

BADANIA DOŚWIADCZALNE ELEMENTÓW I KONSTRUKCJI BETONOWYCH

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

ZESZYT 4

Przenoszenie sił ścinających przez zbrojenie osiowo rozciągane w zarysowanych przekrojach elementów żelbetowych Badania doświadczalne

Danuta Ulańska

BIBLIOTEKA GŁÓWNA PŁ
BIBLIOTEKA BUDOWNICTWA I ARCHITEKTURY

P. *M-23*

Łódź 1995

Wydawnictwo Katedry Budownictwa Betonowego
Wydziału Budownictwa, Architektury i Inżynierii Środowiska Politechniki Łódzkiej

BADANIA DOŚWIADCZALNE ELEMENTÓW I KONSTRUKCJI BETONOWYCH

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

ZESZYT 4

BIBLIOTEKA GŁÓWNA PŁ
BIBLIOTEKA BUDOWNICTWA I ARCHITEKTURY

P. *M-23*

Przenoszenie sił ścinających przez zbrojenie osiowo rozciągane w zarysowanych przekrojach elementów żelbetowych Badania doświadczalne

Danuta Ulańska

Badania sponsorowane przez Komitet Badań Naukowych
Zespół KBN: S1 w ramach umowy nr PB00093/S1/93/04
Projekt badawczy numer 7 S103 01404

Łódź 1995

Wydawnictwo Katedry Budownictwa Betonowego
Wydziału Budownictwa, Architektury i Inżynierii Środowiska Politechniki Łódzkiej

Kierownik Katedry Budownictwa Betonowego Politechniki Łódzkiej
prof. dr inż. Andrzej Ajdukiewicz

Redaktor naukowy publikacji
dr hab. inż. Artem Czkwianianc

Recenzent
prof. zw. dr hab. inż. Tadeusz Godycki-Ćwirko

Skład tekstu i opracowanie graficzne

Jacek Filipczak
Adam W. Wojda

ISSN 1230-6010

SPIS TREŚCI

1.	WPROWADZENIE.....	5
2.	PROGRAM BADAŃ.....	5
	2.1. Kształt elementu badawczego.....	6
	2.2. Charakterystyka elementów i program badań.....	6
3.	OPIS BADAŃ.....	7
	3.1. Materiały	7
	3.1.1. Stal zbrojeniowa.....	7
	3.1.2. Beton	7
	3.2. Elementy.....	10
	3.2.1. Kształt i zbrojenie	10
	3.2.2. Wykonanie i składowanie.....	10
	3.3. Stanowisko badawcze i realizacja obciążeń	12
	3.4. Pomiarы	13
	3.5. Rejestracja uszkodzeń	14
4.	WYNIKI BADAŃ	15
5.	MECHANIZM EFEKTU KLOCKUJĄCEGO	15
6.	ZALEŻNOŚĆ V_d -s.....	23
7.	KRZYWE GRANICZNE V_d -s	32

ZAŁĄCZNIK
Wyniki pomiarów

OZNACZENIA

V_d	- siła klockująca, siła poprzeczna przenoszona przez zbrojenie w rysie elementu żelbetowego
V_{du}	- siła klockująca graniczna w przypadku gdy zbrojenie nie jest rozciągane ($N=0$)
$V_{du\alpha}$	- siła klockująca graniczna w przypadku gdy zbrojenie jest rozciągane siłą $N=\alpha N_u$
N	- siła rozciągająca, osiowa w zbrojeniu
N_y	- siła rozciągająca w zbrojeniu, w którym naprężenia są równe granicy plastyczności stali
N_u	- siła graniczna przyczepności, ogólnie - graniczna siła rozciągająca przyłożona do zabetonowanego pręta
$\alpha=N/N_u$	
$\alpha_y=N/N_y$	
a	- odległość środka ciężkości zbrojenia od krawędzi elementu
s	- względne przemieszczenie brzegów rysy w poziomie osi zbrojenia
w	- szerokość rysy w poziomie osi zbrojenia
l_k	- długość kotwienia zbrojenia w betonie liczona od czoła rysy
d	- średnica pręta zbrojeniowego
A_s	- powierzchnia przekroju zbrojenia
f_y	- granica plastyczności stali
f_t	- wytrzymałość na rozciąganie stali
E_s	- współczynnik sprężystości stali
E_c	- współczynnik sprężystości betonu
f_c	- wytrzymałość słupowa betonu na ściskanie badana na walcach $\varnothing 150\times 300$
$f_{cc} = f_{c,cube}$	- wytrzymałość kostkowa betonu na ściskanie badana na kostkach o boku 150mm
$f_{ct}=f_{ct,sp}$	- wytrzymałość betonu na rozciąganie badana metodą rozłupywania (oznaczenie sp opuszczano z uwagi na uproszczenie zapisu)
K_i	- początkowa sztywność ścinania siły klockującej równa nachyleniu stycznej do wykresu $V_d - s$ w punkcie $s=0$

Streszczenie

Przenoszenie sił ścinających w zarysowanych przekrojach elementów żelbetowych, przy odpowiednio szerokiej rysie, związane jest z efektem klockującym zbrojenia. Głównym celem badań było ustalenie zależności siły klockującej od wartości siły rozciągającej w zbrojeniu przy różnym sposobie i długości kotwienia prętów w betonie. Skupiono się na określeniu granicznej siły klockującej, to jest na przypadku, w którym pręt zbrojeniowy jest wciskany w grubą otulinę ($a/d \geq 4$) lub betonowy blok.

Zbadano 10 serii elementów betonowych ze sztuczną rysą, zbrojonych jednym prętem. Serie podstawowe III.1 do III.4 miały zbrojenie o różnej długości kotwienia w bloku za rysą (kotwienie mechaniczne, $l_k = 20d, 12d, 6d$). Serie porównawcze różniły się wytrzymałością betonu, średnicą zbrojenia i rodzajem stali. W każdej serii badano elementy, w których zbrojenie rozciągano siłą $N = \alpha N_n$ (przy czym α zmieniało się od $\alpha = 0.5$ do $\alpha = 0.9$).

Po wprowadzeniu odpowiedniej siły do zbrojenia, obciążano pręt w płaszczyźnie rysy siłą poprzeczną V_d zwiększaną aż do zniszczenia. W trakcie badania mierzono względne przemieszczenie brzegów rysy i przyrost szerokości rozwarcia rysy. Wyniki badań zestawiono w Załączniku. W publikacji będącej raportem z badań opisano mechanizm działania efektu klockującego, wpływ sił przyczepności i siły poprzecznej na degradację betonu wokół pręta, podano funkcję zależności $V_d - s$ oraz krzywe graniczne $V_{du\alpha} - N$.

Transfer of Shear Forces Through the Axially Tension Reinforcement in Cracked Reinforced Concrete Sections Experimental Investigations

Summary

Transfer of shear forces in the cracked sections of reinforced concrete elements, with suitable crack width, is based on the dowel action of the reinforcement. The main purpose of the investigation was to establish the relation between dowel force and the reinforcement, using various ways and various anchorage length of the bars in the concrete embement. The study was mainly devoted to predict the ultimate dowel force, that means the case when the dowel acts against the thick concrete cover ($a/d \geq 40$) or against concrete core.

10 series of concrete specimens with a single bar and an artificial crack were tested. The basic series III.1 to III.4 contained the reinforcement with various anchorage length in the block behind the crack (mechanical anchorage, $l_k = 20d, 12d, 6d$). The comparative series differed the concrete strength, bar diameter and the kind of steel. There were tested in each series specimens in which the reinforcement was subjected to tension force $N = \alpha N_n$ (where α changed from $\alpha = 0$ to $\alpha = 0.9$).

After applying suitable force into the reinforcements, the bar was loaded in the crack plain by the transverse force V_d increasing up to the crushing. During the test the normalized displacement of the crack edges and the increase of crack width were measured. The test results are given in the Appendix. The mechanism of the dowel action as well as the influence of bond dowel forces and transversal force on the concrete deterioration around the bar, were described in the research. There were also given the relationship of the dependence $V_d - s$ and the limit curves $V_{du\alpha} - N$.

1. WPROWADZENIE

Przenoszenie sił ścinających w zarysowanych przekrojach elementów żelbetowych oparte jest na mechanizmie ścinania-tarcia i efekcie klockującym zbrojenia. Rysa przebiega przez zaprawę lub styk zaprawy z kruszywem.

Powierzchnie rysy są chropowate, a względne przemieszczenie krawędzi rysy powoduje zazębianie się nierówności i rozchylanie bloków po obydwu stronach rysy.

Jeżeli rysa jest odpowiednio szeroka w stosunku do średnicy ziarn kruszywa ($\sim 0.5D$) lub gdy powierzchnie rysy są gładkie (styk elementów), tarcie ustaje, a całą siłę poprzeczną w rysie przenosi zbrojenie.

Działanie klockujące pręta jest więc istotne po powstaniu rysy o znaczniejszej szerokości, która może być wywołana siłami przekrojowymi (momentem, siłą ścinającą) lub ograniczeniem deformacji spowodowanej temperaturą lub skurczem betonu.

Wszystkie te działania powodują powstanie w zbrojeniu sił rozciągających, dlatego też wartość siły poprzecznej przenoszonej przez zbrojenie należy uzależnić od siły rozciągającej oraz siły przyczepności.

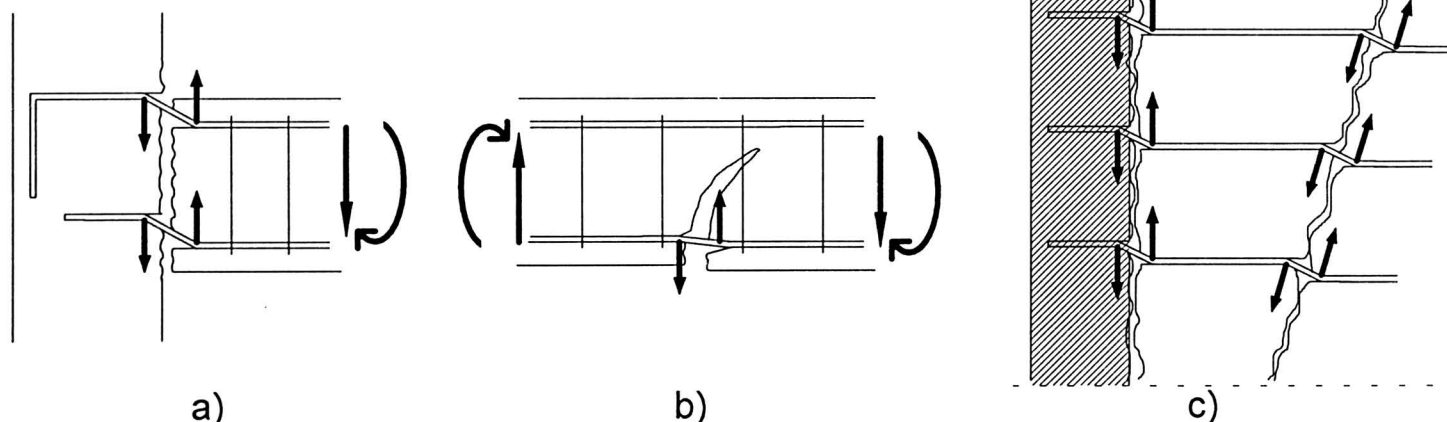
Działanie siły rozciągającej w zbrojeniu powoduje zmniejszenie siły klockującej nie tylko z powodu wyężenia stali. Każdemu przyrostowi siły rozciągającej towarzyszą bowiem naprężenia przyczepności, które powodują powstanie mikrorys w betonie wokół pręta.

oszacować w jakim zakresie grubość otuliny oraz rozstaw i średnica strzemion wpływają na wartość siły klockującej.

W zarysowanej strefie przypodporowej (rys. 1) pręty zakotwione w słupie, o skończonej długości kotwienia, są wciskane w beton przez siły poprzeczne i rozciągane siłami wywołanymi momentem zginającym. Analogiczna sytuacja zaistnieje w innych zarysowanych przekrojach.

Interpretacja efektu klockującego zbrojenia wymaga odwołania się do modeli interakcji pręt-podłoże (beton). Parametry takich modeli wymagają z kolei uwzględnienia właściwości sprężystych i plastycznych pręta oraz degradacji właściwości betonu w miarę wzrostu sił przyczepności.

Cytowane w literaturze [1] do [17] wyniki badań dotyczące przedstawionego problemu są bardzo rozbieżne i dotyczą zwykle "słabego mechanizmu", a więc prowadzone są przy zastosowaniu różnych grubości otuliny, różnej liczby prętów usytuowanych w belce, zbrojenia strzemionami lub ich braku. Brak jest natomiast podstawowych badań dotyczących granicznej wartości siły klockującej przy grubej otulinie (wciskanie pręta w rdzeń betonowy) w aspekcie wpływu na wielkość siły bardzo istotnych czynników, jakimi są **długość kotwienia prętów na podporze i wartość siły rozciągającej w zbrojeniu**. Dlatego też podjęto takie badania, a poniżej przedstawiono sposób ich realizacji oraz uzyskane wyniki.



Rys. 1. Siła klockująca w rysie przy połączeniu słupa z belką (a), w zarysowanej belce (b) i tarczy (c)

Zarysowanie prowadzi do zmiany właściwości betonu w otoczeniu pręta i w konsekwencji do obniżenia sztywności układu zbrojenie-beton.

Analizując efekt klockujący zbrojenia należy zawsze rozważyć dwa przypadki współpracy pręta z betonem. Pierwszy, w którym pręt zbrojenia jest wciskany w betonowy blok (określony przez *Soroushiana* [13] [14] jako "mocny mechanizm") i drugi, w którym pręt oddziałuje na cienką otulinę współpracującą (lub nie) ze strzemionami ("słaby mechanizm") - rys. 1.

Rozwiązanie problemu efektu klockującego w pierwszym przypadku pozwala określić graniczną wartość siły klockującej. Rozwiązanie "słabego mechanizmu" pozwala

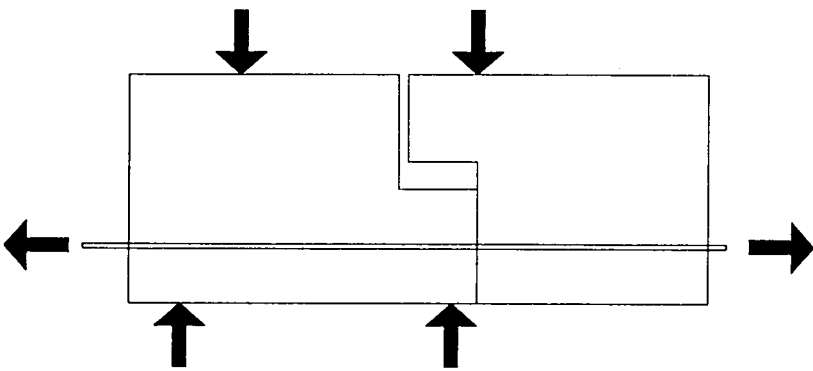
2. PROGRAM BADAŃ

Podstawowym celem badań było ustalenie zależności siły klockującej V_d od wartości siły rozciągającej w zbrojeniu. Pręty zbrojenia mogą być poza płaszczyznę rysy w pełni zakotwione w betonie lub mogą mieć skończoną długość kotwienia, wobec czego graniczna wartość siły rozciągającej może być równa nośności pręta lub sile przyczepności. Ma to zasadniczy wpływ na degradację betonu wokół pręta, a więc i na wartość siły klockującej. W rozwiązaniu zagadnienia powinna być sformułowana i opisana matematyczna zależność między siłą osiową, siłą

poprzeczną i stopniem degradacji betonu w postaci ubytku sztywności lub nośności podłoża betonowego.
Dla tak postawionego problemu ustalono program badań.

2.1. Kształt elementu badawczego

Do badania efektu klockującego stosowano elementy o różnych kształtach (literatura [1] do [14]). Analizując wady i zalety poszczególnych próbek stwierdzono, że element badawczy powinien łączyć w sobie zalety próbki push-off i klocka przeciętego rysą z jednym prętem zbrojenia rozciąganego. Kształt elementu i schemat działania sił pokazano na rys. 2 zaś wymiary i zbrojenie na rys. 5.



Rys. 2. Kształt próbki zastosowany w badaniach i schemat działania sił

Odległość środka zbrojenia od krawędzi próbki przyjęto jednakową z każdej strony i równą $a=50\text{mm}$. Z opracowań teoretycznych wynika, że naprężenia pod prętem mają pomijalne wartości w odległości $a/d>4$. W badaniach *Millarda i Johnsona* [7][8] za wystarczającą przyjęto wartość a/d równą 3. W zastosowanej próbce dla prętów o średnicy $d=12\text{mm}$ $a/d=4.2$ dla $d=8\text{mm}$ - 6.25. W dodatku otulina przy rysie jest podparta podkładką podpory. Badania próbne potwierdziły wystarczającą grubość otuliny betonowej pręta.

2.2. Charakterystyka elementów i program obciążeń

Przyjęto, że głównym parametrem, jaki należy wyeksponować w badaniach, jest wpływ siły rozciągającej w zbrojeniu na wartość siły klockującej. Zbrojenie przecinające rysę może być w pełni zakotwione w betonie poza rysą lub długość pręta może być skończona, często bardzo krótka. Dlatego też przyjęto różne długości kotwienia pręta (kotwienie pełne, mechaniczne, $l_k=20d$, $12d$ i $6d$) w bloku poza rysą dla tej samej średnicy pręta $d=12\text{mm}$ i tej samej wytrzymałości betonu. Elementy badawcze do zrealizowania tego programu zgrupowano w seriach III.1, III.2, III.3 i III.4.

Wpływ wytrzymałości betonu na zależność V_d - N sprawdzono na elementach serii IV.1 i IV.2. W porównawczych seriach I.1 i I.2 zastosowano zbrojenie o średnicy $d=8\text{mm}$, zaś w seriach II.1 i II.2 użyto stali gładkiej. Charakterystykę badanych elementów podano w tablicy 1.

Program obciążeń elementów próbnych zamieszczono w tablicy 2. Przyjęto, że w każdej serii zbrojenie próbki nr 1 (1L, 1M, 1K, 1S) obciążone będzie siłą osiową rozciągającą N wzrastającą aż do zniszczenia (N_u), zbrojenie próbki nr 2 (2L, 2M, 2K, 2S) poddane zostanie działaniu tylko siły ścinającej V_d zwiększanej aż do zniszczenia (V_{du}). W pozostałych próbkach nr 3 do nr 7 pręt obciążony będzie siłą rozciągającą o wartościach odpowiednio $0.5N_u$ do $0.9N_u$, a następnie realizowane będzie obciążenie siłą tnącą aż do wyczerpania nośności. Każde badanie będzie wykonane na dwóch takich samych próbkach w celu uniknięcia błędów losowych.

Założono, że jeżeli w trakcie badań okaże się, że niektóre przypadki obciążeń nie dają istotnych różnic w wynikach i nie wnoszą nowych informacji, można będzie zrezygnować z badania części elementów.

Poniżej pokazano schemat oznaczenia elementów

parametry zmienne				przykład:		III.2 / 5K	
beton		}	numer serii				
stal							
siła rozciągająca w zbrojeniu				$N = \alpha N_u$			
$N = N_u$	0	$0.5 N_u$	$0.6 N_u$	$0.7 N_u$	$0.8 N_u$	$0.9 N_u$	}
1	2	3	4	5	6	7	
długość kotwienia prętów							
mechaniczne,		$l_k = 20d,$	$12d,$	$6d$	}		
L	M	K	S				

TABLICA 1. Charakterystyka elementów

Seria elementów	Klasa betonu	Stal			Numery elementów	Liczba elementów
		rodzaj średnica	Kotwienie zbrojenia			
			długość	oznaczenie		
I.1	B40	34GS	mechaniczne	L	1L do 7L	każdy element wykonano w dwóch egzemplarzach oznaczonych "a" i "b"
I.2		1#8	$l_k=12d$	K	1K do 7K	
II.1	B30	St3SX	mechaniczne	L	1L do 7L	
II.2		1Ø12	$l_k=12d$	K	1K do 7K	
III.1	B40	34GS 1#12	mechaniczne	L	1L do 7L	
III.2			$l_k=20d$	M	1M do 7M	
III.3			$l_k=12d$	K	1K do 7K	
III.4			$l_k=6d$	S	1S do 7S	
IV.1	B30	34GS	mechaniczne	L	1L do 7L	
IV.2		1#12	$l_k=12d$	K	1K do 7K	

TABLICA 2. Program obciążania elementów

Siła rozciągająca w zbrojeniu $N=\alpha \cdot N_u$ Siła ścinająca klockująca $V_{du}(\alpha)$														
Nr elementu w serii	1L 1K	1M 1S	2L 2K	2M 2S	3L 3K	3M 3S	4L 4K	4M 4S	5L 5K	5M 5S	6L 6K	6M 6S	7L 7K	7M 7S
α	1		0		0.5		0.6		0.7		0.8		0.9	
N	N_u		0		$0.5N_u$		$0.6N_u$		$0.7N_u$		$0.8N_u$		$0.9N_u$	
V_d	0		V_{du}		$V_{du}(0.5)$		$V_{du}(0.6)$		$V_{du}(0.7)$		$V_{du}(0.8)$		$V_{du}(0.9)$	

3. OPIS BADAŃ

3.1. Materiały
3.1.1. Stal zbrojeniowa

Do badania efektu klockującego użyto stali prętowej, zębrowanej klasy A-III o znaku 34GS o nominalnej średnicy $d=12\text{mm}$. Stal zastosowana w serii III.3 pochodziła z innej dostawy. W elementach serii porównawczych zastosowano stal gładką St3SX o średnicy 12mm i stal zębrowaną 34GS o średnicy 8mm.

Do badania pobierano losowo po sześć do dwunastu próbek z każdej partii stali. Badania stali wykonano w maszynie wytrzymałościowej ZD20. Maszyna wyposażona jest w rejestrator wydłużeń, o bazie pomiarowej 50mm i powiększeniu 200:1, który umożliwia pomiar odkształceń do 40%. Wytrzymałościową charakterystykę prętów zbrojenia przedstawiono na rys. 3.

