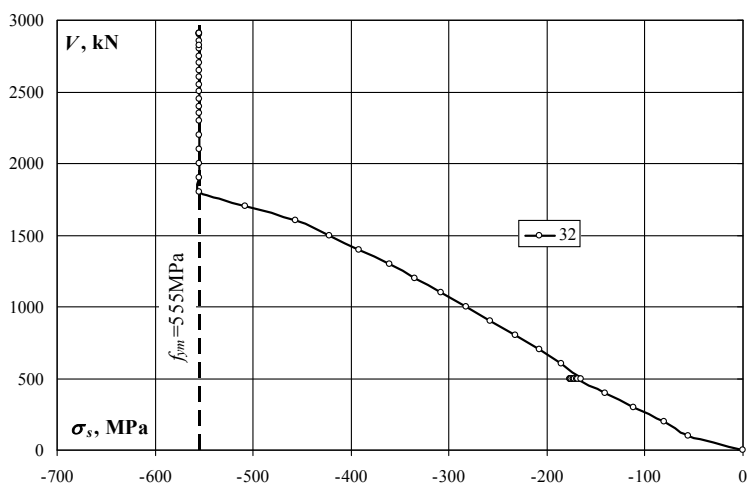
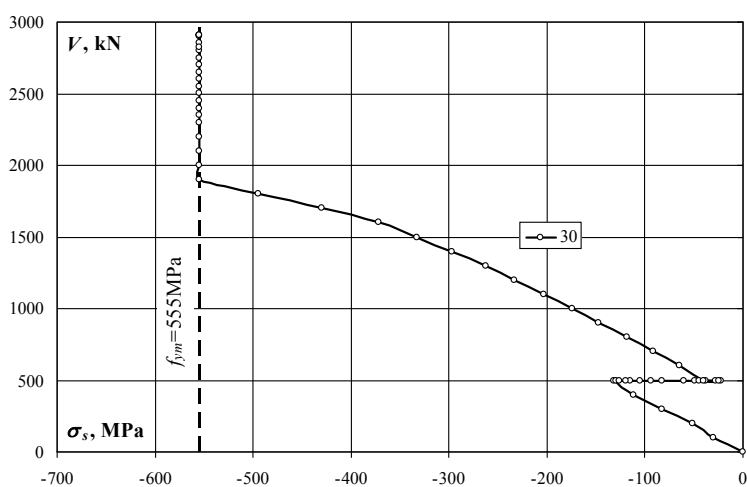
MN-0.5

Zbrojenie podłużne słupa – odkształcenia (ϵ_s) / Column reinforcement – strains (ϵ_s)

obciążenie słupa/ column load	obciążenie plyty/ slab load	odkształcenie/ strain	
		30	32
kN	kN	‰	‰
0	0	0,000	0,000
100	0	-0,148	-0,276
200	0	-0,256	-0,398
300	0	-0,408	-0,555
400	0	-0,553	-0,701
500	0	-0,657	-0,849
500	5	-0,645	-0,858
500	10	-0,625	-0,867
500	15	-0,574	-0,874
500	20	-0,593	-0,878
500	25	-0,521	-0,877
500	30	-0,465	-0,873
500	35	-0,409	-0,872
500	40	-0,298	-0,872
500	45	-0,242	-0,862
500	50	-0,222	-0,859
500	55	-0,138	-0,853
500	60	-0,111	-0,841
500	50	-0,189	-0,828
500	60	-0,121	-0,835
500	50	-0,198	-0,822
600	50	-0,321	-0,922
700	50	-0,454	-1,031
800	50	-0,588	-1,151
900	50	-0,730	-1,280
1000	50	-0,866	-1,405
1100	50	-1,007	-1,528
1200	50	-1,160	-1,664
1300	50	-1,306	-1,790
1400	50	-1,478	-1,948
1500	50	-1,655	-2,099
1600	50	-1,848	-2,269
1700	50	-2,135	-2,525
1800	50	-2,456	-2,811
1900	50	-2,858	-3,172
2000	50	-3,414	-3,871
2100	50	-3,818	-5,690
2200	50	-4,531	-7,431
2300	50	-5,536	-8,717
2349	50	-6,359	-9,499
2400	50	-6,572	-9,623
2447	50	-8,044	-10,604
2500	50	-8,611	-10,904
2550	50	-8,981	-11,320
2602	50	-9,098	-11,367
2651	50	-9,495	-11,342
2701	50	-9,557	-11,358
2751	50	-9,276	-11,264
2800	50	-9,325	-11,268
2851	50	-9,109	-11,155
2901	50	-8,963	-11,113
2908	50	-8,966	-11,107
2908	50	-8,966	-11,105
2907	50	-8,956	-11,099
2821	50	-8,715	-11,104



Zbrojenie podłużne słupa – naprężenia (σ_s) / Column reinforcement – stresses (σ_s)

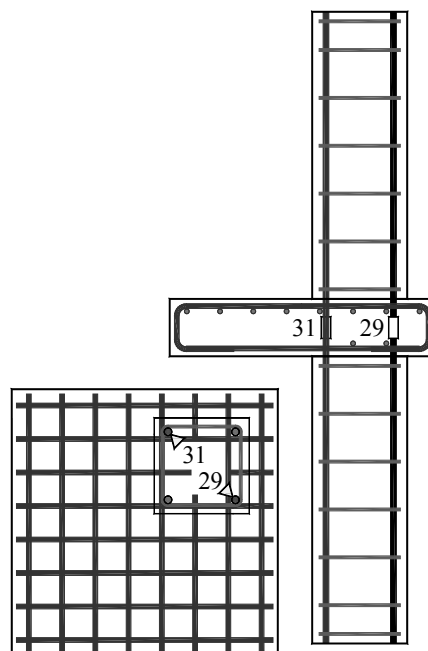
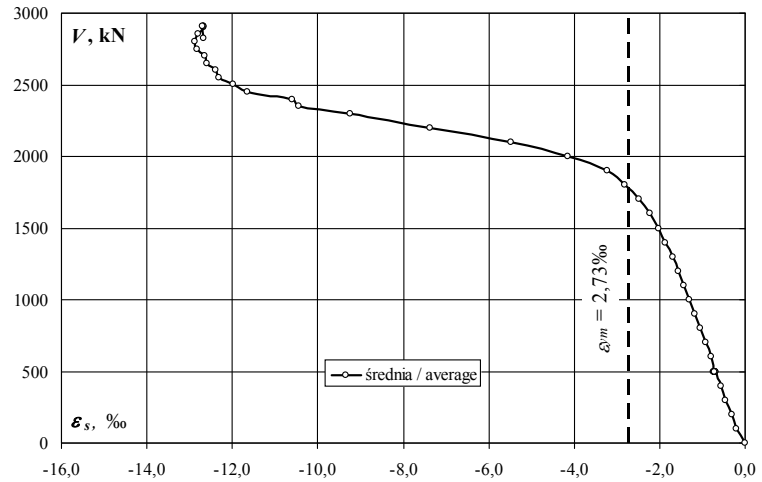
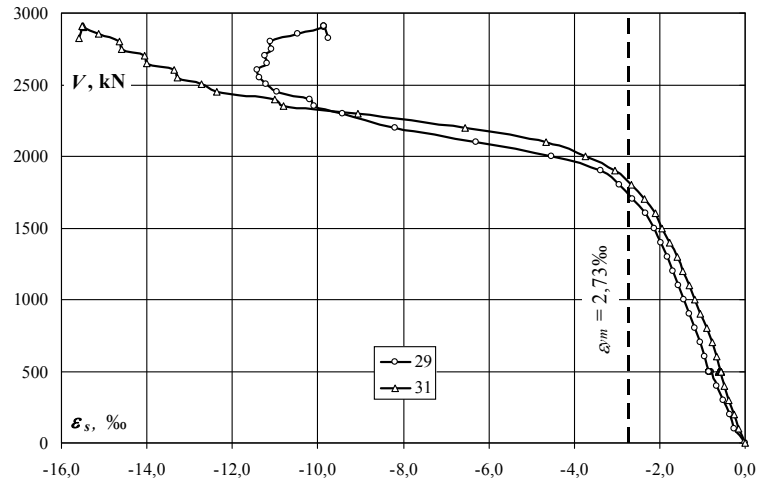


obciążenie słupa/ column load	obciążenie płyty/ slab load	naprężenie/ stress	
		30 MPa	32 MPa
0	0	0	0
100	0	-30	-56
200	0	-52	-80
300	0	-82	-112
400	0	-111	-141
500	0	-132	-171
500	5	-130	-173
500	10	-126	-175
500	15	-116	-176
500	20	-119	-177
500	25	-105	-177
500	30	-94	-176
500	35	-82	-176
500	40	-60	-176
500	45	-49	-174
500	50	-45	-173
500	55	-28	-172
500	60	-22	-169
500	50	-38	-167
500	60	-24	-168
500	50	-40	-165
600	50	-65	-186
700	50	-91	-208
800	50	-118	-232
900	50	-147	-258
1000	50	-174	-283
1100	50	-203	-308
1200	50	-234	-335
1300	50	-263	-360
1400	50	-298	-392
1500	50	-333	-423
1600	50	-372	-457
1700	50	-430	-508
1800	50	-494	-555
1900	50	-555	-555
2000	50	-555	-555
2100	50	-555	-555
2200	50	-555	-555
2300	50	-555	-555
2349	50	-555	-555
2400	50	-555	-555
2447	50	-555	-555
2500	50	-555	-555
2550	50	-555	-555
2602	50	-555	-555
2651	50	-555	-555
2701	50	-555	-555
2751	50	-555	-555
2800	50	-555	-555
2851	50	-555	-555
2901	50	-555	-555
2908	50	-555	-555
2908	50	-555	-555
2907	50	-555	-555
2821	50	-555	-555

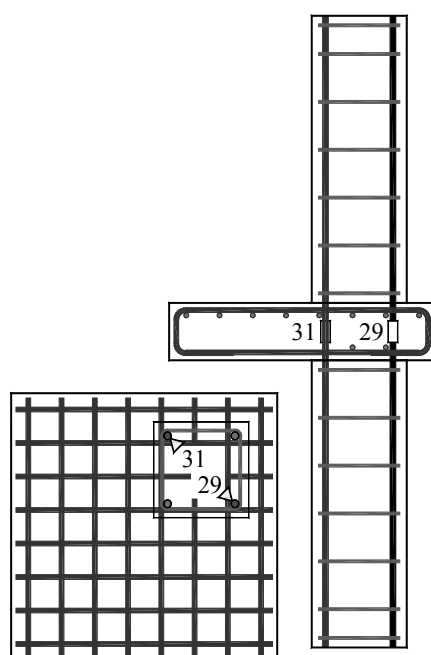
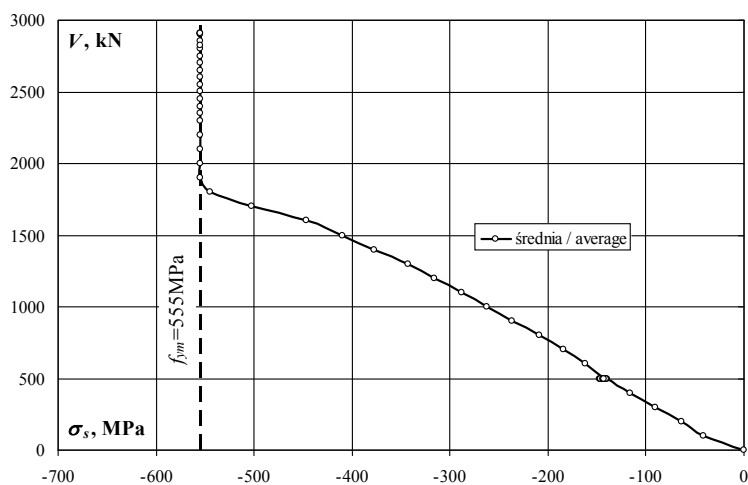
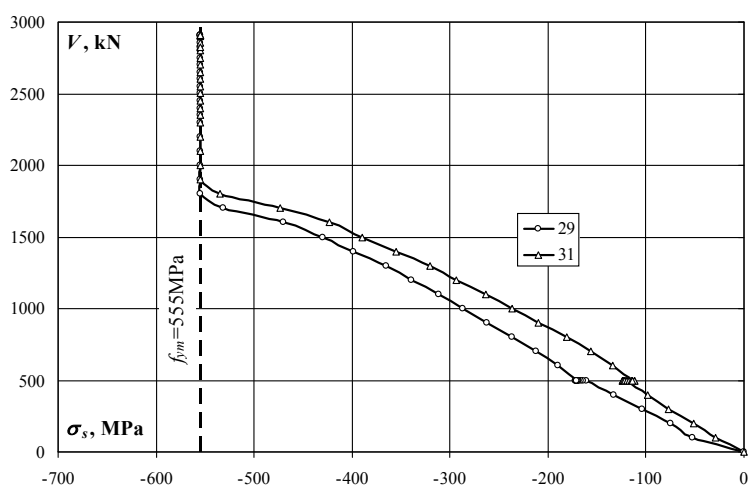
MN-0.5

Zbrojenie podłużne słupa – odkształcenia (ϵ_s) / Column reinforcement – strains (ϵ_s)

obciążenie słupa/ column load	obciążenie płyty/ slab load	odkształcenie/ strain		
		29	31	średnia/ average
kN	kN	‰	‰	‰
0	0	0,000	0,000	0,000
100	0	-0,259	-0,146	-0,203
200	0	-0,371	-0,256	-0,314
300	0	-0,517	-0,384	-0,451
400	0	-0,661	-0,489	-0,575
500	0	-0,800	-0,592	-0,696
500	5	-0,813	-0,599	-0,706
500	10	-0,824	-0,606	-0,715
500	15	-0,835	-0,611	-0,723
500	20	-0,839	-0,616	-0,728
500	25	-0,843	-0,615	-0,729
500	30	-0,846	-0,614	-0,730
500	35	-0,849	-0,609	-0,729
500	40	-0,854	-0,604	-0,729
500	45	-0,854	-0,595	-0,725
500	50	-0,851	-0,583	-0,717
500	55	-0,850	-0,572	-0,711
500	60	-0,843	-0,552	-0,698
500	50	-0,849	-0,566	-0,708
500	60	-0,845	-0,555	-0,700
500	50	-0,849	-0,566	-0,708
600	50	-0,943	-0,665	-0,804
700	50	-1,052	-0,777	-0,915
800	50	-1,174	-0,901	-1,038
900	50	-1,305	-1,041	-1,173
1000	50	-1,428	-1,174	-1,301
1100	50	-1,549	-1,309	-1,429
1200	50	-1,684	-1,457	-1,571
1300	50	-1,812	-1,592	-1,702
1400	50	-1,978	-1,766	-1,872
1500	50	-2,134	-1,936	-2,035
1600	50	-2,337	-2,101	-2,219
1700	50	-2,638	-2,352	-2,495
1800	50	-2,955	-2,657	-2,806
1900	50	-3,375	-3,054	-3,215
2000	50	-4,525	-3,748	-4,137
2100	50	-6,287	-4,655	-5,471
2200	50	-8,192	-6,561	-7,377
2300	50	-9,409	-9,070	-9,240
2349	50	-10,091	-10,812	-10,452
2400	50	-10,188	-11,012	-10,600
2447	50	-10,946	-12,355	-11,651
2500	50	-11,224	-12,713	-11,969
2550	50	-11,355	-13,295	-12,325
2602	50	-11,407	-13,369	-12,388
2651	50	-11,192	-14,009	-12,601
2701	50	-11,227	-14,056	-12,642
2751	50	-11,086	-14,586	-12,836
2800	50	-11,113	-14,638	-12,876
2851	50	-10,475	-15,127	-12,801
2901	50	-9,853	-15,488	-12,671
2908	50	-9,857	-15,500	-12,679
2908	50	-9,857	-15,502	-12,680
2907	50	-9,863	-15,508	-12,686
2821	50	-9,742	-15,587	-12,665



Zbrojenie podłużne słupa – naprężenia (σ_s) / Column reinforcement – stresses (σ_s)

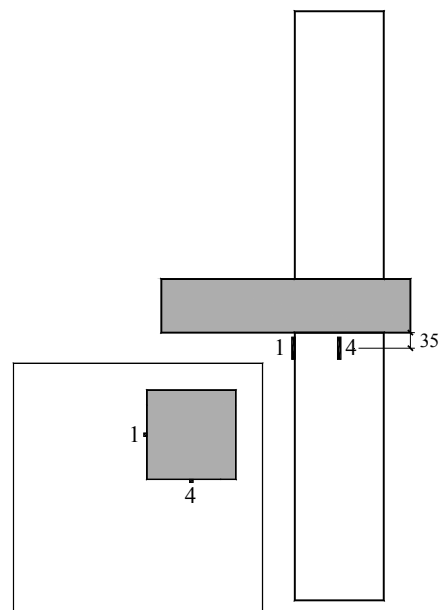
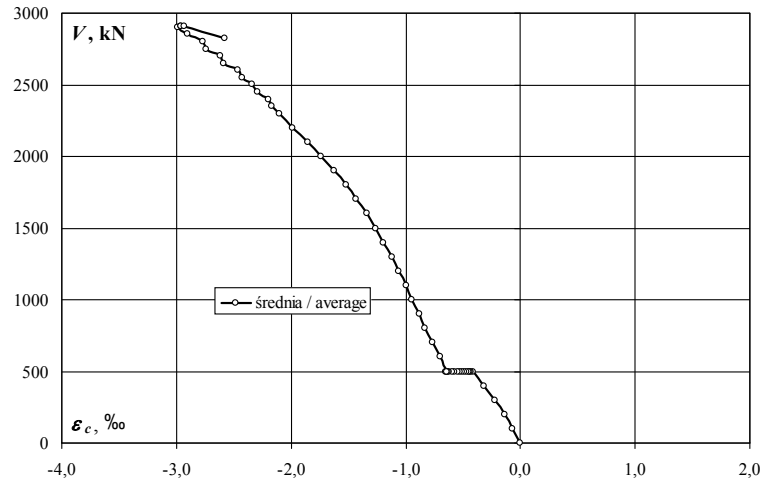
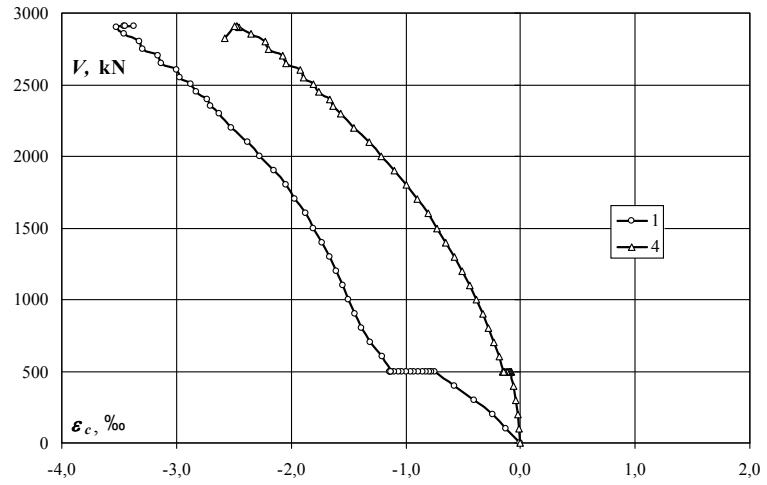


obciążenie słupa/ column load	obciążenie płyty/ slab load	naprężenie/ stress		
		29	31	średnia/ average
kN	kN	MPa	MPa	MPa
0	0	0	0	0
100	0	-52	-29	-41
200	0	-75	-52	-63
300	0	-104	-77	-91
400	0	-133	-98	-116
500	0	-161	-119	-140
500	5	-164	-121	-142
500	10	-166	-122	-144
500	15	-168	-123	-146
500	20	-169	-124	-146
500	25	-170	-124	-147
500	30	-170	-124	-147
500	35	-171	-123	-147
500	40	-172	-122	-147
500	45	-172	-120	-146
500	50	-171	-117	-144
500	55	-171	-115	-143
500	60	-170	-111	-140
500	50	-171	-114	-142
500	60	-170	-112	-141
500	50	-171	-114	-142
600	50	-190	-134	-162
700	50	-212	-156	-184
800	50	-236	-181	-209
900	50	-263	-210	-236
1000	50	-287	-236	-262
1100	50	-312	-264	-288
1200	50	-339	-293	-316
1300	50	-365	-320	-343
1400	50	-398	-355	-377
1500	50	-430	-390	-410
1600	50	-470	-423	-447
1700	50	-531	-473	-502
1800	50	-555	-535	-545
1900	50	-555	-555	-555
2000	50	-555	-555	-555
2100	50	-555	-555	-555
2200	50	-555	-555	-555
2300	50	-555	-555	-555
2349	50	-555	-555	-555
2400	50	-555	-555	-555
2447	50	-555	-555	-555
2500	50	-555	-555	-555
2550	50	-555	-555	-555
2602	50	-555	-555	-555
2651	50	-555	-555	-555
2701	50	-555	-555	-555
2751	50	-555	-555	-555
2800	50	-555	-555	-555
2851	50	-555	-555	-555
2901	50	-555	-555	-555
2908	50	-555	-555	-555
2908	50	-555	-555	-555
2907	50	-555	-555	-555
2821	50	-555	-555	-555

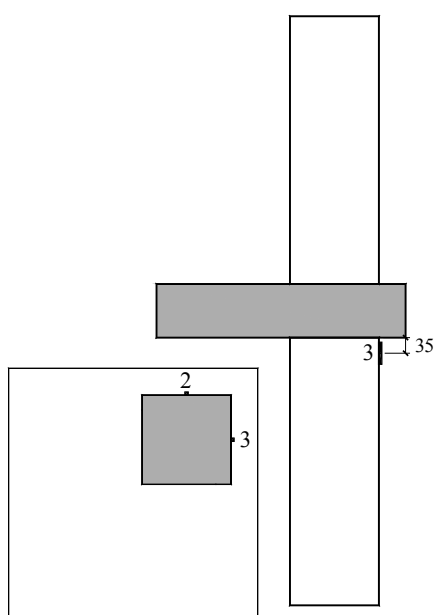
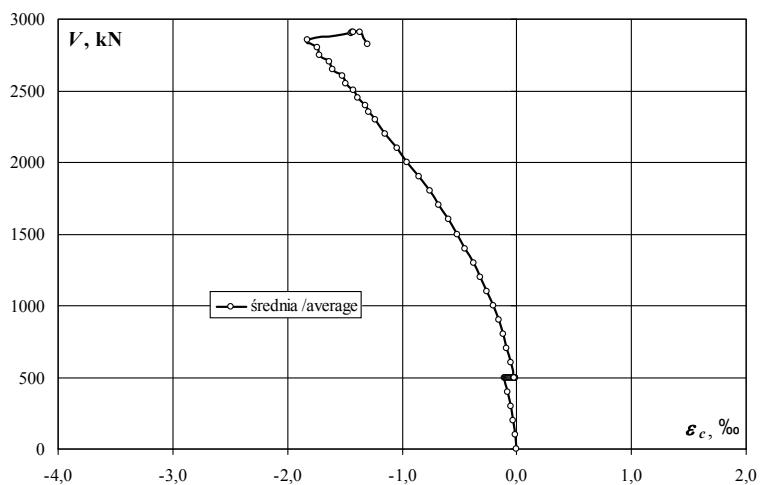
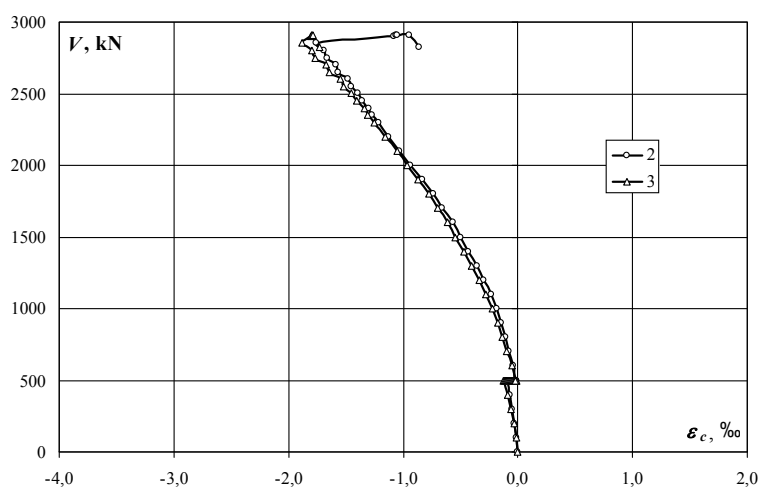
MN-0.5

Śłup dolny (tensometry pionowe) – odkształcenia (ϵ_c) / Bottom column (vertical gauges) – strains (ϵ_c)

obciążenie słupa/ column load	obciążenie płyty/ slab load	odkształcenie/ strain		
		1	4	średnia/ average
kN	kN	‰	‰	‰
0	0	0,000	0,000	0,000
100	0	-0,128	-0,009	-0,069
200	0	-0,244	-0,020	-0,132
300	0	-0,402	-0,037	-0,220
400	0	-0,575	-0,059	-0,317
500	0	-0,744	-0,085	-0,415
500	5	-0,772	-0,086	-0,429
500	10	-0,798	-0,086	-0,442
500	15	-0,825	-0,085	-0,455
500	20	-0,852	-0,084	-0,468
500	25	-0,888	-0,086	-0,487
500	30	-0,926	-0,092	-0,509
500	35	-0,958	-0,096	-0,527
500	40	-0,997	-0,104	-0,551
500	45	-1,035	-0,115	-0,575
500	50	-1,064	-0,122	-0,593
500	55	-1,104	-0,136	-0,620
500	60	-1,136	-0,149	-0,643
500	50	-1,125	-0,141	-0,633
500	60	-1,143	-0,153	-0,648
500	50	-1,131	-0,145	-0,638
600	50	-1,209	-0,188	-0,699
700	50	-1,307	-0,230	-0,769
800	50	-1,383	-0,278	-0,831
900	50	-1,439	-0,331	-0,885
1000	50	-1,501	-0,386	-0,944
1100	50	-1,549	-0,443	-0,996
1200	50	-1,606	-0,509	-1,058
1300	50	-1,665	-0,572	-1,119
1400	50	-1,729	-0,653	-1,191
1500	50	-1,802	-0,732	-1,267
1600	50	-1,873	-0,807	-1,340
1700	50	-1,965	-0,902	-1,434
1800	50	-2,046	-0,996	-1,521
1900	50	-2,151	-1,101	-1,626
2000	50	-2,271	-1,217	-1,744
2100	50	-2,382	-1,323	-1,853
2200	50	-2,518	-1,449	-1,984
2300	50	-2,631	-1,565	-2,098
2349	50	-2,704	-1,637	-2,171
2400	50	-2,731	-1,667	-2,199
2447	50	-2,826	-1,756	-2,291
2500	50	-2,878	-1,807	-2,343
2550	50	-2,967	-1,893	-2,430
2602	50	-2,996	-1,925	-2,461
2651	50	-3,131	-2,042	-2,587
2701	50	-3,159	-2,073	-2,616
2751	50	-3,291	-2,193	-2,742
2800	50	-3,321	-2,225	-2,773
2851	50	-3,454	-2,345	-2,900
2901	50	-3,520	-2,453	-2,987
2908	50	-3,455	-2,470	-2,963
2908	50	-3,444	-2,473	-2,959
2907	50	-3,372	-2,492	-2,932
2821	50	-2,578	-2,578	-2,578



Słup dolny (tensometry pionowe) – odkształcenia (ϵ_c) / Bottom column (vertical gauges) – strains (ϵ_c)