3.1.2. Beton

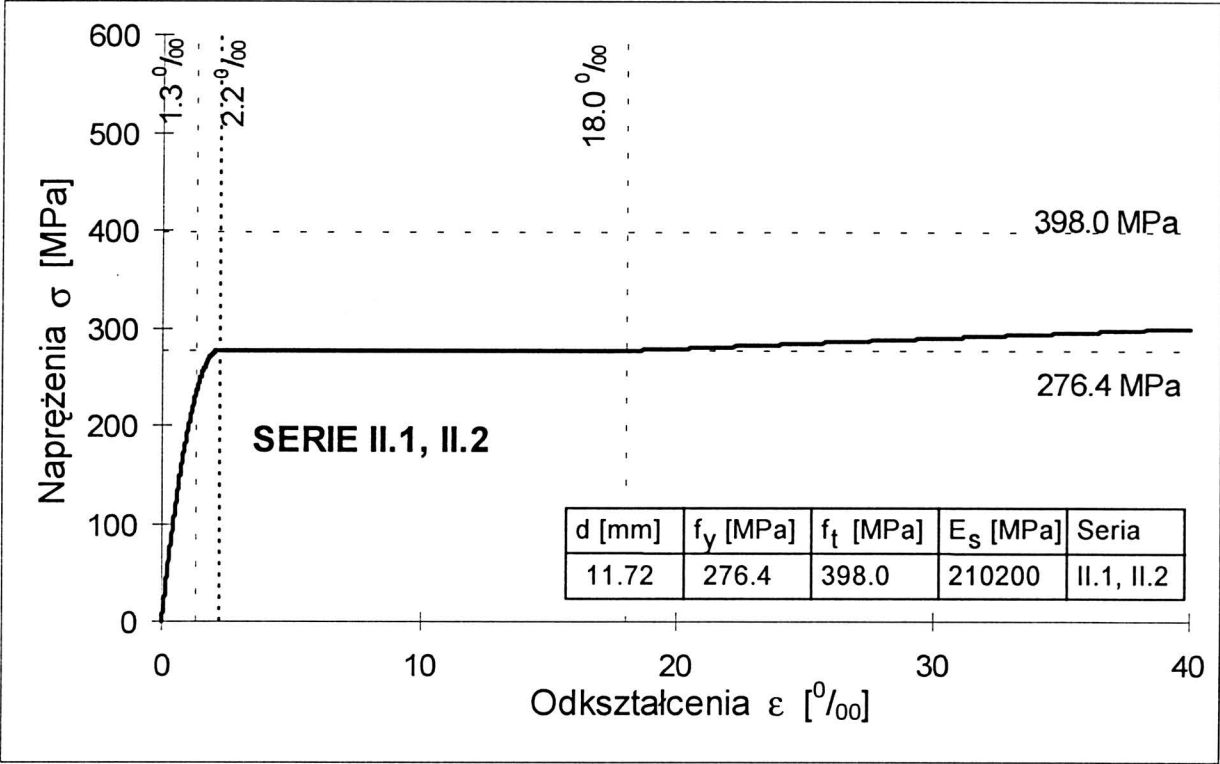
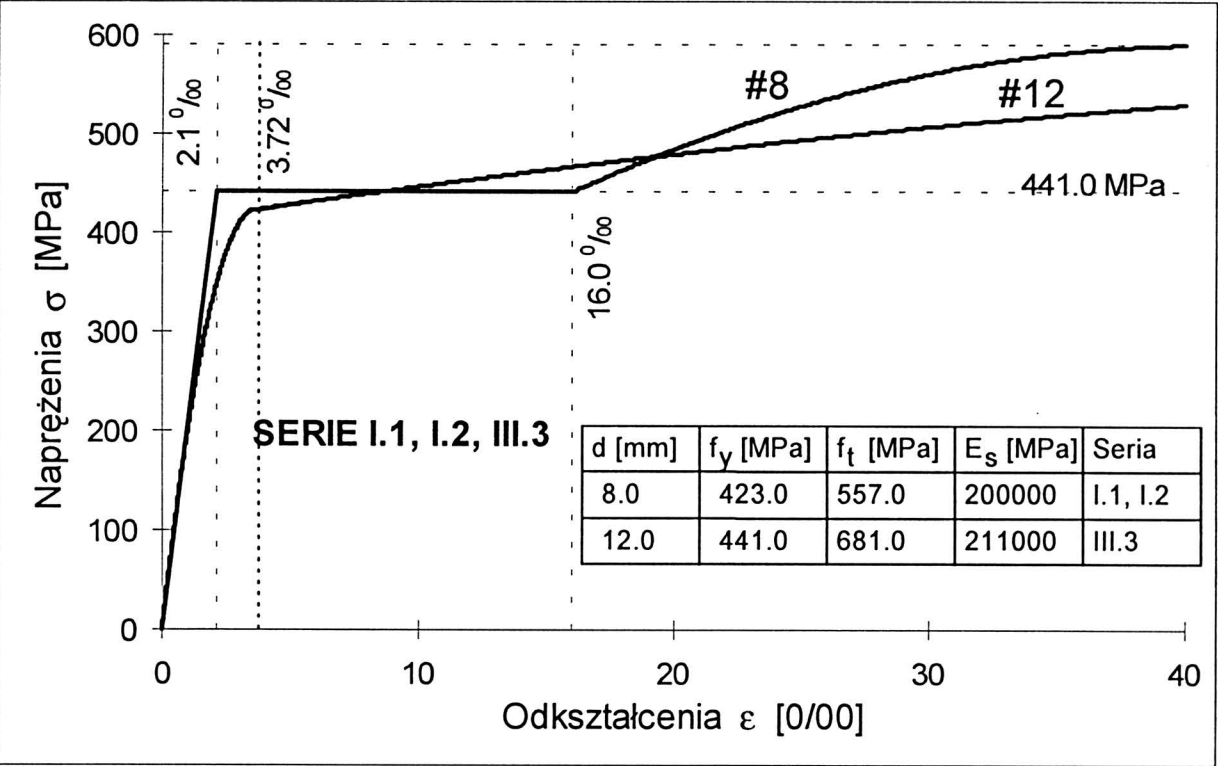
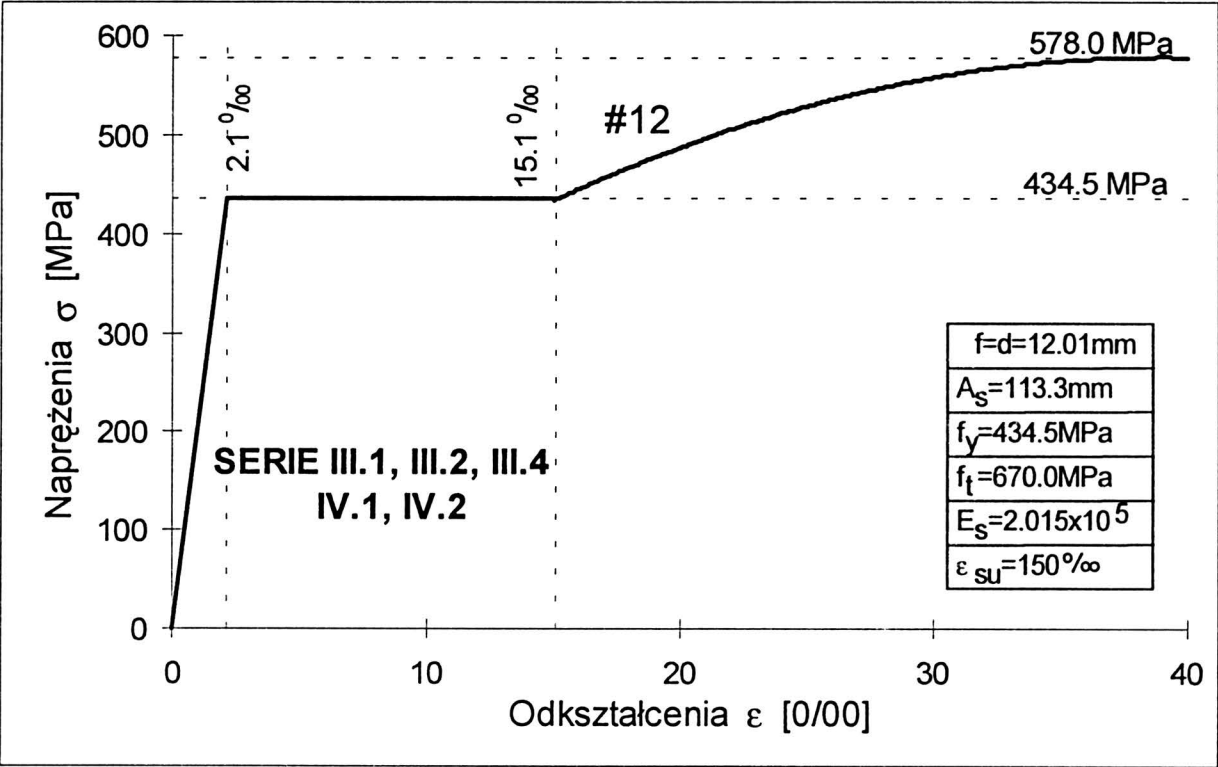
W mieszankach betonowych zastosowano piasek z kopalni Stoki o gęstości objętościowej 2.62g/cm^3 oraz kruszywo sortowane o średnicy ziarn $d_k \leq 20\text{mm}$ o gęstości 2.58g/cm^3 z kopalni Rydwan. Użyto cementu portlan-

dzkiego 35 bez dodatków z cementowni Warta. Wyniki badania cementu oraz krzywe uziarnienia uzyskanych kruszyw odpowiadają wymogom aktualnych norm.

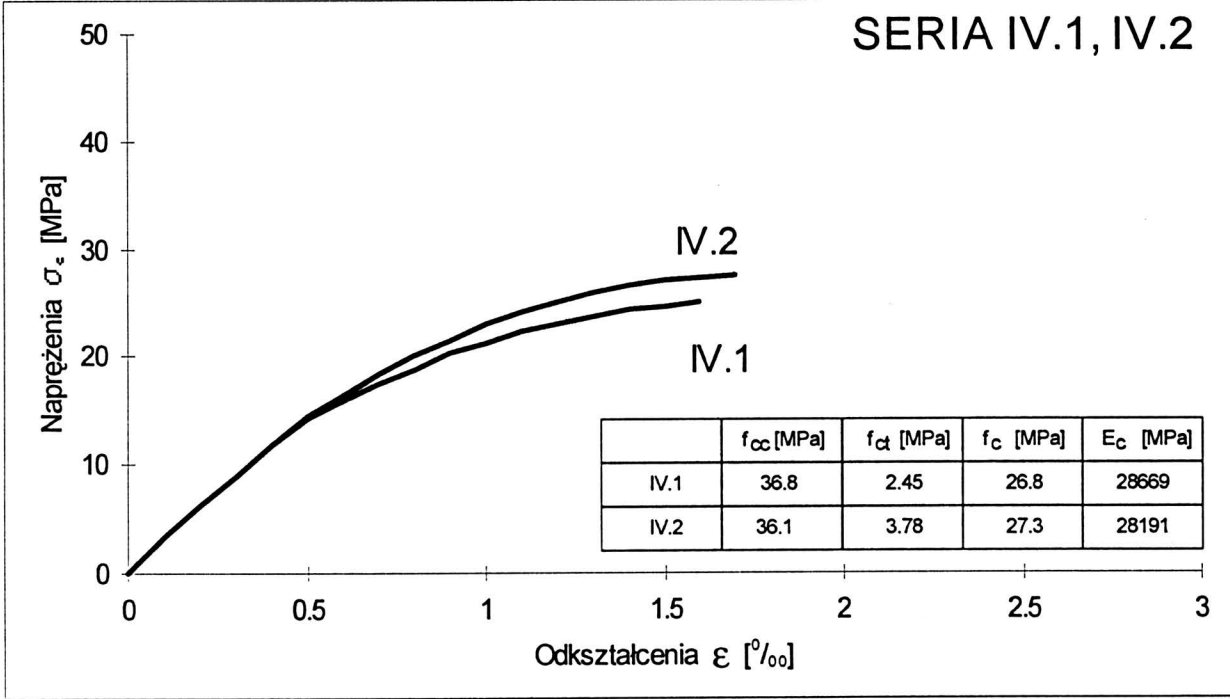
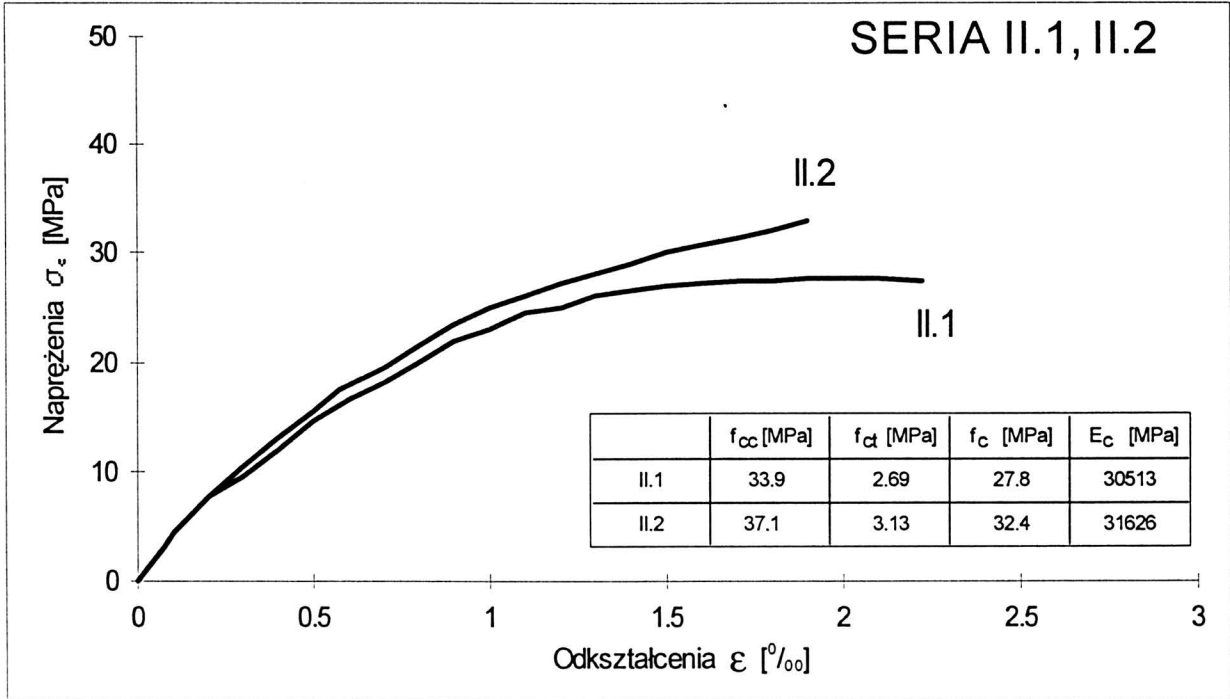
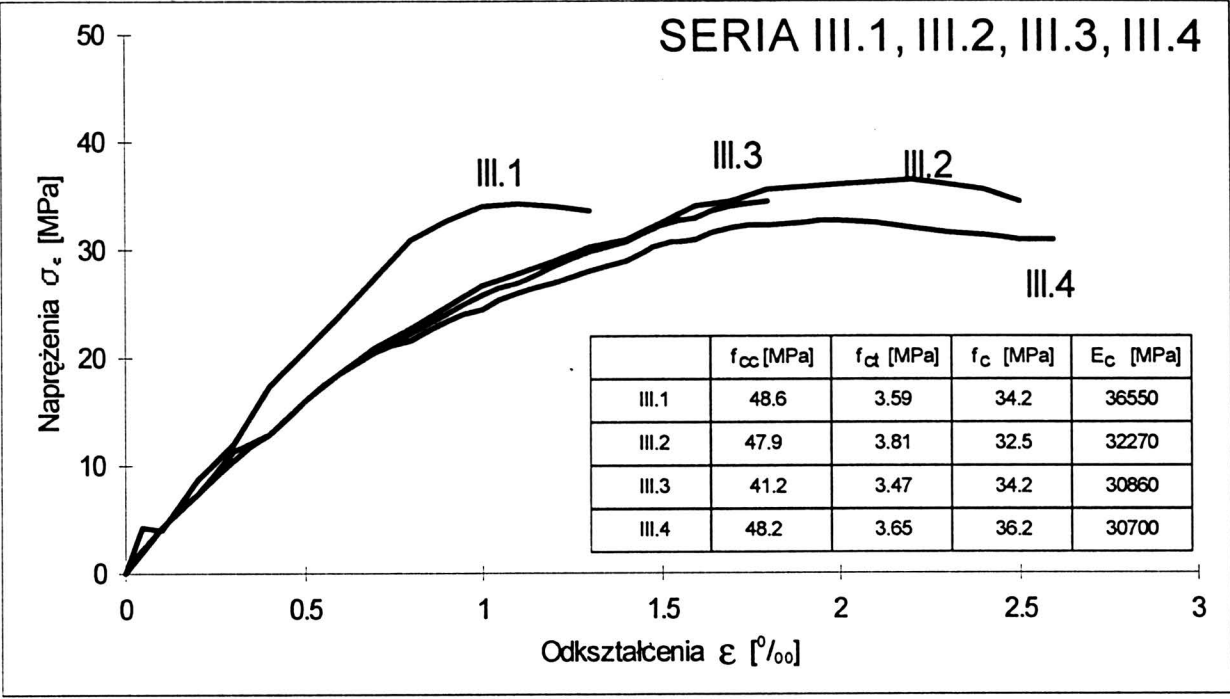
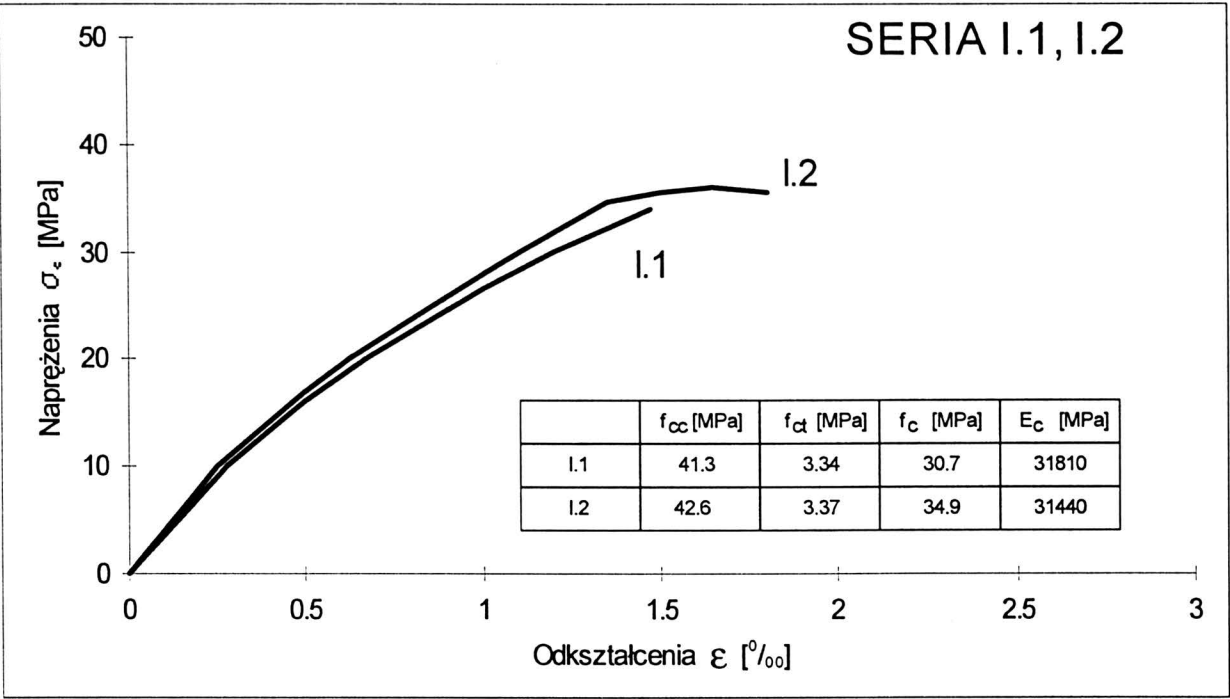
Skład betonu dla użytych klas betonu był następujący:

	B40	B30
żwir	1150 kg/m ³	1220 kg/m ³
piasek	737 kg/m ³	734 kg/m ³
cement	327 kg/m ³	273 kg/m ³
woda	171 kg/m ³	170 kg/m ³
w/c	0.523	0.623
k/c	5.77	7.16
konsystencja plastyczna ($V_e B_e$)	9 sekund	8 sekund

Każda seria elementów składająca się z 14 sztuk betonowana była równocześnie. Ponieważ obydwie części elementów przecięte rysą wykonywane były z różnych zarobów, badania wytrzymałościowe betonu wykonywano dla każdego zarobu. Wytrzymałość betonu na ściskanie określano na 6 próbkach kostkowych o boku 150mm, na rozciąganie - metodą rozłupywania na 3 takich samych kostkach. Wytrzymałość słupową oraz zależność $\sigma_c-\epsilon$ wyznaczano na 3 próbkach walcowych o średnicy 150mm i wysokości 300mm.



Rys. 3. Cechy wytrzymałościowe prętów zbrojenia



Rys. 4. Cechy wytrzymałościowe betonu

TABLICA 3. Wytrzymałościowe cechy betonu

Seria	Część próbki	Wiek betonu	Wartości średnie [MPa]			E_c [MPa]	$f_c/f_{c,cube}$	$f_c=0.8f_{c,cube}$ [MPa]	$f_{ct,sp} = a \cdot \sqrt[3]{f_{c,cube}^2}$	
			$f_{c,cube}$	f_c	$f_{ct,sp}$				a^{exp}	$a=0.28$
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
I.1	c	28	41.30	30.69	3.34	31810	0.74	33.0	0.280	3.34
I.2	c	28	42.60	34.89	3.37	31440	0.82	34.1	0.276	3.42
II.1	1	50	34.39	28.16	2.32	29640	0.82		0.219	
	2	51	33.50	27.46	3.06	31385	0.82		0.294	
	c		33.90	27.80	2.69	30513	0.82	27.1		2.93
II.2	1	42	37.90	33.97	3.16	32352	0.89		0.280	
	2	39	36.30	30.80	3.09	30900	0.85		0.282	
	c		37.10	32.39	3.13	31626	0.87	29.7		3.11
III.1	1	74	47.42	36.07	3.76	36130	0.76		0.287	
	2	72	49.74	32.05	3.41	36920	0.64		0.252	
	c		48.60	34.20	3.59	36525	0.70	38.9		3.73
III.2	1	103	50.00	34.54	3.90	31540	0.69		0.287	
	2	101	45.74	30.06	3.71	32220	0.66		0.290	
	c		47.90	32.50	3.81	32270	0.68	38.3		3.69
III.3	1	30	41.17	34.16	3.47	30820	0.83		0.290	
	2	28	41.20	34.25	3.48	30900	0.82		0.283	
	c		41.20	34.20	3.47	30860	0.82	33.0		3.34
III.4	1	97	46.07	36.45	3.38	30470	0.79		0.263	
	2	95	50.26	36.95	3.91	31800	0.74		0.287	
	c		48.20	36.20	3.65	30700	0.75	38.5		3.71
IV.1	1	110	38.59	29.27	2.58	28678	0.76		0.213*	
	2	108	35.03	24.29	2.32	28754	0.63		0.217*	
	c		36.81	26.78	2.45	28669	0.73	29.4		3.10
IV.2	1	107	35.89	25.67	-	27734	0.72		-	
	2	108	36.20	28.95	2.78	28343	0.80		0.254*	
	c		36.05	27.31	2.78	28191	0.76	28.8		3.06
Średnia wytrzymałość betonu dla 1) dłuższej części elementu, 2) krótszej części, c) całego elementu Moduł sprężystości określony w przedziale $(0.1-0.4)f_c$ • pominięte wartości przy obliczaniu współczynnika "a"										

Badania wytrzymałościowe betonu wykonywano przez dwa dni w połowie cyklu badań odpowiedniej serii elementów.

Średnie wartości cech wytrzymałościowych wszystkich betonów zestawiono w tablicy 3 i na rys. 4.

Różnice w wytrzymałości betonu o tym samym składzie wynikają z różnego wieku w chwili badania, w tym samym elemencie - z wpływu późniejszego wibrowania przy formowaniu drugiej części elementu.

3.2. Elementy

3.2.1. Kształt i zbrojenie

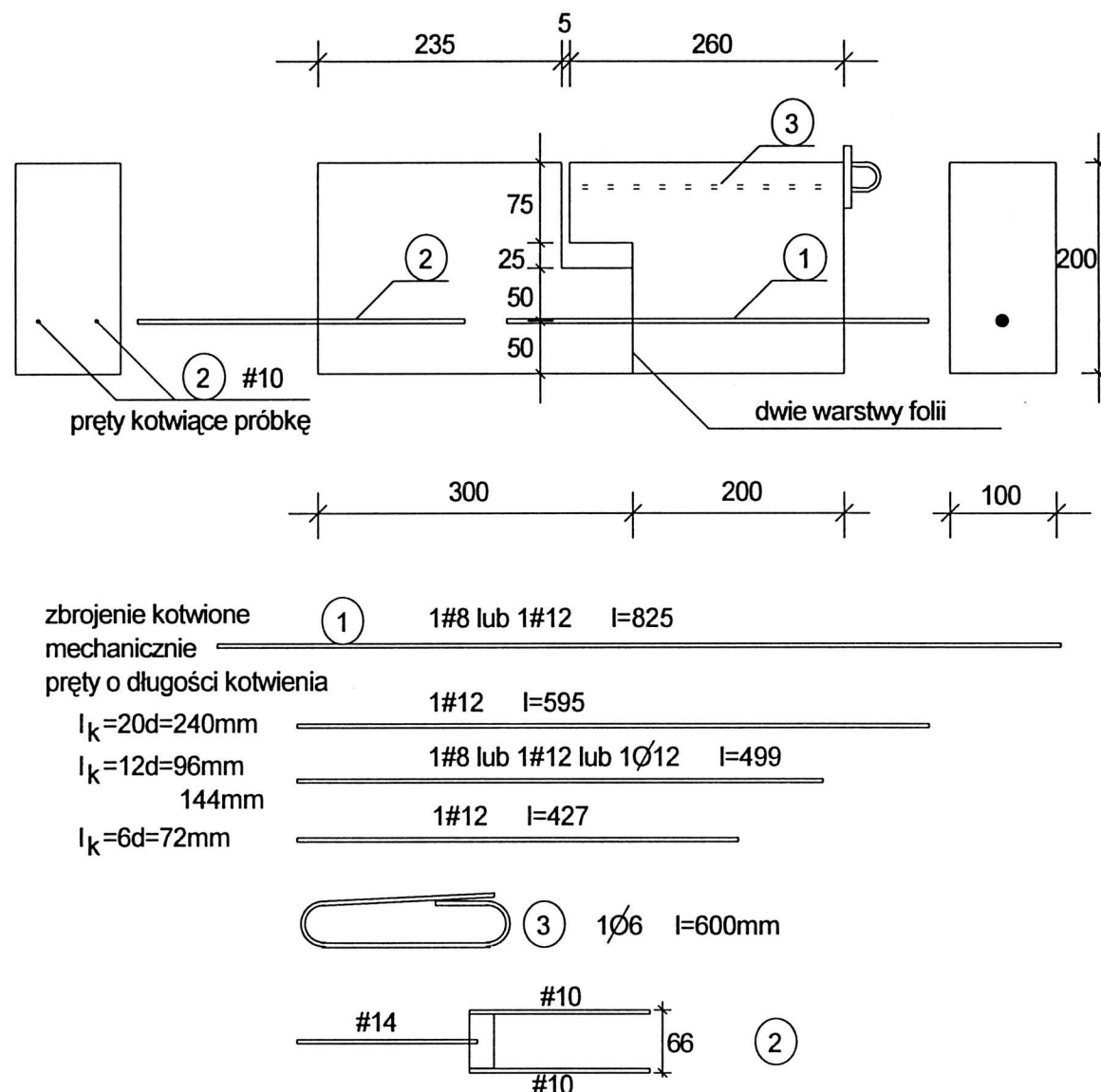
Kształt badanych elementów oraz ich zbrojenie pokazano na rys. 5. Próbkę podzielono na dwie części wstępnie wykonaną rysą, z której wyeliminowano tarcie. Badany pręt przecinał rysę prostopadłe do jej powierzchni. Otulina pręta była jednakowa ze wszystkich stron i wynosiła około 50mm. Przyjęty kształt pozwalał na obciążenie pręta w płaszczyźnie rysy. Wymiary wsporniczka drugiej części próbki pozwalały na swobodne usytuowanie na nim podkładki pod obciążnik.

Badany pręt (nr 1) kotwiono w dłuższej części elementu lub na zewnątrz w stanowisku badawczym. W celu zakotwienia próbki w stanowisku badawczym, w osi zbrojenia głównego, zabetonowana była kotwa (nr 2 na rys. 5) w postaci trzech prętów połączonych blachą. W górnej części wsporniczka umieszczono strzemię (nr 3), które zapobiegało zniszczeniu betonu bezpośrednio pod przyłożoną siłą.

Typy elementów badawczych stosowane w poszczególnych seriach zestawiono w tablicy 4.

3.2.2. Wykonanie i składowanie elementów

Elementy badawcze wykonywane były w stalowej, zblokowanej formie, w której można było betonować równocześnie 14 elementów jednej serii (rys. 6). Forma przystosowana była do precyzyjnego wykonania elementów zbrojonych prętami o różnej średnicy. Wewnętrzne poprzeczne i boczne blachy stanowiące przegrody, usytuowane były w specjalnie wykonanych prowadnicach i stabilizowane rozporami. W celu zapewnienia równoległości, do podstawy formy, prętów zbrojenia i kotew mocujących



Rys. 5. Kształt i zbrojenie badanych elementów

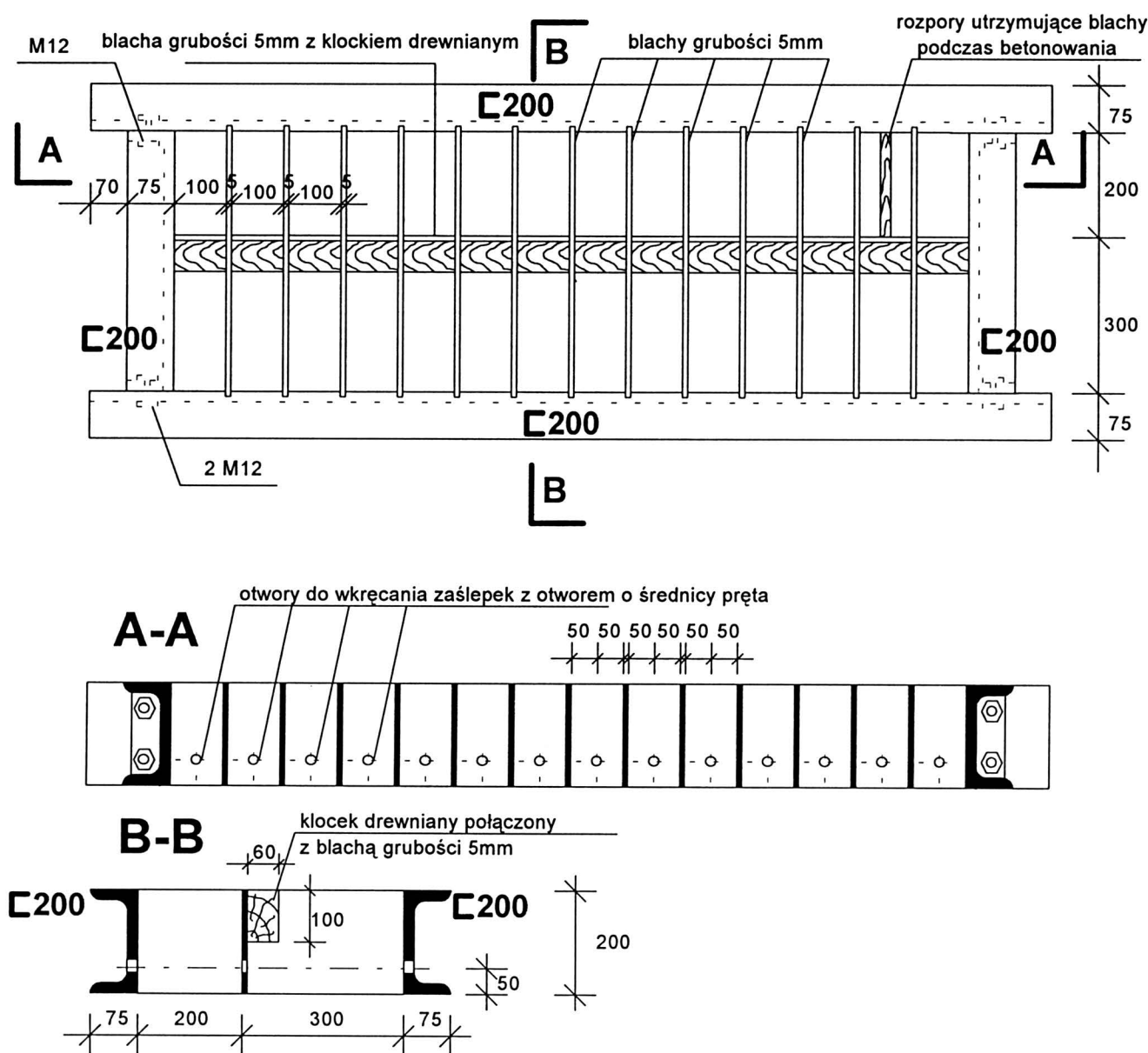
zastosowano długie tuleje zewnętrzne wkręcane do otworów formy, przez które przechodziły pręty.

Elementy betonowane były dwuetapowo. Po ustawieniu poprzecznej polerowanej blachy z klockiem formującym uskoki próbki, ułożeniu i stabilizacji prętów - betonowano dłuższą część elementów. Po 24 godzinach usuwano z formy poprzeczne blachy, układano w miejscu wstępnej rysy dwie warstwy folii poliuretanowej, zaś w miejscu uskoku próbki kształtki styropianowe i betonowano drugą część elementów.

Beton był przygotowywany w betoniarni wolnospadowej o pojemności 150 dcm³. Równocześnie betonowano odpowiednie części elementów i próbki do badania cech wytrzymałościowych betonu. Beton w elementach i próbki zagęszczano wibratorem wglębnym firmy "TREMIX" typ OM 2.0 z częstotliwością 200Hz. Elementy i próbki po rozformowaniu przechowywane były w specjalnym pomieszczeniu o temperaturze ~18°C i wilgotności względnej powietrza powyżej 90%. Na dwie doby przed badaniem, próbki i elementy przenoszono do hali wytrzymałościowej.

TABLICA 4. Typy badanych elementów

Seria	d	Element	Seria	d	Element
I.1/L II.1/L III.1/L IV.1/L	1#8 1Ø12 1#12 1#12		I.2/K II.2/K III.3/K IV.2/K	1#8 1Ø12 1#12 1#12	
III.2/M	1#12		III.4/S	1#12	



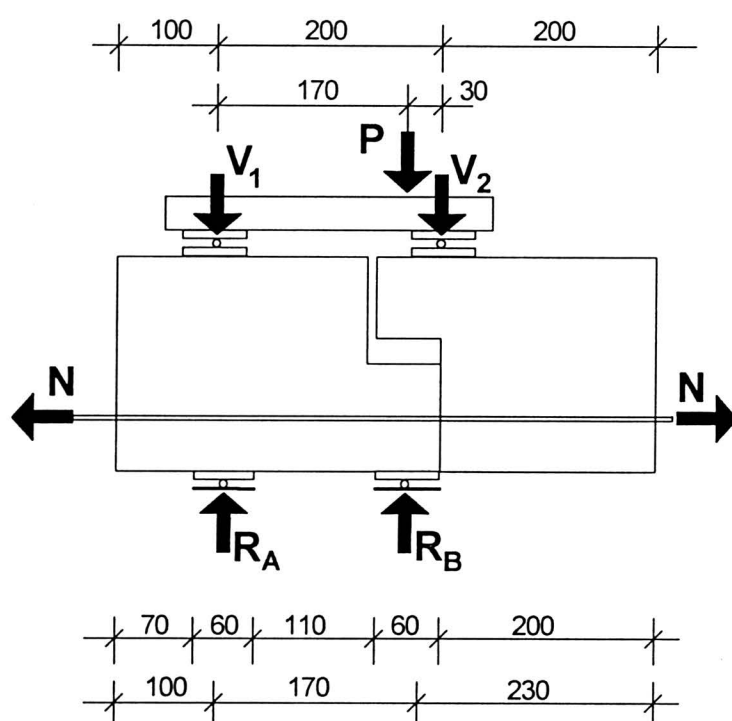
Rys. 6. Forma do wykonania elementów

3.3. Stanowisko badawcze i realizacja obciążeń

Przyjęto następujący schemat realizacji przekazywania siły rozciągającej i poprzecznej na pręt zbrojeniowy w płaszczyźnie wstępnej rysy (rys. 7):

- siła rozciągająca zbrojenie przykładana jest osiowo bezpośrednio do pręta od strony płaszczyzny czołowej krótszej części próbki,
- drugi koniec pręta rozciąganego lub pręt kotwy mocowany jest w stanowisku badawczym,

- element badawczy ustawiany jest na dwóch podporach rozstawionych jak na rys. 7,
- siła pionowa P przykładana jest na beleczkę pośrednią, która rozkłada obciążenie na dwie siły V równe odpowiednio $V_1=0.15P$ i $V_2=0.85P$ działające bezpośrednio na element; oś działania siły P pokrywa się z osią podpory prawej (przy rysie), siły V_1 z osią podpory lewej, a oś siły V_2 z płaszczyzną rysy.



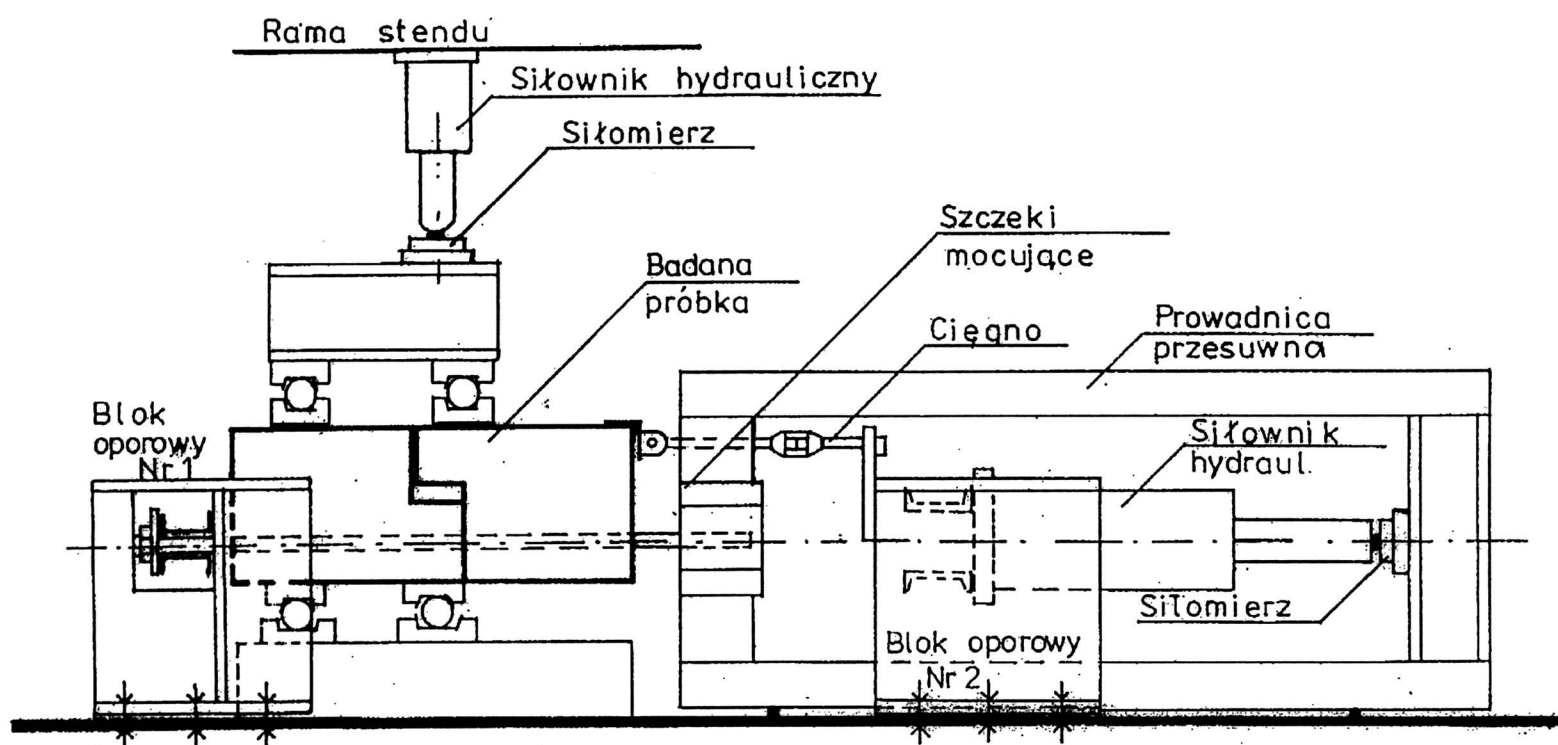
$$V_1 = P \cdot \frac{30}{200} = 0.15P$$

$$V_2 = P \cdot \frac{170}{200} = 0.85P$$

$$\text{siła tnąca w rysie} \\ T = 0.85P + G_z$$

G_z - od ciężaru własnego elementu i beleczki pośredniej

Rys. 7. Obciążenie elementu



Rys. 8. schemat stanowiska badawczego

Do zbrojenia przykładano siłę rozciągającą, która wzrastała stopniowo do zadanej wartości N , a następnie, po stabilizacji siły, przykładano siłę poprzeczną, która powodowała powstanie, w płaszczyźnie rysy, siły $V_d = 0.85P + G_z$ (gdzie G_z pomierzona wartość siły od ciężaru próbki i beleczki pośredniej). Siłę P zwiększano aż do zniszczenia elementu. Do realizacji takiego schematu obciążenia zbudowano stanowisko badawcze, którego schemat pokazano na rysunku 8.

Na belce stendu zamocowano dwa bloki oporowe. Badany element ustawiany był na podporach pomiędzy blokami. Pręty kotwiące próbkę lub badany pręt mocowane były w bloku oporowym nr 1. Do tego celu służyła belka oparta o blachę czołową bloku kotwiącego, zaopatrzona w stalowe szczęki. Do drugiego bloku oporowego przymocowany był poziomo siłownik hydrauliczny. Między płytami tego bloku usytuowana była pionowa ramka stalowa (prowadnica przesuwna), która mogła swobodnie przemieszczać się na rolkach po stendzie. W słupku ramki, od strony próbki, usytuowane były szczęki, w których mocowano rozciągane zbrojenie. O drugi słupek ramki oparty był cylinder tłoka siłownika. Po uruchomieniu siłownika, wysuwający się cylinder tłoka naciskał na słupek i powodował przesuw ramki na zewnątrz układu, a na zamocowany w szczękach ramy pręt zbrojenia przekazywała się siła rozciągająca. Osie obydwu szczęk, oś siłownika i siłomierza stanowiły jedną linię poziomą wytyczoną za pomocą lasera.

Do obciążania próbki siłą pionową służył siłownik hydrauliczny zamocowany do górnej belki ramy stendu. Siła przekazywana była na beleczkę pośrednią, a z niej rozkładała się na dwie siły obciążające.

Oś pionowa siłomierza, siłownika i beleczki wytyczona za pomocą lasera była odpowiednio stabilizowana i sprawdzana w trakcie badań. Przekazywanie siły na próbkę odbywało się za pośrednictwem łożysk rolkowych. Jedno łożysko umożliwiało przesuw i obrót rolki, drugie

tylko obrót. Podpory elementu były skonstruowane podobnie. Podpora przy rysie miała możliwość rektyfikacji górnej powierzchni przylegającej do próbki. Ciężno umieszczone w stanowisku pozwalało na ewentualną korektę obrotu krótszej części próbki.

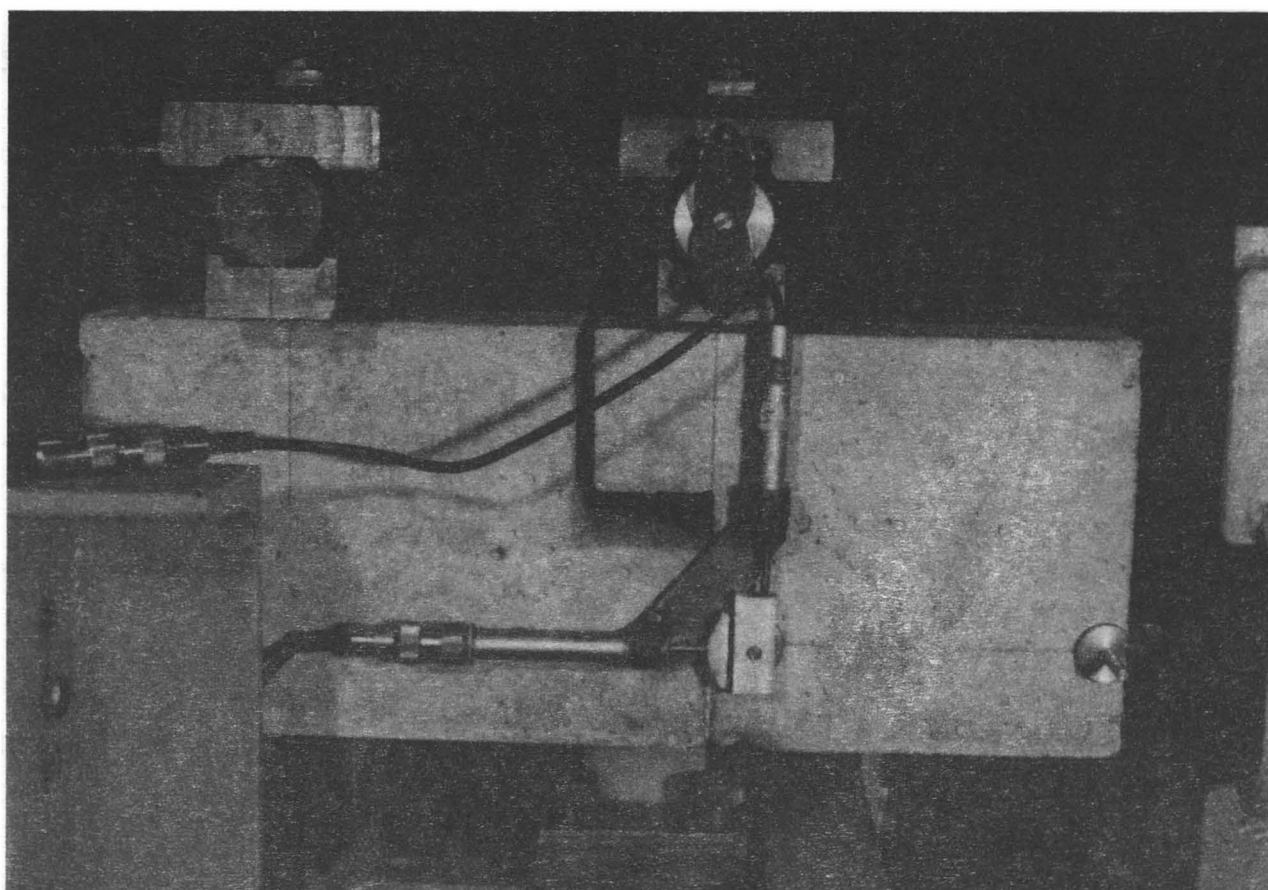
W stanowisku badawczym zastosowano siłowniki hydrauliczne o nośności 100kN. Siły przykładano skokowo co 2.5kN na minutę do poziomu około 0.4 przewidywanego obciążenia, powyżej czekali z przyłożeniem siły aż do stabilizacji przemieszczeń, od poziomu około 0.9 nośności obciążenie zwiększano w sposób ciągły przez około 15 minut.

3.4. Pomiary

Wartości sił kontrolowano za pomocą siłomierzy tensometrycznych typu K-13 o zakresie 100kN firmy ESA Maßtechnik GmbH o dokładności odczytu 0.2kN oraz czujników ciśnieniowych hydraulicznego układu obciążników.

W toku badań mierzono przyrost szerokości wstępnej rysy (Δw), pionowe, względne przemieszczenie brzegów rysy (s) oraz wydłużenie całej próbki (L). Wszystkie pomiary wykonywano w poziomie osi zbrojenia. Aparatura pomiarowa usytuowana była na obydwu powierzchniach bocznych próbki (rys. 9). Tylko przetwornik do pomiaru całkowitego wydłużenia próbki, ze względów technicznych, mógł być przymocowany tylko na jednej powierzchni bocznej. Aby zapewnić możliwie dokładny pomiar przemieszczeń brzegów rysy równoległych i prostokątnych do osi pręta skonstruowano specjalne oprzyrządowanie.

Do pomiaru przemieszczeń użyto przetworników PSx10 o dokładności odczytu 0.01mm i PSx20 o dokładności 0.02mm produkcji Zakładów Elektronicznej Aparatury Pomiarowej "PELTRON".



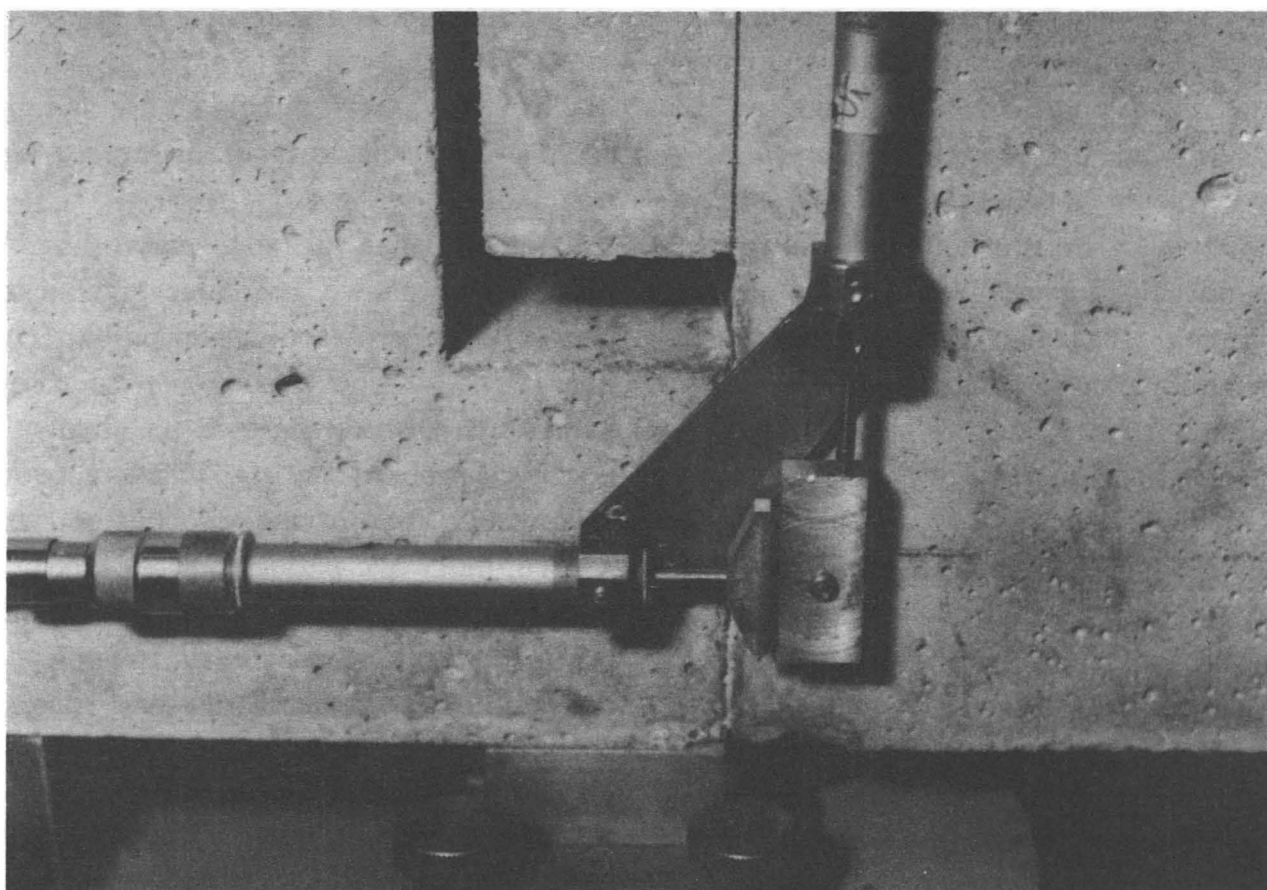
Rys. 9. Próbką w stanowisku badawczym

Przy każdym stopniu obciążenia rejestrowano wartości sił i przemieszczeń 10 razy co 1 sekundę, podczas obciążenia ciągłego co 10 sekund. Do sterowania pomiarami i rejestracji wyników stosowano uniwersalny miernik MST firmy "PELTRON" współpracujący z komputerem IBM PC według programu P-C-LAB. W ten sposób zapisywano wskazania przetworników PSx i siłomierzy.