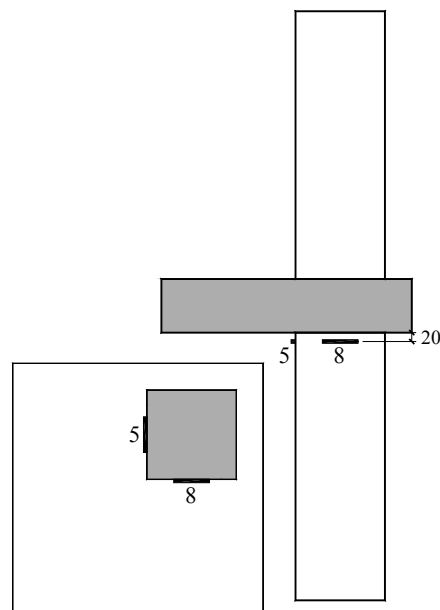
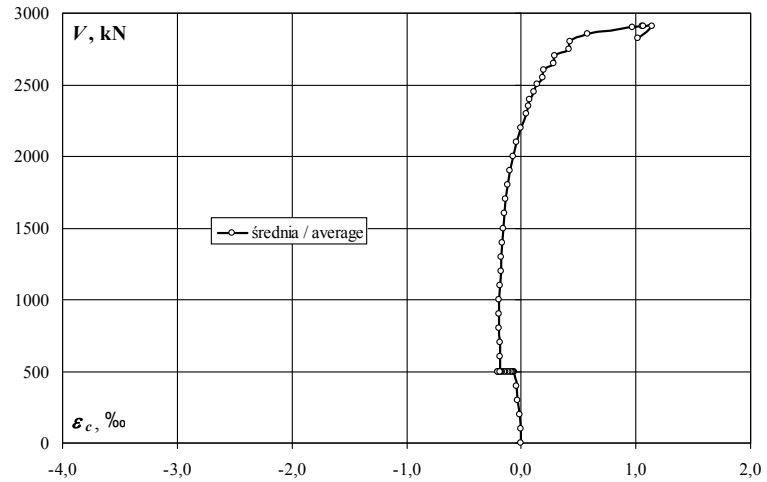
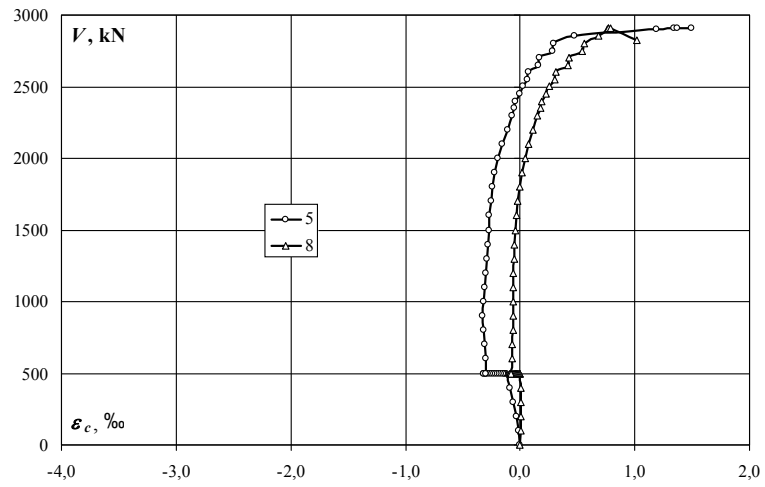


obciążenie słupa/ column load	obciążenie płyty/ slab load	odkształcenie/ strain		
		2	3	średnia/ average
kN	kN	‰	‰	‰
0	0	0,000	0,000	0,000
100	0	-0,012	-0,011	-0,012
200	0	-0,030	-0,035	-0,033
300	0	-0,048	-0,063	-0,056
400	0	-0,069	-0,093	-0,081
500	0	-0,092	-0,125	-0,109
500	5	-0,086	-0,117	-0,102
500	10	-0,082	-0,110	-0,096
500	15	-0,075	-0,101	-0,088
500	20	-0,067	-0,091	-0,079
500	25	-0,056	-0,079	-0,068
500	30	-0,047	-0,068	-0,058
500	35	-0,040	-0,058	-0,049
500	40	-0,034	-0,049	-0,042
500	45	-0,026	-0,037	-0,032
500	50	-0,021	-0,029	-0,025
500	55	-0,017	-0,022	-0,020
500	60	-0,012	-0,013	-0,013
500	50	-0,019	-0,022	-0,021
500	60	-0,012	-0,013	-0,013
500	50	-0,019	-0,021	-0,020
600	50	-0,044	-0,053	-0,049
700	50	-0,077	-0,094	-0,086
800	50	-0,107	-0,133	-0,120
900	50	-0,144	-0,176	-0,160
1000	50	-0,186	-0,226	-0,206
1100	50	-0,236	-0,278	-0,257
1200	50	-0,295	-0,338	-0,317
1300	50	-0,353	-0,400	-0,377
1400	50	-0,429	-0,475	-0,452
1500	50	-0,500	-0,545	-0,523
1600	50	-0,569	-0,612	-0,591
1700	50	-0,657	-0,697	-0,677
1800	50	-0,741	-0,778	-0,760
1900	50	-0,837	-0,870	-0,854
2000	50	-0,940	-0,966	-0,953
2100	50	-1,030	-1,056	-1,043
2200	50	-1,129	-1,158	-1,144
2300	50	-1,216	-1,253	-1,235
2349	50	-1,270	-1,308	-1,289
2400	50	-1,297	-1,337	-1,317
2447	50	-1,358	-1,407	-1,383
2500	50	-1,395	-1,450	-1,423
2550	50	-1,456	-1,519	-1,488
2602	50	-1,486	-1,549	-1,518
2651	50	-1,563	-1,644	-1,604
2701	50	-1,590	-1,672	-1,631
2751	50	-1,666	-1,766	-1,716
2800	50	-1,692	-1,795	-1,744
2851	50	-1,760	-1,882	-1,821
2901	50	-1,082	-1,806	-1,444
2908	50	-1,061	-1,801	-1,431
2908	50	-1,051	-1,799	-1,425
2907	50	-0,944	-1,789	-1,367
2821	50	-0,864	-1,732	-1,298

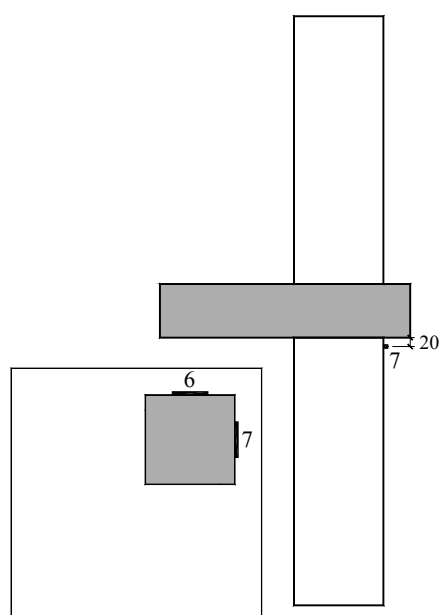
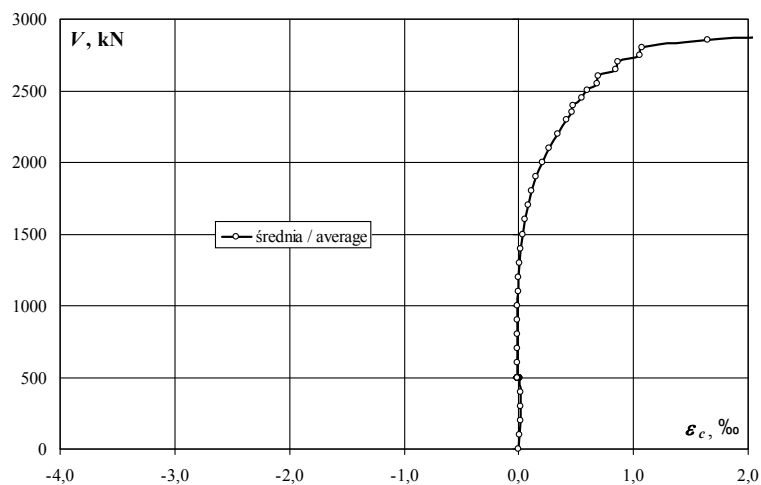
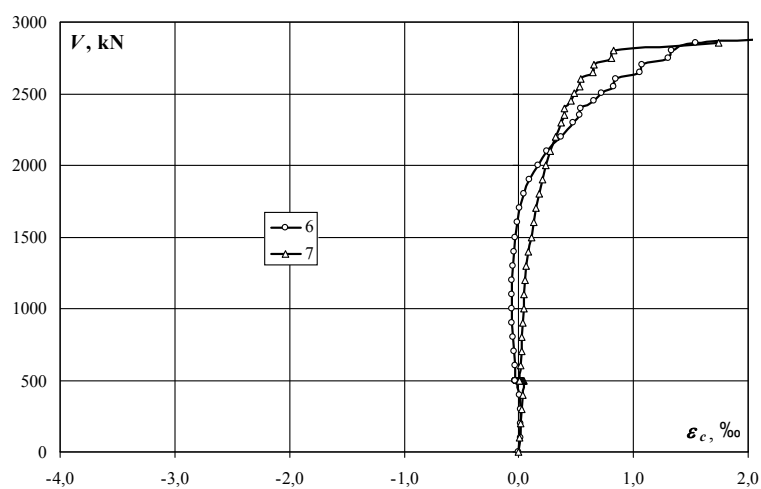
MN-0.5

Śłup dolny (tensometry poziome) – odkształcenia (ϵ_c) / Bottom column (horizontal gauges) – strains (ϵ_c)

obciążenie słupa/ column load	obciążenie płyty/ slab load	odkształcenie/ strain		
		5	8	średnia/ average
kN	kN	‰	‰	‰
0	0	0,000	0,000	0,000
100	0	-0,017	0,002	-0,008
200	0	-0,031	0,003	-0,014
300	0	-0,059	0,003	-0,028
400	0	-0,089	0,002	-0,044
500	0	-0,118	0,000	-0,059
500	5	-0,129	-0,003	-0,066
500	10	-0,140	-0,007	-0,074
500	15	-0,149	-0,014	-0,082
500	20	-0,165	-0,022	-0,094
500	25	-0,185	-0,031	-0,108
500	30	-0,204	-0,040	-0,122
500	35	-0,223	-0,050	-0,137
500	40	-0,243	-0,058	-0,151
500	45	-0,265	-0,067	-0,166
500	50	-0,282	-0,076	-0,179
500	55	-0,300	-0,084	-0,192
500	60	-0,315	-0,089	-0,202
500	50	-0,299	-0,077	-0,188
500	60	-0,315	-0,089	-0,202
500	50	-0,300	-0,076	-0,188
600	50	-0,302	-0,072	-0,187
700	50	-0,310	-0,068	-0,189
800	50	-0,317	-0,065	-0,191
900	50	-0,326	-0,064	-0,195
1000	50	-0,322	-0,063	-0,193
1100	50	-0,309	-0,060	-0,185
1200	50	-0,297	-0,057	-0,177
1300	50	-0,288	-0,053	-0,171
1400	50	-0,281	-0,047	-0,164
1500	50	-0,275	-0,040	-0,158
1600	50	-0,267	-0,031	-0,149
1700	50	-0,254	-0,018	-0,136
1800	50	-0,240	-0,003	-0,122
1900	50	-0,221	0,017	-0,102
2000	50	-0,192	0,044	-0,074
2100	50	-0,158	0,071	-0,044
2200	50	-0,110	0,112	0,001
2300	50	-0,072	0,153	0,041
2349	50	-0,050	0,176	0,063
2400	50	-0,043	0,183	0,070
2447	50	0,000	0,228	0,114
2500	50	0,028	0,258	0,143
2550	50	0,066	0,305	0,186
2602	50	0,076	0,316	0,196
2651	50	0,157	0,415	0,286
2701	50	0,167	0,425	0,296
2751	50	0,281	0,545	0,413
2800	50	0,296	0,559	0,428
2851	50	0,471	0,688	0,580
2901	50	1,188	0,760	0,974
2908	50	1,343	0,765	1,054
2908	50	1,372	0,767	1,070
2907	50	1,498	0,784	1,141
2821	50		1,020	1,020



Słup dolny (tensometry poziome) – odkształcenia (ε_c) / Bottom column (horizontal gauges) – strains (ε_c)

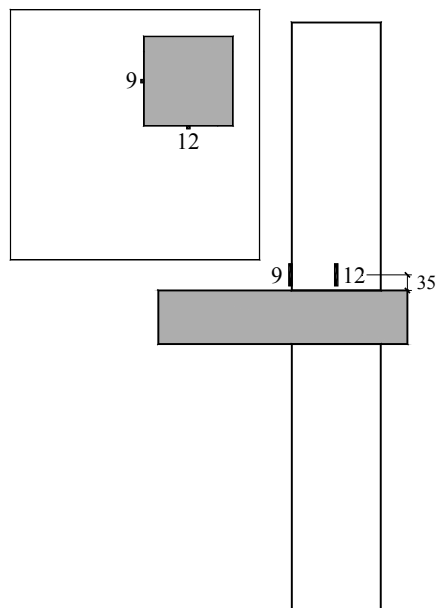
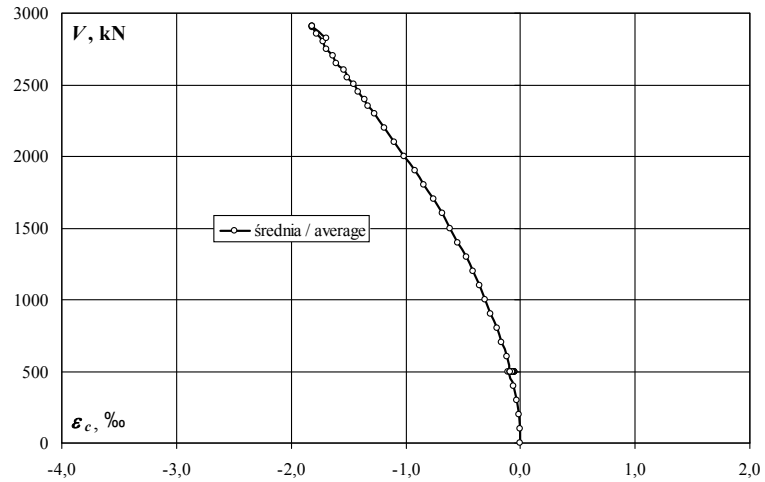
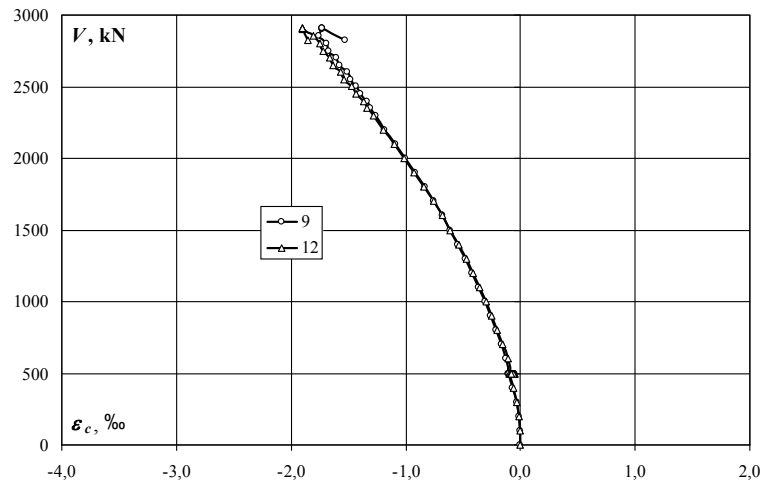


obciążenie słupa/ column load	obciążenie płyty/ slab load	odkształcenie/ strain		
		6	7	średnia/ average
kN	kN	‰	‰	‰
0	0	0,000	0,000	0,000
100	0	0,013	0,009	0,011
200	0	0,016	0,018	0,017
300	0	0,014	0,027	0,021
400	0	0,005	0,034	0,020
500	0	-0,018	0,040	0,011
500	5	-0,022	0,038	0,008
500	10	-0,024	0,035	0,006
500	15	-0,023	0,033	0,005
500	20	-0,025	0,029	0,002
500	25	-0,027	0,026	-0,001
500	30	-0,029	0,022	-0,004
500	35	-0,031	0,018	-0,007
500	40	-0,032	0,015	-0,009
500	45	-0,034	0,012	-0,011
500	50	-0,034	0,010	-0,012
500	55	-0,034	0,007	-0,014
500	60	-0,035	0,005	-0,015
500	50	-0,034	0,007	-0,014
500	60	-0,035	0,004	-0,016
500	50	-0,034	0,007	-0,014
600	50	-0,035	0,015	-0,010
700	50	-0,041	0,023	-0,009
800	50	-0,051	0,029	-0,011
900	50	-0,059	0,036	-0,012
1000	50	-0,062	0,042	-0,010
1100	50	-0,063	0,048	-0,008
1200	50	-0,060	0,055	-0,003
1300	50	-0,051	0,063	0,006
1400	50	-0,039	0,079	0,020
1500	50	-0,031	0,108	0,039
1600	50	-0,017	0,129	0,056
1700	50	0,010	0,152	0,081
1800	50	0,040	0,176	0,108
1900	50	0,090	0,205	0,148
2000	50	0,167	0,240	0,204
2100	50	0,249	0,272	0,261
2200	50	0,366	0,319	0,343
2300	50	0,469	0,368	0,419
2349	50	0,527	0,393	0,460
2400	50	0,540	0,402	0,471
2447	50	0,652	0,452	0,552
2500	50	0,719	0,486	0,603
2550	50	0,828	0,531	0,680
2602	50	0,847	0,543	0,695
2651	50	1,053	0,644	0,849
2701	50	1,070	0,655	0,863
2751	50	1,304	0,808	1,056
2800	50	1,329	0,829	1,079
2851	50	1,545	1,743	1,644
2901	50	2,709		2,709
2908	50			
2908	50			
2907	50			
2821	50			

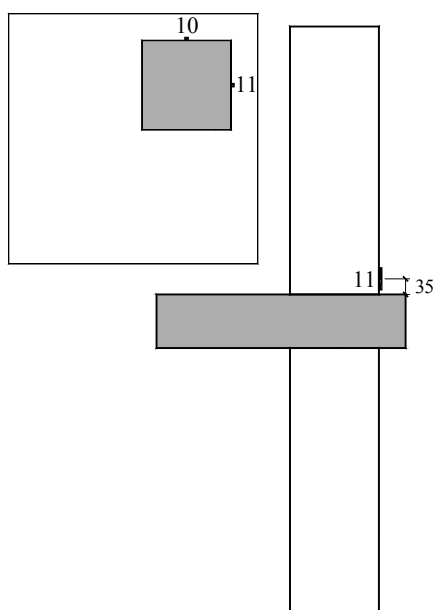
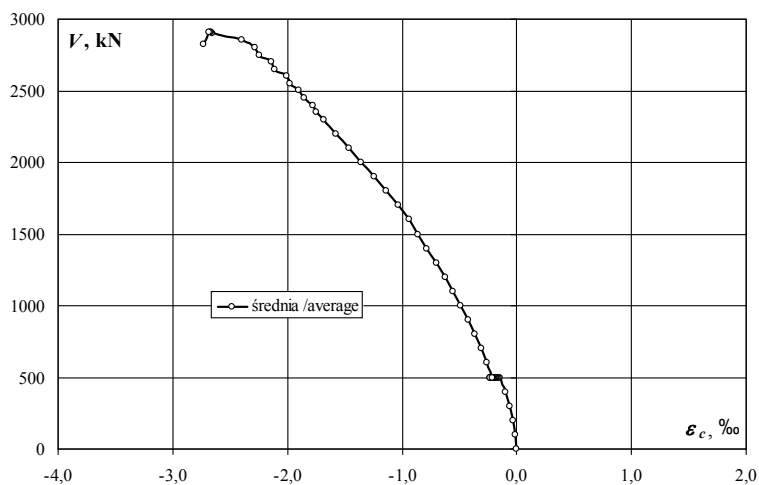
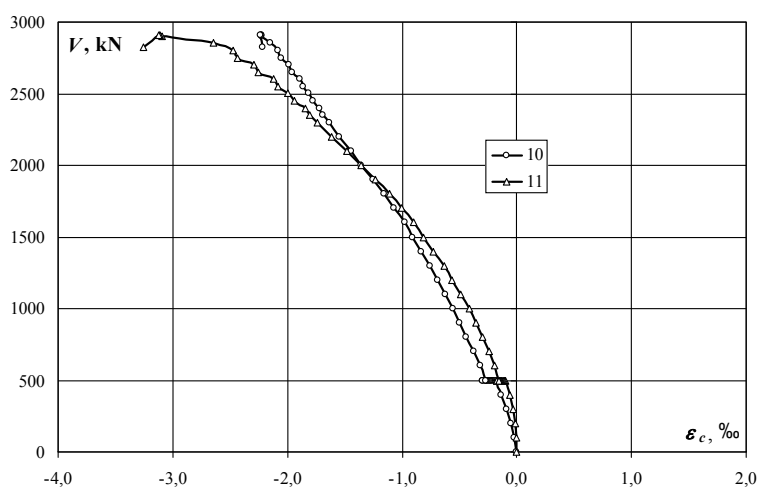
MN-0.5

Śłup górny (tensometry pionowe) – odkształcenia (ϵ_c) / Upper column (vertical gauges) – strains (ϵ_c)

obciążenie słupa/ column load	obciążenie płyty/ slab load	odkształcenie/ strain		
		9	12	średnia/ average
kN	kN	‰	‰	‰
0	0	0,000	0,000	0,000
100	0	0,000	0,000	0,000
200	0	-0,010	-0,014	-0,012
300	0	-0,032	-0,031	-0,032
400	0	-0,068	-0,061	-0,065
500	0	-0,108	-0,101	-0,105
500	5	-0,094	-0,086	-0,090
500	10	-0,083	-0,078	-0,081
500	15	-0,072	-0,067	-0,070
500	20	-0,063	-0,060	-0,062
500	25	-0,056	-0,054	-0,055
500	30	-0,055	-0,053	-0,054
500	35	-0,057	-0,053	-0,055
500	40	-0,060	-0,056	-0,058
500	45	-0,064	-0,060	-0,062
500	50	-0,065	-0,059	-0,062
500	55	-0,074	-0,064	-0,069
500	60	-0,079	-0,065	-0,072
500	50	-0,092	-0,080	-0,086
500	60	-0,082	-0,064	-0,073
500	50	-0,094	-0,078	-0,086
600	50	-0,128	-0,112	-0,120
700	50	-0,169	-0,158	-0,164
800	50	-0,213	-0,203	-0,208
900	50	-0,260	-0,252	-0,256
1000	50	-0,311	-0,301	-0,306
1100	50	-0,362	-0,353	-0,358
1200	50	-0,421	-0,411	-0,416
1300	50	-0,479	-0,468	-0,474
1400	50	-0,547	-0,541	-0,544
1500	50	-0,611	-0,610	-0,611
1600	50	-0,677	-0,679	-0,678
1700	50	-0,760	-0,759	-0,760
1800	50	-0,836	-0,840	-0,838
1900	50	-0,920	-0,927	-0,924
2000	50	-1,009	-1,015	-1,012
2100	50	-1,093	-1,098	-1,096
2200	50	-1,182	-1,195	-1,189
2300	50	-1,265	-1,286	-1,276
2349	50	-1,311	-1,338	-1,325
2400	50	-1,339	-1,369	-1,354
2447	50	-1,394	-1,431	-1,413
2500	50	-1,433	-1,472	-1,453
2550	50	-1,485	-1,535	-1,510
2602	50	-1,514	-1,566	-1,540
2651	50	-1,577	-1,631	-1,604
2701	50	-1,605	-1,661	-1,633
2751	50	-1,669	-1,717	-1,693
2800	50	-1,696	-1,745	-1,721
2851	50	-1,755	-1,807	-1,781
2901	50	-1,734	-1,897	-1,816
2908	50	-1,734	-1,901	-1,818
2908	50	-1,733	-1,901	-1,817
2907	50	-1,726	-1,898	-1,812
2821	50	-1,527	-1,853	-1,690



Słup górny (tensometry pionowe) – odkształcenia (ϵ_c) / Upper column (vertical gauges) – strains (ϵ_c)

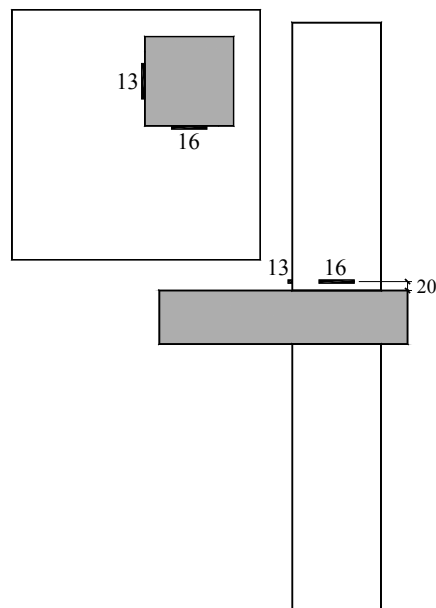
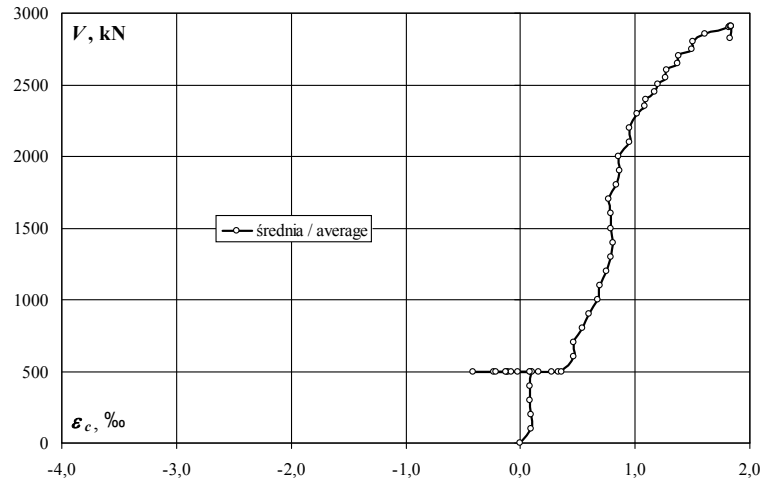
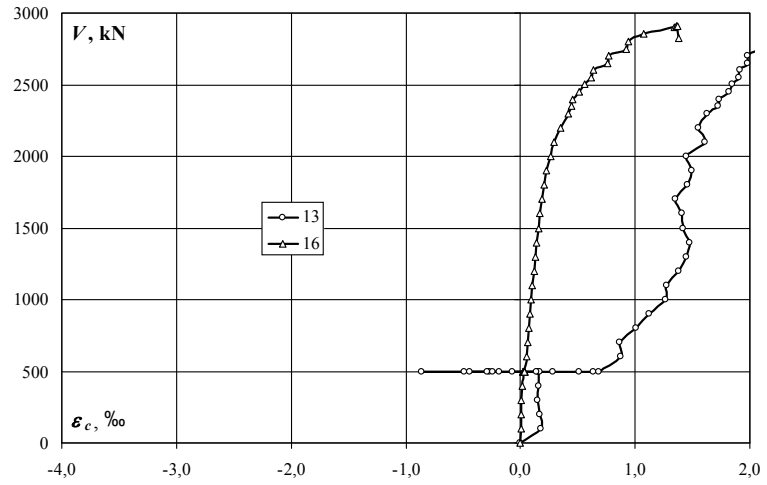


obciążenie słupa/ column load	obciążenie płyty/ slab load	odkształcenie/ strain		
		10	11	średnia/ average
kN	kN	‰	‰	‰
0	0	0,000	0,000	0,000
100	0	-0,018	-0,001	-0,010
200	0	-0,054	-0,015	-0,035
300	0	-0,093	-0,033	-0,063
400	0	-0,139	-0,065	-0,102
500	0	-0,188	-0,101	-0,145
500	5	-0,199	-0,109	-0,154
500	10	-0,209	-0,118	-0,164
500	15	-0,220	-0,124	-0,172
500	20	-0,229	-0,132	-0,181
500	25	-0,234	-0,133	-0,184
500	30	-0,240	-0,137	-0,189
500	35	-0,249	-0,143	-0,196
500	40	-0,257	-0,148	-0,203
500	45	-0,263	-0,151	-0,207
500	50	-0,272	-0,158	-0,215
500	55	-0,286	-0,170	-0,228
500	60	-0,295	-0,176	-0,236
500	50	-0,273	-0,154	-0,214
500	60	-0,295	-0,176	-0,236
500	50	-0,272	-0,153	-0,213
600	50	-0,320	-0,197	-0,259
700	50	-0,375	-0,243	-0,309
800	50	-0,438	-0,295	-0,367
900	50	-0,499	-0,356	-0,428
1000	50	-0,559	-0,417	-0,488
1100	50	-0,621	-0,485	-0,553
1200	50	-0,688	-0,563	-0,626
1300	50	-0,754	-0,637	-0,696
1400	50	-0,831	-0,731	-0,781
1500	50	-0,905	-0,817	-0,861
1600	50	-0,978	-0,901	-0,940
1700	50	-1,069	-1,007	-1,038
1800	50	-1,158	-1,112	-1,135
1900	50	-1,253	-1,229	-1,241
2000	50	-1,354	-1,357	-1,356
2100	50	-1,447	-1,477	-1,462
2200	50	-1,548	-1,613	-1,581
2300	50	-1,637	-1,736	-1,687
2349	50	-1,690	-1,809	-1,750
2400	50	-1,717	-1,842	-1,780
2447	50	-1,777	-1,935	-1,856
2500	50	-1,815	-1,993	-1,904
2550	50	-1,867	-2,085	-1,976
2602	50	-1,896	-2,122	-2,009
2651	50	-1,963	-2,254	-2,109
2701	50	-1,989	-2,289	-2,139
2751	50	-2,055	-2,439	-2,247
2800	50	-2,082	-2,476	-2,279
2851	50	-2,147	-2,641	-2,394
2901	50	-2,222	-3,092	-2,657
2908	50	-2,228	-3,109	-2,669
2908	50	-2,229	-3,113	-2,671
2907	50	-2,234	-3,126	-2,680
2821	50	-2,215	-3,255	-2,735