W badaniach serii I.1, I.2 i III.3, które wykonano przed zakupem przetworników, pomiaru przemieszczeń dokonywano za pomocą czujników zegarowych o dokładności odczytu 0.01mm. Siły przykładano skokowo co 2.5kN, a pomiary wykonywano po ustabilizowaniu się wskazań czujników.

3.5. Rejestracja uszkodzeń

W toku badań rejestrowano rysy, jeżeli pojawiły się na dostępnych powierzchniach elementów. Po zakończeniu badania odwzorowywano obraz uszkodzenia betonu oraz pęknięć z powierzchni wstępnej rysy oraz wykonywano zdjęcie tych powierzchni. Jeżeli powierzchnie te były niedostępne, to przy odpowiednio dużej szerokości rysy, przecinano w rysie pręt. Tylko dla nielicznych elementów, w których przecinanie pręta spowodowałoby uszkodzenia powierzchni rysy, brak jest rysunkowej i fotograficznej rejestracji degradacji betonu i sposobu zniszczenia.



Rys. 10. Sposób pomiaru przemieszczeń

4. WYNIKI BADAŃ

W załączniku zestawiono wyniki badań wszystkich zbadanych elementów. W tablicach zamieszczono pomierzone wartości szerokości rozwarcia rysy "w" i wydłużenie próbki "L" dla kolejnych stopni obciążenia elementu siłą N oraz względne przemieszczenia brzegów rysy "s", przyrosty szerokości rozwarcia rysy " $w(V_d)$ " i przyrosty wydłużeń próbki " $\delta L(V_d)$ ", spowodowane stopniowym wzrostem siły poprzecznej V_d .

Te same wyniki badań, w sposób graficzny, pokazano na załączonych wykresach.

W ramach każdej serii badano kolejno próbki ze zbrojeniem tylko rozciągającym (nr 1), tylko ścinającym (nr 2) i dalej próbki z co drugim przewidzianym w programie badań stopniem zaawansowania obciążenia (np. nr 4 i nr 6). Jeżeli wyniki badań dwóch kolejno zbadanych elementów nie różniły się w sposób istotny i nie wносиły nowych informacji, rezygnowano z badania elementów pośrednich, tzn. z pośrednim stopniem zaawansowania obciążenia $N=\alpha \cdot N_u$. Pozwoliło to na nieznaczną redukcję liczby badanych elementów.

Każde badanie powtarzano dwukrotnie, a wyniki badań obydwu elementów zamieszczono w Załączniku. Wyjątek stanowią badania serii I.1, I.2 i III.3 wykonanych na etapie badań wstępnych, z których przytoczono wyniki dla pojedynczych elementów.

Wykresy zależności $V_d - s$ zwykle pokrywały się na odcinku początkowym i końcowym. Kiedy rozpoczynała się degradacja betonu powstawały różnice w przemieszczeniach. Jest to zjawisko normalne i wynika z niejednorodnej struktury betonu oraz ułożenia karbów na prętach zbrojenia w stosunku do płaszczyzny obciążenia siłą poprzeczną.

Do dalszej analizy wybrano wyniki jednego z dwóch identycznie badanych elementów. W większości przypadków, gdy wykresy były zgodne, wybierano te elementy, w których uzyskiwano nieco mniejsze wartości siły klockującej. W dwu przypadkach przyjęto na pewnym odcinku średnie wartości sił i przemieszczeń z dwóch próbek (II.1/6L, IV.1/5L). W kilku przypadkach wyeliminowano jeden z elementów z powodu zaistniałych losowych przyczyn. Informacje te podano w załączniku pod wykresami. Najistotniejsze wyniki badań wybranych elementów zestawiono w tablicy 5.

Nośność elementu N_u przy rozciąganiu pręta przyjmowano jako równą:

- największej wartości siły osiągananej przy całkowitej utracie przyczepności zbrojenia do betonu lub rozerwaniu próbki - dla elementów z prętami o długości kotwienia $l_k=20 \cdot d$, $12 \cdot d$ i $6 \cdot d$,
- wartości siły, przy której wydłużenie całkowite L narastało nieustabilizowanie lub stabilizowało się przy wartości rzędu 4-6mm - dla elementów z prętami kotwionymi mechanicznie.

W przypadku różnych wyników uzyskanych z badania dwóch lub trzech próbek wybierano wartość większą.

Wartości N_y siły w zbrojeniu przy naprężeniach równych granicy plastyczności i N_t nośności pręta na zerwanie uzyskano w badaniu rozciągania samego pręta zbrojeniowego.

Siły klockujące V_{du} (przy $N=0$) i $V_{du\alpha}$ (przy $N=\alpha N_u$) określono jako równe:

- największej wartości siły uzyskanej w momencie rozłupania elementu lub utraty przyczepności pręta - dla elementów z prętami o długości kotwienia $l_k=12 \cdot d$ (seria I.2, III.3, IV.2) i $l_k=6 \cdot d$ (seria III.4),
- wartości siły, przy której względne przemieszczenie brzegów rysy "s" narastało nieustabilizowanie lub wartości siły przy pierwszym znacznym przemieszczeniu "s" (płaskim odcinku wykresu V_d-s), od której wzrost siły o 1kN powodował przyrost przemieszczeń "s" powyżej 1mm - dla elementów z prętami mechanicznie kotwionymi w stanowisku badawczym (seria I.1, III.1, IV.1) i przy długości kotwienia prętów $l_k=20 \cdot d$ (seria III.2),
- wartości siły przy względnym przemieszczeniu brzegów rysy "s" równym około 3mm ze względu na bardzo długi nieznacznie wznoszący się wykres zależności V_d-s - dla prętów gładkich mocowanych mechanicznie w stanowisku (seria II.1, II.2).

Tak więc wartość granicznej siły poprzecznej V_{du} i $V_{du\alpha}$ jest jednoznacznie określona dla elementów o skończonej długości kotwienia zbrojenia.

Precyzyjne ustalenie wartości siły klockującej V_{du} i $V_{du\alpha}$ dla elementów, w których zbrojenie kotwione było mechanicznie w stanowisku badawczym oraz dla elementów zbrojonych prętami gładkimi było kłopotliwe i niejednoznaczne. Dlatego też przyjęto umowne, wyżej podane kryteria.

5. MECHANIZM EFEKTU KLOCKUJĄCEGO

Obserwacja próbek w trakcie badań, inwentaryzacja zarysowania i uszkodzenia betonu na płaszczyznach zewnętrznych i w płaszczyźnie wstępnej rysy oraz pomierzone zależności $N-w$, i V_d-s pozwalają na odtworzenie mechanizmu niszczenia betonu i stali w wyniku efektu klockującego zbrojenia, powstającego przy przenoszeniu siły poprzecznej w zarysowanym przekroju. Dokumentację rysunkową uszkodzeń zamieszczono w załączniku, zaś wybrane zdjęcia poniżej na rysunkach 11 do 15. Dotyczą one globalnego zniszczenia elementów wywołanego najczęściej siłą poprzeczną większą od $V_{du\alpha}$ lub zniszczenia wywołanego nieustabilizowanym narastaniem przemieszczeń.

Przy mechanicznym kotwieniu pręta żebrowanego i przyłożeniu w płaszczyźnie rysy tylko siły poprzecznej, zwiększanie tej siły do wartości około $0.7V_{du}$ powodowało niewielki, proporcjonalny przyrost względnych przemieszczeń pionowych brzegów rysy (rys. 17). Wokół pręta powstawał przestrzenny układ naprężeń, których wartości były największe w płaszczyźnie rysy i malały w miarę oddalania się od lica rysy. Dalsze zwiększanie siły powodo-

TABLICA 5. Wyniki badań

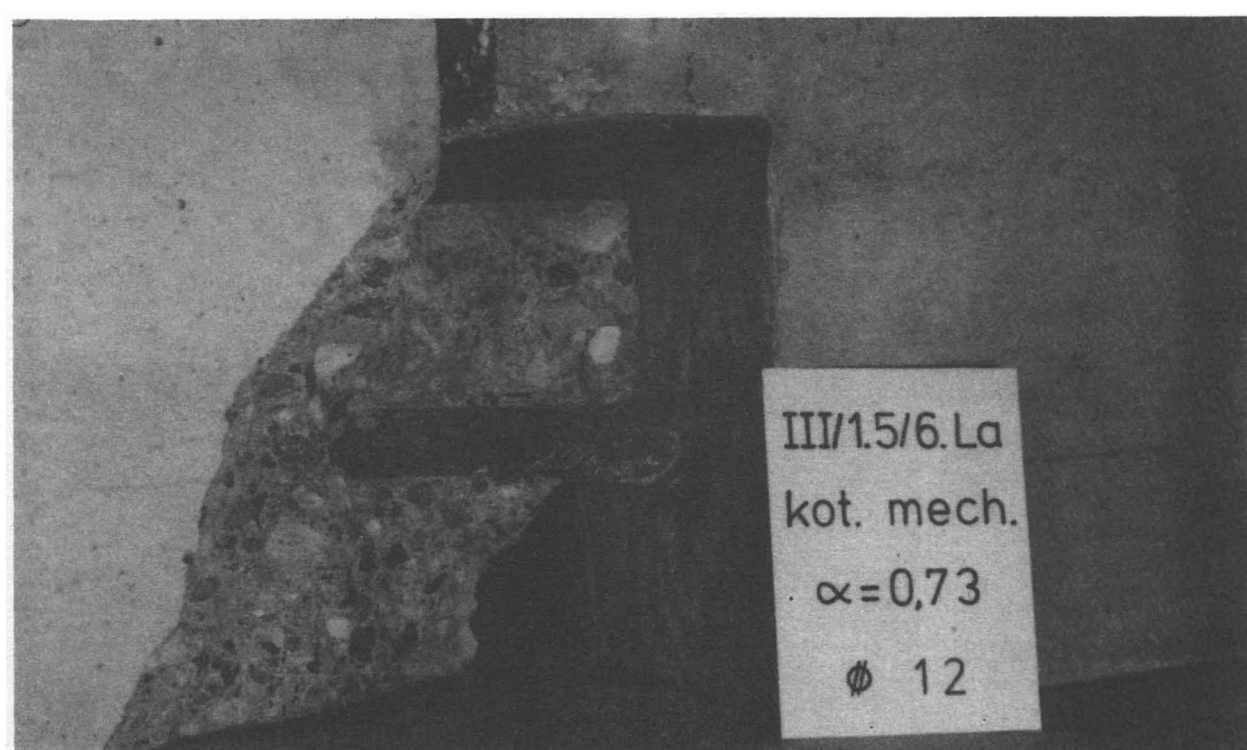
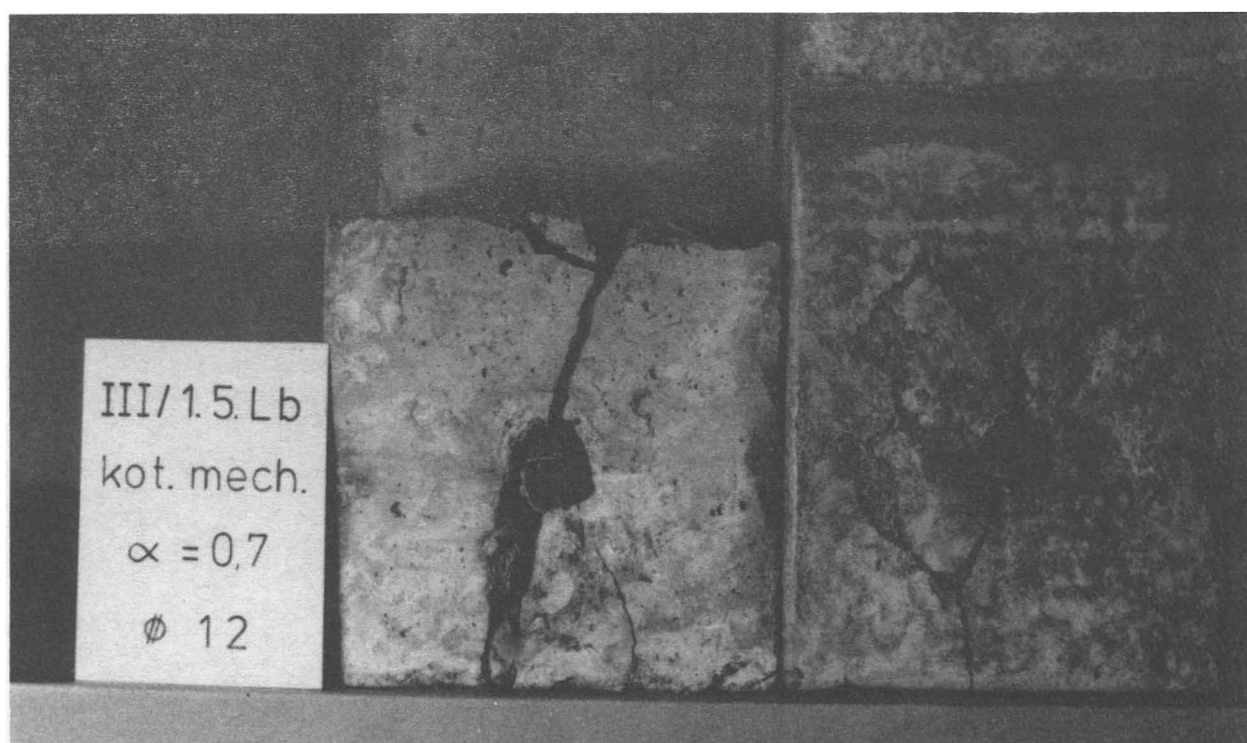
Seria i oznacz. próbki		Zbrojenie				Pomierzone wartości V_d -s														
		stal	d [mm]	N_y [kN]	N_t [kN]	Seria	Siły V_d przy przemieszczeniu brzegów rysy s [mm]						V_{dmax} w przedziale 0≤s≤4.00mm		$V_d=V_{du\alpha}$ przy nieustabilizowanym przyroście s lub przy zniszczeniu			V_{dmax} w całym obszarze pomiarów		
							s=0.25	s=0.50	s=1.00	s=1.50	s=2.00	s=2.50								
		34GS	8	21.25	27.98	I.1 I.2														
		St3SX	12	29.80	42.90	II.1 II.2														
		Siła osiowa w zbrojeniu						V_d [kN]	V_d [kN]	V_d [kN]	V_d [kN]	V_d [kN]	V_d [kN]	V_d [kN]	s [mm]	V_d [kN]	s [mm]	w(V_d) [mm]	V_d [kN]	s [mm]
kotwienie prętów		N [kN]	$\alpha = \frac{N}{N_u}$	$\alpha_y = \frac{N}{N_y}$																
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	
I.1 B40	1L	mechaniczne	30.00	1.00	1.40															
	2L		0.00	0.00	0.00	5.80	10.20	14.20	15.60	16.00	16.19	16.80	4.00	16.20	2.00+3.30	0.19+0.30	23.63	10.67	1.00	
	2/3L		12.00	0.40	0.56	5.80	9.80	11.50	13.70	15.19	16.29	17.90	4.00	16.20	2.27+2.40	1.32	20.44	8.63	1.87	
	3L		15.00	0.50	0.70	5.80	8.20	10.70	11.94	11.94	11.94	14.70	4.00	11.94	1.33+2.42	0.42+0.69	17.25	5.18	1.10	
	4L		18.00	0.60	0.85	4.00	5.40	7.60	8.00	8.80	9.70	12.00	4.00	8.30	1.80	0.50	17.25	7.34	1.42	
	5L		21.00	0.70	0.99	1.40	2.80	3.90	4.70	5.30	6.20	7.80	4.00	5.10	1.60+1.87	0.78+0.82	10.62	8.10	2.81+3.96	
I.2 B40	1K	$l_k=12d$ 96mm	25.00	1.00	1.18															
	2K		0.00	0.00	0.00	9.80	12.20	13.70	~14.30	~14.60		15.13	2.70	15.13	2.70		15.13	2.70		
	3K		12.50	0.50	0.59	6.80	8.50	9.30	9.80	10.88	10.88	10.88	1.60+3.29	10.88	1.60+3.29	0.28	10.88	3.29	0.28	
	4K		15.00	0.60	0.70	4.20						4.50	0.28	4.50	0.28	0.28	4.50	0.28	0.28	
	5K		17.50	0.70	0.82	4.60	5.60	7.05				7.05	1.13	7.05	0.85+1.13	0.50	7.05	1.13	0.50	
	6K		20.00	0.80	0.94	2.20	3.40					3.44	0.52	3.44	0.52	0.28	3.44	0.52	0.28	
	7K		22.50	0.90	1.06															
II.1 B30	1L	mechaniczne	27.00	1.00	0.90															
	2L		0.00	0.00	0.00	14.00	15.40	17.80	19.00	20.20	21.15	22.50	4.00	22.00	2.50+3.14	0.54	25.50	7.86+8.00	0.81	
	3L		13.68	0.50	0.46	9.00	10.00	12.20	13.00	13.50	14.00	15.70	4.00	14.70	3.00	~0.98	21.58	11.93	2.51	
	5L		19.20	0.70	0.64	5.40	7.00	9.80	10.80	11.00	11.50	12.35	4.00	12.00	3.50	1.43	18.29	11.83	2.85	
	7L		24.23	0.90	0.81	3.30	4.80	7.70	9.10	9.56	9.80	10.80	4.00	10.12	3.00	1.90	14.43	9.00	3.42	
II.2 B30	1K	$l_k=12d$ 144mm	26.00	1.00	0.87															
	2K		0.00	0.00	0.00	13.00	14.00	17.70	19.80	21.00	21.50	23.30	4.00	21.83	2.68+3.03	0.57	26.19	5.86	0.89	
	3K		13.00	0.50	0.44	8.90	10.40	13.20	16.00	17.67	18.29	19.53	4.00	18.29	2.23+3.18	0.94+1.21	21.80	6.79	1.82+1.91	
	5K		18.27	0.70	0.61	7.00	9.00	12.90	14.10	14.62	14.80	15.80	4.00	15.25	3.00	~1.70	16.07	4.28	2.18	
	6K		20.80	0.80	0.70	5.00	5.80	7.80	10.25	11.50	12.50	14.54	4.00	13.70	3.00	1.84	19.93	11.78	3.71	
	7K		23.26	0.89	0.78	3.50	4.25	7.90	9.50	10.80	11.30	12.30	4.00	11.60	3.00	~2.70	12.63	4.42	4.10	

TABLICA 5cd. Wyniki badań

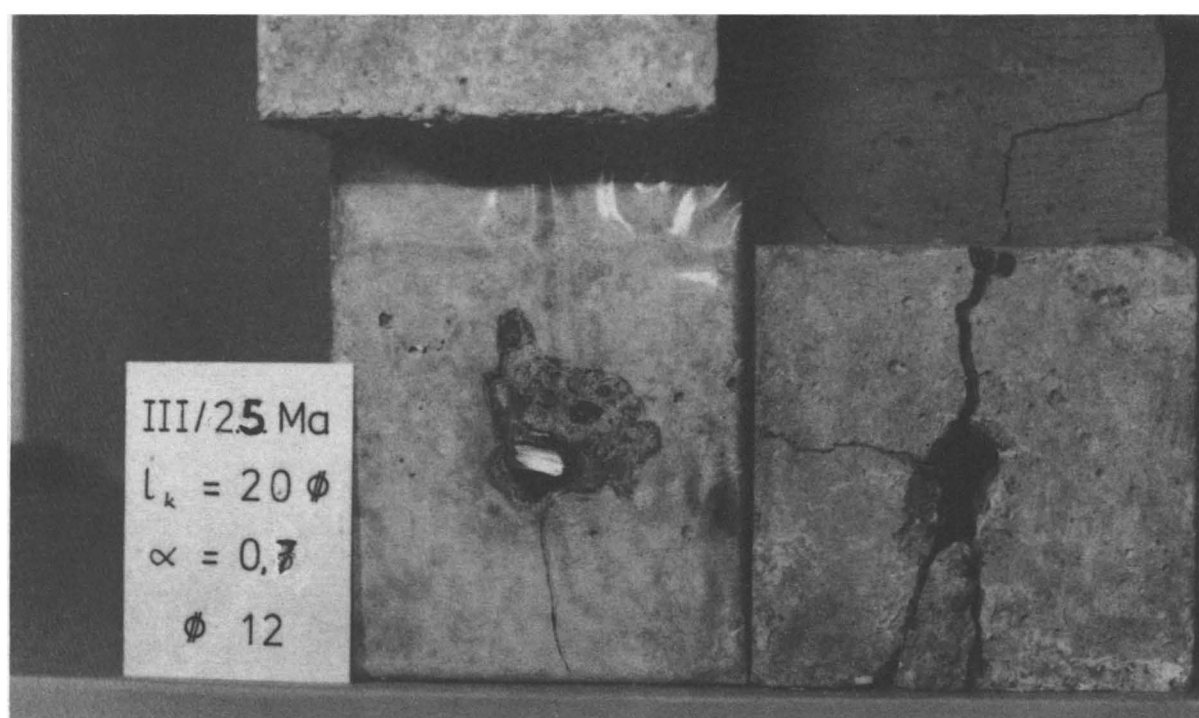
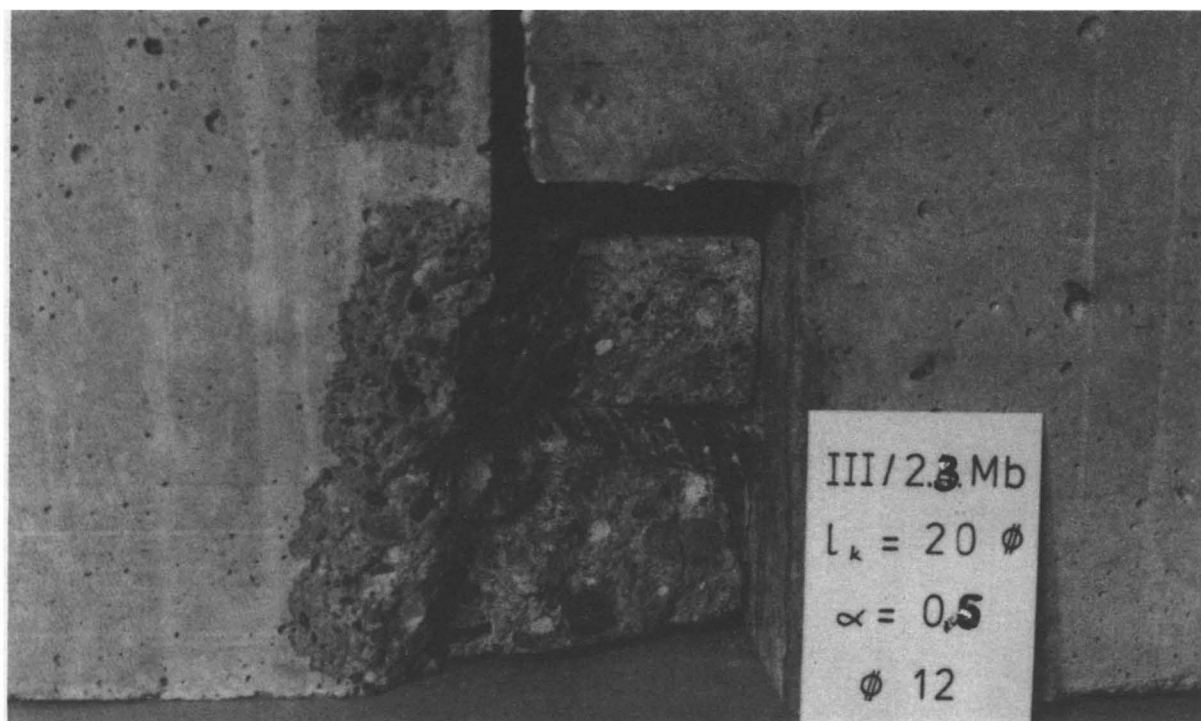
Seria i oznacz. próbki		Zbrojenie				Pomierzone wartości V_d -s														
		stal	d [mm]	N_y [kN]	N_t [kN]	Seria	Siły V_d						V_{dmax} w przedziale 0≤s≤4.00mm		$V_d=V_{duα}$ przy nieustabilizowanym przyroście s lub przy zniszczeniu			V_{dmax} w całym obszarze pomiarów		
							przy przemieszczeniu brzegów rysy s [mm]													
							34GS	12	49.20	75.90	III.1 III.2 III.4	s=0.25	s=0.50	s=1.00	s=1.50	s=2.00	s=2.50			
							34GS	12	49.85	76.98	III.3									
Siła osiowa w zbrojeniu						V_d	V_d	V_d	V_d	V_d	V_d	V_d	s	V_d	s	w(V_d)	V_d	s	w(V_d)	
		kotwienie prętów	N [kN]	$α = \frac{N}{N_u}$	$α_y = \frac{N}{N_y}$	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[mm]	[kN]	[mm]	[mm]	[kN]	[mm]	[mm]	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	
III.1 B40	1L	mechaniczne	55.00	1.00	1.10															
	2L		0.00	0.00	0.00	20.93	26.50	32.00	33.70	34.50	33.80	34.50	1.78	34.50	1.78	0.36	34.50	1.78	0.36	
	3L		28.42	0.50	0.57	15.28	18.00	22.30	24.80	25.80	27.00	27.06	2.72	27.06	2.72	1.05	27.06	2.72	1.05	
	5L		38.07	0.69	0.77	11.70	16.10	19.13	20.46	21.30	21.50	21.80	4.00	21.70	3.67	1.23	22.53	4.90	1.45	
	6L		42.91	0.78	0.87	6.00	8.88	12.60	15.80	17.34	18.80	20.24	3.37	20.24	3.37	1.59	20.24	3.37	1.59	
	7L		49.53	0.90	1.01	6.00	9.00	12.80	15.30	16.60	17.20	18.41	3.37	17.58	2.95	1.65	18.41	3.37	1.82	
III.2 B40	1M	$l_k=20d$ 240mm	45.00	1.00	0.91															
	2M		0.00	0.00	0.00	15.30	21.00	24.60	25.60	26.00	26.30	28.60	4.00	27.90	3.50	0.30	31.51	5.78	0.61	
	3M		23.80	0.53	0.48	12.50	17.20	19.50	20.20	22.50	22.80	23.62	3.20	23.00	3.00	0.73	23.60	3.20	0.86	
	4M		27.40	0.60	0.55	13.04	16.20	18.50	19.50	20.80	21.50	22.66	4.50	22.30	~3.50	1.21	22.66	4.45	1.21	
	5M		32.50	0.72	0.66	8.20	11.30	15.40	18.50	20.00	21.00	22.41	4.00	21.80	3.52	1.09+1.66	23.86	10.71	2.01	
	6M		35.70	0.79	0.73	9.20	11.70	14.00	16.09	16.80	17.00	17.54	4.00	17.00	2.90	1.00	22.31	8.20	2.12	
	7M		40.68	0.90	0.83	8.80	11.20	15.00				16.40	1.22	16.40	1.22	0.51	16.40	1.22	0.51	
III.3 B40	1K	$l_k=12d$ 144mm	29.00	1.00	0.58															
	2K		0.00	0.00	0.00	13.00	18.33	23.00	25.30	27.45	28.30	28.73	2.37+2.87	28.73	2.37+2.87	0.50+0.54	28.73	2.87	0.54	
	4K		17.50	0.60	0.35	9.80	14.80	20.70	21.00	-	-	21.07	1.11+1.41	21.07	1.41	0.26+0.32	21.07	1.41	0.32	
	5K		20.00	0.69	0.40	~13.00	-	-	-	-	-	13.00	0.23	13.00	0.23	0.08	13.00	0.23	0.08	
	6K		22.50	0.78	0.45	9.30	-	-	-	-	-	10.87	-	10.87	(0.26)	(0.10)	10.87	(0.26)	(0.10)	
	7K		26.00	0.90	0.52	7.90	7.90	-	-	-	-	7.90	0.27+0.53	7.90	0.27+0.53	0.17	7.90	0.53	0.17	
III.4 B40	1S	$l_k=6d$ 72mm	15.90	1.00	0.32															
	2S		0.00	0.00	0.00	13.90	21.00	24.50	26.08	~24.00	~21.50	26.08	1.50	26.08	1.50	0.25	26.08	1.50	0.25	
	3S		8.06	0.50	0.16	15.90	21.50	15.00	13.00	-	-	21.50	0.48	21.50	0.48	0.13	21.50	0.48	0.13	
	4S		9.61	0.60	0.19	14.20	19.70	21.00	-	-	-	22.10	0.87	22.10	0.87	0.19	22.10	0.87	0.19	
	5S		11.20	0.70	0.23	9.70	13.20	-	-	-	-	13.27	0.52	13.27	0.52	0.23	13.27	0.52	0.23	
	6S		12.70	0.80	0.26	10.20	10.00	9.00	-	-	-	10.64	0.14	10.64	0.14	0.06	10.64	0.14	0.06	
	7S		14.30	0.90	0.29	-	-	-	-	-	-	~0.11	-	~0.11						