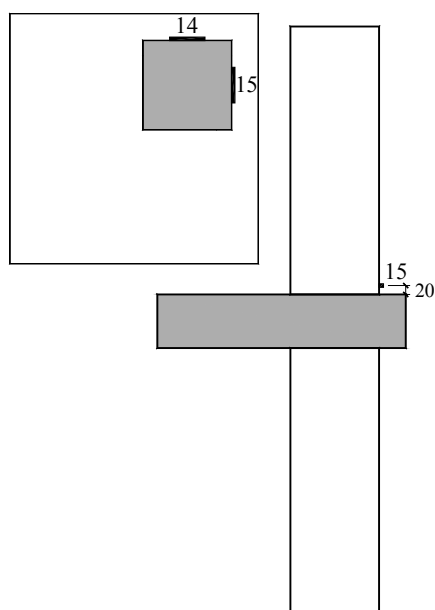
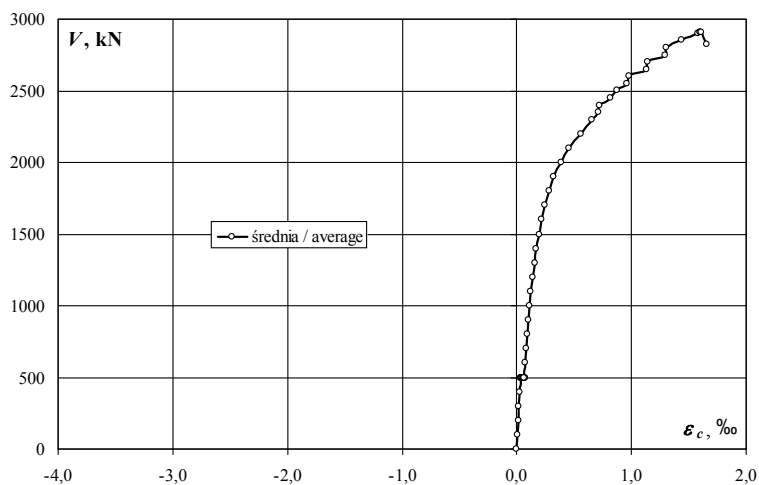
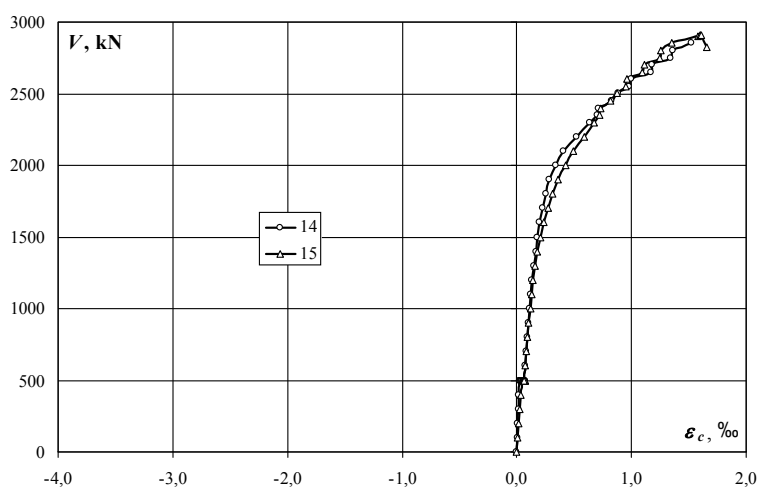
MN-0.5

Śłup górny (tensometry poziome) – odkształcenia (ϵ_c) / Upper column (horizontal gauges) – strains (ϵ_c)

obciążenie słupa/ column load	obciążenie płyty/ slab load	odkształcenie/ strain		
		13	16	średnia/ average
kN	kN	‰	‰	‰
0	0	0,000	0,000	0,000
100	0	0,174	0,004	0,089
200	0	0,173	0,006	0,090
300	0	0,151	0,011	0,081
400	0	0,155	0,017	0,086
500	0	0,155	0,025	0,090
500	5	0,153	0,026	0,090
500	10	0,172	0,027	0,100
500	15	-0,067	0,027	-0,020
500	20	0,143	0,023	0,083
500	25	-0,494	0,025	-0,235
500	30	-0,267	0,027	-0,120
500	35	-0,241	0,028	-0,107
500	40	-0,446	0,029	-0,209
500	45	-0,862	0,031	-0,416
500	50	-0,182	0,032	-0,075
500	55	-0,291	0,033	-0,129
500	60	0,285	0,032	0,159
500	50	0,513	0,036	0,275
500	60	0,632	0,033	0,333
500	50	0,684	0,038	0,361
600	50	0,872	0,050	0,461
700	50	0,869	0,060	0,465
800	50	1,005	0,071	0,538
900	50	1,119	0,081	0,600
1000	50	1,261	0,094	0,678
1100	50	1,272	0,105	0,689
1200	50	1,381	0,117	0,749
1300	50	1,443	0,131	0,787
1400	50	1,474	0,143	0,809
1500	50	1,414	0,156	0,785
1600	50	1,406	0,169	0,788
1700	50	1,352	0,186	0,769
1800	50	1,460	0,204	0,832
1900	50	1,498	0,229	0,864
2000	50	1,446	0,264	0,855
2100	50	1,611	0,297	0,954
2200	50	1,553	0,352	0,953
2300	50	1,625	0,412	1,019
2349	50	1,725	0,443	1,084
2400	50	1,730	0,452	1,091
2447	50	1,823	0,516	1,170
2500	50	1,848	0,556	1,202
2550	50	1,905	0,620	1,263
2602	50	1,915	0,632	1,274
2651	50	1,980	0,762	1,371
2701	50	1,983	0,774	1,379
2751	50	2,070	0,923	1,497
2800	50	2,077	0,938	1,508
2851	50	2,145	1,077	1,611
2901	50	2,298	1,341	1,820
2908	50	2,302	1,361	1,832
2908	50	2,303	1,364	1,834
2907	50	2,306	1,372	1,839
2821	50	2,272	1,383	1,828



Słup górny (tensometry poziome) – odkształcenia (ε_c) / Upper column (horizontal gauges) – strains (ε_c)

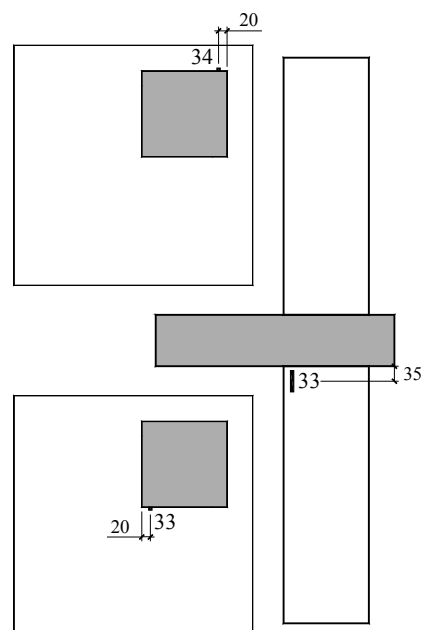
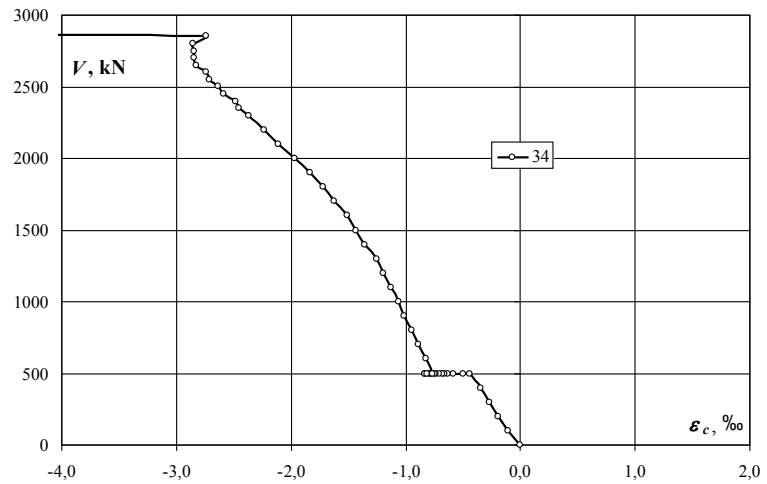
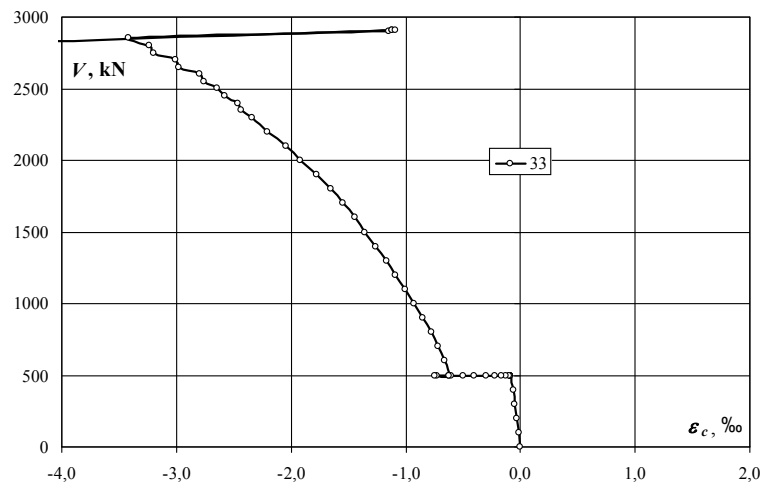


obciążenie słupa/ column load	obciążenie płyty/ slab load	odkształcenie/ strain		
		14	15	średnia/ average
kN	kN	‰	‰	‰
0	0	0,000	0,000	0,000
100	0	0,005	0,009	0,007
200	0	0,009	0,015	0,012
300	0	0,014	0,024	0,019
400	0	0,018	0,032	0,025
500	0	0,024	0,040	0,032
500	5	0,026	0,043	0,035
500	10	0,028	0,044	0,036
500	15	0,033	0,045	0,039
500	20	0,035	0,046	0,041
500	25	0,040	0,051	0,046
500	30	0,044	0,052	0,048
500	35	0,048	0,055	0,052
500	40	0,055	0,057	0,056
500	45	0,060	0,059	0,060
500	50	0,064	0,062	0,063
500	55	0,068	0,066	0,067
500	60	0,074	0,071	0,073
500	50	0,065	0,064	0,065
500	60	0,071	0,070	0,071
500	50	0,065	0,064	0,065
600	50	0,073	0,073	0,073
700	50	0,081	0,082	0,082
800	50	0,090	0,092	0,091
900	50	0,099	0,104	0,102
1000	50	0,110	0,117	0,114
1100	50	0,121	0,129	0,125
1200	50	0,134	0,143	0,139
1300	50	0,150	0,161	0,156
1400	50	0,166	0,179	0,173
1500	50	0,181	0,205	0,193
1600	50	0,198	0,231	0,215
1700	50	0,223	0,270	0,247
1800	50	0,250	0,308	0,279
1900	50	0,287	0,359	0,323
2000	50	0,342	0,426	0,384
2100	50	0,408	0,493	0,451
2200	50	0,525	0,590	0,558
2300	50	0,638	0,676	0,657
2349	50	0,700	0,722	0,711
2400	50	0,712	0,733	0,723
2447	50	0,822	0,819	0,821
2500	50	0,882	0,871	0,877
2550	50	0,980	0,946	0,963
2602	50	0,995	0,961	0,978
2651	50	1,166	1,097	1,132
2701	50	1,179	1,110	1,145
2751	50	1,340	1,242	1,291
2800	50	1,358	1,258	1,308
2851	50	1,521	1,347	1,434
2901	50		1,585	1,585
2908	50		1,597	1,597
2908	50		1,601	1,601
2907	50		1,61	1,610
2821	50		1,654	1,654

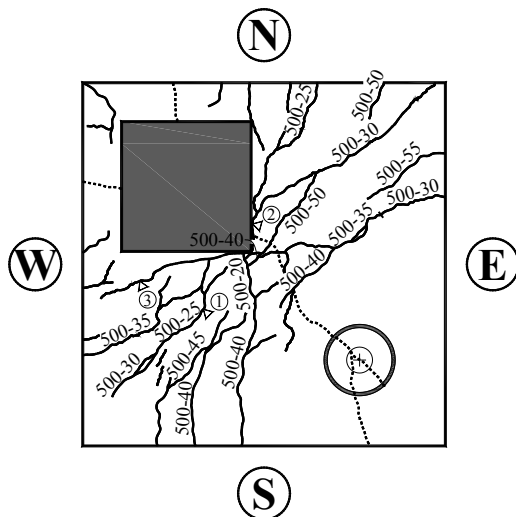
MN-0.5

Śłup dolny i górny (tensometry pionowe) – odkształcenia (ε_c) / Bottom and upper column (vertical gauges) – strains (ε_c)

obciążenie stupa/ column load	obciążenie płyty/ slab load	odkształcenie/ strain	
		33	34
kN	kN	‰	‰
0	0	0,000	0,000
100	0	-0,015	-0,112
200	0	-0,034	-0,194
300	0	-0,048	-0,269
400	0	-0,065	-0,351
500	0	-0,086	-0,438
500	5	-0,086	-0,500
500	10	-0,088	-0,585
500	15	-0,092	-0,628
500	20	-0,101	-0,657
500	25	-0,124	-0,683
500	30	-0,166	-0,713
500	35	-0,221	-0,733
500	40	-0,298	-0,751
500	45	-0,408	-0,786
500	50	-0,503	-0,794
500	55	-0,622	-0,831
500	60	-0,729	-0,837
500	50	-0,607	-0,777
500	60	-0,745	-0,811
500	50	-0,620	-0,765
600	50	-0,658	-0,824
700	50	-0,715	-0,888
800	50	-0,779	-0,948
900	50	-0,856	-1,011
1000	50	-0,928	-1,060
1100	50	-1,007	-1,128
1200	50	-1,092	-1,191
1300	50	-1,168	-1,255
1400	50	-1,263	-1,354
1500	50	-1,355	-1,430
1600	50	-1,442	-1,508
1700	50	-1,552	-1,629
1800	50	-1,658	-1,720
1900	50	-1,780	-1,838
2000	50	-1,921	-1,968
2100	50	-2,047	-2,110
2200	50	-2,203	-2,239
2300	50	-2,337	-2,367
2349	50	-2,432	-2,452
2400	50	-2,463	-2,479
2447	50	-2,578	-2,585
2500	50	-2,643	-2,634
2550	50	-2,759	-2,713
2602	50	-2,795	-2,739
2651	50	-2,975	-2,825
2701	50	-3,008	-2,842
2751	50	-3,203	-2,842
2800	50	-3,239	-2,858
2851	50	-3,420	-2,742
2901	50	-1,147	-10,972
2908	50	-1,123	-10,972
2908	50	-1,118	-10,972
2907	50	-1,093	-10,972
2821	50	-4,326	-10,972



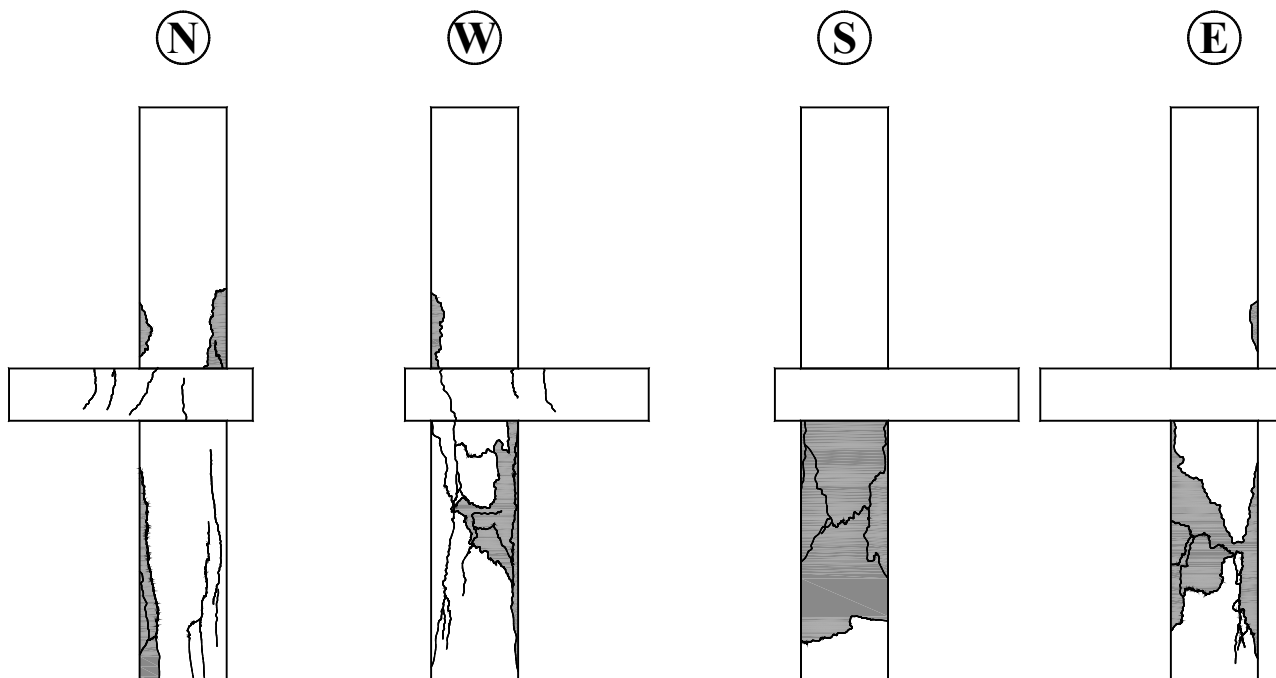
Zarysowanie płyty modelu / Crack pattern of slab



obciążenie słupa/ column load kN	obciążenie płyty/ slab load kN	szerokość rozwarcia rys/ width of cracks mm		
		1	2	3
500	45	0,15	0,30	0,20
500	50	0,20	0,30	0,20
500	55	0,20	0,40	0,25
500	60	0,25	0,45	0,30
2000	50	0,25	0,25	0,25

— - rysy na powierzchni górnej / cracks on the top slab surface
 - rysy na powierzchni dolnej / cracks on the bottom slab surface

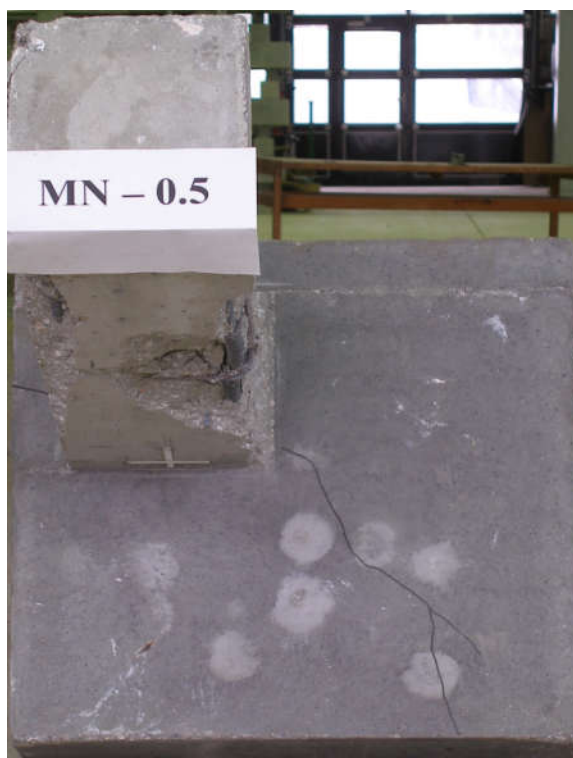
Rysy na powierzchniach bocznych / Cracks on the surfaces of the specimen

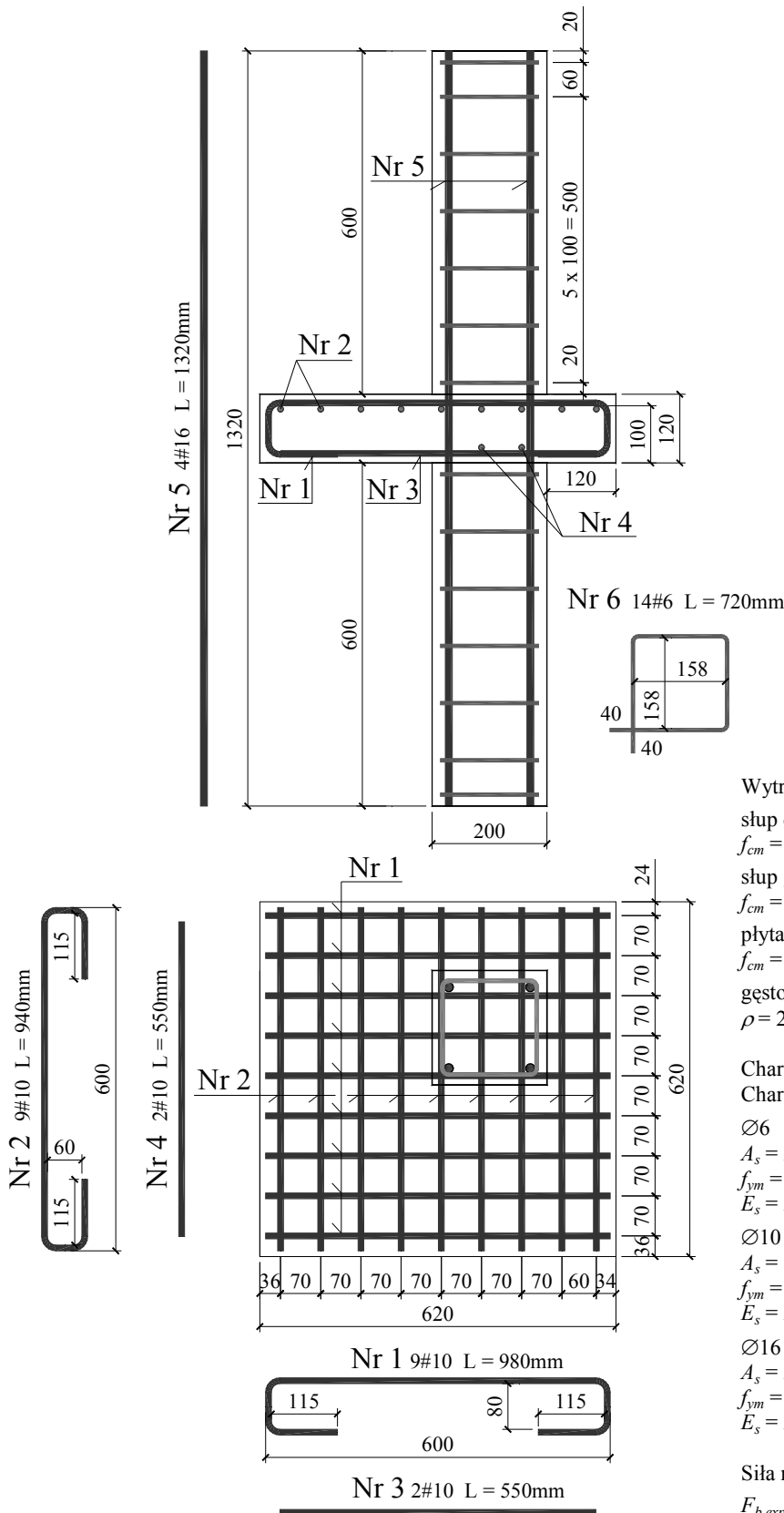


■ - odspojenie otuliny / spalling of concrete cover

MN-0.5

Fotografie modelu / Photos of test specimen





Wytrzymałość betonu / Strength of concrete
 słup dolny / bottom column
 $f_{cm} = 77,5\text{MPa}$, $E_{cm} = 33,1\text{GPa}$
 słup górny / upper column
 $f_{cm} = 79,8\text{MPa}$, $E_{cm} = 33,5\text{GPa}$
 płyta / slab
 $f_{cm} = 30,4\text{MPa}$, $E_{cm} = 25,1\text{GPa}$
 gęstość betonu płyty / density of slab concrete
 $\rho = 2218\text{kg/m}^3$

Charakterystyka zbrojenia/
 Characteristics of the reinforcement

Ø6
 $A_s = 28,23\text{mm}^2$
 $f_{ym} = 630,8\text{MPa}$
 $E_s = 218,8\text{GPa}$
 Ø10
 $A_s = 80,84\text{mm}^2$
 $f_{ym} = 538,0\text{MPa}$
 $E_s = 201,5\text{GPa}$
 Ø16
 $A_s = 200,18\text{mm}^2$
 $f_{ym} = 555,0\text{MPa}$
 $E_s = 203,1\text{GPa}$

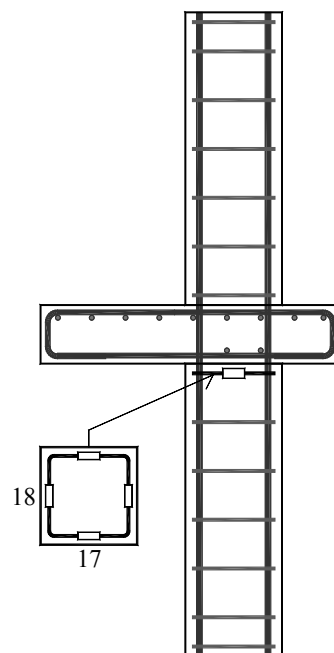
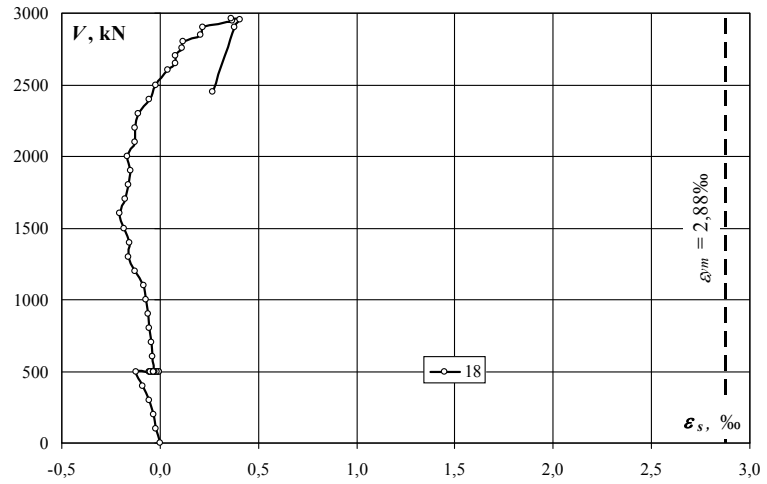
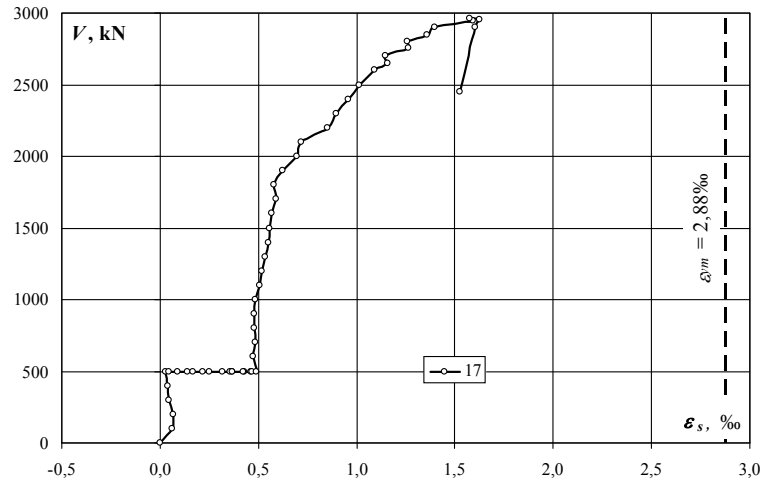
Siła niszcząca / Destructive force
 $F_{b,exp} = 3000\text{kN}$ (słup dolny / bottom column)
 $F_{u,exp} = 2950\text{kN}$ (słup górny / upper column)

Zbrojenie modelu / Specimen's reinforcement

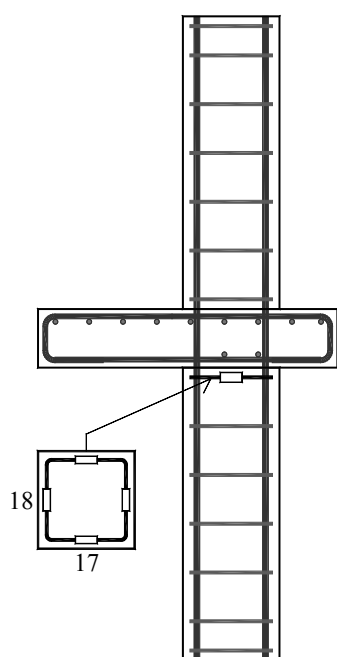
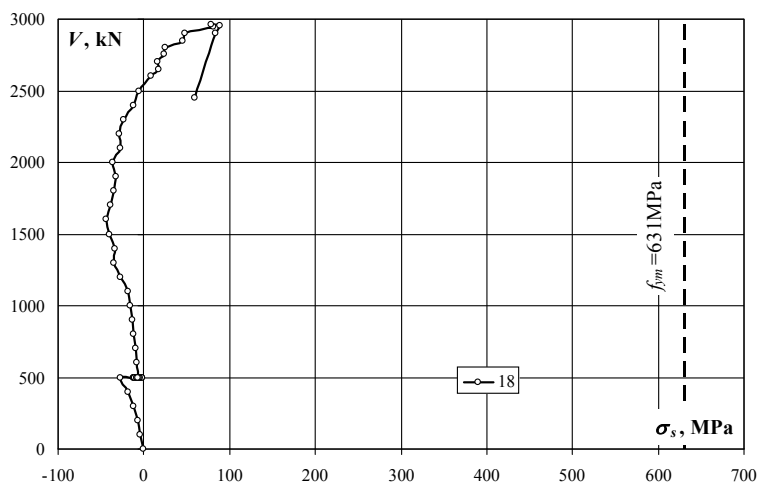
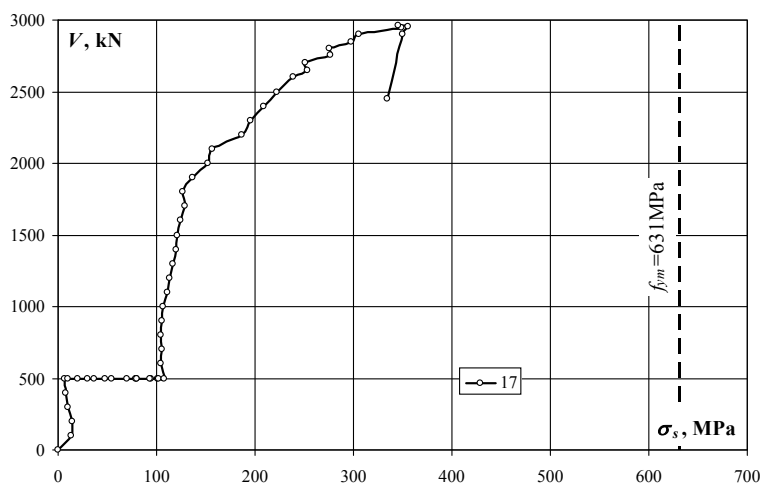
MN-1.0

Strzemię dolne – odkształcenia (ε_s) – Bottom stirrup – strains (ε_s)

obciążenie stupa/ column load	obciążenie płyty/ slab load	odkształcenie/ strain	
		17	18
kN	kN	‰	‰
0	0	0,000	0,000
100	0	0,062	-0,019
200	0	0,066	-0,032
300	0	0,046	-0,054
400	0	0,037	-0,086
500	0	0,031	-0,122
500	5	0,046	-0,055
500	10	0,091	-0,031
500	15	0,138	-0,019
500	20	0,170	-0,011
500	25	0,217	-0,006
500	30	0,251	-0,006
500	35	0,320	-0,017
500	40	0,367	-0,026
500	45	0,359	-0,038
500	50	0,367	-0,052
500	55	0,432	-0,051
500	60	0,425	-0,049
500	50	0,462	-0,035
500	60	0,467	-0,035
500	50	0,492	-0,033
600	50	0,475	-0,036
700	50	0,484	-0,044
800	50	0,479	-0,054
900	50	0,480	-0,061
1000	50	0,485	-0,073
1100	50	0,509	-0,084
1200	50	0,517	-0,126
1300	50	0,535	-0,161
1400	50	0,550	-0,155
1500	50	0,555	-0,185
1600	50	0,567	-0,203
1700	50	0,589	-0,177
1800	50	0,577	-0,159
1900	50	0,624	-0,147
2000	50	0,696	-0,165
2100	50	0,716	-0,127
2200	50	0,853	-0,128
2300	50	0,894	-0,109
2400	50	0,956	-0,056
2500	50	1,014	-0,023
2600	50	1,091	0,040
2652	50	1,156	0,080
2702	50	1,147	0,076
2754	50	1,266	0,110
2800	50	1,259	0,117
2850	50	1,359	0,205
2901	50	1,395	0,218
2949	50	1,594	0,370
2963	50	1,578	0,361
2951	50	1,624	0,405
2899	50	1,601	0,381
2454	50	1,527	0,270



Strzemię dolne – naprężenia (σ_s) – Bottom stirrup – stresses (σ_s)

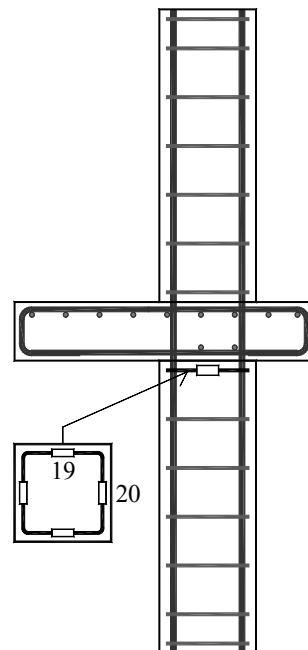
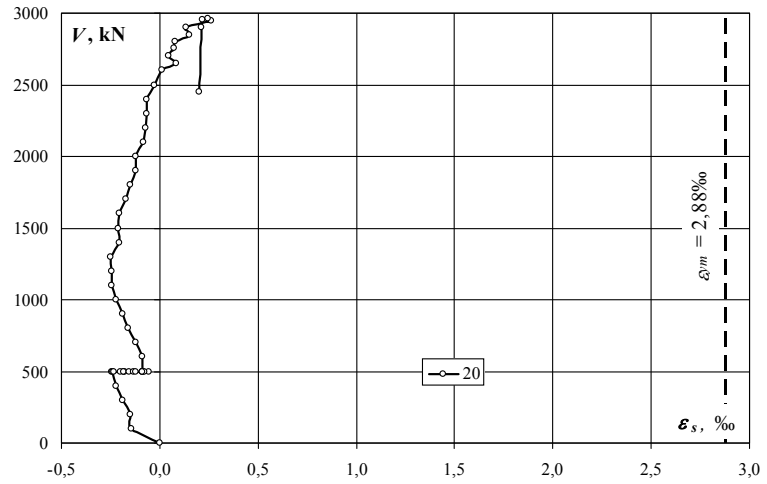
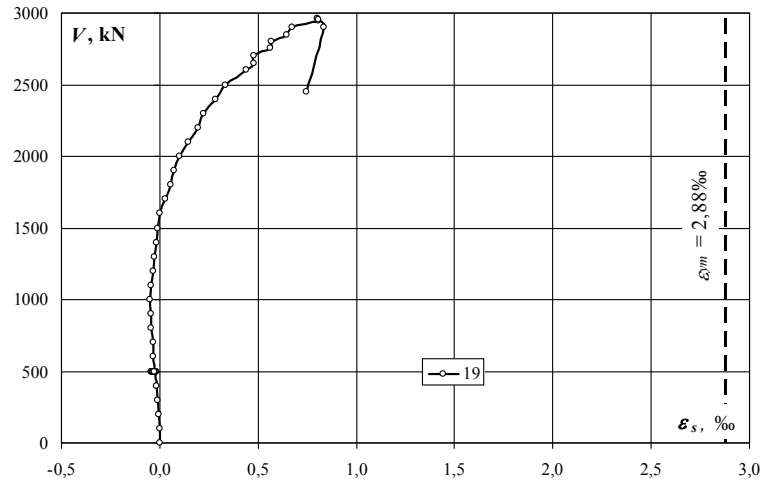


obciążenie słupa/ column load	obciążenie płyty/ slab load	naprężenie/ stress	
		17	18
kN	kN	MPa	MPa
0	0	0	0
100	0	14	-4
200	0	14	-7
300	0	10	-12
400	0	8	-19
500	0	7	-27
500	5	10	-12
500	10	20	-7
500	15	30	-4
500	20	37	-2
500	25	47	-1
500	30	55	-1
500	35	70	-4
500	40	80	-6
500	45	79	-8
500	50	80	-11
500	55	95	-11
500	60	93	-11
500	50	101	-8
500	60	102	-8
500	50	108	-7
600	50	104	-8
700	50	106	-10
800	50	105	-12
900	50	105	-13
1000	50	106	-16
1100	50	111	-18
1200	50	113	-28
1300	50	117	-35
1400	50	120	-34
1500	50	121	-40
1600	50	124	-44
1700	50	129	-39
1800	50	126	-35
1900	50	137	-32
2000	50	152	-36
2100	50	157	-28
2200	50	187	-28
2300	50	196	-24
2400	50	209	-12
2500	50	222	-5
2600	50	239	9
2652	50	253	18
2702	50	251	17
2754	50	277	24
2800	50	275	26
2850	50	297	45
2901	50	305	48
2949	50	349	81
2963	50	345	79
2951	50	355	89
2899	50	350	83
2454	50	334	59

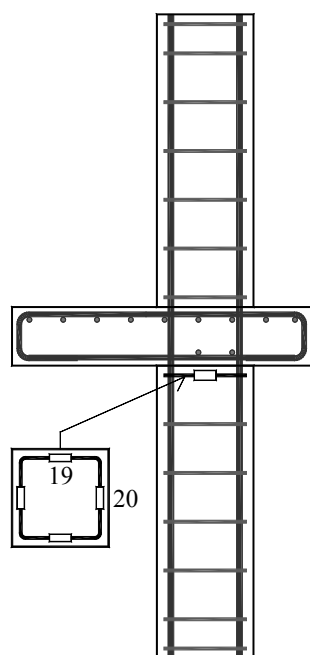
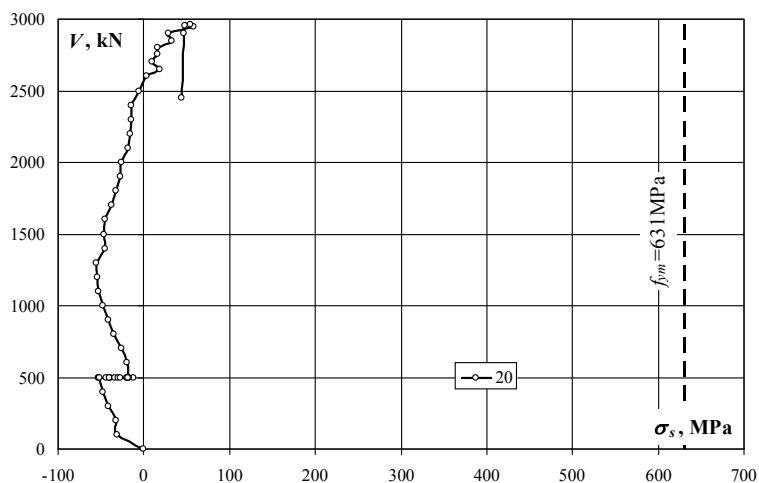
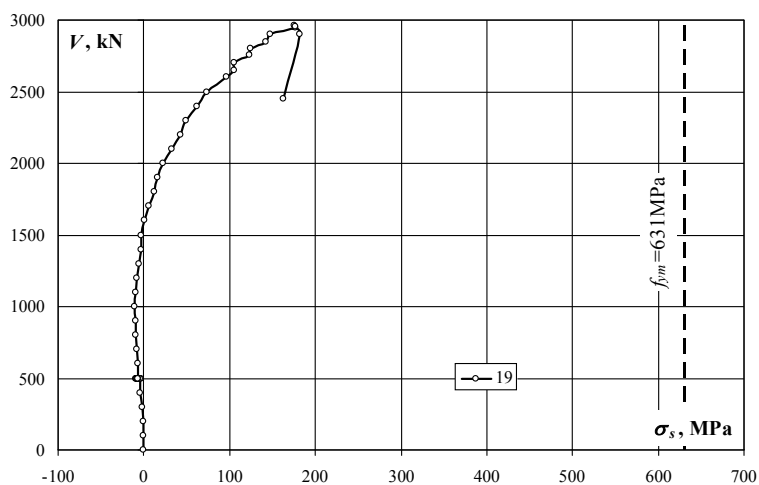
MN-1.0

Strzemie dolne – odkształcenia (ε_s) / Bottom stirrup – strains (ε_s)

obciążenie stupa/ column load	obciążenie plyty/ slab load	odkształcenie/ strain	
		19	20
kN	kN	‰	‰
0	0	0,000	0,000
100	0	-0,001	-0,144
200	0	-0,005	-0,150
300	0	-0,008	-0,190
400	0	-0,017	-0,220
500	0	-0,019	-0,243
500	5	-0,016	-0,241
500	10	-0,021	-0,235
500	15	-0,038	-0,184
500	20	-0,036	-0,175
500	25	-0,041	-0,198
500	30	-0,038	-0,182
500	35	-0,038	-0,156
500	40	-0,036	-0,134
500	45	-0,032	-0,122
500	50	-0,040	-0,090
500	55	-0,034	-0,081
500	60	-0,034	-0,055
500	50	-0,031	-0,091
500	60	-0,032	-0,079
500	50	-0,029	-0,086
600	50	-0,031	-0,089
700	50	-0,035	-0,121
800	50	-0,044	-0,159
900	50	-0,043	-0,186
1000	50	-0,047	-0,219
1100	50	-0,044	-0,244
1200	50	-0,035	-0,246
1300	50	-0,026	-0,251
1400	50	-0,015	-0,205
1500	50	-0,012	-0,212
1600	50	0,001	-0,206
1700	50	0,027	-0,171
1800	50	0,054	-0,150
1900	50	0,075	-0,122
2000	50	0,101	-0,119
2100	50	0,147	-0,085
2200	50	0,198	-0,073
2300	50	0,224	-0,064
2400	50	0,286	-0,064
2500	50	0,337	-0,026
2600	50	0,439	0,014
2652	50	0,482	0,084
2702	50	0,482	0,046
2754	50	0,565	0,072
2800	50	0,568	0,076
2850	50	0,649	0,150
2901	50	0,675	0,132
2949	50	0,807	0,264
2963	50	0,801	0,246
2951	50	0,806	0,220
2899	50	0,833	0,211
2454	50	0,747	0,202



Strzemię dolne – naprężenia (σ_s) / Bottom stirrup – stresses (σ_s)

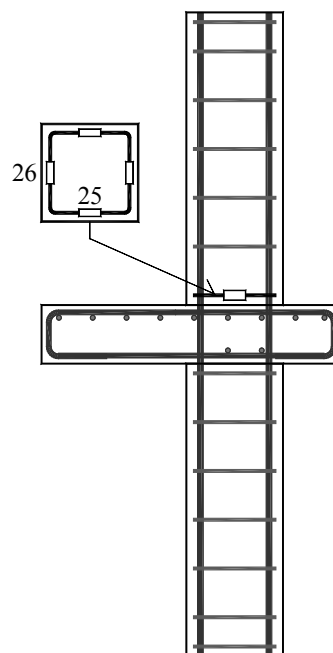
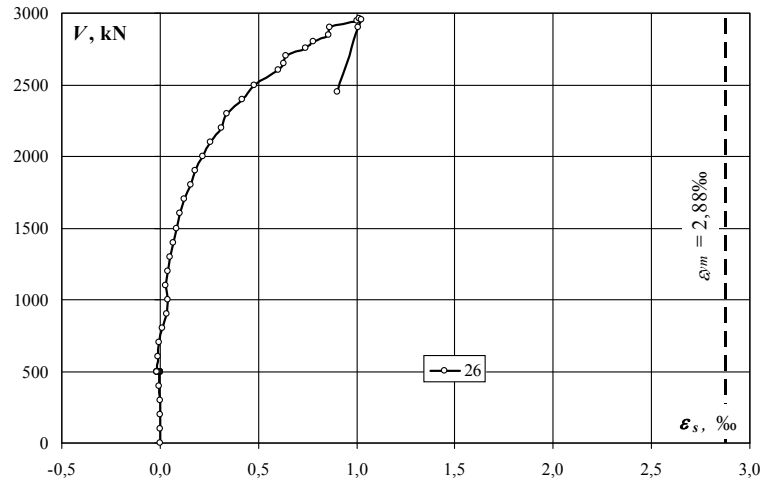
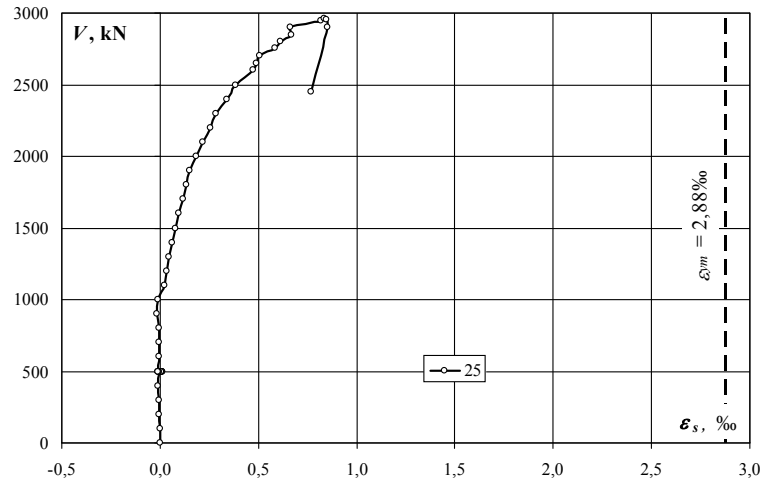


obciążenie słupa/ column load	obciążenie płyty/ slab load	naprężenie/ stress	
		19	20
kN	kN	MPa	MPa
0	0	0	0
100	0	0	-32
200	0	-1	-33
300	0	-2	-42
400	0	-4	-48
500	0	-4	-53
500	5	-4	-53
500	10	-5	-51
500	15	-8	-40
500	20	-8	-38
500	25	-9	-43
500	30	-8	-40
500	35	-8	-34
500	40	-8	-29
500	45	-7	-27
500	50	-9	-20
500	55	-7	-18
500	60	-7	-12
500	50	-7	-20
500	60	-7	-17
500	50	-6	-19
600	50	-7	-19
700	50	-8	-26
800	50	-10	-35
900	50	-9	-41
1000	50	-10	-48
1100	50	-10	-53
1200	50	-8	-54
1300	50	-6	-55
1400	50	-3	-45
1500	50	-3	-46
1600	50	0	-45
1700	50	6	-37
1800	50	12	-33
1900	50	16	-27
2000	50	22	-26
2100	50	32	-19
2200	50	43	-16
2300	50	49	-14
2400	50	63	-14
2500	50	74	-6
2600	50	96	3
2652	50	105	18
2702	50	105	10
2754	50	124	16
2800	50	124	17
2850	50	142	33
2901	50	148	29
2949	50	177	58
2963	50	175	54
2951	50	176	48
2899	50	182	46
2454	50	163	44

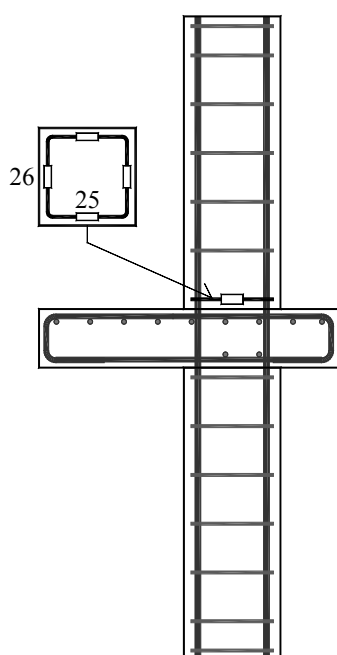
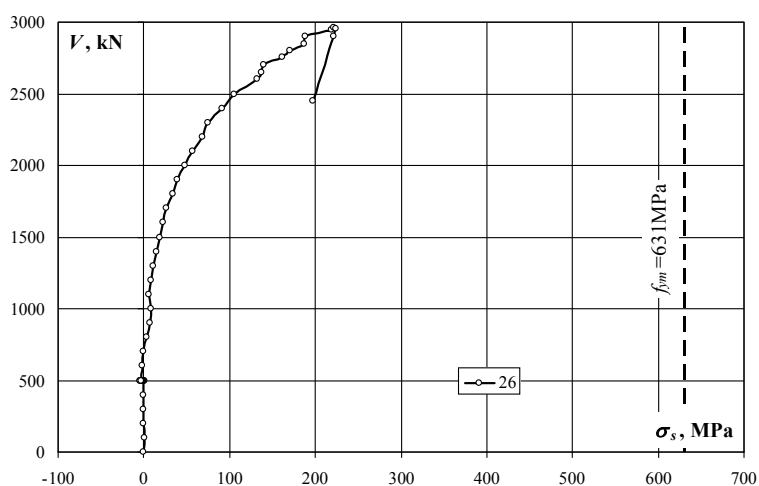
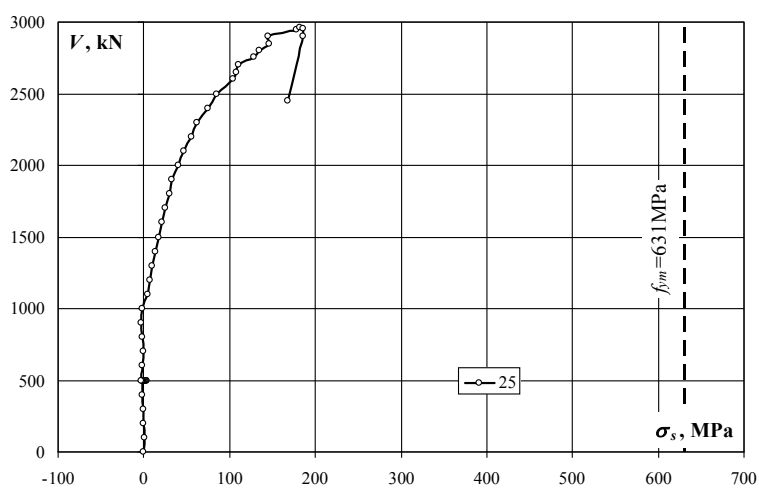
MN-1.0

Strzeżenie górne – odkształcenia (ϵ_s) / Upper stirrup – strains (ϵ_s)

obciążenie stupa/ column load	obciążenie plyty/ slab load	odkształcenie/ strain	
		25	26
kN	kN	‰	‰
0	0	0,000	0,000
100	0	0,002	0,002
200	0	-0,003	0,000
300	0	-0,004	0,000
400	0	-0,008	-0,004
500	0	-0,006	-0,002
500	5	-0,006	-0,004
500	10	0,000	0,000
500	15	0,000	0,002
500	20	0,005	0,002
500	25	0,009	0,000
500	30	0,014	0,000
500	35	0,013	-0,003
500	40	0,012	-0,004
500	45	0,007	-0,009
500	50	0,004	-0,010
500	55	-0,002	-0,017
500	60	-0,007	-0,015
500	50	-0,008	-0,013
500	60	-0,010	-0,018
500	50	-0,011	-0,014
600	50	-0,006	-0,008
700	50	-0,004	-0,004
800	50	-0,007	0,013
900	50	-0,014	0,035
1000	50	-0,009	0,041
1100	50	0,022	0,029
1200	50	0,033	0,040
1300	50	0,046	0,053
1400	50	0,060	0,065
1500	50	0,081	0,085
1600	50	0,098	0,103
1700	50	0,116	0,123
1800	50	0,137	0,154
1900	50	0,152	0,177
2000	50	0,184	0,218
2100	50	0,216	0,259
2200	50	0,255	0,312
2300	50	0,284	0,341
2400	50	0,340	0,420
2500	50	0,387	0,482
2600	50	0,474	0,603
2652	50	0,493	0,628
2702	50	0,507	0,638
2754	50	0,584	0,741
2800	50	0,615	0,780
2850	50	0,670	0,856
2901	50	0,665	0,862
2949	50	0,817	1,000
2963	50	0,833	1,012
2951	50	0,849	1,023
2899	50	0,850	1,010
2454	50	0,766	0,900



Strzemię górne – naprężenia (σ_s) / Upper stirrup – stresses (σ_s)

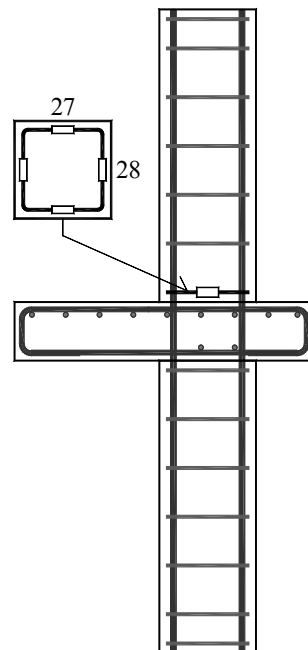
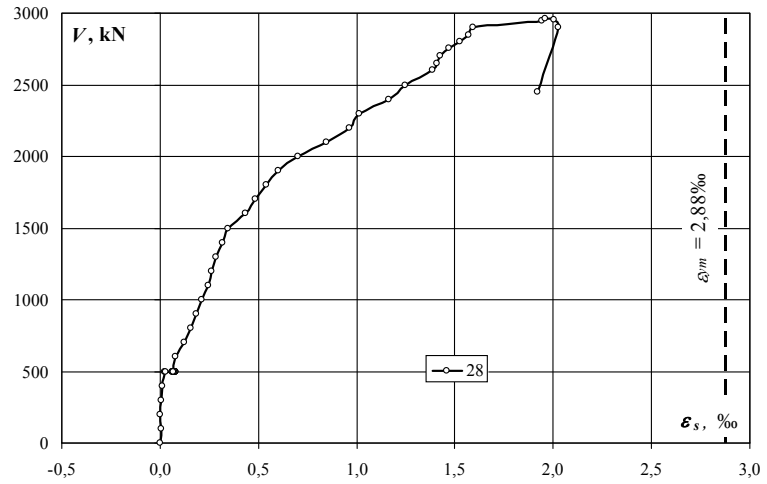
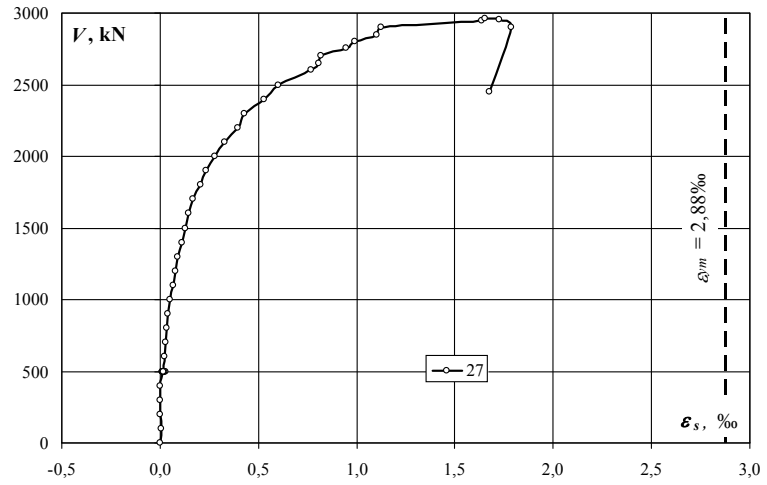


obciążenie słupa/ column load	obciążenie płyty/ slab load	naprężenie/ stress	
		25	26
kN	kN	MPa	MPa
0	0	0	0
100	0	0	0
200	0	-1	0
300	0	-1	0
400	0	-2	-1
500	0	-1	0
500	5	-1	-1
500	10	0	0
500	15	0	0
500	20	1	0
500	25	2	0
500	30	3	0
500	35	3	-1
500	40	3	-1
500	45	2	-2
500	50	1	-2
500	55	0	-4
500	60	-2	-3
500	50	-2	-3
500	60	-2	-4
500	50	-2	-3
600	50	-1	-2
700	50	-1	-1
800	50	-2	3
900	50	-3	8
1000	50	-2	9
1100	50	5	6
1200	50	7	9
1300	50	10	12
1400	50	13	14
1500	50	18	19
1600	50	21	23
1700	50	25	27
1800	50	30	34
1900	50	33	39
2000	50	40	48
2100	50	47	57
2200	50	56	68
2300	50	62	75
2400	50	74	92
2500	50	85	105
2600	50	104	132
2652	50	108	137
2702	50	111	140
2754	50	128	162
2800	50	135	171
2850	50	147	187
2901	50	146	189
2949	50	179	219
2963	50	182	221
2951	50	186	224
2899	50	186	221
2454	50	168	197