TABLICA 5cd. Wyniki badań

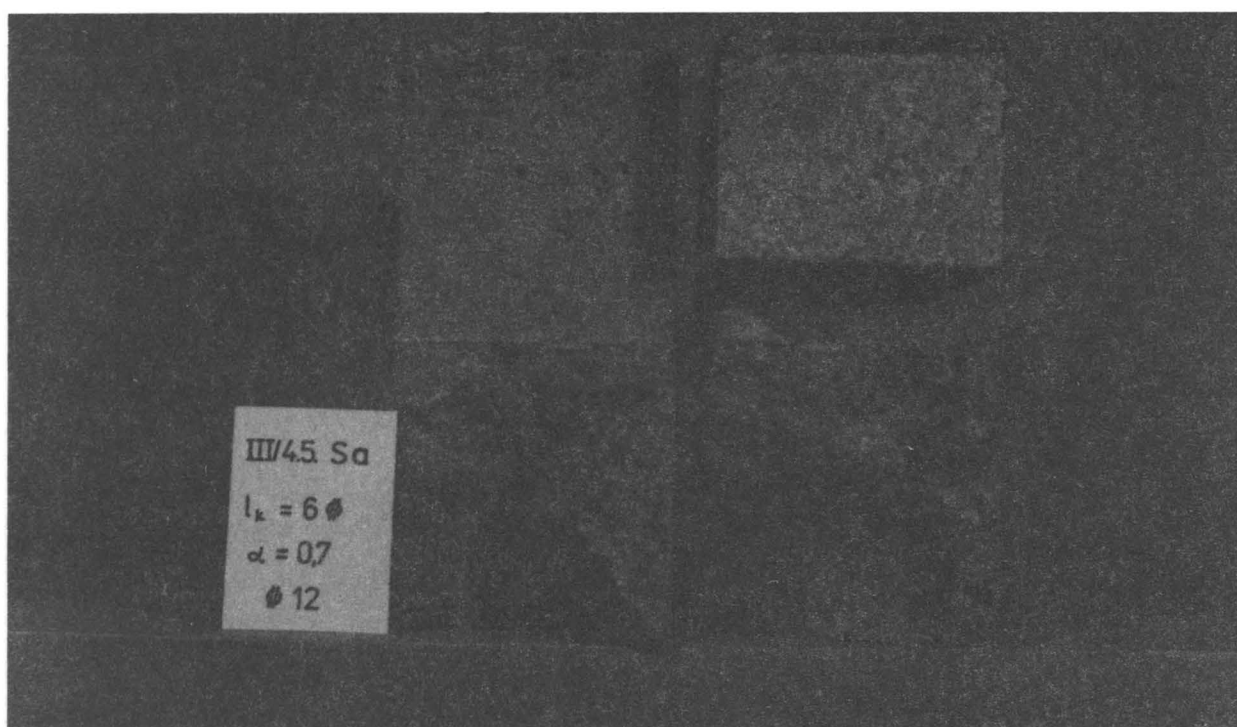
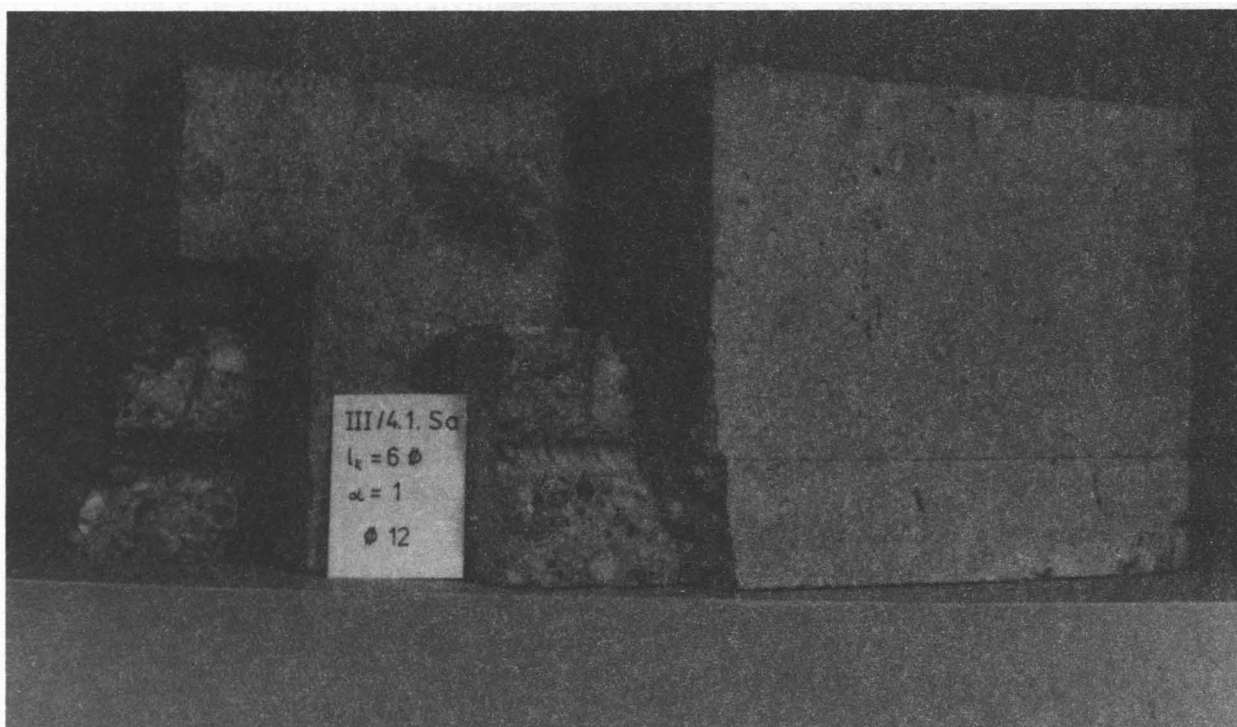
Seria i oznacz. próbki		Zbrojenie				Pomierzone wartości V_d -s														
		stal	d [mm]	N_y [kN]	N_t [kN]	Seria	Siły V_d przy przemieszczeniu brzegów rysy s [mm]						V_{dmax} w przedziale 0≤s≤4.00mm		$V_d=V_{du}\alpha$ przy nieustabilizowanym przyroście s lub przy zniszczeniu			V_{dmax} w całym obszarze pomiarów		
							s=0.25	s=0.50	s=1.00	s=1.50	s=2.00	s=2.50								
		Siła osiowa w zbrojeniu					V_d	V_d	V_d	V_d	V_d	V_d	V_d	s	V_d	s	w(V_d)	V_d	s	w(V_d)
		kotwienie prętów		N [kN]	$\alpha = \frac{N}{N_u}$	$\alpha_y = \frac{N}{N_y}$	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[mm]	[kN]	[mm]	[mm]	[kN]	[mm]	[mm]
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	
IV.1 B30	1L	mechaniczne	55.00	1.00	1.12															
	2L		0.00	0.00	0.00	15.50	22.00	25.70	27.40	28.30	29.60	31.72	3.50+6.04	31.72	3.50+6.04	0.40+0.51	32.55	8.65	0.58	
	3L		26.70	0.49	0.54	11.30	14.80	16.80	19.00	20.60	21.40	23.50	4.00	23.45	3.89	1.08	29.46	10.10+11.80	2.08+2.24	
	4L		31.63	0.58	0.64	10.30	~13.00	15.30	16.70	17.70	18.20	22.00	4.00	21.00	3.50	1.22	24.57	8.40	2.08	
	5L		38.12	0.69	0.77	~8.20	~10.20	~12.80	~14.50	~16.00	17.50	19.00	4.00	18.30	3.50	~1.13	24.07	13.68	2.85	
	6L		43.55	0.79	0.88	3.80	6.20	9.80	11.70	13.83	14.00	16.00	4.00	15.50	~3.50	1.50	18.60	7.40+9.10	3.22	
	7L		48.92	0.89	0.99	1.30	3.20	5.46	7.60	9.00		10.02	2.41	10.02	2.41	1.07	10.02	2.41	1.07	
IV.2 B30	1K	$l_k=12d$ 144mm	34.50	1.00	0.70															
	2K		0.00	0.00	0.00	8.71	14.00	19.51	22.30	23.55	23.60	27.00	4.00	23.60	1.96+3.17	-	28.74	4.51	-	
	3K		17.28	0.50	0.35	10.50	16.28	19.50	21.46			22.09	1.94	22.09	1.94	0.45	22.09	1.94	0.45	
	5K		23.84	0.69	0.48	6.60	10.00	13.31				13.94	1.30	13.94	1.30	0.55	13.94	1.30	0.55	
	6K		28.70	0.83	0.58	6.75	9.60					12.86	1.40	12.86	1.40		12.86	~1.40	-	
	7K		31.14	0.90	0.63	7.70	11.00					11.93	0.67	11.93	0.67	0.22	11.93	0.67	0.22	



Rys. 11. Obraz zniszczenia elementów serii III.1



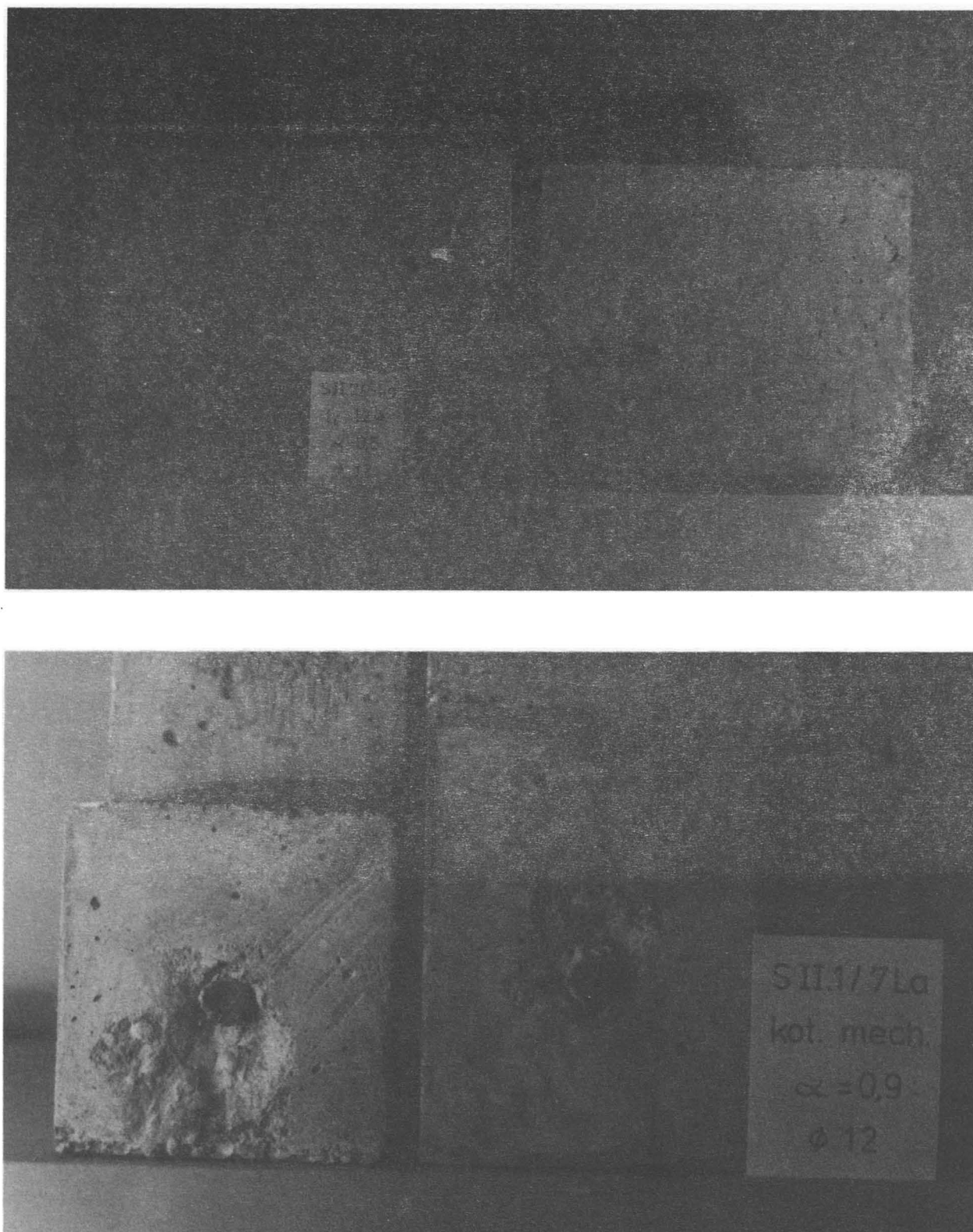
Rys. 12. Obraz zniszczenia elementów serii III.2



Rys. 13. obraz zniszczenia elementów serii III.4



Rys. 14. Obraz zniszczenia elementów serii S.1 z prętem Ø8

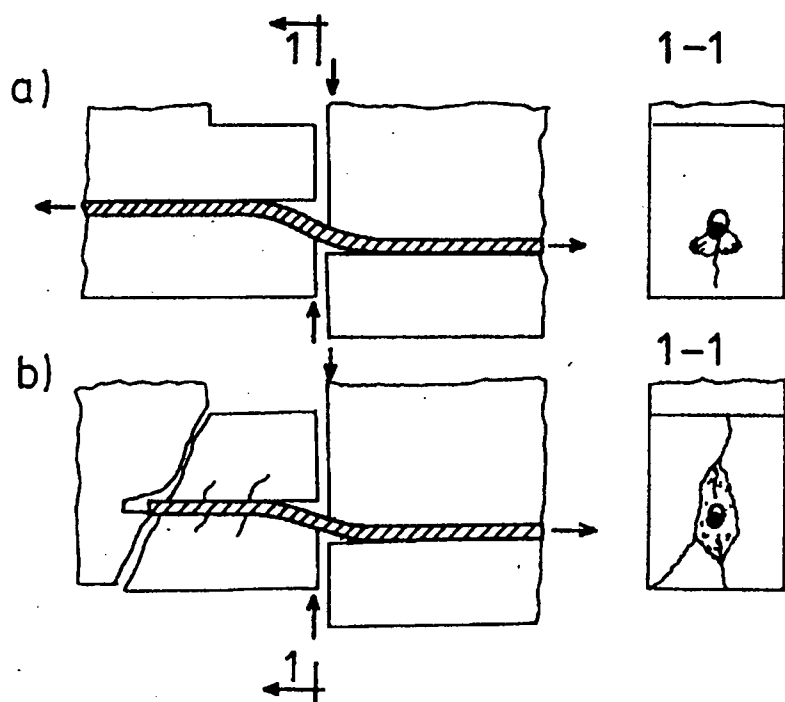


Rys. 15. Obraz zniszczenia elementów serii II.1 i II.2 ze zbrojeniem gładkim

wało wzmożone narastanie przemieszczeń, a po osiągnięciu wartości V_{du} duży przyrost przemieszczeń s przy stałej wartości siły ścinającej. Świadczy to o tym, że po przekroczeniu siły $0.7V_{du}$ następowały plastyczne odkształcenia podłoża pod pręt, przechodzące w miejscowe miażdżenie betonu na krótkim odcinku przy rysie. Wzrost obciążeń powodował rozprzestrzenianie się zasięgu miażdżenia betonu, utratę przyczepności zbrojenia do betonu nad prętem, wygięcie pręta aż do powstania przegubu plastycznego. Dalszy wzrost siły V_d powodował zwiększenie zasięgu odkształceń plastycznych w pręcie i strefy miażdżenia betonu pod zbrojeniem. Zniszczenie następowało w wyniku zmiażdżenia betonu oraz pęknięć betonu nad prętem zapoczątkowane naprężeniami rozciągającymi, co widać na rysunku 11. W przekroju rysy zasięg spękanego betonu wokół pręta był niewielki, natomiast trwałe wygięcie pręta - duże. Długość odcinka pręta, nad którym dochodziło do odspojenia betonu, wynosiła nawet cztery średnice zbrojenia.

W przypadku wprowadzenia siły rozciągającej do zbrojenia (kotwienie mechaniczne), w wyniku wydłużenia pręta i względnego przemieszczenia stali i betonu powstawały wokół pręta rysy o niewielkim zasięgu (Rys. 16a). Następowła więc degradacja struktury betonu wokół pręta o zasięgu zależnym od stopnia wyężenia stali ($\alpha = N/N_y$). Przyłożenie siły poprzecznej powodowało względne przemieszczenia brzegów rysy i uruchamiało wcześniej opisany mechnizm niszczenia. W tym przypadku jednak siła poprzeczna natrafiała na mniejszy opór spękanego podłoża co powodowało szybsze narastanie przemieszczeń s i wcześniejsze osiągnięcie granicy plastyczności w odkształconym zbrojeniu. Pręt, po zmiażdżeniu warstwy zarysowanego wcześniej betonu, natrafiał na mocniejszy beton i znów możliwy był dalszy wzrost siły poprzecznej. Degradacja betonu i uplastycznienie stali, w miarę wzrostu siły poprzecznej, obejmowały coraz dalsze, od płaszczyzny rysy, części próbki. Dla porównania, na rys. 14 pokazano powierzchnie rysy elementów zbrojonych prętami o mniej-

szej średnicy $d=8\text{mm}$ (kotwionymi mechanicznie). W elementach zbrojonych stalą gładką, kotwioną mechanicznie wprowadzenie siły rozciągającej do zbrojenia wywołuje znacznie mniejsze uszkodzenia betonu wokół pręta (rys. 15). Łączne działanie na pręt siły rozciągającej i poprzecznej powoduje mniejszy zasięg degradacji betonu i zróżnicowane sposoby zniszczenia próbki poprzez pęknięcie dolnej lub bocznej otuliny.



Rys. 16. Mechanizm zniszczenia dla elementów z prętem:
a) kotwionym mechanicznie, b) o krótkim odcinku kotwienia

W przypadku krótkiego kotwienia zbrojenia w betonie za rysą, przyłożenie siły rozciągającej do pręta powodowało częściową utratę przyczepności do betonu i wzdlużne względne przemieszczenia. Od wartości siły rozciągającej zależał stopień i zasięg degradacji betonu wokół pręta. Siła poprzeczna nie tylko powodowała miażdżenie betonu pod prętem, ale wpływała również na utratę przyczepności pręta w dalszych warstwach betonu. Dlatego też efekt łącznego działania siły rozciągającej i siły poprzecznej był

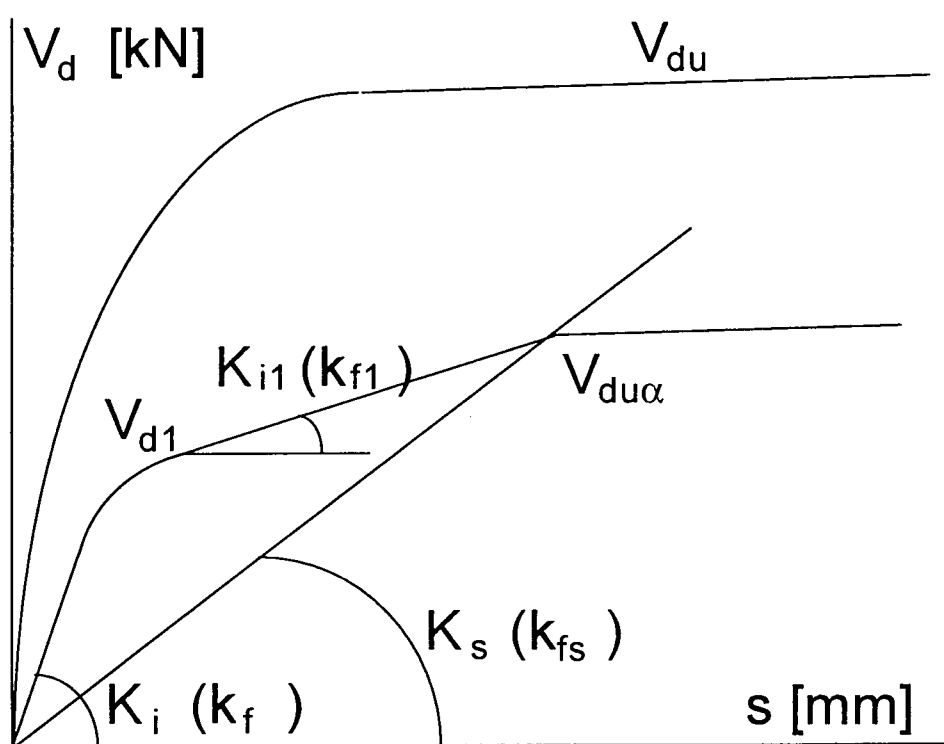
zależny od długości kotwienia pręta. Przy bardzo krótkich odcinkach kotwienia zniszczeniu elementu towarzyszyło zarówno spękanie betonu jak i całkowita utrata przyczepności pręta do betonu, a więc wysunięcie zbrojenia. Zwykle jednak pręt był trwale wygięty, a więc naprężenia we fragmencie pręta osiągały granicę plastyczności. Niekiedy następowało odsklepienie się końca pręta od betonu, powstanie w tym przekroju rysy i wydzielenie się fragmentu próbki między rysami (Rys 16b).