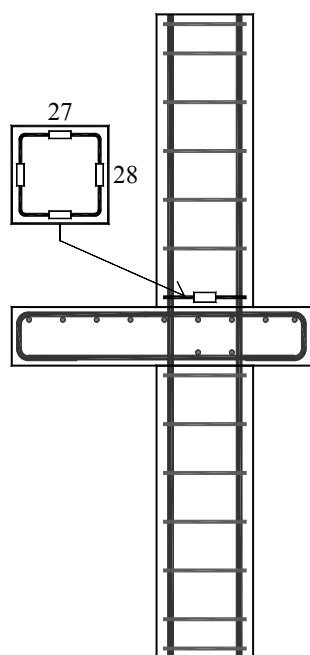
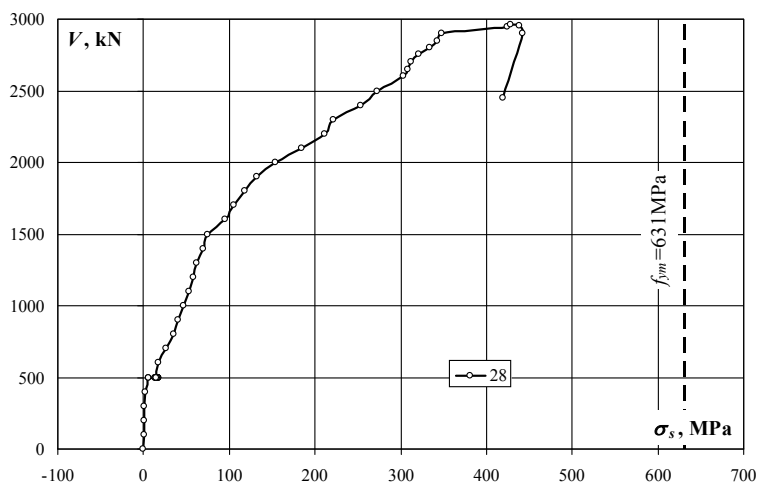
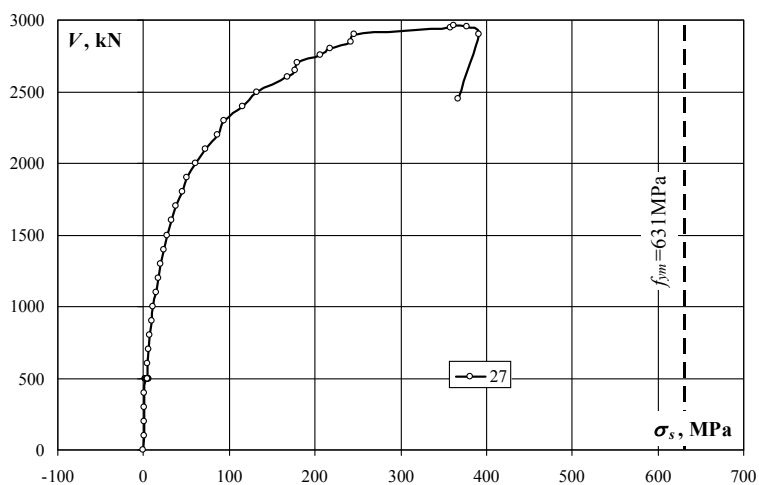
MN-1.0

Strzeżenie górne – odkształcenia (ϵ_s) / Upper stirrup – strains (ϵ_s)

obciążenie stupa/ column load	obciążenie płyty/ slab load	odkształcenie/ strain	
		27	28
kN	kN	‰	‰
0	0	0,000	0,000
100	0	0,004	0,006
200	0	0,002	0,003
300	0	0,003	0,006
400	0	0,003	0,011
500	0	0,010	0,025
500	5	0,012	0,029
500	10	0,017	0,066
500	15	0,017	0,071
500	20	0,017	0,063
500	25	0,014	0,062
500	30	0,016	0,070
500	35	0,018	0,078
500	40	0,020	0,081
500	45	0,019	0,073
500	50	0,025	0,078
500	55	0,022	0,077
500	60	0,026	0,080
500	50	0,019	0,070
500	60	0,022	0,073
500	50	0,019	0,069
600	50	0,024	0,078
700	50	0,028	0,122
800	50	0,035	0,159
900	50	0,042	0,186
1000	50	0,051	0,211
1100	50	0,067	0,243
1200	50	0,079	0,265
1300	50	0,092	0,285
1400	50	0,110	0,317
1500	50	0,127	0,344
1600	50	0,148	0,434
1700	50	0,170	0,483
1800	50	0,205	0,541
1900	50	0,233	0,603
2000	50	0,280	0,704
2100	50	0,330	0,846
2200	50	0,395	0,965
2300	50	0,428	1,015
2400	50	0,527	1,161
2500	50	0,604	1,248
2600	50	0,768	1,388
2652	50	0,810	1,409
2702	50	0,818	1,425
2754	50	0,945	1,468
2800	50	0,994	1,524
2850	50	1,103	1,568
2901	50	1,126	1,591
2949	50	1,638	1,941
2963	50	1,656	1,959
2951	50	1,726	2,002
2899	50	1,787	2,024
2454	50	1,678	1,919



Strzemię górne – naprężenia (σ_s) / Upper stirrup – stresses (σ_s)

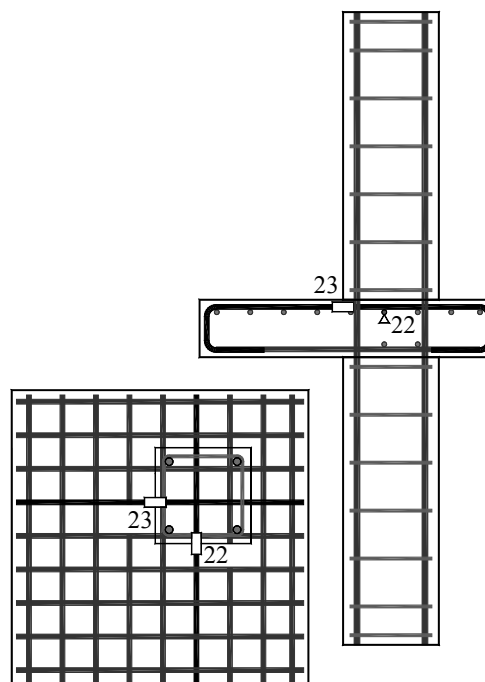
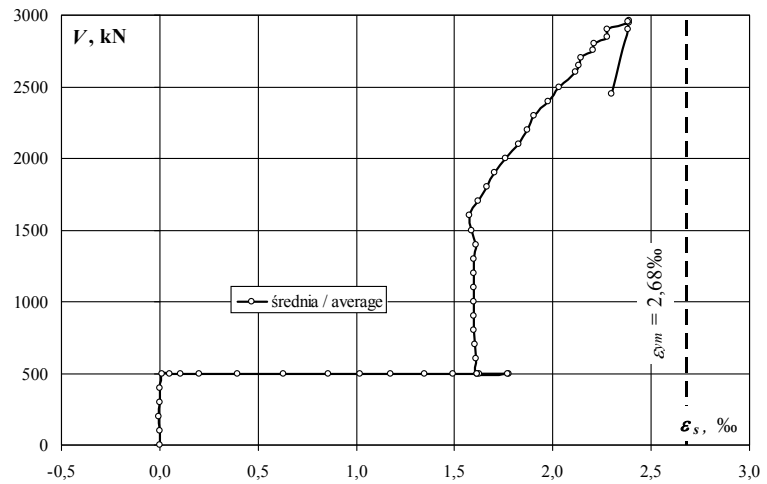
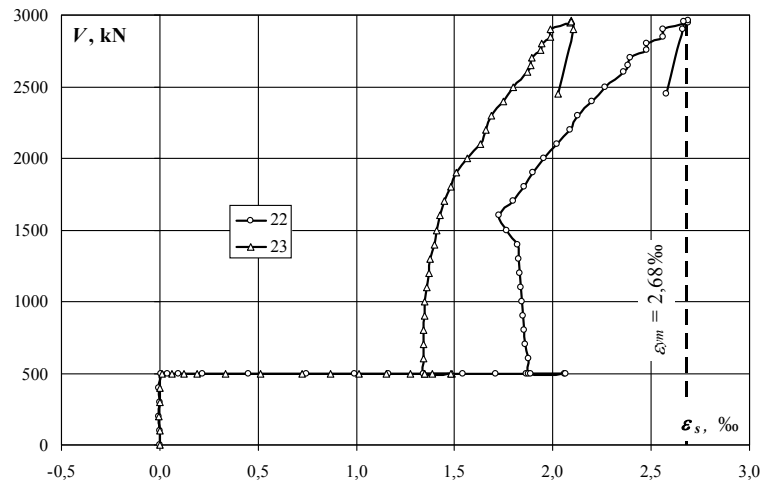


obciążenie słupa/ column load	obciążenie płyty/ slab load	naprężenie/ stress	
		27	28
kN	kN	MPa	MPa
0	0	0	0
100	0	1	1
200	0	0	1
300	0	1	1
400	0	1	2
500	0	2	5
500	5	3	6
500	10	4	14
500	15	4	16
500	20	4	14
500	25	3	14
500	30	4	15
500	35	4	17
500	40	4	18
500	45	4	16
500	50	5	17
500	55	5	17
500	60	6	18
500	50	4	15
500	60	5	16
500	50	4	15
600	50	5	17
700	50	6	27
800	50	8	35
900	50	9	41
1000	50	11	46
1100	50	15	53
1200	50	17	58
1300	50	20	62
1400	50	24	69
1500	50	28	75
1600	50	32	95
1700	50	37	106
1800	50	45	118
1900	50	51	132
2000	50	61	154
2100	50	72	185
2200	50	86	211
2300	50	94	222
2400	50	115	254
2500	50	132	273
2600	50	168	304
2652	50	177	308
2702	50	179	312
2754	50	207	321
2800	50	217	333
2850	50	241	343
2901	50	246	348
2949	50	358	425
2963	50	362	429
2951	50	378	438
2899	50	391	443
2454	50	367	420

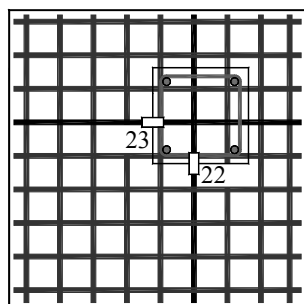
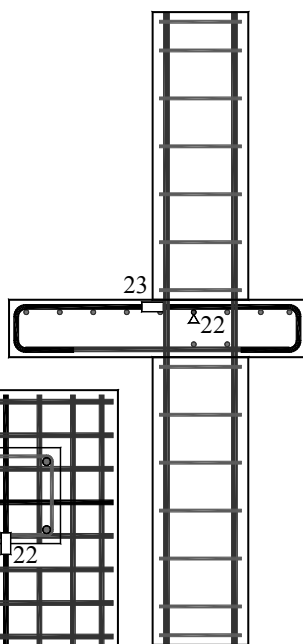
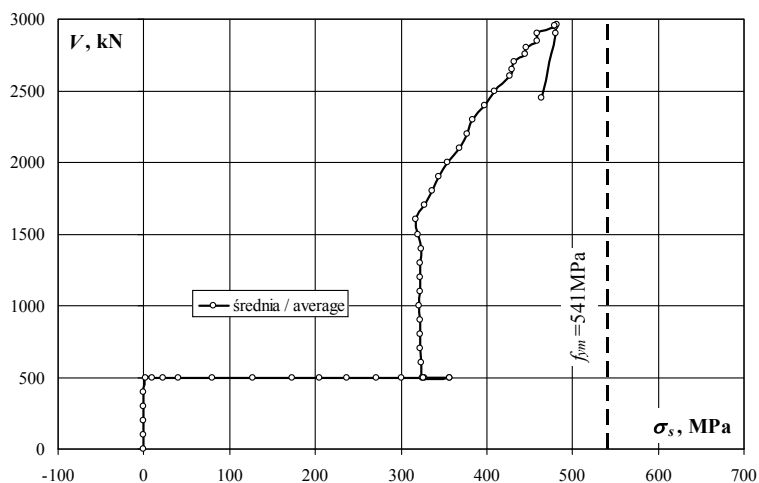
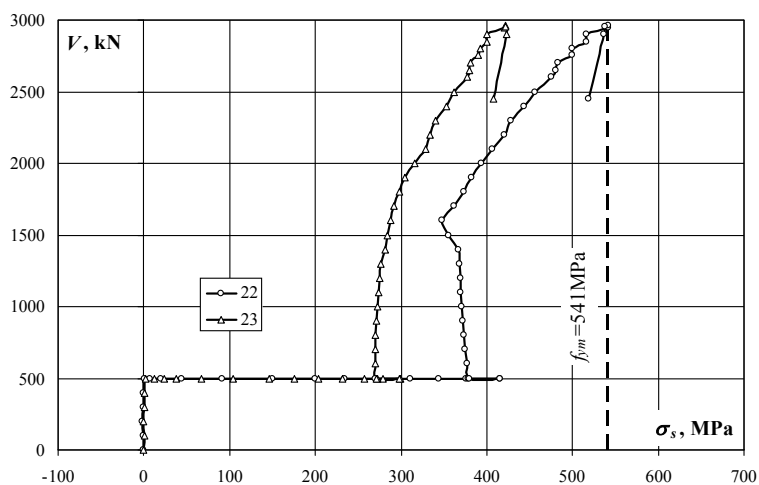
MN-1.0

Zbrojenie podłużne płyty – odkształcenia (ε_s) / Slab reinforcement – strains (ε_s)

obciążenie stupa/ column load	obciążenie płyty/ slab load	odkształcenie/ strain		
		22	23	średnia/ average
kN	kN	‰	‰	‰
0	0	0,000	0,000	0,000
100	0	-0,001	0,002	0,001
200	0	-0,006	-0,002	-0,004
300	0	0,000	0,001	0,001
400	0	-0,002	0,001	-0,001
500	0	0,007	0,012	0,010
500	5	0,037	0,060	0,049
500	10	0,096	0,121	0,109
500	15	0,217	0,189	0,203
500	20	0,453	0,336	0,395
500	25	0,745	0,514	0,630
500	30	0,990	0,725	0,858
500	35	1,165	0,870	1,018
500	40	1,340	1,012	1,176
500	45	1,542	1,153	1,348
500	50	1,710	1,277	1,494
500	55	1,863	1,384	1,624
500	60	2,060	1,487	1,774
500	50	1,876	1,350	1,613
500	60	2,065	1,481	1,773
500	50	1,885	1,349	1,617
600	50	1,874	1,343	1,609
700	50	1,862	1,342	1,602
800	50	1,855	1,342	1,599
900	50	1,848	1,345	1,597
1000	50	1,841	1,350	1,596
1100	50	1,835	1,358	1,597
1200	50	1,834	1,367	1,601
1300	50	1,826	1,374	1,600
1400	50	1,821	1,396	1,609
1500	50	1,763	1,410	1,587
1600	50	1,726	1,428	1,577
1700	50	1,796	1,448	1,622
1800	50	1,855	1,479	1,667
1900	50	1,900	1,510	1,705
2000	50	1,953	1,566	1,760
2100	50	2,020	1,629	1,825
2200	50	2,085	1,658	1,872
2300	50	2,125	1,687	1,906
2400	50	2,199	1,750	1,975
2500	50	2,263	1,796	2,030
2600	50	2,362	1,871	2,117
2652	50	2,383	1,886	2,135
2702	50	2,396	1,892	2,144
2754	50	2,477	1,936	2,207
2800	50	2,477	1,945	2,211
2850	50	2,563	1,987	2,275
2901	50	2,560	1,989	2,275
2949	50	2,686	2,089	2,388
2963	50	2,686	2,093	2,390
2951	50	2,668	2,092	2,380
2899	50	2,663	2,102	2,383
2454	50	2,577	2,024	2,301



Zbrojenie podłużne płyty – naprężenia (σ_s) / Slab reinforcement – stresses (σ_s)



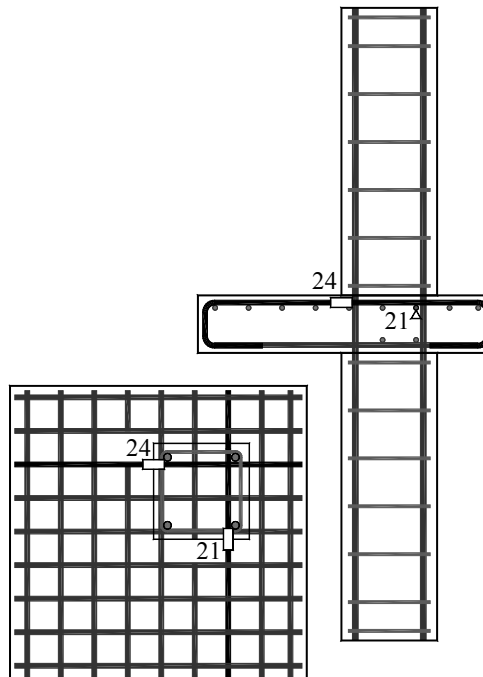
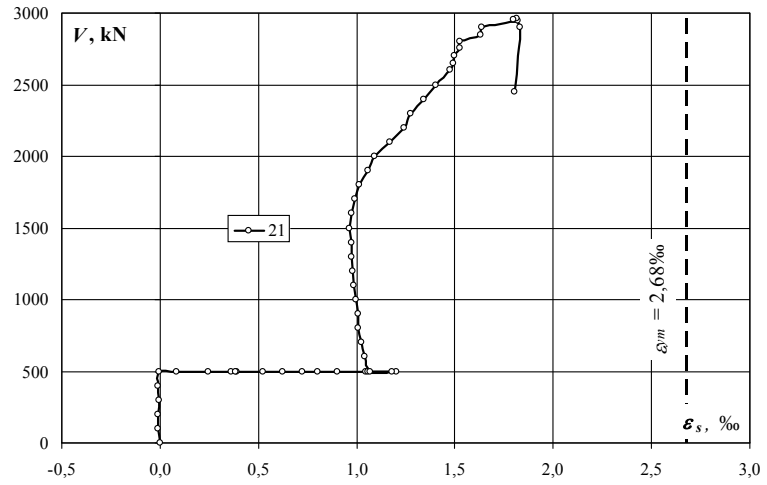
obciążenie stupa/ column load	obciążenie płyty/ slab load	naprężenie/ stress		
		22	23	średnia/ average
kN	kN	MPa	MPa	MPa
0	0	0	0	0
100	0	0	0	0
200	0	-1	0	-1
300	0	0	0	0
400	0	0	0	0
500	0	1	2	2
500	5	7	12	10
500	10	19	24	22
500	15	44	38	41
500	20	91	68	79
500	25	150	104	127
500	30	199	146	173
500	35	235	175	205
500	40	270	204	237
500	45	311	232	272
500	50	345	257	301
500	55	375	279	327
500	60	415	300	357
500	50	378	272	325
500	60	416	298	357
500	50	380	272	326
600	50	378	271	324
700	50	375	270	323
800	50	374	270	322
900	50	372	271	322
1000	50	371	272	321
1100	50	370	274	322
1200	50	370	275	323
1300	50	368	277	322
1400	50	367	281	324
1500	50	355	284	320
1600	50	348	288	318
1700	50	362	292	327
1800	50	374	298	336
1900	50	383	304	344
2000	50	394	316	355
2100	50	407	328	368
2200	50	420	334	377
2300	50	428	340	384
2400	50	443	353	398
2500	50	456	362	409
2600	50	476	377	426
2652	50	480	380	430
2702	50	483	381	432
2754	50	499	390	445
2800	50	499	392	446
2850	50	516	400	458
2901	50	516	401	458
2949	50	541	421	481
2963	50	541	422	481
2951	50	538	422	480
2899	50	537	424	480
2454	50	519	408	464

MN-1.0

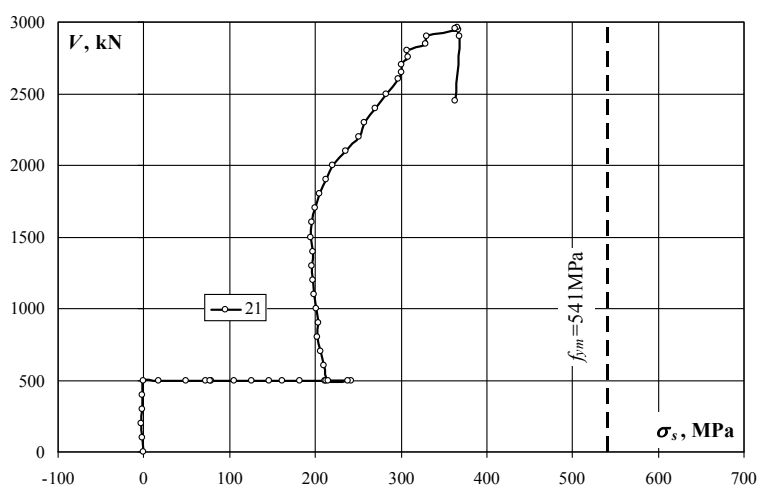
Zbrojenie podłużne płyty – odkształcenia (ε_s) / Slab reinforcement – strains (ε_s)

obciążenie stupa/ column load	obciążenie płyty/ slab load	odkształcenie/ strain		
		21	24	średnia/ average
kN	kN	‰	‰	‰
0	0	0,000		
100	0	-0,009		
200	0	-0,013		
300	0	-0,007		
400	0	-0,010		
500	0	-0,002		
500	5	0,086		
500	10	0,247		
500	15	0,391		
500	20	0,360		
500	25	0,386		
500	30	0,522		
500	35	0,623		
500	40	0,724		
500	45	0,802		
500	50	0,904		
500	55	1,046		
500	60	1,201		
500	50	1,058		
500	60	1,182		
500	50	1,068		
600	50	1,043		
700	50	1,024		
800	50	1,006		
900	50	1,008		
1000	50	0,997		
1100	50	0,985		
1200	50	0,982		
1300	50	0,975		
1400	50	0,977		
1500	50	0,965		
1600	50	0,972		
1700	50	0,989		
1800	50	1,016		
1900	50	1,056		
2000	50	1,090		
2100	50	1,168		
2200	50	1,243		
2300	50	1,275		
2400	50	1,340		
2500	50	1,405		
2600	50	1,473		
2652	50	1,491		
2702	50	1,495		
2754	50	1,527		
2800	50	1,523		
2850	50	1,629		
2901	50	1,638		
2949	50	1,823		
2963	50	1,816		
2951	50	1,800		
2899	50	1,830		
2454	50	1,804		

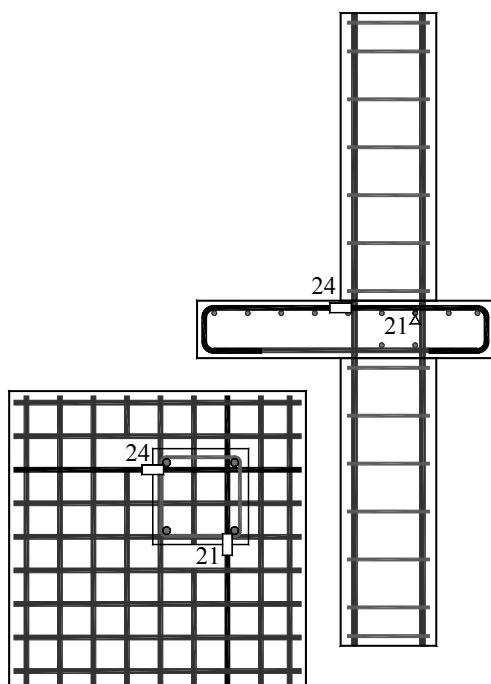
tensometr uszkodzony / failure of gauge



Zbrojenie podłużne płyty – naprężenia (σ_s) / Slab reinforcement – stresses (σ_s)



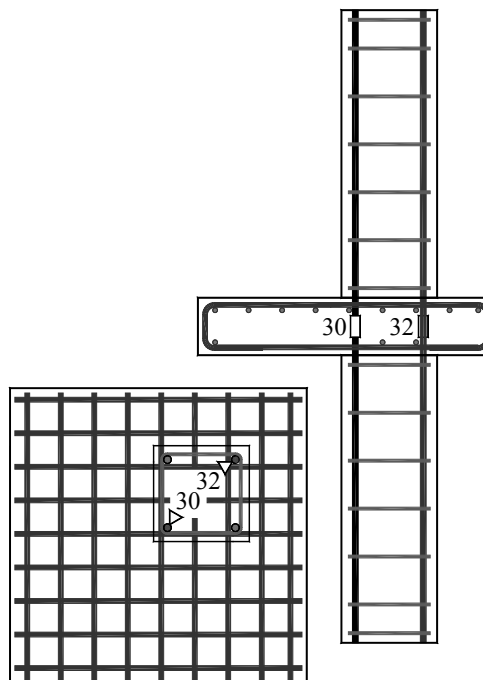
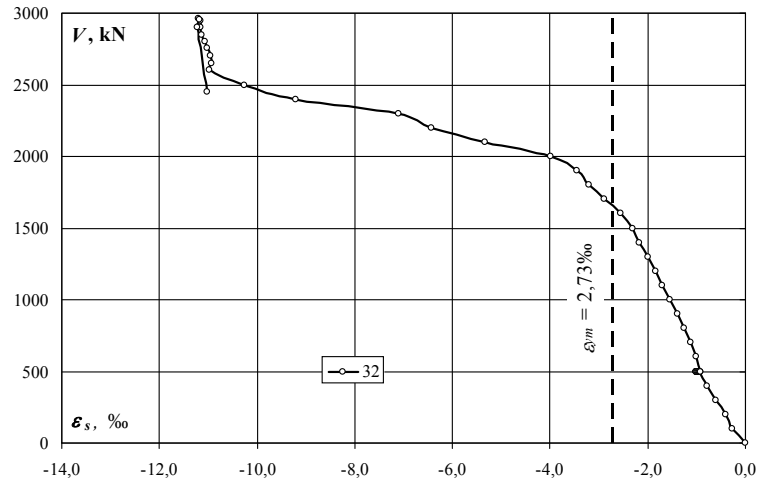
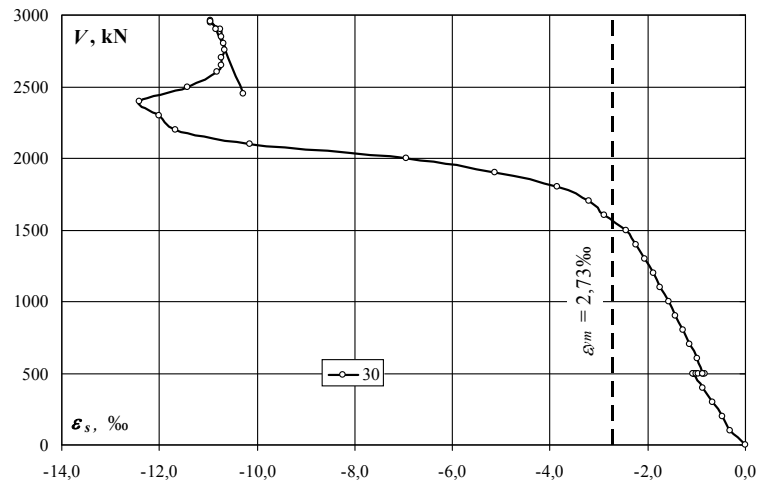
obciążenie stupa/ column load	obciążenie płyty/ slab load	naprężenie/ stress		
		21	24	średnia/ average
kN	kN	MPa	MPa	MPa
0	0	0		
100	0	-2		
200	0	-3		
300	0	-1		
400	0	-2		
500	0	0		
500	5	17		
500	10	50		
500	15	79		
500	20	73		
500	25	78		
500	30	105		
500	35	126		
500	40	146		
500	45	162		
500	50	182		
500	55	211		
500	60	242		
500	50	213		
500	60	238		
500	50	215		
600	50	210		
700	50	206		
800	50	203		
900	50	203		
1000	50	201		
1100	50	198		
1200	50	198		
1300	50	196		
1400	50	197		
1500	50	194		
1600	50	196		
1700	50	199		
1800	50	205		
1900	50	213		
2000	50	220		
2100	50	235		
2200	50	250		
2300	50	257		
2400	50	270		
2500	50	283		
2600	50	297		
2652	50	300		
2702	50	301		
2754	50	308		
2800	50	307		
2850	50	328		
2901	50	330		
2949	50	367		
2963	50	366		
2951	50	363		
2899	50	369		
2454	50	364		