Dla prętów o skończonej długości kotwienia uzyskano znacznie niższe wartości $V_{du\alpha}$, w porównaniu z elementami, w których zastosowano kotwienie mechaniczne prętów. Siła rozciągająca $N=\alpha N_u$, powodująca częściową utratę przyczepności i związaną z tym degradację betonu, miała duży wpływ na graniczną siłę klockującą i moduł sztywności podłoża. Np. dla elementu serii III.4 ($l_k=6d$) przy sile rozciągającej w zbrojeniu $N=0.7+0.8N_u$ po przyłożeniu niewielkiej siły V_d element uległ gwałtownemu zniszczeniu.

6. ZALEŻNOŚĆ V_d -s SIŁY KLOCKUJĄCEJ OD WZGLĘDNEGO PRZEMIESZCZENIA BRZEGÓW RYSY

Na rys. 18 do 23 zamieszczono zbiorcze wykresy zależności V_d -s dla elementów wszystkich serii. Dla serii podstawowych III.1 (rys. 18 a÷c) z mechanicznym kotwieniem zbrojenia i III.4 (rys. 19 a÷c) z najkrótszym odcinkiem kotwienia pręta $l_k=6d$ za rysą, przytoczono również sposób aproksymacji wyników badań funkcją wykładniczą i prostą.

Z wykresów zestawionych dla poszczególnych serii wyraźnie widać wpływ siły rozciągającej w zbrojeniu na wielkość granicznej siły klockującej oraz na wzrost przemieszczeń w rysie spowodowany degradacją betonu wokół pręta.



Rys. 17. Oznaczenie sztywności ścinania

$$V_d = V_{d1} \left(1 - e^{-\frac{K_i s}{V_{d1}}} \right) \quad (1)$$

gdzie: $V_{d1}=V_{du}=V_{du\alpha}$ [kN] siła graniczna klockująca
 K_i [kN/mm] początkowa sztywność ścinania siły klockującej równa pochyleniu stycznej do wykresu w punkcie $s=0$

Gdy pręt obciążany był tylko siłą poprzeczną ($N=0$), miał długi odcinek proporcjonalnego wzrostu $V_d - s$, a dalsza krzywoliniowa zależność kończyła się osiągnięciem maksymalnej wartości siły V_d i długim powolnym spadkiem siły. Elementy, w których zbrojenie obciążone było siłą rozciągającą i siłą poprzeczną, zależnie od wartości siły N , miały coraz dłuższy i bardziej płaski odcinek krzywoliniowej zależności $V_d - s$ i wreszcie przy stałej sile, ciągły przyrost przemieszczeń.

W elementach o krótkim odcinku kotwienia pręta za rysą wprowadzenie siły rozciągającej do zbrojenia i obciążenie siłą poprzeczną, prowadziło do gwałtownego zniszczenia elementu. Dla każdego zbadanego elementu dobrano funkcję wykładniczą i liniową opisującą zależność $V_d - s$.

W pozostałych przypadkach krzywa wykładnicza opisuje tylko część zależności $V_d - s$ a wartość V_{d1} jest równa: wartościom podanym w tabeli 6.

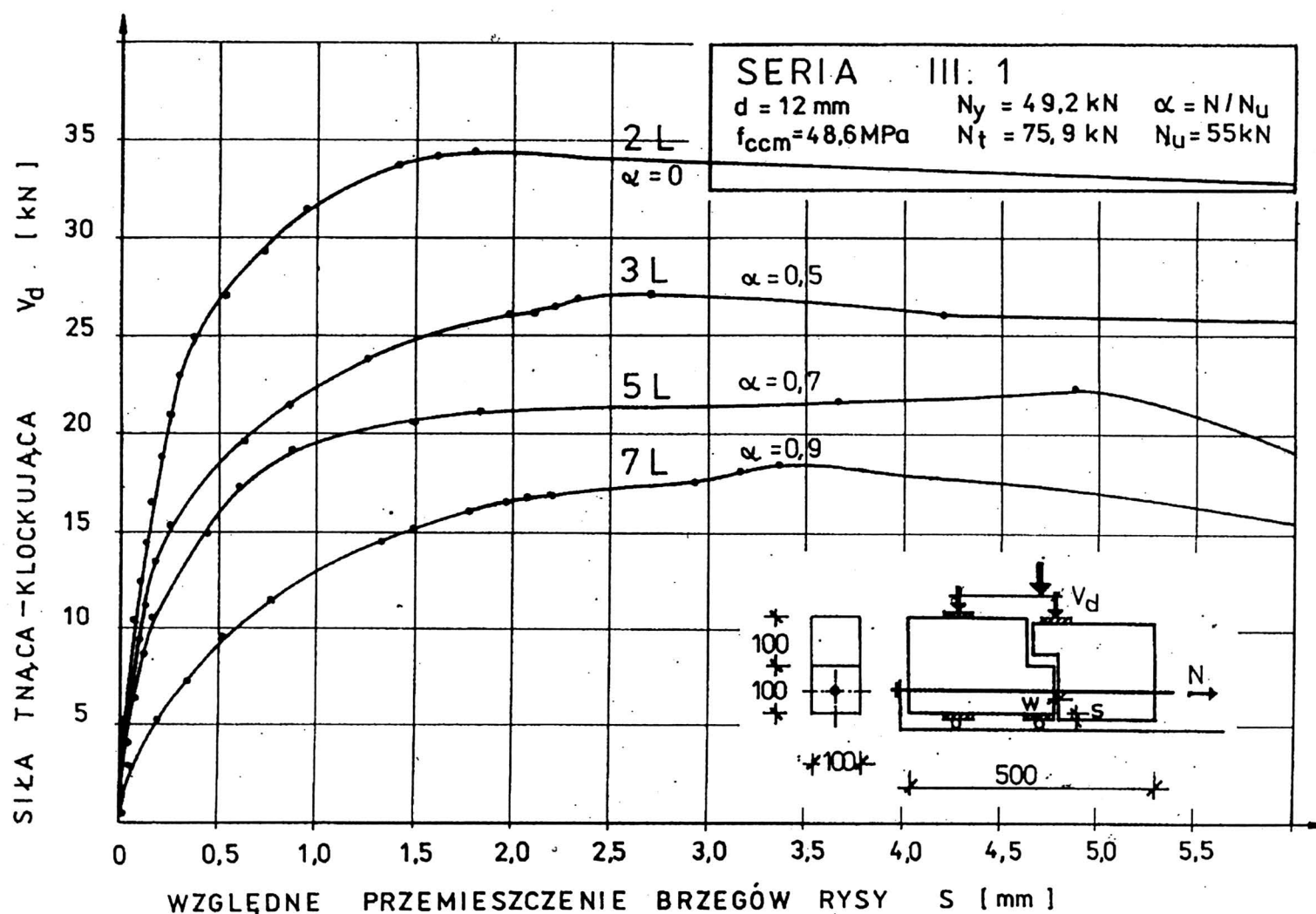
W dalszej części wykresu zależność $V_d - s$ jest zbliżona do liniowej i opisana równaniem

$$V_d = K_{i1}(s - s_1) + V_{d1} \quad (2)$$

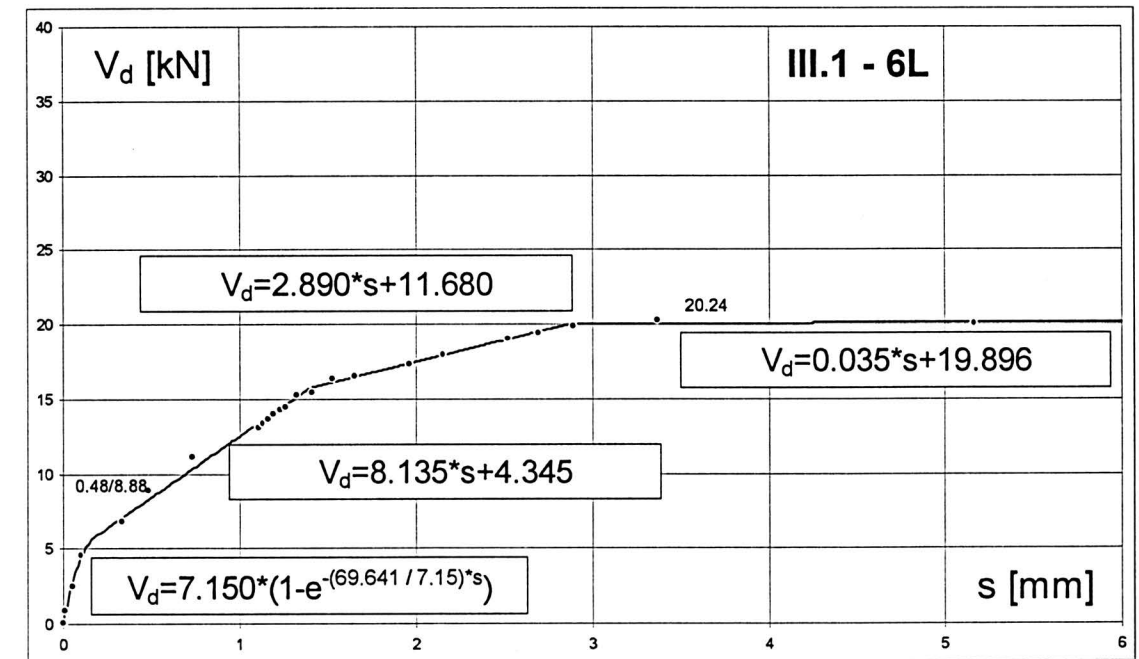
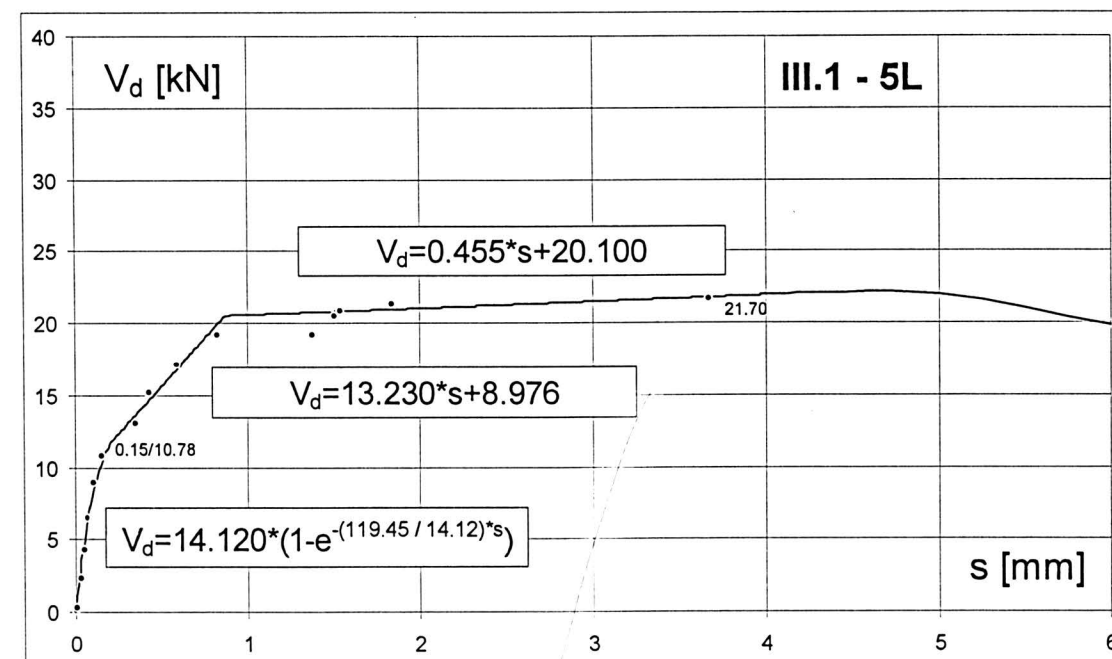
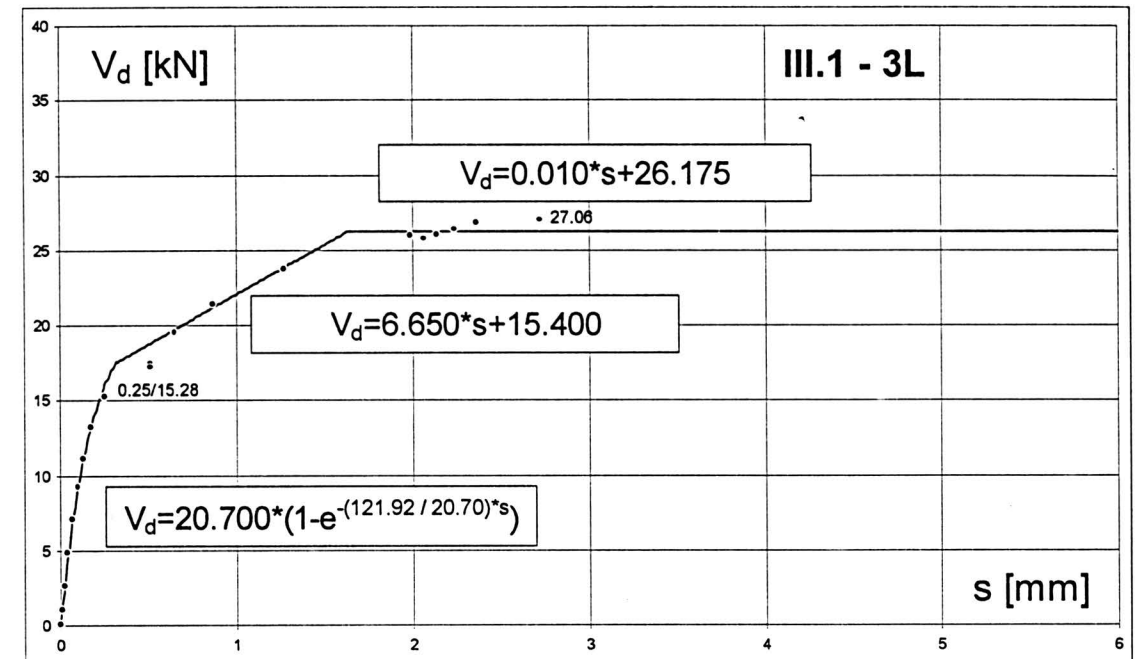
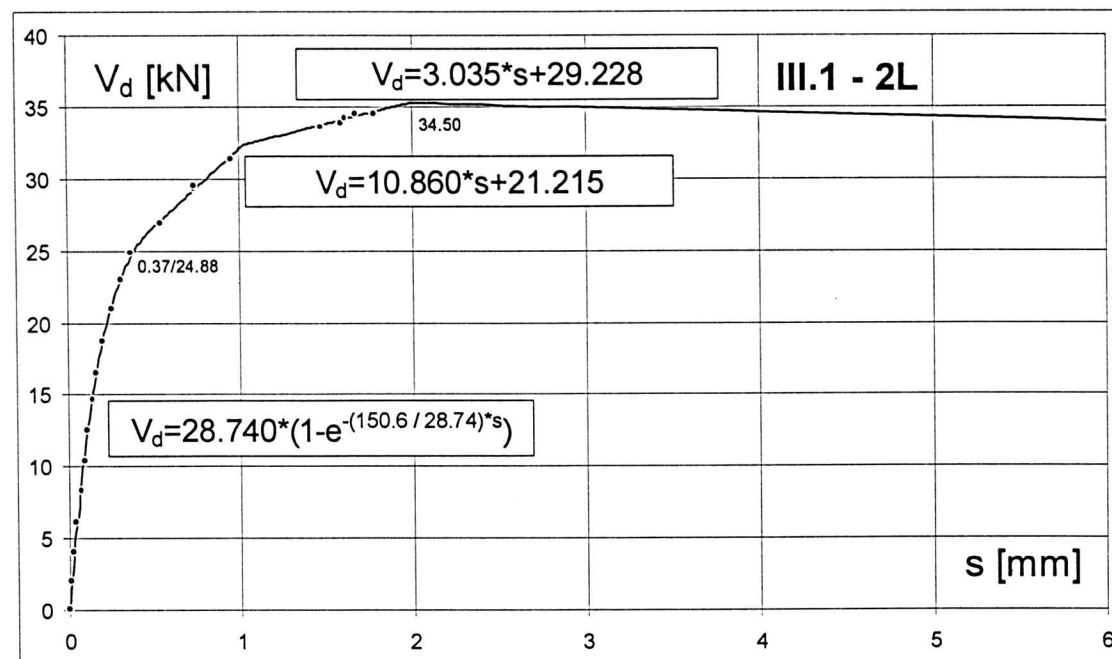
Na podstawie przeprowadzonych badań można było określić wartość początkowej sztywności ścinania poprzez ocenę modułu sztywności podłoża betonowego (k_{fi}) dla niezarysowanego i różnym stopniu zdegradowanego podłoża betonowego pod prętem. Obliczenia te ze względu na objętość i rodzaj publikacji (raport z badań) pominięto.

Tabela 6

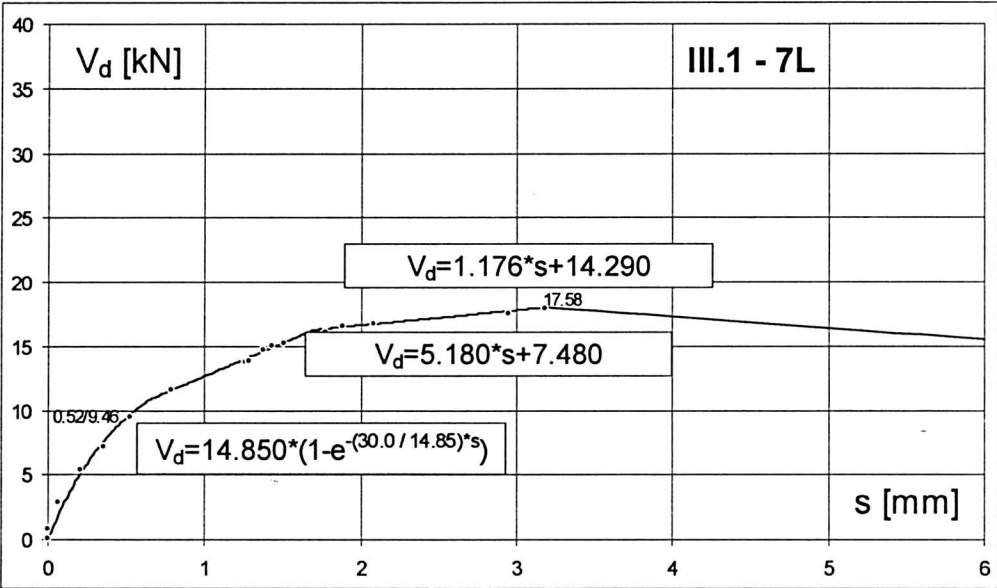
V_{d1} dla stali żebrowanej	V_{d1} dla stali gładkiej
kotwienie mechaniczne	kotwienie mechaniczne i $l_k=12d$
kotwienie pełne ($N_u \approx N_y$)	
$\alpha=0$ $V_{d1}=V_{du}$	$\alpha=0$ $V_{d1}=V_{du}$
$\alpha \leq 0.6$ $V_{d1} \approx 0.8 V_{du\alpha}$	$0.0 < \alpha \leq 0.7$ $V_{d1} \approx 0.7 V_{du\alpha}$
$0.6 < \alpha \leq 0.7$ $V_{d1} \approx 0.6 V_{du\alpha}$	$0.7 < \alpha \leq 0.8$ $V_{d1} \approx 0.5 V_{du\alpha}$
$0.7 < \alpha \leq 0.8$ $V_{d1} \approx 0.3 V_{du\alpha}$	$\alpha=0.9$ $V_{d1} \approx 0.85 V_{du\alpha}$
$\alpha=0.9$ $V_{d1} \approx 0.75 V_{du\alpha}$	
kotwienie krótkie $l_k \leq 12d$	
$V_{d1} \approx V_{du\alpha}$	
kotwienie pośrednie	
kotw. mech. $> l_k > 12d$	
V_{d1} - wartości pośrednie	



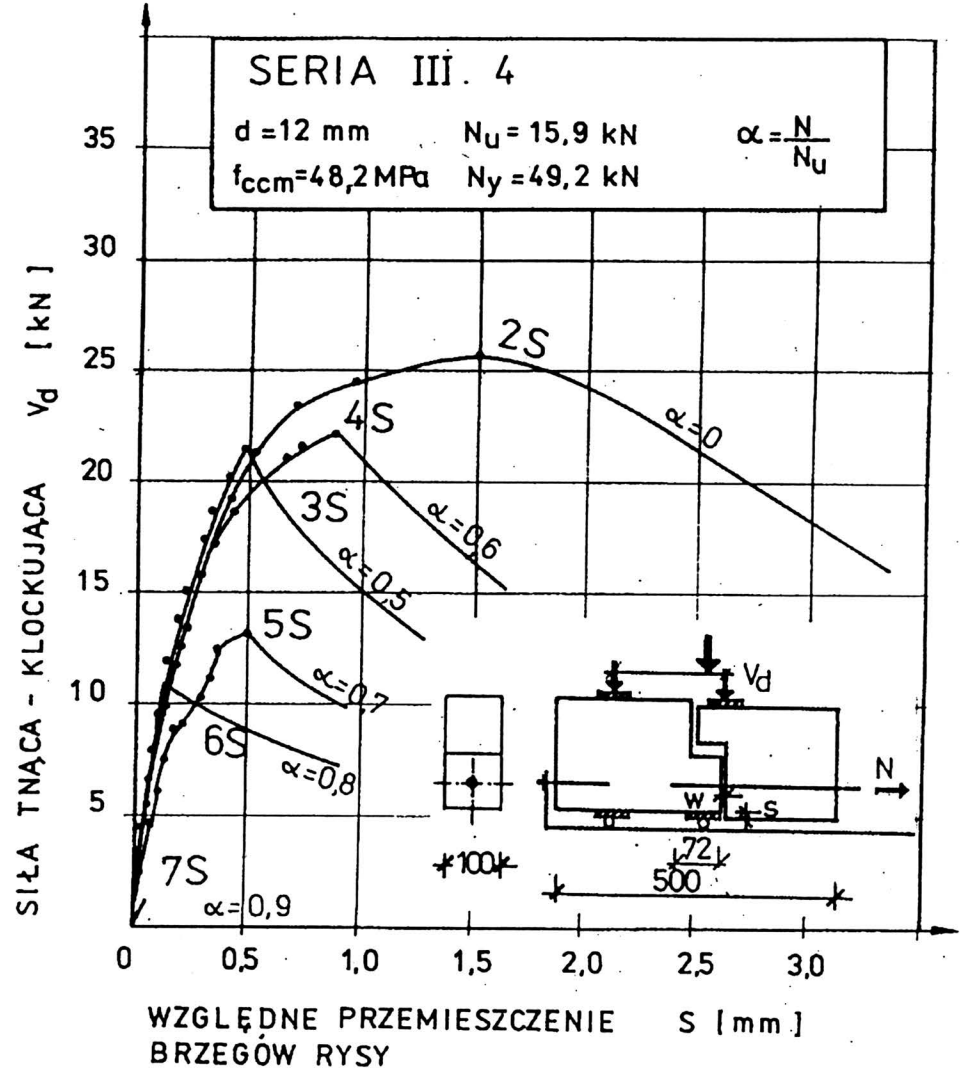
Rys. 18a. Zależność $V_d - s$ dla elementów serii III.1 - wyniki badań