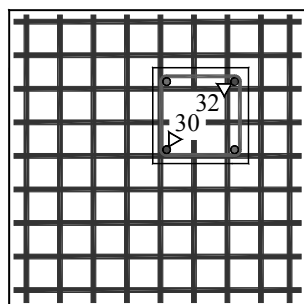
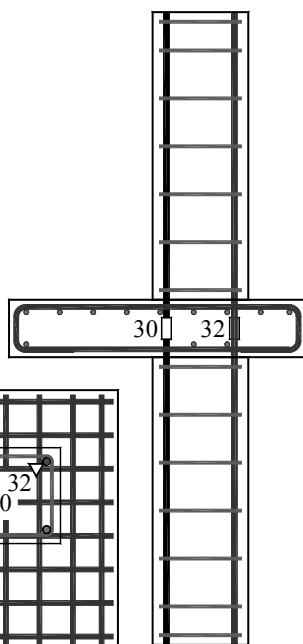
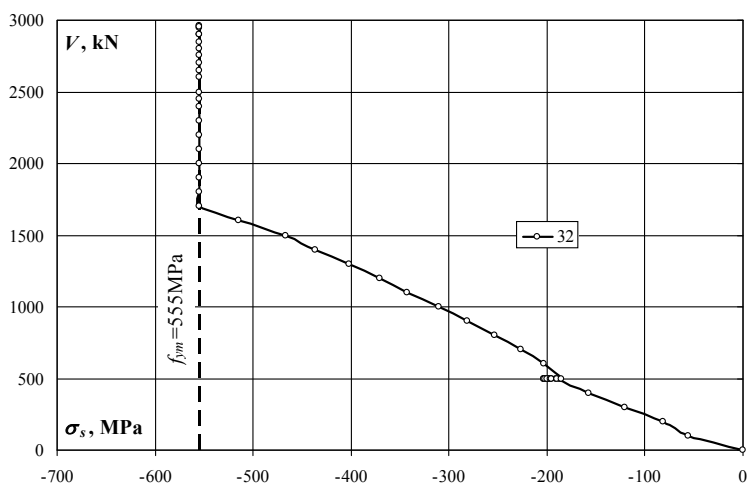
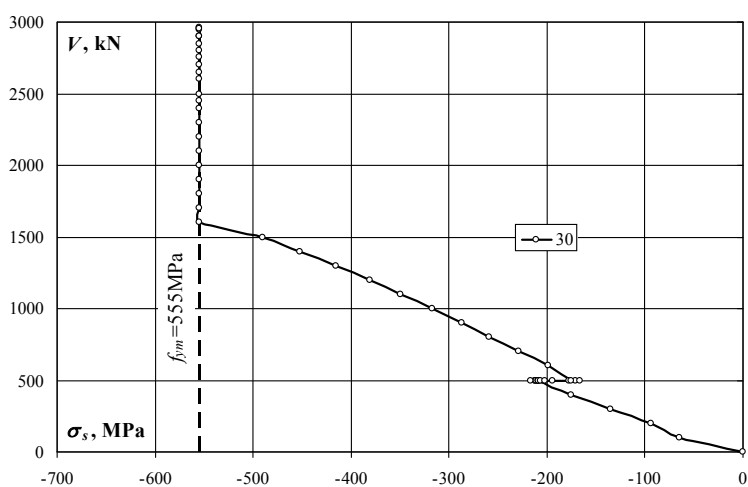
MN-1.0

Zbrojenie podłużne słupa – odkształcenia (ϵ_s) / Column reinforcement – strains (ϵ_s)

obciążenie słupa/ column load	obciążenie płyty/ slab load	odkształcenie/ strain	
		30	32
kN	kN	‰	‰
0	0	0,000	0,000
100	0	-0,321	-0,278
200	0	-0,465	-0,404
300	0	-0,672	-0,601
400	0	-0,868	-0,780
500	0	-1,042	-0,951
500	5	-1,052	-0,970
500	10	-1,055	-0,977
500	15	-1,050	-0,986
500	20	-1,034	-0,987
500	25	-1,037	-0,999
500	30	-1,036	-1,008
500	35	-1,036	-1,012
500	40	-1,028	-1,007
500	45	-1,076	-1,002
500	50	-1,004	-0,995
500	55	-0,964	-0,976
500	60	-0,850	-0,972
500	50	-0,881	-0,929
500	60	-0,825	-0,941
500	50	-0,869	-0,922
600	50	-0,989	-1,008
700	50	-1,139	-1,128
800	50	-1,286	-1,258
900	50	-1,426	-1,396
1000	50	-1,576	-1,544
1100	50	-1,737	-1,703
1200	50	-1,890	-1,842
1300	50	-2,064	-1,999
1400	50	-2,245	-2,171
1500	50	-2,432	-2,318
1600	50	-2,893	-2,555
1700	50	-3,199	-2,898
1800	50	-3,842	-3,201
1900	50	-5,133	-3,451
2000	50	-6,935	-3,987
2100	50	-10,148	-5,332
2200	50	-11,681	-6,433
2300	50	-12,002	-7,093
2400	50	-12,410	-9,201
2500	50	-11,415	-10,255
2600	50	-10,829	-10,975
2652	50	-10,720	-10,931
2702	50	-10,731	-10,945
2754	50	-10,668	-11,029
2800	50	-10,696	-11,071
2850	50	-10,734	-11,127
2901	50	-10,755	-11,145
2949	50	-10,950	-11,166
2963	50	-10,961	-11,190
2951	50	-10,961	-11,170
2899	50	-10,838	-11,230
2454	50	-10,276	-11,011



Zbrojenie podłużne słupa – naprężenia (σ_s) / Column reinforcement – stresses (σ_s)

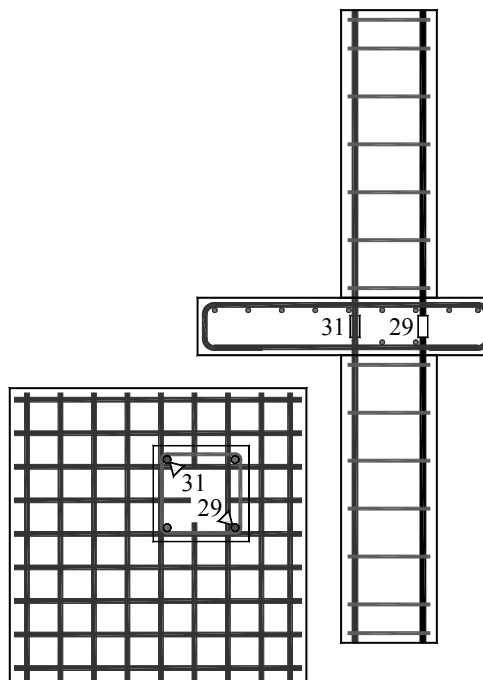
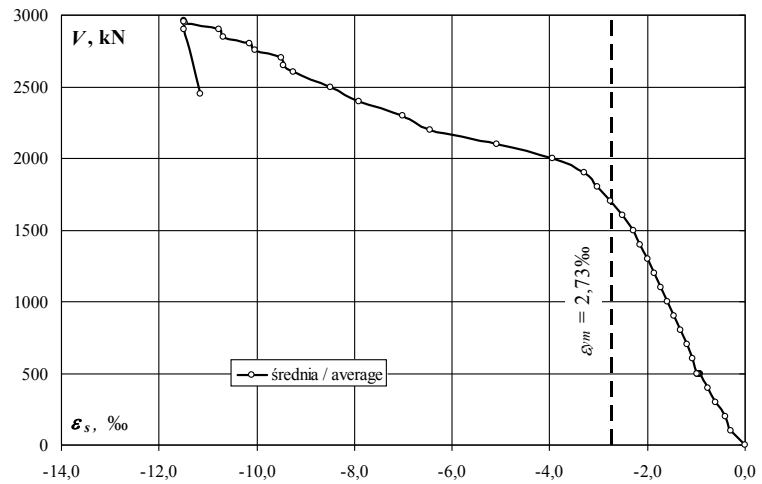
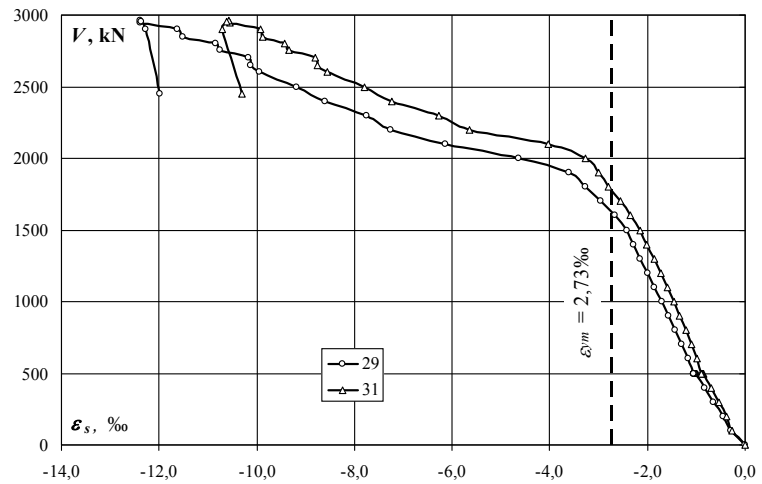


obciążenie słupa/ column load	obciążenie płyty/ slab load	naprężenie/ stress	
		30	32
kN	kN	MPa	MPa
0	0	0	0
100	0	-65	-56
200	0	-94	-81
300	0	-135	-121
400	0	-175	-157
500	0	-210	-191
500	5	-212	-195
500	10	-212	-197
500	15	-211	-198
500	20	-208	-199
500	25	-209	-201
500	30	-209	-203
500	35	-209	-204
500	40	-207	-203
500	45	-217	-202
500	50	-202	-200
500	55	-194	-196
500	60	-171	-196
500	50	-177	-187
500	60	-166	-189
500	50	-175	-186
600	50	-199	-203
700	50	-229	-227
800	50	-259	-253
900	50	-287	-281
1000	50	-317	-311
1100	50	-350	-343
1200	50	-380	-371
1300	50	-415	-402
1400	50	-452	-437
1500	50	-490	-467
1600	50	-555	-514
1700	50	-555	-555
1800	50	-555	-555
1900	50	-555	-555
2000	50	-555	-555
2100	50	-555	-555
2200	50	-555	-555
2300	50	-555	-555
2400	50	-555	-555
2500	50	-555	-555
2600	50	-555	-555
2652	50	-555	-555
2702	50	-555	-555
2754	50	-555	-555
2800	50	-555	-555
2850	50	-555	-555
2901	50	-555	-555
2949	50	-555	-555
2963	50	-555	-555
2951	50	-555	-555
2899	50	-555	-555
2454	50	-555	-555

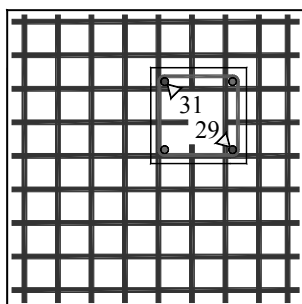
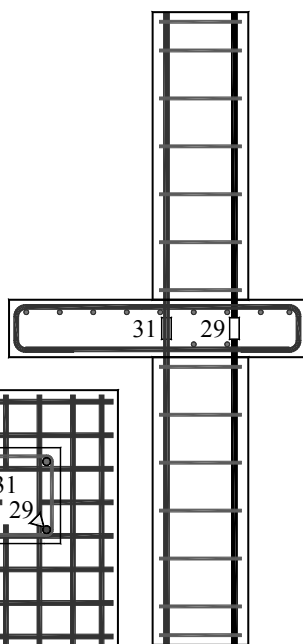
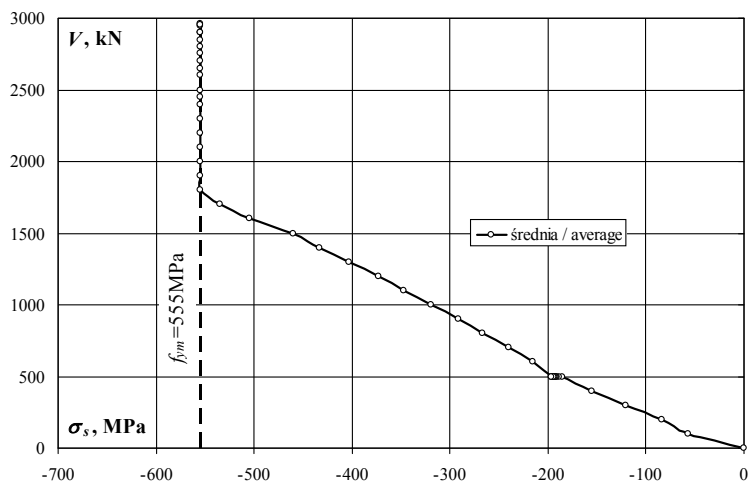
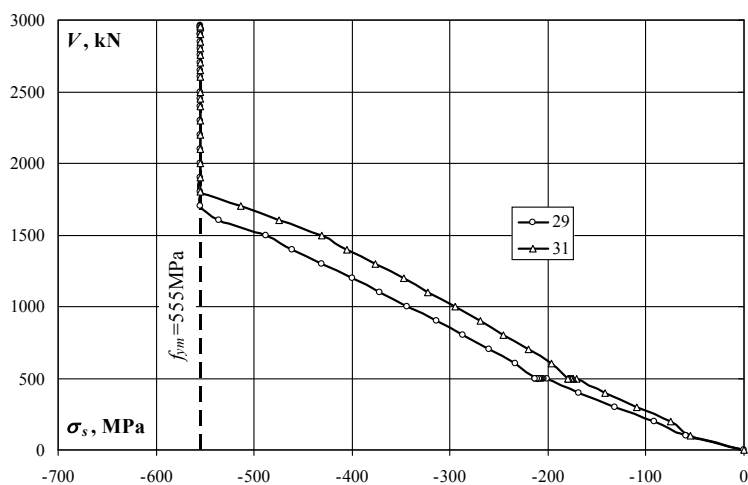
MN-1.0

Zbrojenie podłużne słupa – odkształcenia (ϵ_s) / Column reinforcement – strains (ϵ_s)

obciążenie słupa/ column load	obciążenie płyty/ slab load	odkształcenie/ strain		
		29	31	średnia/ average
kN	kN	‰	‰	‰
0	0	0,000	0,000	0,000
100	0	-0,295	-0,272	-0,284
200	0	-0,454	-0,374	-0,414
300	0	-0,656	-0,544	-0,600
400	0	-0,836	-0,702	-0,769
500	0	-0,997	-0,848	-0,923
500	5	-1,013	-0,866	-0,940
500	10	-1,019	-0,873	-0,946
500	15	-1,028	-0,878	-0,953
500	20	-1,031	-0,877	-0,954
500	25	-1,045	-0,884	-0,965
500	30	-1,042	-0,886	-0,964
500	35	-1,044	-0,890	-0,967
500	40	-1,040	-0,889	-0,965
500	45	-1,041	-0,890	-0,966
500	50	-1,040	-0,887	-0,964
500	55	-1,046	-0,885	-0,966
500	60	-1,037	-0,879	-0,958
500	50	-1,057	-0,890	-0,974
500	60	-1,049	-0,885	-0,967
500	50	-1,058	-0,892	-0,975
600	50	-1,158	-0,978	-1,068
700	50	-1,290	-1,095	-1,193
800	50	-1,427	-1,219	-1,323
900	50	-1,558	-1,337	-1,448
1000	50	-1,709	-1,465	-1,587
1100	50	-1,849	-1,601	-1,725
1200	50	-1,984	-1,724	-1,854
1300	50	-2,142	-1,867	-2,005
1400	50	-2,288	-2,012	-2,150
1500	50	-2,426	-2,142	-2,284
1600	50	-2,663	-2,355	-2,509
1700	50	-2,966	-2,552	-2,759
1800	50	-3,267	-2,803	-3,035
1900	50	-3,600	-3,007	-3,304
2000	50	-4,626	-3,277	-3,952
2100	50	-6,135	-4,038	-5,087
2200	50	-7,260	-5,650	-6,455
2300	50	-7,757	-6,262	-7,010
2400	50	-8,597	-7,225	-7,911
2500	50	-9,174	-7,806	-8,490
2600	50	-9,944	-8,564	-9,254
2652	50	-10,123	-8,769	-9,446
2702	50	-10,164	-8,809	-9,487
2754	50	-10,749	-9,343	-10,046
2800	50	-10,852	-9,421	-10,137
2850	50	-11,522	-9,870	-10,696
2901	50	-11,627	-9,923	-10,775
2949	50	-12,397	-10,561	-11,479
2963	50	-12,391	-10,582	-11,487
2951	50	-12,370	-10,609	-11,490
2899	50	-12,281	-10,698	-11,490
2454	50	-11,995	-10,294	-11,145



Zbrojenie podłużne słupa – naprężenia (σ_s) / Column reinforcement – stresses (σ_s)

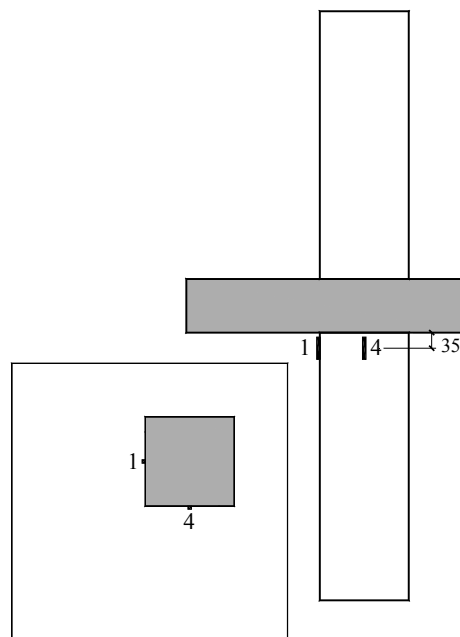
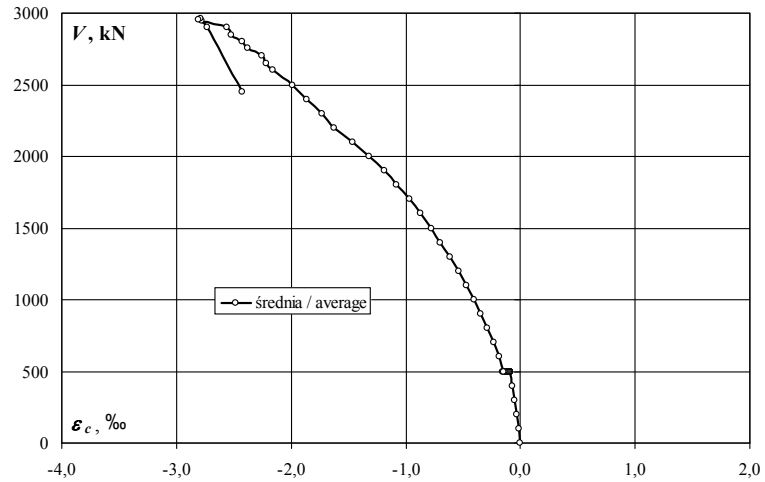
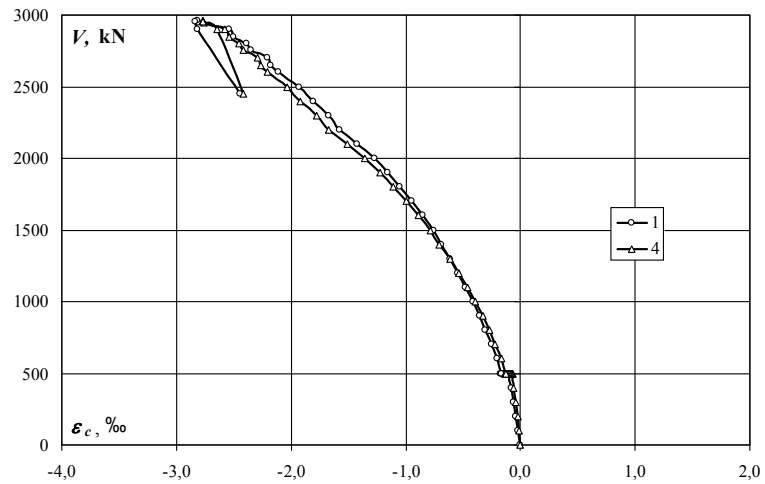


obciążenie słupa/ column load	obciążenie płyty/ slab load	naprężenie/ stress		
		29	31	średnia/ average
kN	kN	MPa	MPa	MPa
0	0	0	0	0
100	0	-59	-55	-57
200	0	-91	-75	-83
300	0	-132	-110	-121
400	0	-168	-141	-155
500	0	-201	-171	-186
500	5	-204	-174	-189
500	10	-205	-176	-190
500	15	-207	-177	-192
500	20	-208	-177	-192
500	25	-210	-178	-194
500	30	-210	-178	-194
500	35	-210	-179	-195
500	40	-209	-179	-194
500	45	-210	-179	-194
500	50	-209	-179	-194
500	55	-211	-178	-194
500	60	-209	-177	-193
500	50	-213	-179	-196
500	60	-211	-178	-195
500	50	-213	-180	-196
600	50	-233	-197	-215
700	50	-260	-220	-240
800	50	-287	-245	-266
900	50	-314	-269	-291
1000	50	-344	-295	-319
1100	50	-372	-322	-347
1200	50	-399	-347	-373
1300	50	-431	-376	-404
1400	50	-461	-405	-433
1500	50	-488	-431	-460
1600	50	-536	-474	-505
1700	50	-555	-514	-534
1800	50	-555	-555	-555
1900	50	-555	-555	-555
2000	50	-555	-555	-555
2100	50	-555	-555	-555
2200	50	-555	-555	-555
2300	50	-555	-555	-555
2400	50	-555	-555	-555
2500	50	-555	-555	-555
2600	50	-555	-555	-555
2652	50	-555	-555	-555
2702	50	-555	-555	-555
2754	50	-555	-555	-555
2800	50	-555	-555	-555
2850	50	-555	-555	-555
2901	50	-555	-555	-555
2949	50	-555	-555	-555
2963	50	-555	-555	-555
2951	50	-555	-555	-555
2899	50	-555	-555	-555
2454	50	-555	-555	-555

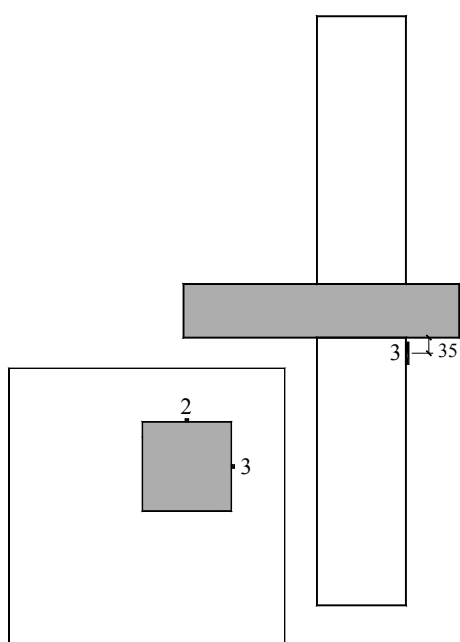
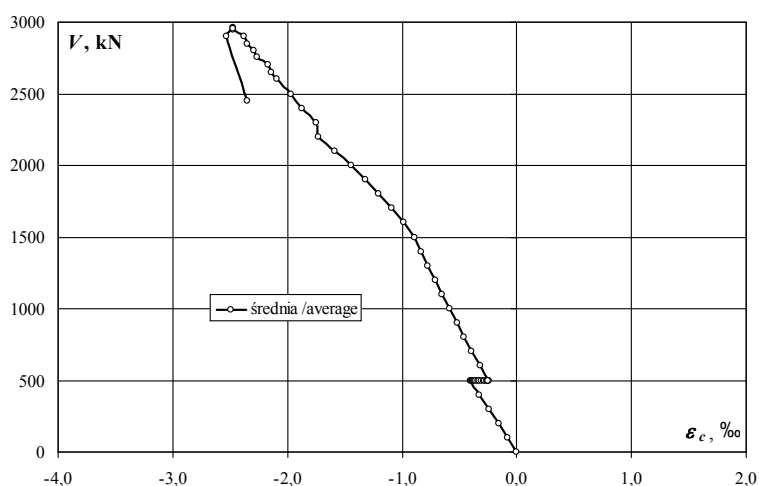
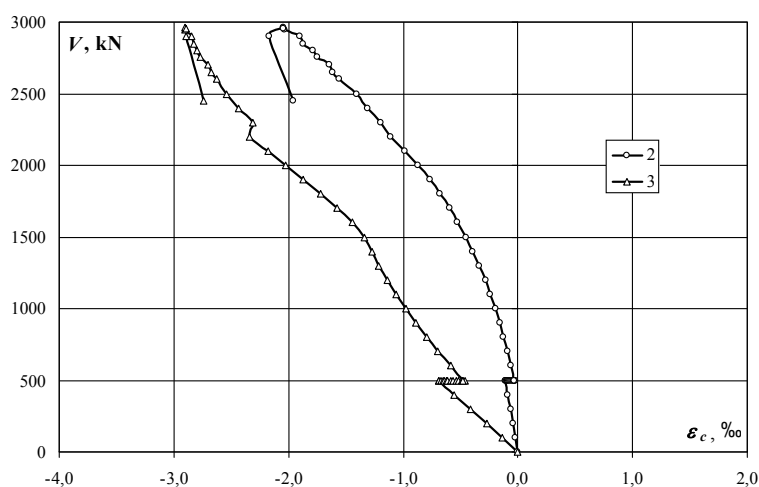
MN-1.0

Śłup dolny (tensometry pionowe) – odkształcenia (ϵ_c) / Bottom column (vertical gauges) – strains (ϵ_c)

obciążenie słupa/ column load	obciążenie plyty/ slab load	odkształcenie/ strain		
		1	4	średnia/ average
kN	kN	‰	‰	‰
0	0	0,000	0,000	0,000
100	0	-0,019	-0,012	-0,016
200	0	-0,040	-0,026	-0,033
300	0	-0,059	-0,040	-0,050
400	0	-0,082	-0,056	-0,069
500	0	-0,107	-0,074	-0,091
500	5	-0,109	-0,075	-0,092
500	10	-0,111	-0,076	-0,094
500	15	-0,109	-0,074	-0,092
500	20	-0,108	-0,072	-0,090
500	25	-0,110	-0,073	-0,092
500	30	-0,110	-0,074	-0,092
500	35	-0,114	-0,077	-0,096
500	40	-0,120	-0,083	-0,102
500	45	-0,127	-0,090	-0,109
500	50	-0,134	-0,098	-0,116
500	55	-0,147	-0,111	-0,129
500	60	-0,155	-0,121	-0,138
500	50	-0,158	-0,123	-0,141
500	60	-0,171	-0,136	-0,154
500	50	-0,163	-0,127	-0,145
600	50	-0,205	-0,170	-0,188
700	50	-0,253	-0,219	-0,236
800	50	-0,307	-0,273	-0,290
900	50	-0,359	-0,328	-0,344
1000	50	-0,417	-0,392	-0,405
1100	50	-0,481	-0,463	-0,472
1200	50	-0,543	-0,534	-0,539
1300	50	-0,614	-0,617	-0,616
1400	50	-0,692	-0,707	-0,700
1500	50	-0,760	-0,784	-0,772
1600	50	-0,854	-0,889	-0,872
1700	50	-0,944	-0,997	-0,971
1800	50	-1,052	-1,112	-1,082
1900	50	-1,154	-1,224	-1,189
2000	50	-1,274	-1,357	-1,316
2100	50	-1,420	-1,513	-1,467
2200	50	-1,573	-1,677	-1,625
2300	50	-1,672	-1,781	-1,727
2400	50	-1,809	-1,917	-1,863
2500	50	-1,930	-2,037	-1,984
2600	50	-2,114	-2,203	-2,159
2652	50	-2,178	-2,263	-2,221
2702	50	-2,210	-2,294	-2,252
2754	50	-2,348	-2,415	-2,382
2800	50	-2,390	-2,454	-2,422
2850	50	-2,502	-2,544	-2,523
2901	50	-2,540	-2,579	-2,560
2949	50	-2,806	-2,757	-2,782
2963	50	-2,818	-2,767	-2,793
2951	50	-2,838	-2,772	-2,805
2899	50	-2,814	-2,647	-2,731
2454	50	-2,447	-2,414	-2,431



Słup dolny (tensometry pionowe) – odkształcenia (ϵ_c) / Bottom column (vertical gauges) – strains (ϵ_c)