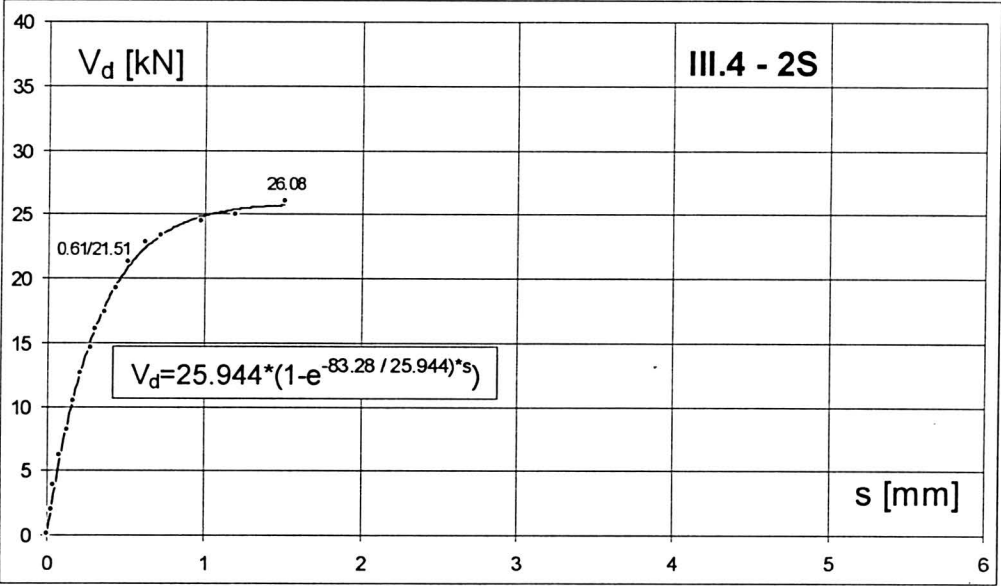
Rys. 18b. Zależność V_d - s, elementy serii III.1; (próbki 2L, 3L, 5L, 6L)
- aproksymacja wyników badań funkcjami (1) i (2)



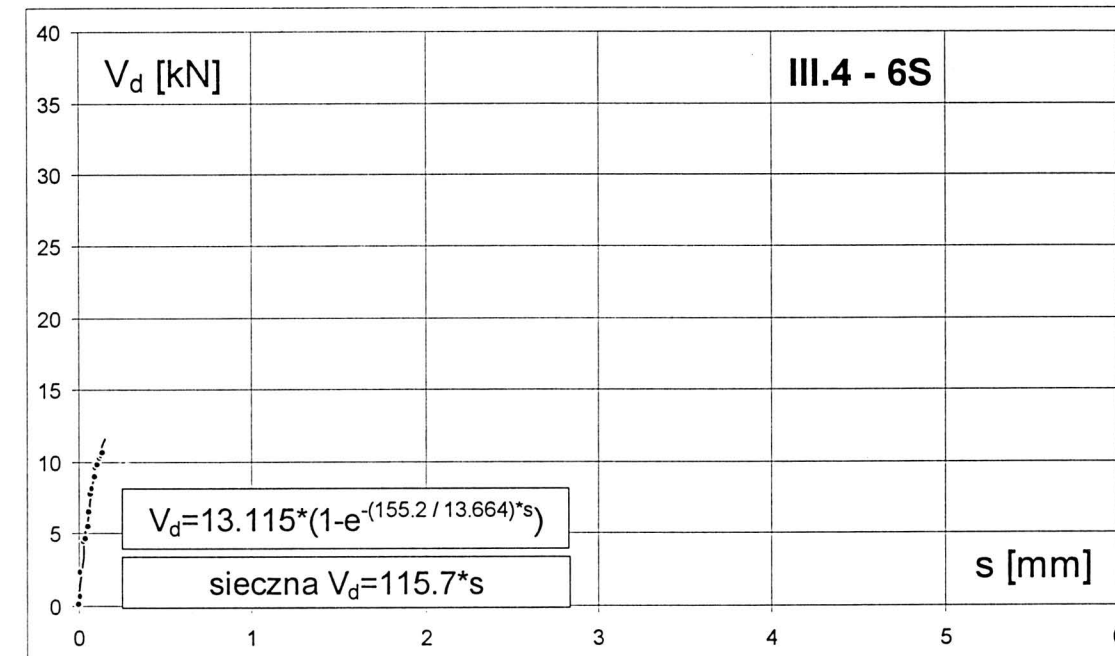
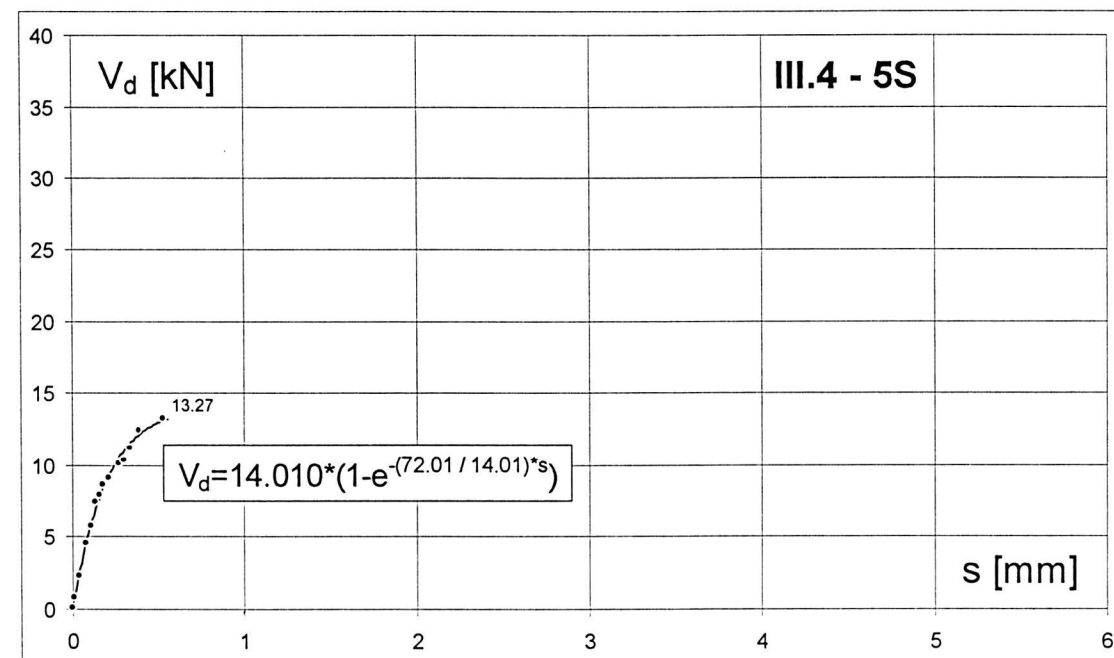
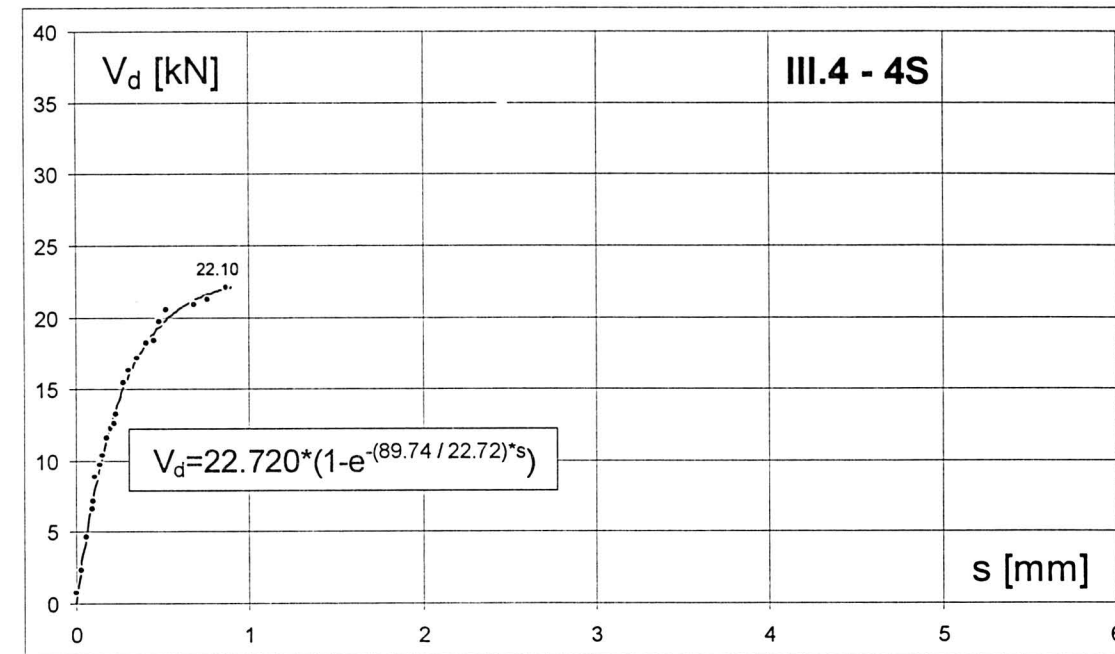
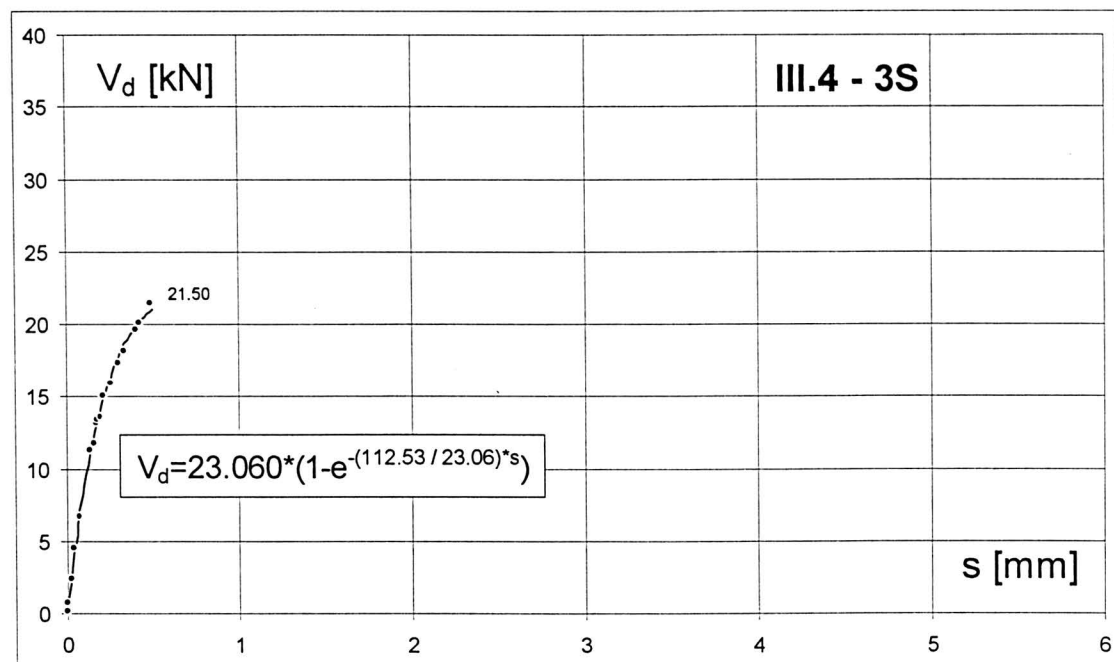
Rys. 18c. Zależność V_d - s dla elementów serii III.1; (próbka 7L)
- aproksymacja wyników badań funkcjami (1), (2)



Rys. 19a. Zależność V_d - s dla elementów serii III.4

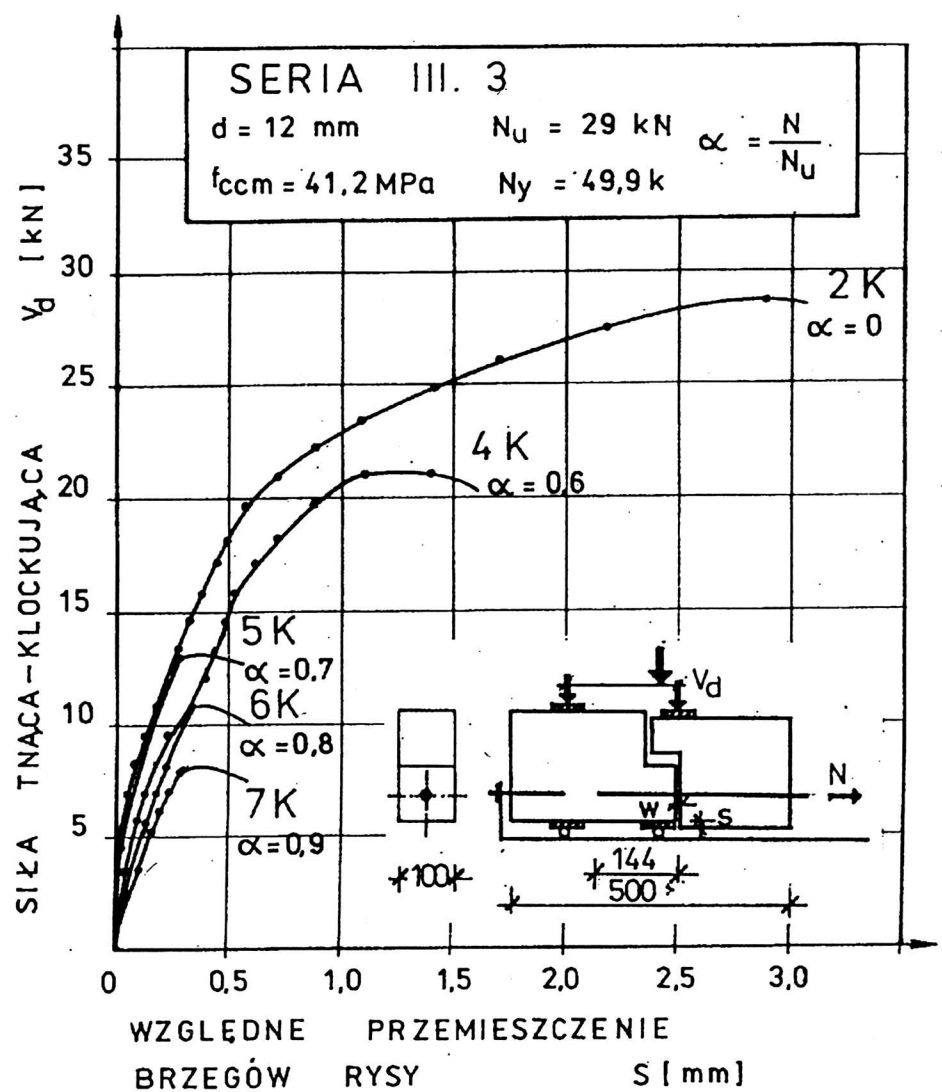
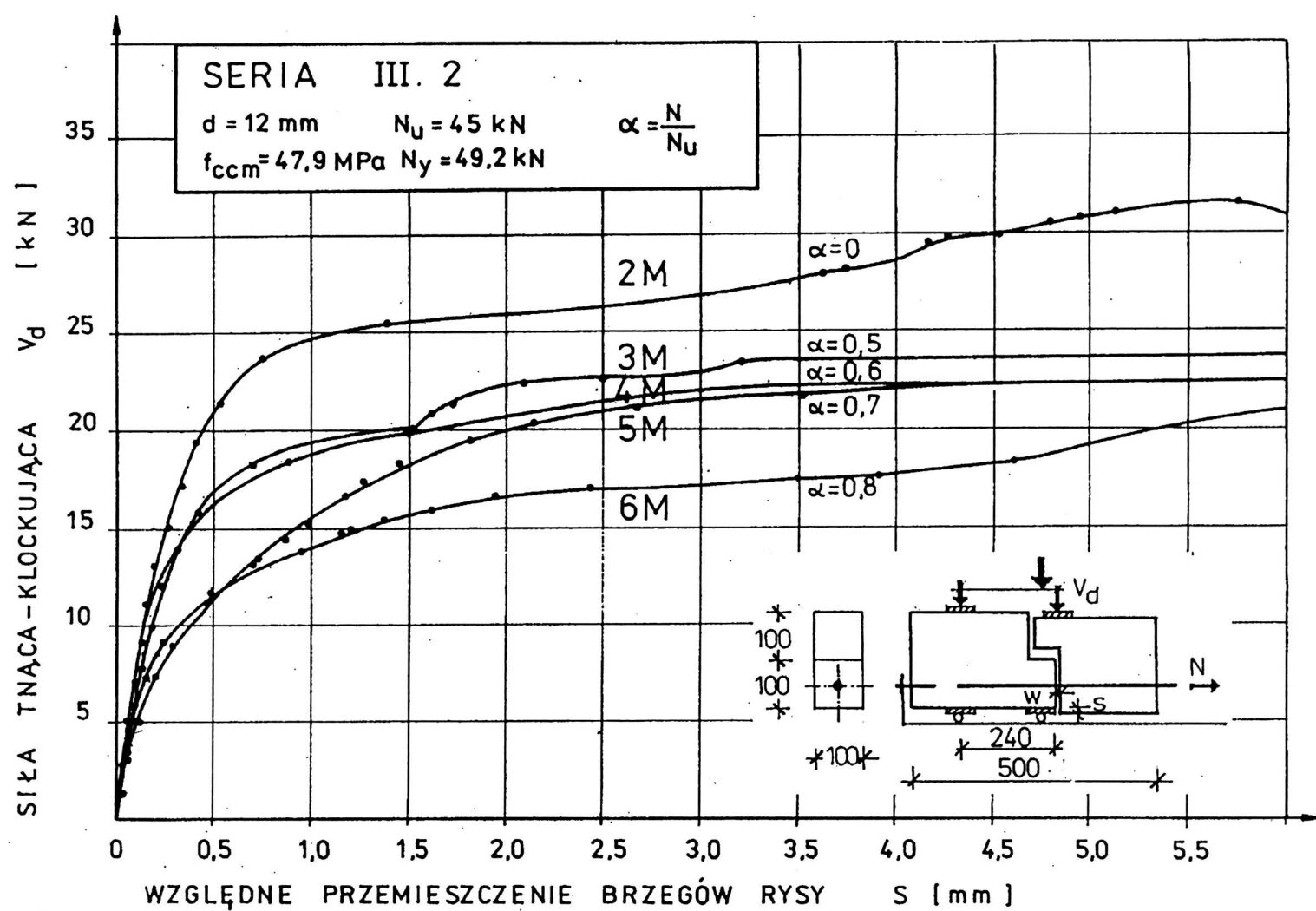


Rys. 19b. Zależność V_d - s , elementy serii III.4 (próbka 2S)
- aproksymacja wyników badań funkcją (1).

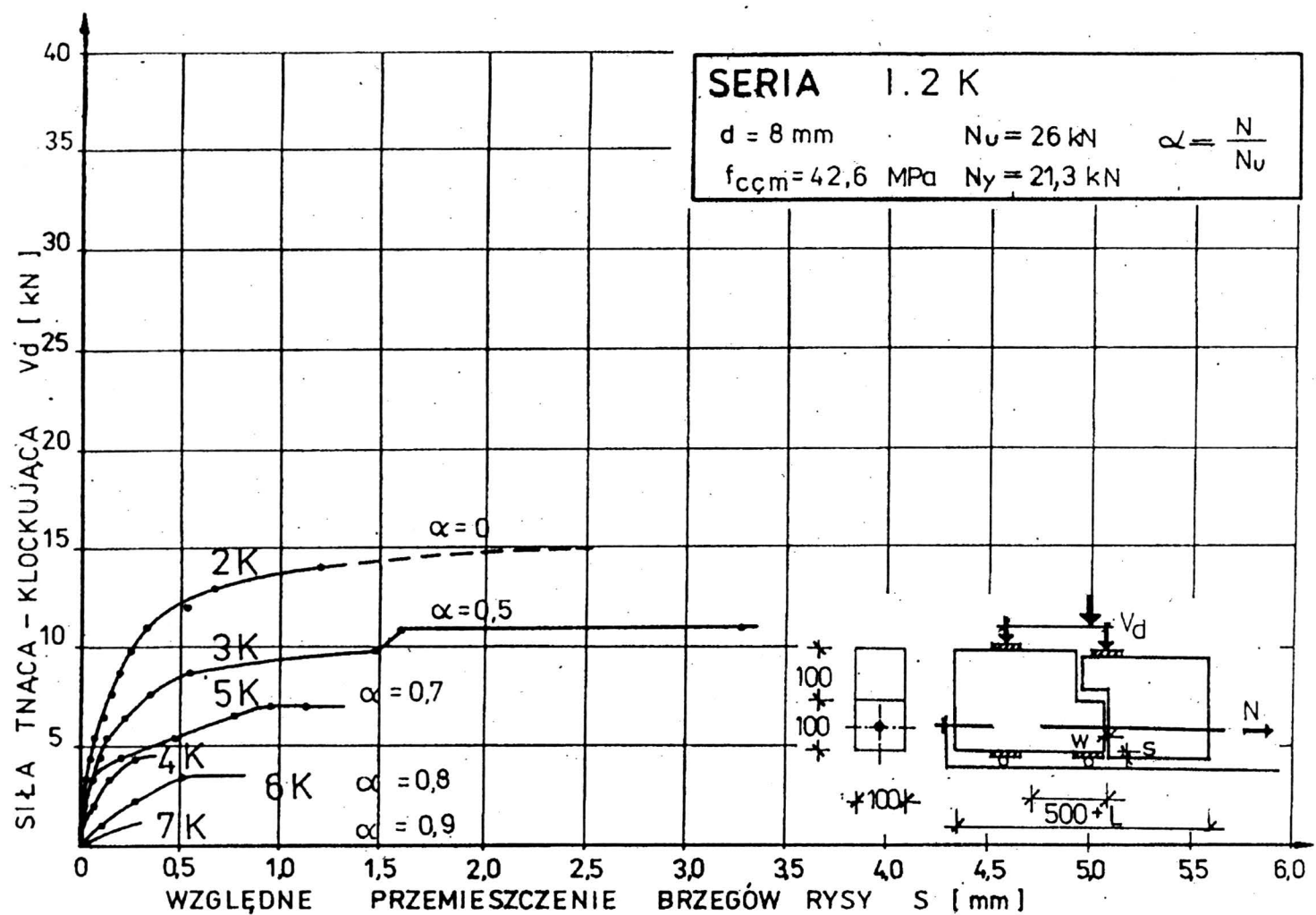
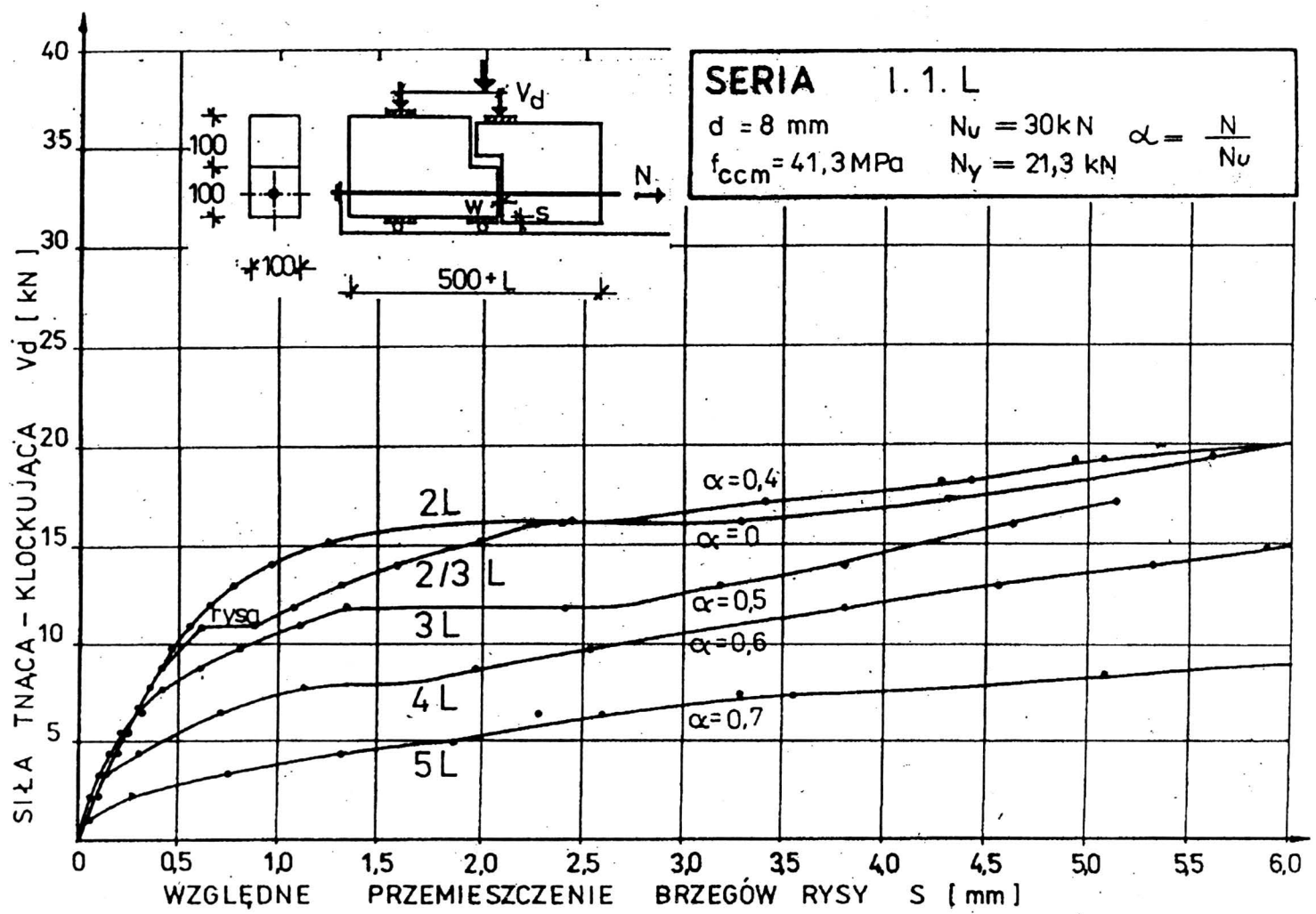