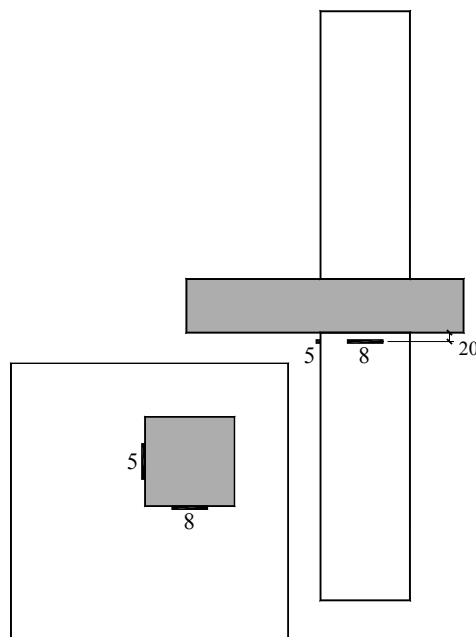
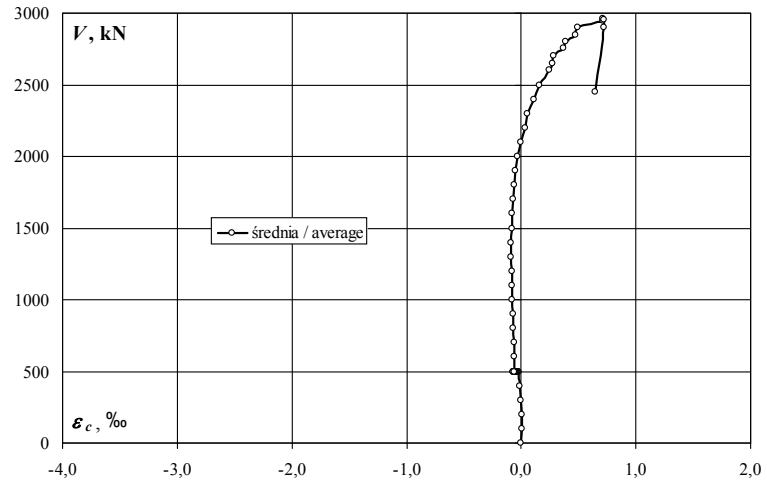
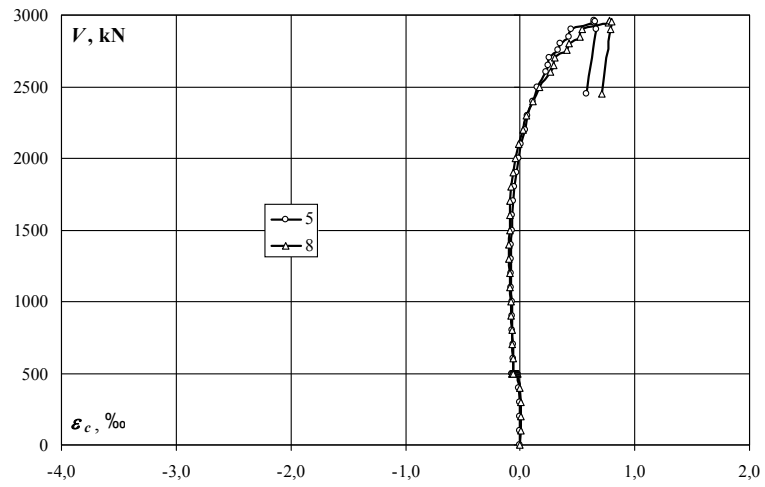


obciążenie słupa/ column load	obciążenie płyty/ slab load	odkształcenie/ strain		
		2	3	średnia/ average
kN	kN	‰	‰	‰
0	0	0,000	0,000	0,000
100	0	-0,019	-0,138	-0,079
200	0	-0,046	-0,275	-0,161
300	0	-0,065	-0,416	-0,241
400	0	-0,088	-0,559	-0,324
500	0	-0,111	-0,690	-0,401
500	5	-0,104	-0,687	-0,396
500	10	-0,101	-0,668	-0,385
500	15	-0,090	-0,652	-0,371
500	20	-0,085	-0,638	-0,362
500	25	-0,079	-0,625	-0,352
500	30	-0,072	-0,609	-0,341
500	35	-0,061	-0,587	-0,324
500	40	-0,053	-0,565	-0,309
500	45	-0,042	-0,540	-0,291
500	50	-0,034	-0,519	-0,277
500	55	-0,029	-0,494	-0,262
500	60	-0,025	-0,478	-0,252
500	50	-0,028	-0,481	-0,255
500	60	-0,022	-0,464	-0,243
500	50	-0,028	-0,478	-0,253
600	50	-0,057	-0,581	-0,319
700	50	-0,091	-0,696	-0,394
800	50	-0,123	-0,798	-0,461
900	50	-0,155	-0,889	-0,522
1000	50	-0,193	-0,980	-0,587
1100	50	-0,237	-1,065	-0,651
1200	50	-0,282	-1,139	-0,711
1300	50	-0,334	-1,214	-0,774
1400	50	-0,395	-1,270	-0,833
1500	50	-0,451	-1,335	-0,893
1600	50	-0,525	-1,443	-0,984
1700	50	-0,599	-1,581	-1,090
1800	50	-0,682	-1,721	-1,202
1900	50	-0,771	-1,870	-1,321
2000	50	-0,871	-2,022	-1,447
2100	50	-0,990	-2,182	-1,586
2200	50	-1,114	-2,344	-1,729
2300	50	-1,195	-2,309	-1,752
2400	50	-1,307	-2,433	-1,870
2500	50	-1,407	-2,537	-1,972
2600	50	-1,560	-2,623	-2,092
2652	50	-1,613	-2,674	-2,144
2702	50	-1,642	-2,700	-2,171
2754	50	-1,748	-2,772	-2,260
2800	50	-1,785	-2,797	-2,291
2850	50	-1,872	-2,823	-2,348
2901	50	-1,905	-2,848	-2,377
2949	50	-2,039	-2,899	-2,469
2963	50	-2,048	-2,905	-2,477
2951	50	-2,046	-2,895	-2,471
2899	50	-2,164	-2,890	-2,527
2454	50	-1,961	-2,743	-2,352

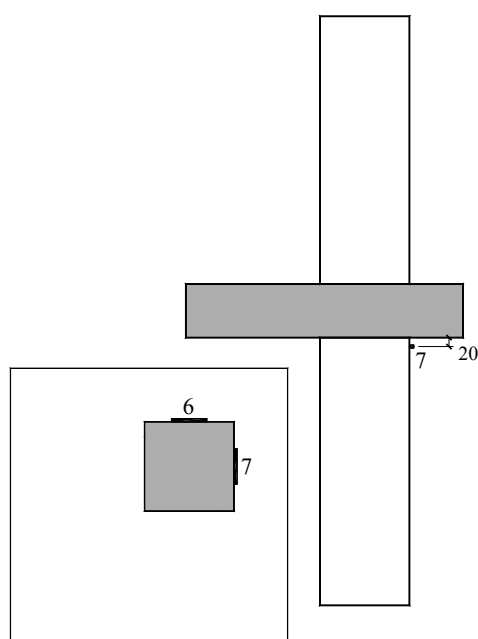
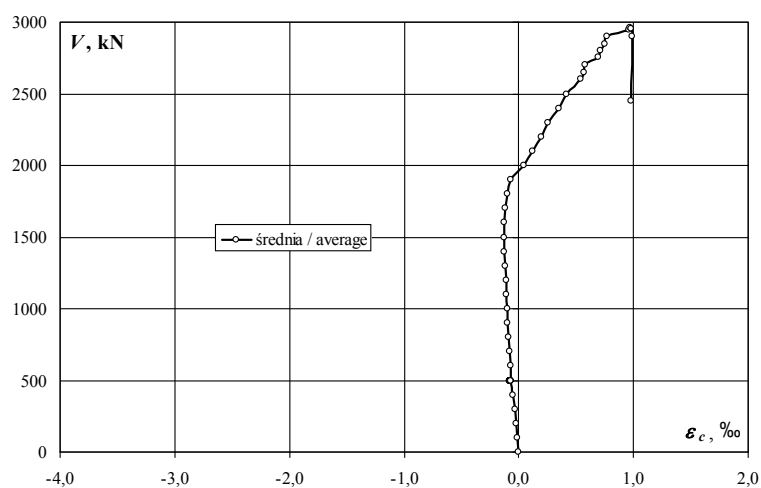
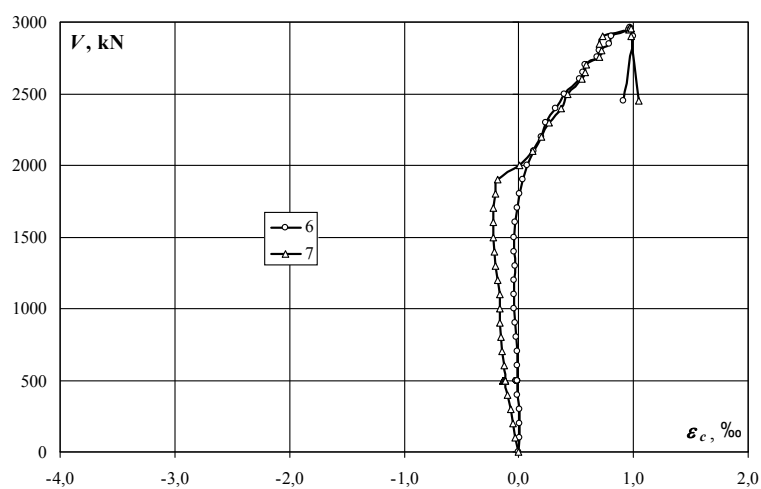
MN-1.0

Śłup dolny (tensometry poziome) – odkształcenia (ϵ_c) / Bottom column (horizontal gauges) – strains (ϵ_c)

obciążenie słupa/ column load	obciążenie płyty/ slab load	odkształcenie/ strain		
		5	8	średnia/ average
kN	kN	‰	‰	‰
0	0	0,000	0,000	0,000
100	0	0,000	0,008	0,004
200	0	0,000	0,008	0,004
300	0	-0,004	0,004	0,000
400	0	-0,011	-0,007	-0,009
500	0	-0,021	-0,020	-0,021
500	5	-0,024	-0,024	-0,024
500	10	-0,027	-0,028	-0,028
500	15	-0,029	-0,032	-0,031
500	20	-0,033	-0,037	-0,035
500	25	-0,037	-0,043	-0,040
500	30	-0,042	-0,047	-0,045
500	35	-0,046	-0,051	-0,049
500	40	-0,052	-0,057	-0,055
500	45	-0,056	-0,061	-0,059
500	50	-0,062	-0,065	-0,064
500	55	-0,068	-0,069	-0,069
500	60	-0,073	-0,073	-0,073
500	50	-0,061	-0,059	-0,060
500	60	-0,070	-0,070	-0,070
500	50	-0,061	-0,059	-0,060
600	50	-0,061	-0,059	-0,060
700	50	-0,064	-0,066	-0,065
800	50	-0,069	-0,072	-0,071
900	50	-0,071	-0,077	-0,074
1000	50	-0,074	-0,083	-0,079
1100	50	-0,076	-0,088	-0,082
1200	50	-0,076	-0,091	-0,084
1300	50	-0,076	-0,094	-0,085
1400	50	-0,075	-0,096	-0,086
1500	50	-0,071	-0,093	-0,082
1600	50	-0,067	-0,092	-0,080
1700	50	-0,058	-0,087	-0,073
1800	50	-0,048	-0,076	-0,062
1900	50	-0,033	-0,063	-0,048
2000	50	-0,014	-0,045	-0,030
2100	50	0,011	-0,014	-0,002
2200	50	0,041	0,024	0,033
2300	50	0,064	0,052	0,058
2400	50	0,108	0,111	0,110
2500	50	0,146	0,165	0,156
2600	50	0,223	0,268	0,246
2652	50	0,244	0,296	0,270
2702	50	0,252	0,305	0,279
2754	50	0,334	0,410	0,372
2800	50	0,350	0,426	0,388
2850	50	0,430	0,518	0,474
2901	50	0,446	0,536	0,491
2949	50	0,642	0,774	0,708
2963	50	0,646	0,780	0,713
2951	50	0,657	0,796	0,727
2899	50	0,663	0,785	0,724
2454	50	0,575	0,710	0,643



Słup dolny (tensometry poziome) – odkształcenia (ε_c) / Bottom column (horizontal gauges) – strains (ε_c)

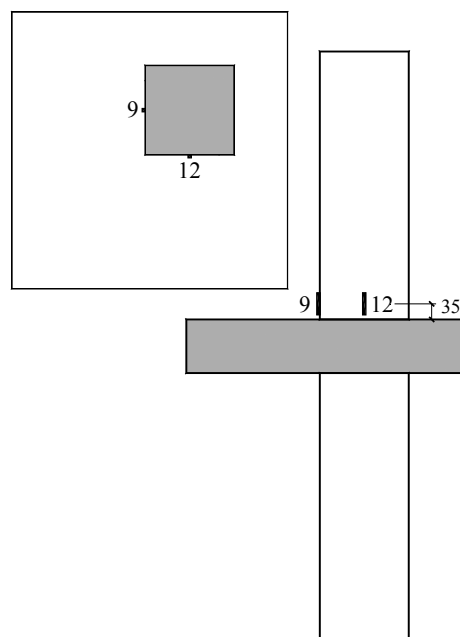
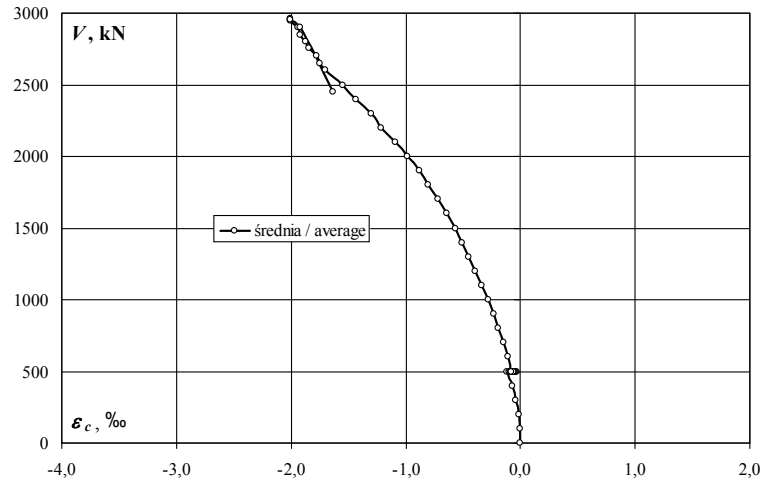
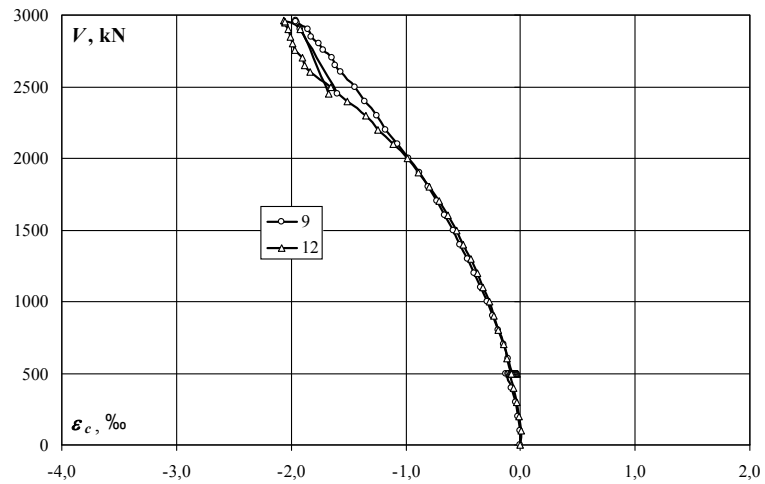


obciążenie słupa/ column load	obciążenie płyty/ slab load	odkształcenie/ strain		
		6	7	średnia/ average
kN	kN	‰	‰	‰
0	0	0,000	0,000	0,000
100	0	0,006	-0,030	-0,012
200	0	0,006	-0,047	-0,021
300	0	0,003	-0,073	-0,035
400	0	-0,009	-0,101	-0,055
500	0	-0,014	-0,127	-0,071
500	5	-0,013	-0,131	-0,072
500	10	-0,014	-0,133	-0,074
500	15	-0,013	-0,134	-0,074
500	20	-0,015	-0,136	-0,076
500	25	-0,016	-0,139	-0,078
500	30	-0,017	-0,140	-0,079
500	35	-0,017	-0,140	-0,079
500	40	-0,018	-0,140	-0,079
500	45	-0,019	-0,138	-0,079
500	50	-0,019	-0,136	-0,078
500	55	-0,020	-0,130	-0,075
500	60	-0,019	-0,126	-0,073
500	50	-0,016	-0,120	-0,068
500	60	-0,019	-0,119	-0,069
500	50	-0,016	-0,117	-0,067
600	50	-0,010	-0,128	-0,069
700	50	-0,013	-0,143	-0,078
800	50	-0,023	-0,160	-0,092
900	50	-0,032	-0,169	-0,101
1000	50	-0,038	-0,165	-0,102
1100	50	-0,041	-0,167	-0,104
1200	50	-0,037	-0,182	-0,110
1300	50	-0,031	-0,207	-0,119
1400	50	-0,040	-0,212	-0,126
1500	50	-0,037	-0,221	-0,129
1600	50	-0,032	-0,225	-0,129
1700	50	-0,016	-0,218	-0,117
1800	50	0,010	-0,202	-0,096
1900	50	0,034	-0,181	-0,074
2000	50	0,076	0,011	0,044
2100	50	0,134	0,117	0,126
2200	50	0,200	0,201	0,201
2300	50	0,237	0,265	0,251
2400	50	0,322	0,368	0,345
2500	50	0,395	0,430	0,413
2600	50	0,528	0,546	0,537
2652	50	0,562	0,577	0,570
2702	50	0,574	0,590	0,582
2754	50	0,682	0,698	0,690
2800	50	0,702	0,723	0,713
2850	50	0,790	0,702	0,746
2901	50	0,810	0,730	0,770
2949	50	0,965	0,960	0,963
2963	50	0,970	0,966	0,968
2951	50	0,976	0,976	0,976
2899	50	1,000	0,982	0,991
2454	50	0,914	1,047	0,981

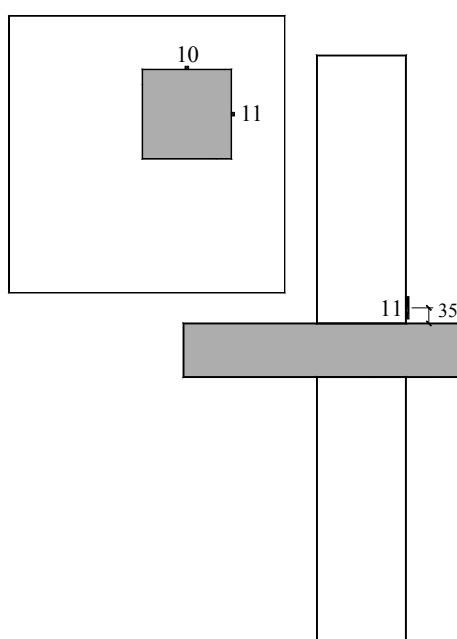
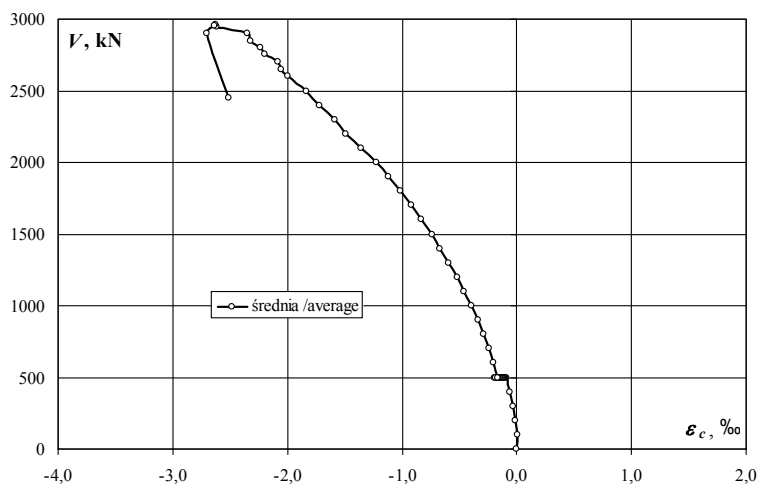
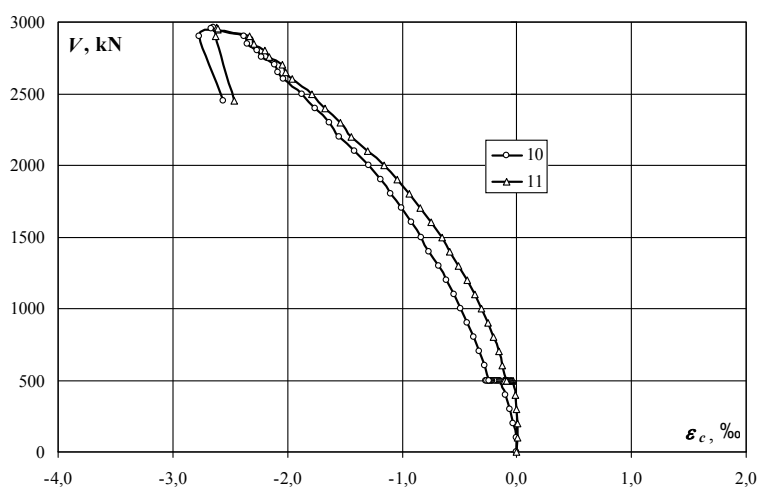
MN-1.0

Śłup górny (tensometry pionowe) – odkształcenia (ϵ_c) / Upper column (vertical gauges) – strains (ϵ_c)

obciążenie słupa/ column load	obciążenie płyty/ slab load	odkształcenie/ strain		
		9	12	średnia/ average
kN	kN	‰	‰	‰
0	0	0,000	0,000	0,000
100	0	-0,004	0,003	-0,001
200	0	-0,020	-0,012	-0,016
300	0	-0,044	-0,033	-0,039
400	0	-0,079	-0,064	-0,072
500	0	-0,125	-0,101	-0,113
500	5	-0,111	-0,087	-0,099
500	10	-0,099	-0,075	-0,087
500	15	-0,084	-0,060	-0,072
500	20	-0,071	-0,048	-0,060
500	25	-0,060	-0,038	-0,049
500	30	-0,049	-0,034	-0,042
500	35	-0,040	-0,031	-0,036
500	40	-0,037	-0,037	-0,037
500	45	-0,034	-0,045	-0,040
500	50	-0,034	-0,051	-0,043
500	55	-0,038	-0,058	-0,048
500	60	-0,047	-0,066	-0,057
500	50	-0,070	-0,081	-0,076
500	60	-0,055	-0,071	-0,063
500	50	-0,072	-0,082	-0,077
600	50	-0,107	-0,114	-0,111
700	50	-0,149	-0,151	-0,150
800	50	-0,195	-0,190	-0,193
900	50	-0,242	-0,231	-0,237
1000	50	-0,294	-0,275	-0,285
1100	50	-0,349	-0,325	-0,337
1200	50	-0,403	-0,377	-0,390
1300	50	-0,463	-0,432	-0,448
1400	50	-0,525	-0,495	-0,510
1500	50	-0,585	-0,556	-0,571
1600	50	-0,658	-0,632	-0,645
1700	50	-0,729	-0,711	-0,720
1800	50	-0,805	-0,798	-0,802
1900	50	-0,884	-0,887	-0,886
2000	50	-0,974	-0,990	-0,982
2100	50	-1,075	-1,114	-1,095
2200	50	-1,178	-1,245	-1,212
2300	50	-1,256	-1,349	-1,303
2400	50	-1,359	-1,507	-1,433
2500	50	-1,445	-1,650	-1,548
2600	50	-1,570	-1,830	-1,700
2652	50	-1,611	-1,878	-1,745
2702	50	-1,641	-1,906	-1,774
2754	50	-1,723	-1,965	-1,844
2800	50	-1,759	-1,990	-1,875
2850	50	-1,825	-2,008	-1,917
2901	50	-1,856	-2,030	-1,943
2949	50	-1,951	-2,055	-2,003
2963	50	-1,960	-2,062	-2,011
2951	50	-1,956	-2,054	-2,005
2899	50	-1,925	-1,919	-1,922
2454	50	-1,599	-1,677	-1,638



Słup górny (tensometry pionowe) – odkształcenia (ε_c) / Upper column (vertical gauges) – strains (ε_c)

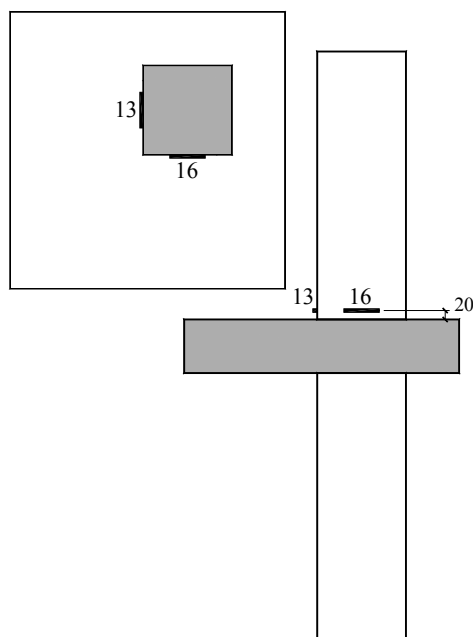
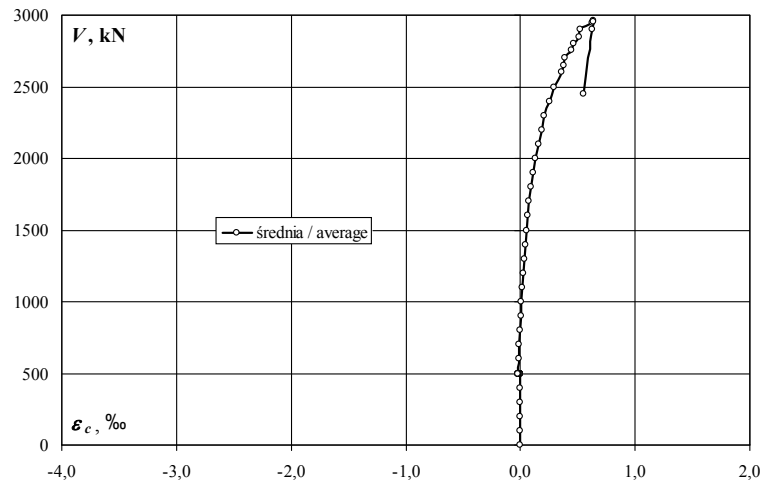
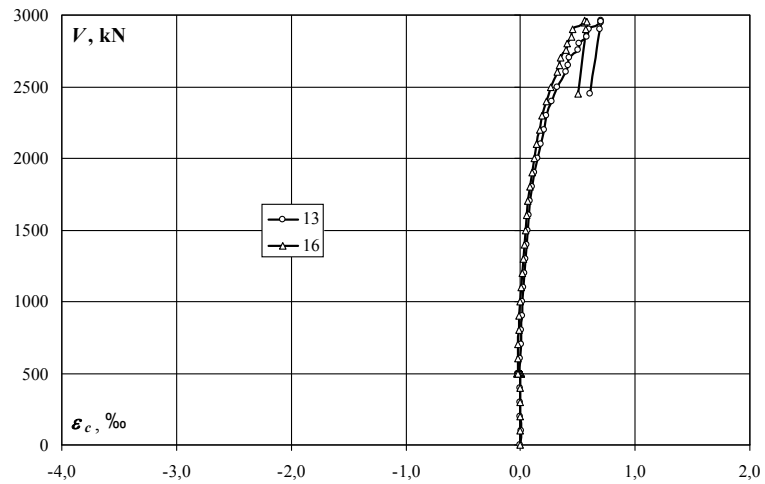


obciążenie słupa/ column load	obciążenie płyty/ slab load	odkształcenie/ strain		
		10	11	średnia/ average
kN	kN	‰	‰	‰
0	0	0,000	0,000	0,000
100	0	-0,002	0,007	0,003
200	0	-0,030	0,004	-0,013
300	0	-0,061	0,000	-0,031
400	0	-0,101	-0,017	-0,059
500	0	-0,146	-0,035	-0,091
500	5	-0,155	-0,041	-0,098
500	10	-0,166	-0,049	-0,108
500	15	-0,173	-0,054	-0,114
500	20	-0,184	-0,061	-0,123
500	25	-0,198	-0,070	-0,134
500	30	-0,210	-0,079	-0,145
500	35	-0,217	-0,084	-0,151
500	40	-0,226	-0,089	-0,158
500	45	-0,232	-0,093	-0,163
500	50	-0,241	-0,098	-0,170
500	55	-0,251	-0,104	-0,178
500	60	-0,266	-0,114	-0,190
500	50	-0,239	-0,089	-0,164
500	60	-0,261	-0,109	-0,185
500	50	-0,237	-0,087	-0,162
600	50	-0,283	-0,124	-0,204
700	50	-0,328	-0,160	-0,244
800	50	-0,378	-0,202	-0,290
900	50	-0,430	-0,249	-0,340
1000	50	-0,488	-0,305	-0,397
1100	50	-0,550	-0,368	-0,459
1200	50	-0,612	-0,431	-0,522
1300	50	-0,683	-0,504	-0,594
1400	50	-0,762	-0,581	-0,672
1500	50	-0,833	-0,651	-0,742
1600	50	-0,919	-0,747	-0,833
1700	50	-1,003	-0,838	-0,921
1800	50	-1,097	-0,941	-1,019
1900	50	-1,188	-1,041	-1,115
2000	50	-1,294	-1,160	-1,227
2100	50	-1,416	-1,302	-1,359
2200	50	-1,548	-1,443	-1,496
2300	50	-1,637	-1,538	-1,588
2400	50	-1,763	-1,673	-1,718
2500	50	-1,873	-1,789	-1,831
2600	50	-2,033	-1,957	-1,995
2652	50	-2,087	-2,012	-2,050
2702	50	-2,116	-2,044	-2,080
2754	50	-2,227	-2,160	-2,194
2800	50	-2,263	-2,199	-2,231
2850	50	-2,346	-2,292	-2,319
2901	50	-2,379	-2,328	-2,354
2949	50	-2,631	-2,607	-2,619
2963	50	-2,642	-2,617	-2,630
2951	50	-2,664	-2,610	-2,637
2899	50	-2,773	-2,629	-2,701
2454	50	-2,555	-2,466	-2,511

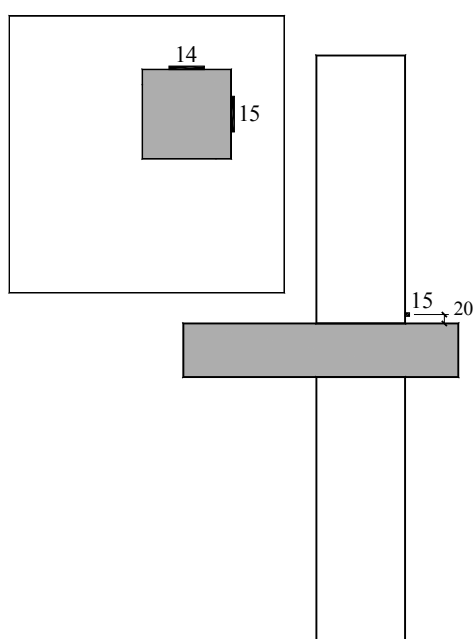
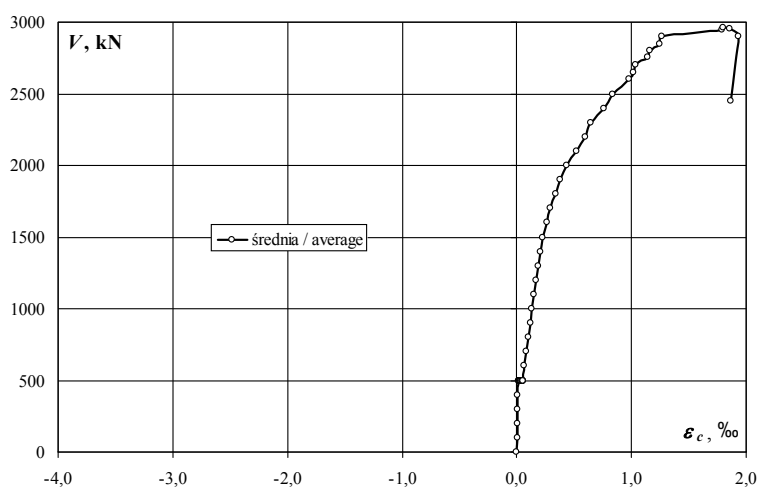
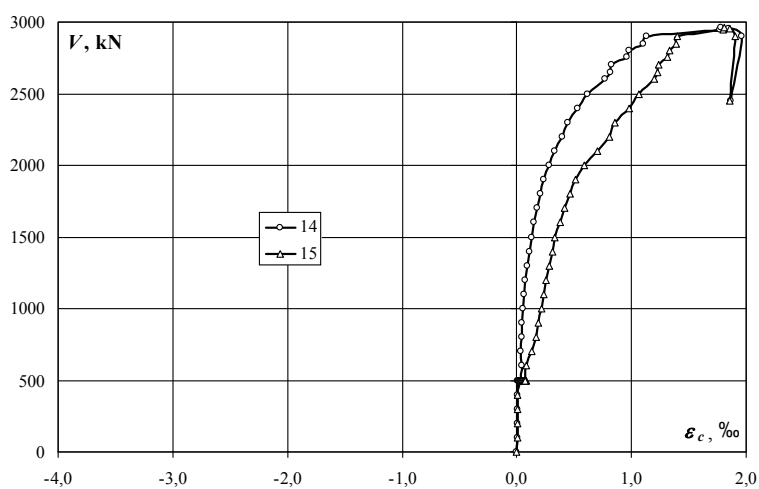
MN-1.0

Śłup górny (tensometry poziome) – odkształcenia (ϵ_c) / Upper column (horizontal gauges) – strains (ϵ_c)

obciążenie słupa/ column load	obciążenie płyty/ slab load	odkształcenie/ strain		
		13	16	średnia/ average
kN	kN	‰	‰	‰
0	0	0,000	0,000	0,000
100	0	0,002	0,000	0,001
200	0	0,001	-0,002	-0,001
300	0	0,000	-0,003	-0,002
400	0	0,000	-0,002	-0,001
500	0	0,000	-0,003	-0,002
500	5	0,000	-0,003	-0,002
500	10	-0,001	-0,002	-0,002
500	15	0,000	0,000	0,000
500	20	0,000	0,001	0,001
500	25	-0,003	0,004	0,001
500	30	-0,009	0,003	-0,003
500	35	-0,011	0,002	-0,005
500	40	-0,014	-0,001	-0,008
500	45	-0,015	-0,005	-0,010
500	50	-0,018	-0,012	-0,015
500	55	-0,019	-0,018	-0,019
500	60	-0,017	-0,025	-0,021
500	50	-0,012	-0,026	-0,019
500	60	-0,016	-0,029	-0,023
500	50	-0,011	-0,027	-0,019
600	50	-0,001	-0,020	-0,011
700	50	0,002	-0,019	-0,009
800	50	0,007	-0,014	-0,004
900	50	0,014	-0,008	0,003
1000	50	0,020	-0,003	0,009
1100	50	0,029	0,006	0,018
1200	50	0,037	0,015	0,026
1300	50	0,046	0,024	0,035
1400	50	0,051	0,031	0,041
1500	50	0,062	0,041	0,052
1600	50	0,072	0,052	0,062
1700	50	0,086	0,066	0,076
1800	50	0,105	0,081	0,093
1900	50	0,125	0,098	0,112
2000	50	0,149	0,118	0,134
2100	50	0,177	0,139	0,158
2200	50	0,207	0,165	0,186
2300	50	0,230	0,187	0,209
2400	50	0,278	0,228	0,253
2500	50	0,319	0,261	0,290
2600	50	0,399	0,322	0,361
2652	50	0,419	0,337	0,378
2702	50	0,427	0,345	0,386
2754	50	0,501	0,395	0,448
2800	50	0,516	0,407	0,462
2850	50	0,579	0,446	0,513
2901	50	0,594	0,456	0,525
2949	50	0,698	0,558	0,628
2963	50	0,701	0,562	0,632
2951	50	0,702	0,575	0,639
2899	50	0,691	0,569	0,630
2454	50	0,610	0,499	0,555



Słup górny (tensometry poziome) – odkształcenia (ε_c) / Upper column (horizontal gauges) – strains (ε_c)

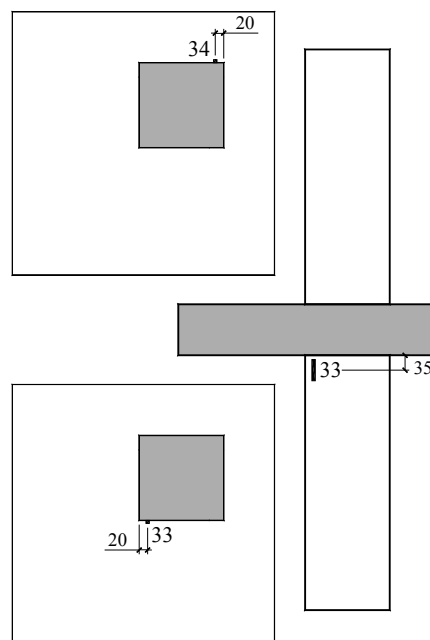
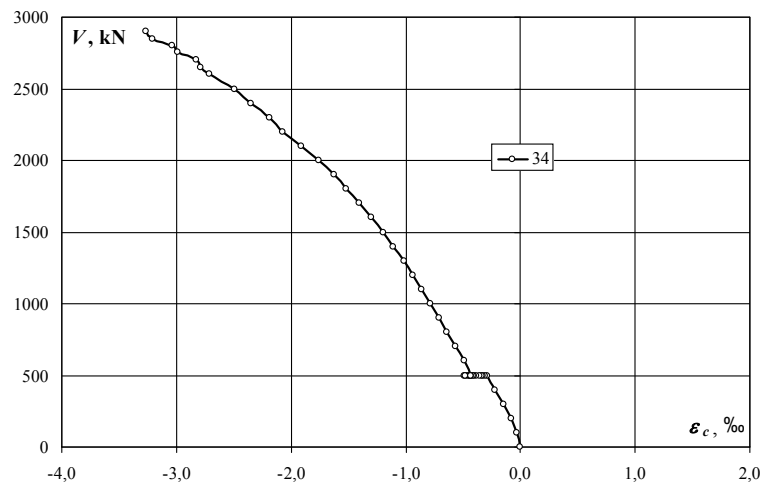
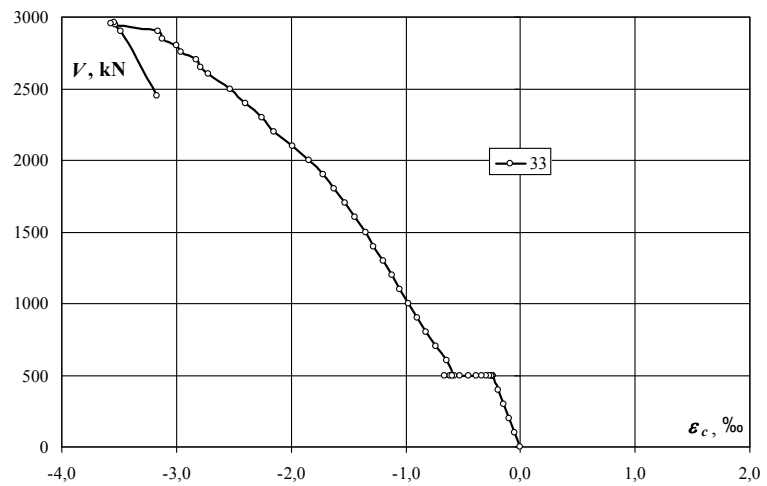


obciążenie słupa/ column load	obciążenie płyty/ slab load	odkształcenie/ strain		
		14	15	średnia/ average
kN	kN	‰	‰	‰
0	0	0,000	0,000	0,000
100	0	0,006	0,004	0,005
200	0	0,005	0,004	0,005
300	0	0,004	0,004	0,004
400	0	0,004	0,008	0,006
500	0	0,010	0,022	0,016
500	5	0,013	0,027	0,020
500	10	0,014	0,029	0,022
500	15	0,017	0,033	0,025
500	20	0,016	0,038	0,027
500	25	0,015	0,044	0,030
500	30	0,016	0,049	0,033
500	35	0,015	0,057	0,036
500	40	0,016	0,062	0,039
500	45	0,023	0,067	0,045
500	50	0,035	0,072	0,054
500	55	0,034	0,074	0,054
500	60	0,039	0,078	0,059
500	50	0,031	0,071	0,051
500	60	0,042	0,075	0,059
500	50	0,037	0,070	0,054
600	50	0,041	0,082	0,062
700	50	0,037	0,128	0,083
800	50	0,040	0,165	0,103
900	50	0,047	0,192	0,120
1000	50	0,053	0,215	0,134
1100	50	0,066	0,239	0,153
1200	50	0,075	0,259	0,167
1300	50	0,095	0,279	0,187
1400	50	0,113	0,309	0,211
1500	50	0,128	0,332	0,230
1600	50	0,148	0,377	0,263
1700	50	0,176	0,416	0,296
1800	50	0,208	0,465	0,337
1900	50	0,239	0,515	0,377
2000	50	0,283	0,590	0,437
2100	50	0,335	0,701	0,518
2200	50	0,400	0,804	0,602
2300	50	0,442	0,858	0,650
2400	50	0,532	0,981	0,757
2500	50	0,614	1,065	0,840
2600	50	0,766	1,200	0,983
2652	50	0,814	1,229	1,022
2702	50	0,827	1,238	1,033
2754	50	0,961	1,314	1,138
2800	50	0,984	1,328	1,156
2850	50	1,108	1,385	1,247
2901	50	1,132	1,398	1,265
2949	50	1,773	1,799	1,786
2963	50	1,784	1,808	1,796
2951	50	1,851	1,856	1,854
2899	50	1,960	1,900	1,930
2454	50	1,871	1,855	1,863

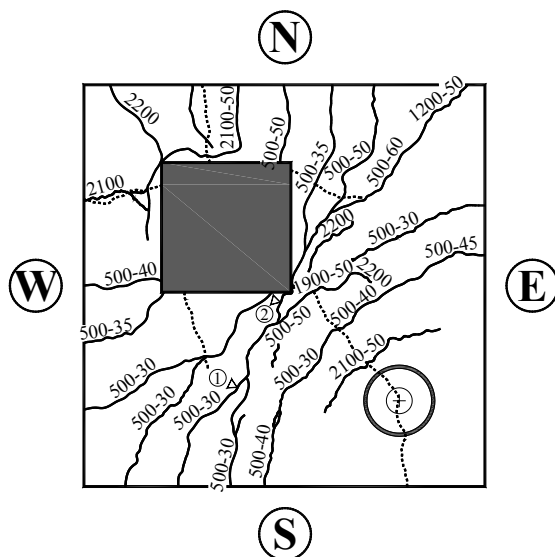
MN-1.0

Śłup dolny i górny (tensometry pionowe) – odkształcenia (ϵ_c) / Bottom and upper column (vertical gauges) – strains (ϵ_c)

obciążenie stupa/ column load	obciążenie plyty/ slab load	odkształcenie/ strain	
		33	34
kN	kN	‰	‰
0	0	0,000	0,000
100	0	-0,050	-0,030
200	0	-0,095	-0,081
300	0	-0,146	-0,148
400	0	-0,196	-0,221
500	0	-0,240	-0,291
500	5	-0,242	-0,307
500	10	-0,247	-0,324
500	15	-0,239	-0,338
500	20	-0,243	-0,357
500	25	-0,251	-0,380
500	30	-0,270	-0,405
500	35	-0,295	-0,415
500	40	-0,337	-0,431
500	45	-0,388	-0,441
500	50	-0,449	-0,454
500	55	-0,530	-0,469
500	60	-0,614	-0,492
500	50	-0,571	-0,435
500	60	-0,666	-0,481
500	50	-0,591	-0,433
600	50	-0,644	-0,493
700	50	-0,735	-0,568
800	50	-0,825	-0,641
900	50	-0,900	-0,708
1000	50	-0,975	-0,782
1100	50	-1,049	-0,860
1200	50	-1,120	-0,935
1300	50	-1,197	-1,017
1400	50	-1,280	-1,112
1500	50	-1,351	-1,194
1600	50	-1,439	-1,303
1700	50	-1,529	-1,408
1800	50	-1,625	-1,519
1900	50	-1,724	-1,629
2000	50	-1,840	-1,758
2100	50	-1,985	-1,910
2200	50	-2,151	-2,077
2300	50	-2,255	-2,185
2400	50	-2,401	-2,345
2500	50	-2,531	-2,489
2600	50	-2,722	-2,712
2652	50	-2,791	-2,790
2702	50	-2,823	-2,822
2754	50	-2,961	-2,993
2800	50	-2,999	-3,032
2850	50	-3,121	-3,212
2901	50	-3,158	-3,261
2949	50	-3,533	
2963	50	-3,545	
2951	50	-3,573	
2899	50	-3,481	
2454	50	-3,174	



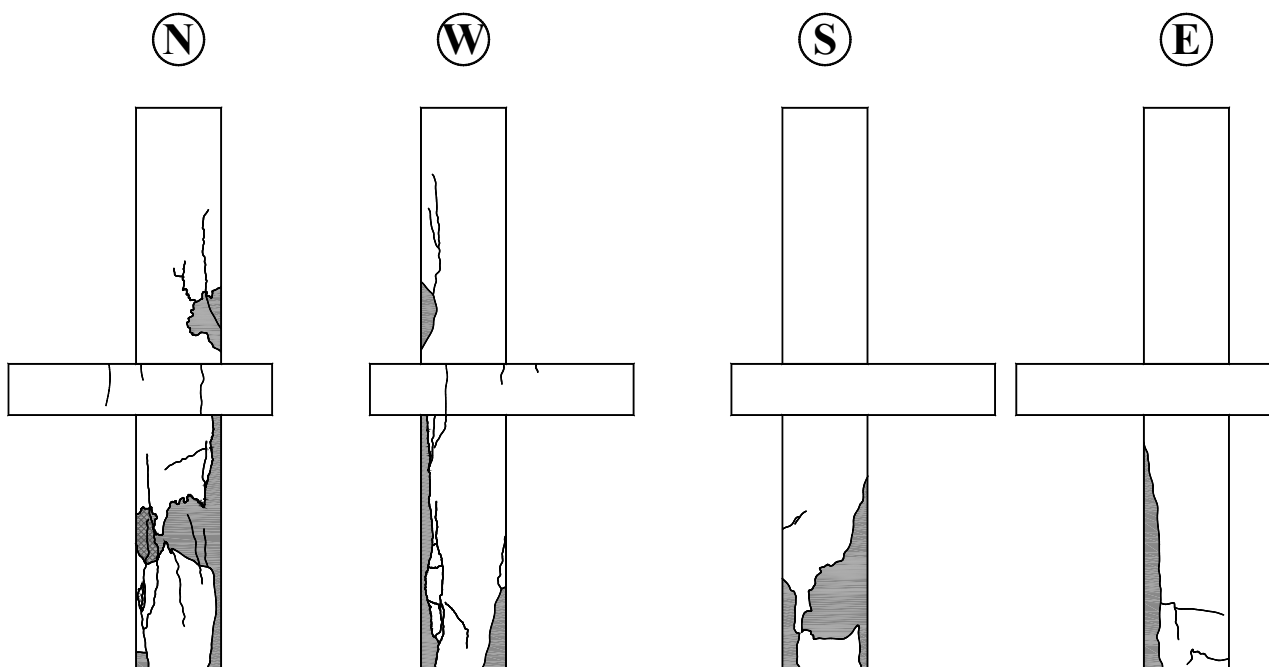
Zarysowanie płyty modelu / Crack pattern of slab



obciążenie słupa/ column load kN	obciążenie płyty/ slab load kN	szerokość rozwarcia rys/ width of cracks		
		1 mm	2 mm	3 mm
500	40	0,15	0,30	—
500	45	0,20	0,35	—
500	60	0,30	0,40	—

— - rysy na powierzchni górnej / cracks on the top slab surface
 - rysy na powierzchni dolnej / cracks on the bottom slab surface

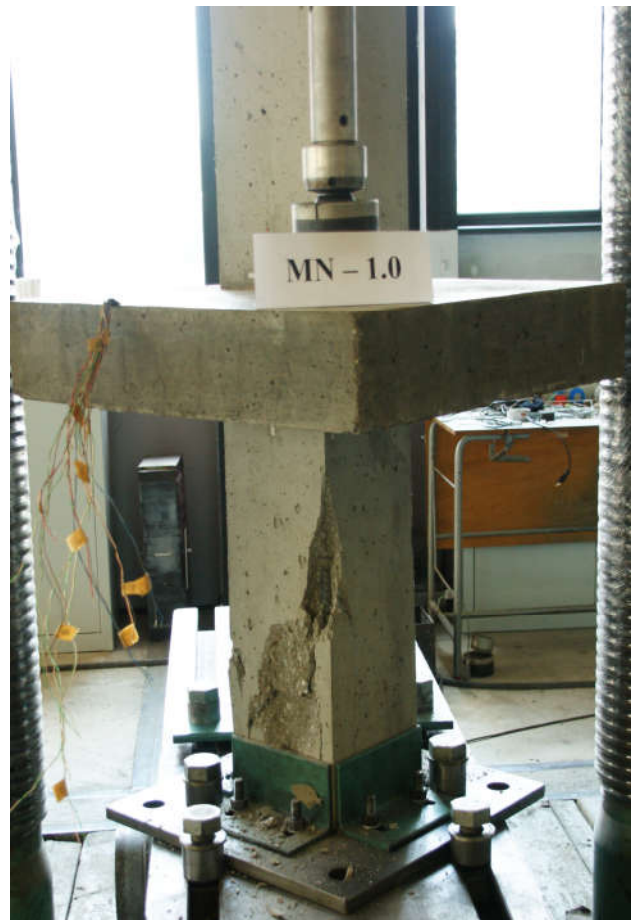
Rysy na powierzchniach bocznych / Cracks on the surfaces of the specimen



■ - odspojenie otuliny / spalling of concrete cover

MN-1.0

Fotografie modelu / Photos of test specimen



1. Czkwianianc A., Kamińska M., *Badania monolitycznych węzłów żelbetowych ram portalowych [Tests of RC Portal Frames Corners]*, Ułańska D., *Badania jednoprzęsłowych tarcz ze wspornikami [Research on Single Span Deep Beams with Brackets]*. Badania doświadczalne elementów i konstrukcji żelbetowych, Z. 1, Wydawnictwo Katedry Budownictwa Betonowego Politechniki Łódzkiej, Łódź 1991.
2. Czkwianianc A., Kamińska M., *Badania monolitycznych ram portalowych obciążonych siłami pionowymi lub poziomymi [Tests of RC Portal Frames Subjected to Vertical or Lateral Force]*. Badania doświadczalne elementów i konstrukcji żelbetowych, Z. 2, Wydawnictwo Katedry Budownictwa Betonowego Wydziału Budownictwa i Architektury Politechniki Łódzkiej, Łódź 1993.
3. Urban T., *Nośność na przebicie w aspekcie proporcji boków słupa [Punching Capacity in Aspect of Column Cross Section Ratio]*. Badania doświadczalne elementów i konstrukcji żelbetowych, Z. 3, Wydawnictwo Katedry Budownictwa Betonowego Wydziału Budownictwa, Architektury i Inżynierii Środowiska Politechniki Łódzkiej, Łódź 1994.
4. Ułańska D., *Przenoszenie sił ścinających przez zbrojenie osiowo rozciągane w zarysowanych przekrojach elementów żelbetowych [Transfer of Shear Forces Through the Axially Tension Reinforcement in Cracked Reinforced Concrete Sections Experimental Investigations]*. Badania doświadczalne elementów i konstrukcji żelbetowych, Z. 4, Wydawnictwo Katedry Budownictwa Betonowego Wydziału Budownictwa i Architektury Politechniki Łódzkiej, Łódź 1995.
5. Kozicki J., Urban T., Sitnicki M., *Badania modelu stropu płytowo-słupowego poddanego działaniu obciążeń krótko i długotrwałych [Tests on Model of Slab - Column Structure Subject to Short- and Longlasting Loads]*. Badania doświadczalne elementów i konstrukcji żelbetowych, Z. 5, Wydawnictwo Katedry Budownictwa Betonowego Wydziału Budownictwa i Architektury Politechniki Łódzkiej, Łódź 1995.
6. Czkwianianc A., *Badania doświadczalne płaskich i przestrzennych węzłów monolitycznych ustrojów prętowych [Experimental Investigations of Beam - Column Joints]*, Urban T., Kosińska A., Czkwianianc A., *Badania doświadczalne węzłów płytowo ściennych [Experimental Investigations of Slab - Wall Joints]*, Badania doświadczalne elementów i konstrukcji żelbetowych, Z. 6, Wydawnictwo Katedry Budownictwa Betonowego Wydziału Budownictwa i Architektury Politechniki Łódzkiej, Łódź 1995.
7. Kamińska M.E., *Doświadczalne badania żelbetowych słupów ukośnie mimośrodowo ściskanych [Experimental Investigations of RC Columns under Biaxial Bending]*, Badania doświadczalne elementów i konstrukcji żelbetowych, Z. 7, Wydawnictwo Katedry Budownictwa Betonowego Wydziału Budownictwa i Architektury Politechniki Łódzkiej, Łódź 1995
8. Kamińska M.E., *Doświadczalne badania żelbetowych elementów prętowych z betonu wysokiej wytrzymałości [Experimental research on HSC one-dimensional members]*, Badania doświadczalne elementów i konstrukcji żelbetowych, Z. 8, Wydawnictwo Katedry Budownictwa Betonowego Wydziału Budownictwa i Architektury Politechniki Łódzkiej, Łódź 1999
9. Kamińska M.E., Kotynia R., *Doświadczalne badania żelbetowych belek wzmocnionych taśmami CFRP [Experimental research on RC beams strengthened with CFRP strips]*, Badania doświadczalne elementów i konstrukcji żelbetowych, Z. 9, Wydawnictwo Katedry Budownictwa Betonowego Wydziału Budownictwa i Architektury Politechniki Łódzkiej, Łódź 2000
10. Kosińska A., Nowakowski A.B., *Doświadczalne badania żelbetowych elementów poddanych skręcaniu [Experimental research on RC elements under torsion]*, Badania doświadczalne elementów i konstrukcji żelbetowych, Z. 10, Wydawnictwo Katedry Budownictwa Betonowego Wydziału Budownictwa i Architektury Politechniki Łódzkiej, Łódź 2001
11. Bodzak P., Czkwianianc A., *Doświadczalne badania monolitycznych ram żelbetowych – strefa skrajnego węzła [Experimental research on RC frames – edge joint zone]*, Badania doświadczalne elementów i konstrukcji żelbetowych, Z. 11, Wydawnictwo Katedry Budownictwa Betonowego Wydziału Budownictwa i Architektury Politechniki Łódzkiej, Łódź 2000
12. Czkwianianc A., Pawlica J., Ułańska D., Skurcz i pęczanie betonów samozagęszczalnych [*Shrinkage and creep of self compacting concrete SCC*], Badania doświadczalne elementów i konstrukcji żelbetowych, Z. 12, Wydawnictwo Katedry Budownictwa Betonowego Wydziału Budownictwa i Architektury Politechniki Łódzkiej, Łódź 2004
13. Kotynia R., Kamińska M.E., *Odształcalność i sposób zniszczenia żelbetowych belek wzmocnionych na zginanie materiałami kompozytowymi CFRP [Ductility and failure mode of RC beam strengthened for flexure with CFRP]*, Badania doświadczalne elementów i konstrukcji żelbetowych, Z. 13, Wydawnictwo Katedry Budownictwa Betonowego Wydziału Budownictwa i Architektury Politechniki Łódzkiej, Łódź 2000

14. Kotynia R., Kamińska M.E., Sowa Ł., Waśniewski T., *Badania doświadczalne żelbetowych belek wzmocnionych na ścinanie materiałami kompozytowymi CFRP [Experimental research on RC beams strengthened for shear with CFRP]*, Badania doświadczalne elementów i konstrukcji żelbetowych, Z. 14, Wydawnictwo Katedry Budownictwa Betonowego Wydziału Budownictwa i Architektury Politechniki Łódzkiej, Łódź 2000
15. Kotynia R., Kamińska M.E., Ignatowski P., *Badania doświadczalne elementów ściskanych wzmocnionych materiałami kompozytowymi CFRP [Experimental research on CFRP confined RC members]*, Badania doświadczalne elementów i konstrukcji żelbetowych, Z. 15, Wydawnictwo Katedry Budownictwa Betonowego Wydziału Budownictwa i Architektury Politechniki Łódzkiej, Łódź 2000
16. Kotynia R., *Przyczepność zbrojenia kompozytowego do betonu w żelbetowych elementach wzmocnionych za pomocą materiałów kompozytowych CFRP [Bond between composite materials and concrete in reinforced concrete members strengthened with CFRP composites]* Badania doświadczalne elementów i konstrukcji żelbetowych, Z. 16, Wydawnictwo Katedry Budownictwa Betonowego Wydziału Budownictwa i Architektury Politechniki Łódzkiej, Łódź 2008
17. Czkwianianc A., Bodzak P., Pawlica J., Habiera E., *Badania sprężonych elementów betonowych zespolonych z profilem stalowym [Tests of the elements made from prestressed concrete connected with the steel profiles]* Badania doświadczalne elementów i konstrukcji żelbetowych, Z. 17, Wydawnictwo Katedry Budownictwa Betonowego Wydziału Budownictwa i Architektury Politechniki Łódzkiej, Łódź 2010
18. Urban T., Sitnicki M., Tarka J., *Badania połączeń płyta – słup wzmocnianych zewnętrznie na przebiecie [Investigation of slab - column connection externally strengthened on punching]*. Badania doświadczalne elementów i konstrukcji żelbetowych, Z. 18, Wydawnictwo Katedry Budownictwa Betonowego Wydziału Budownictwa i Architektury Politechniki Łódzkiej, Łódź 2012
19. Urban T., Krakowski J., Gołdyn M., Krawczyk Ł., *Przebiecie żelbetowych płyt krępych [Punching of RC thick plates]*. Badania doświadczalne elementów i konstrukcji żelbetowych, Z. 19, Wydawnictwo Katedry Budownictwa Betonowego Wydziału Budownictwa i Architektury Politechniki Łódzkiej, Łódź 2013

ISSN 1230-6010