Rys. 19c. Zależność V_d - s , elementy serii III.4 (próbki 3S, 4S, 5S, 6S)
-aproxymacja wyników badań funkcjami (1) i (2)

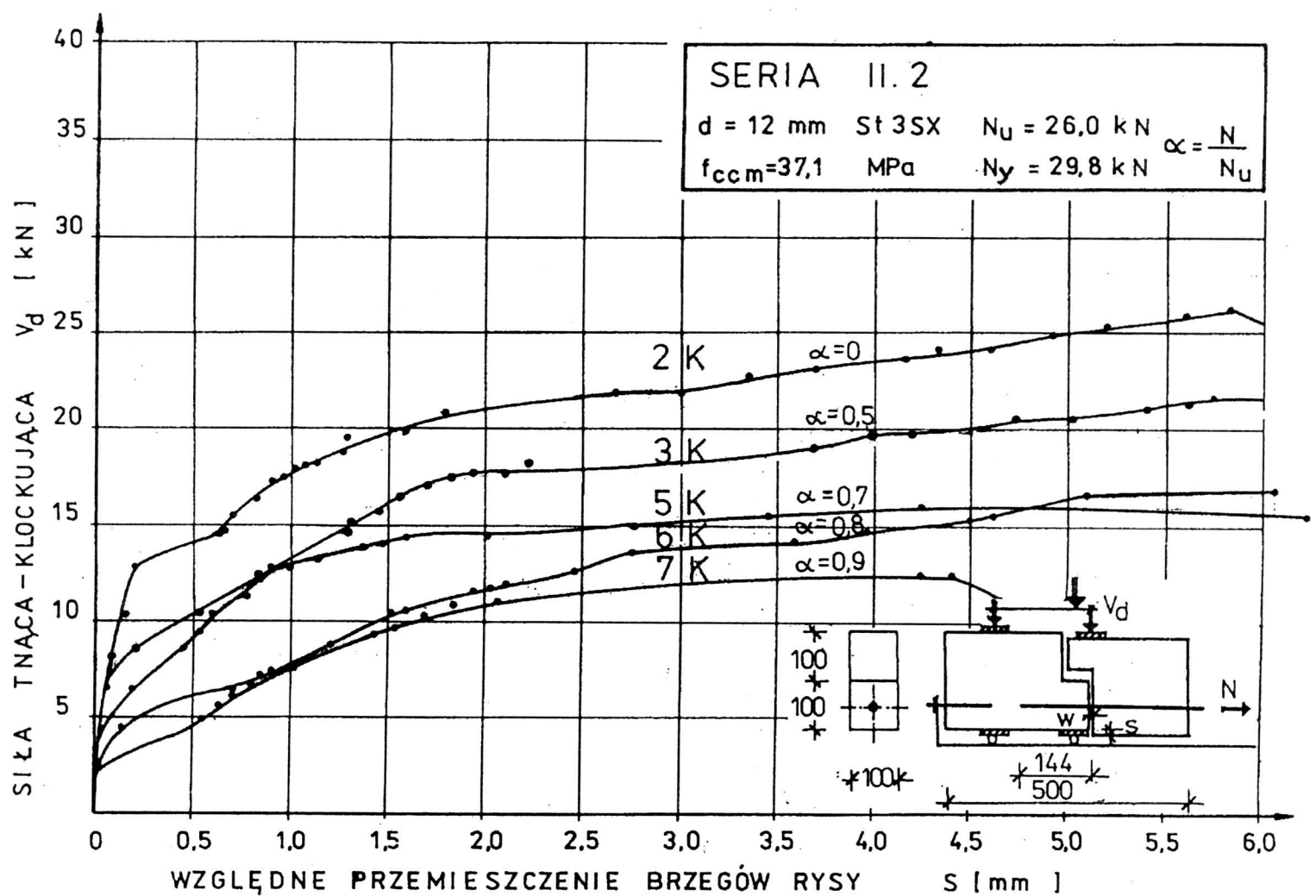
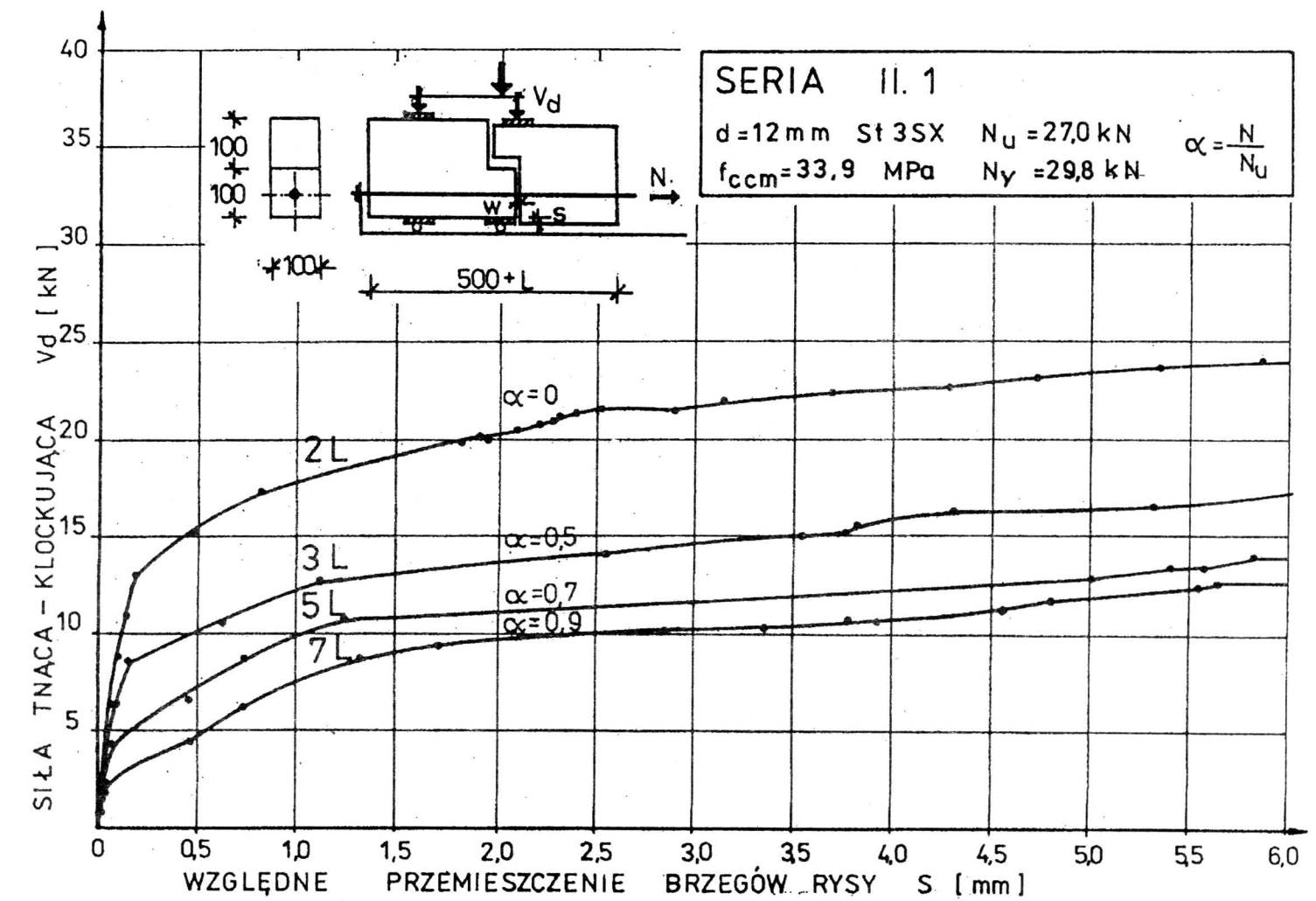
Rys. 18a. Zależność V_d - s dla elementów serii III.1 - wyniki badań



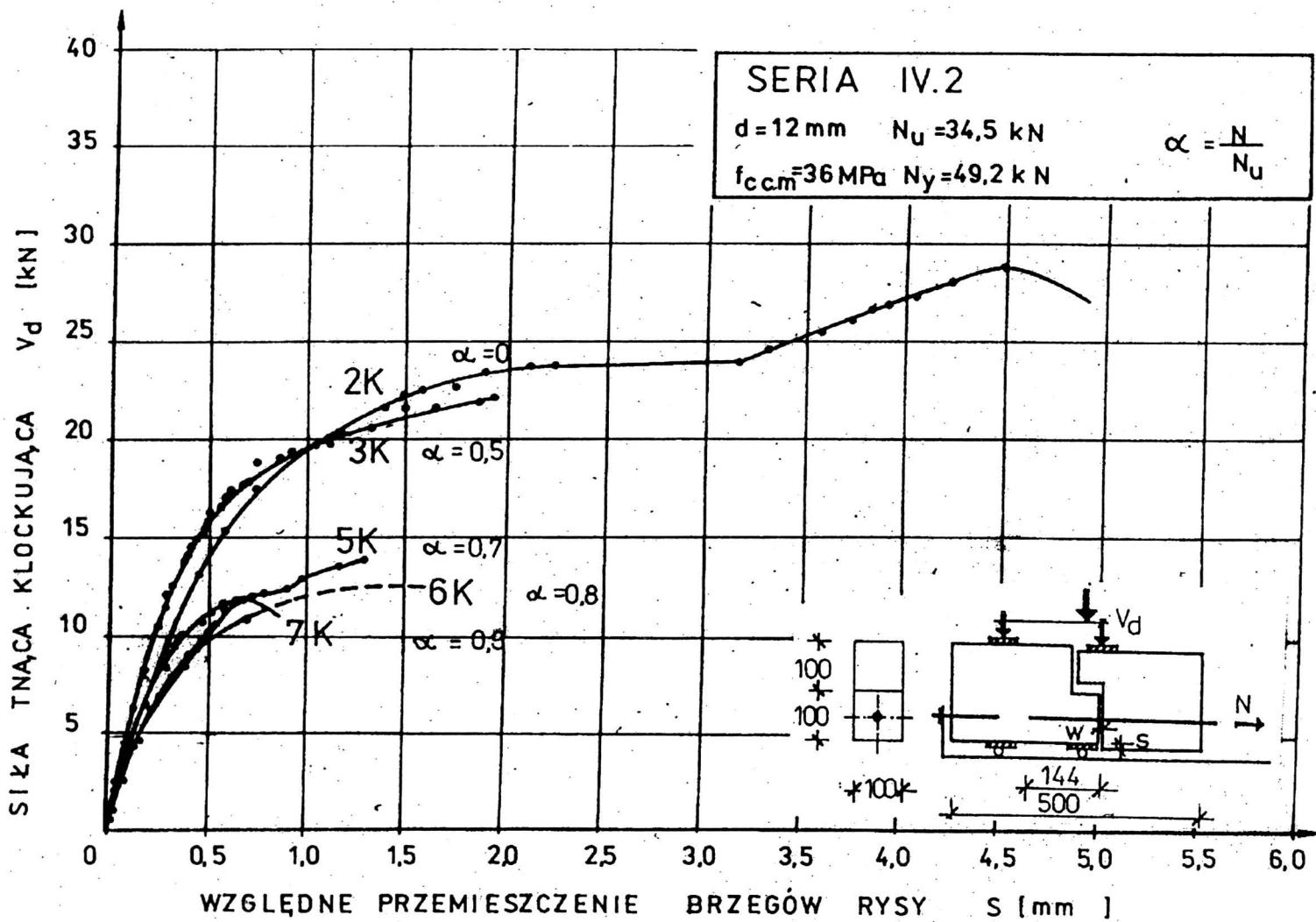
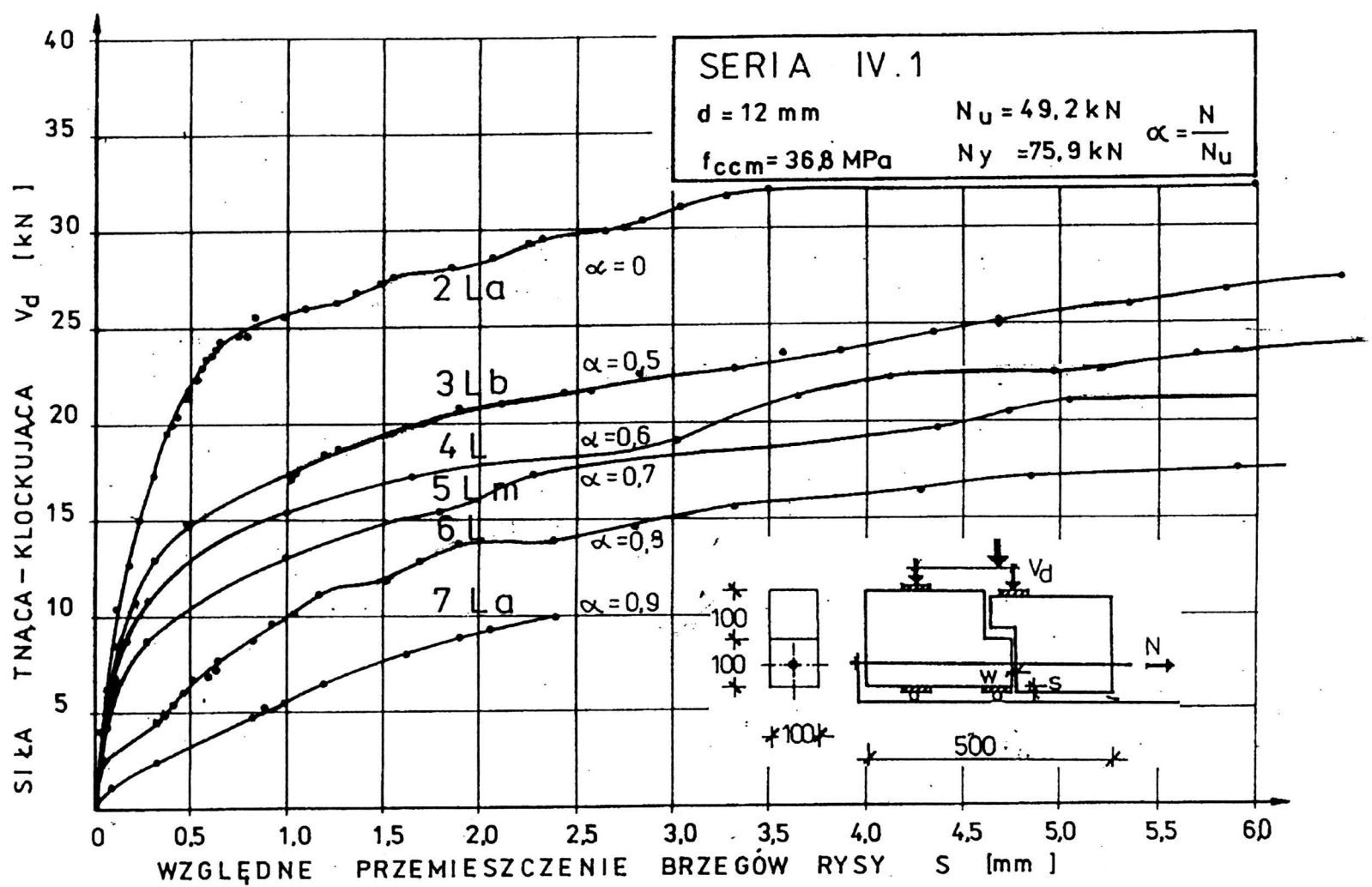
Rys. 20. Zależność $V_d - s$ dla elementów serii III.2 i III.3, wyniki badań



Rys. 21. Zależność $V_d - s$ dla elementów serii I.1 i I.2, wyniki badań



Rys. 22. Zależność $V_d - s$ dla elementów serii II.1 i II.2, wyniki badań



Rys. 23. Zależność $V_d - s$ dla elementów serii IV.1 i IV.2, wyniki badań

7. KRZYWE GRANICZNE $V_{du\alpha} - N$

Krzywe graniczne $N-V_{du\alpha}$ w zasadniczy sposób zależą od długości kotwienia zbrojenia, co widać na rys. 24 (w serii III.1 stosowano kotwienie mechaniczne, w serii III.2 - $l_k=20d$, III.3 - $l_k=12d$, III.4 - $l_k=6d$). Jest to równoznaczne z zależnością siły klockującej od siły przyczepności zbrojenia do betonu. Dla słabszego betonu B30 (seria IV) krzywe są "niższe" niż dla betonu B40 (seria III), jednak i tu wpływ długości kotwienia zbrojenia jest znaczny.

Podjęto próbę aproksymacji wyników równaniem elipsy (3) i paraboli (4)

$$\left(\frac{N}{N_u}\right)^2 + \left(\frac{V_{du\alpha}}{V_{du}}\right)^2 = 1 \quad (3)$$

$$V_{du\alpha} = V_{du} \sqrt{1 - \frac{N}{N_u}} \quad (4)$$

$N_u=0.9N_y$ (elipsa i parabola) - dla stali gładkiej i betonu B30

- w przypadku skończonej długości kotwienia pręta N_u jest równe sile przyczepności pręta do betonu.

Sprowadzając wyniki badań do wartości bezwymiarowych i oznaczając przez $\alpha_y=N/N_y$, $\alpha=N/N_u$, $\beta=V_{du\alpha}/V_{du}$ otrzymamy z (3) i (4):

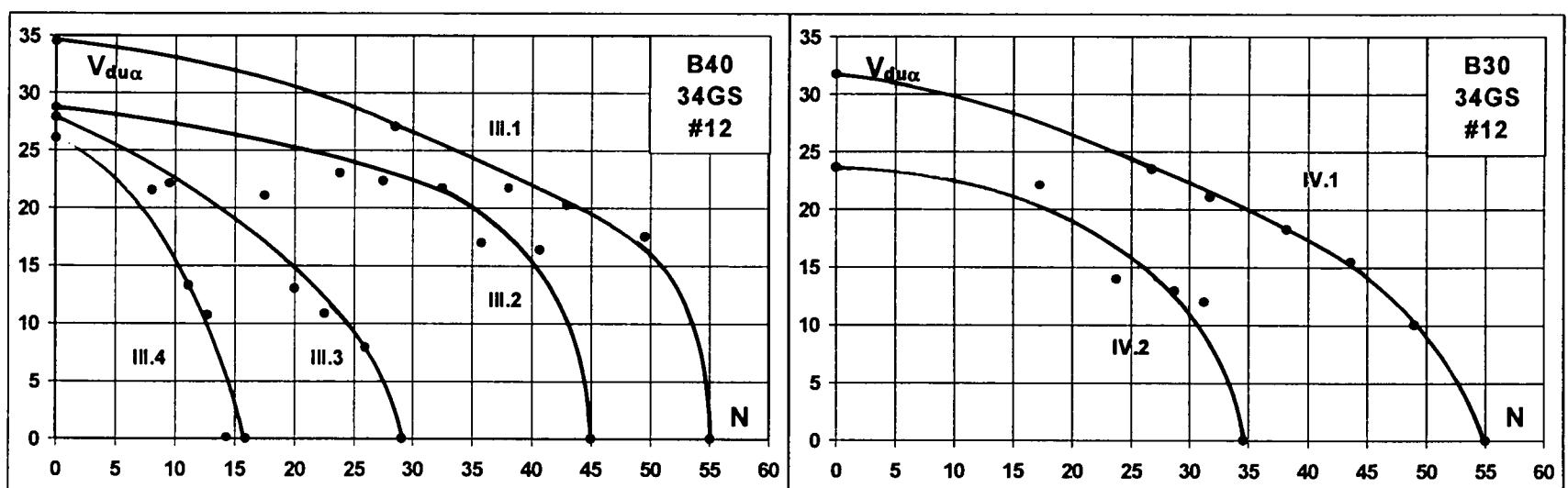
- dla elementów z prętami w pełni zakotwionymi

$$\beta = \sqrt{1 - \left(\frac{1}{\gamma} \alpha_y\right)^2} \quad (5)$$

$$\beta = \sqrt{1 - \frac{1}{\gamma} \alpha_y} \quad (6)$$

- dla elementów z prętami o skończonej długości kotwienia za rysą

$$\beta = \sqrt{1 - \alpha^2} \quad (7)$$



Rys. 24. Krzywe graniczne $V_{du\alpha} - N$ dla różnych serii elementów

Z analizy wartości liczbowych współczynników uzyskano zarówno dla elipsy, jak i paraboli, w przypadku elementów, w których zbrojenie było tylko rozciągane, następujące zależności:

- przy mechanicznym kotwieniu pręta w stanowisku badawczym $N_u = \gamma N_y$

$N_u=1.1N_y$ (elipsa), $N_u=1.23N_y$ (parabola) - dla stali żebrowanej i betonu B40

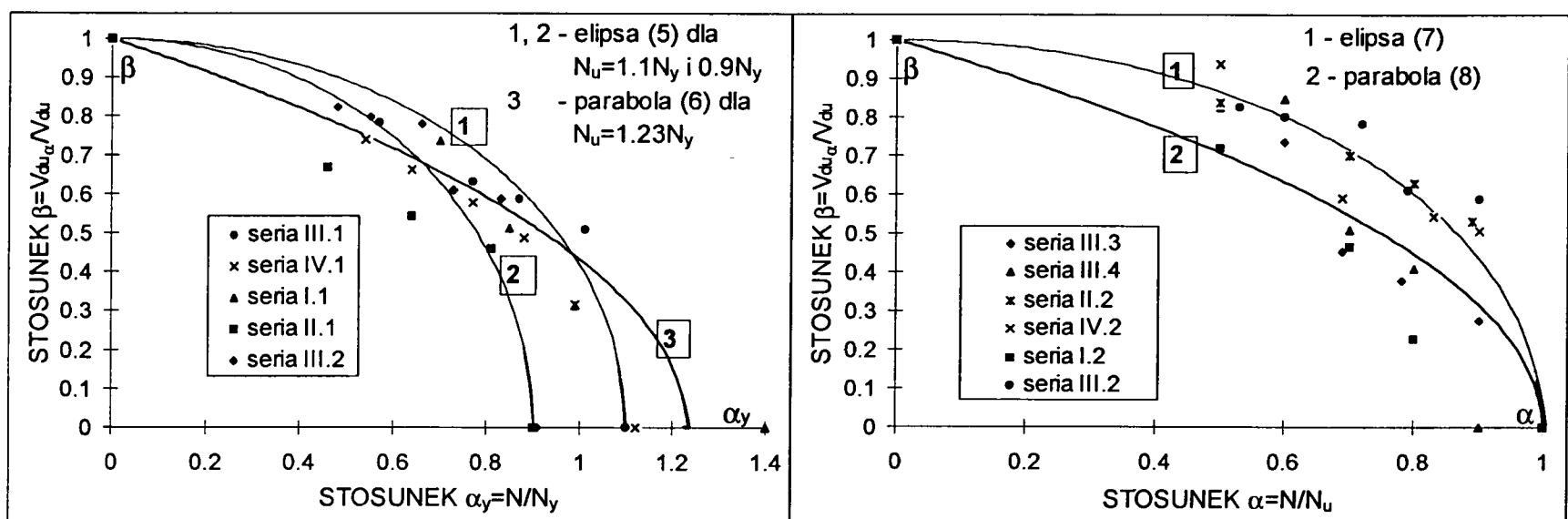
$N_u=1.1N_y$ (elipsa i parabola) - dla stali żebrowanej i betonu B30

$$\beta = \sqrt{1 - \alpha} \quad (8)$$

W tablicy 5, dla wszystkich elementów, zestawiono w kolumnach 5 i 6 wartości α , α_y zaś w kolumnie 15 wartości V_{du} i $V_{du\alpha}$.

Zależności $\beta-\alpha_y$ dla elementów z prętami zakotwionymi mechanicznie i $\beta-\alpha$ z prętami o skończonej długości kotwienia pokazano w sposób graficzny na rys. 25.

W pierwszym przypadku - kotwienie mechaniczne pomiędzy granicznymi elipsami znalazły się prawie wszy-



Rys. 25. Zależność $V_{du\alpha} / V_{du}$ od stosunku $\alpha_y = N / N_y$ i $\alpha = N / N_u$

stkie wyniki badań z wyjątkiem elementów serii II.1, w której zastosowano pręty gładkie. W drugim przypadku, pręty o skończonej długości kotwienia - elipsa może stanowić górne a parabola dolne ograniczenie wyników badań.

Tak więc wprowadzenie siły rozciągającej do zbrojenia poddanego działaniu siły poprzecznej w płaszczyźnie rysy, zmniejsza wartość siły klockującej w pełnym zakresie sto-sunku N/N_u . W przypadku, gdy pręt jest w pełni zakotwiony za płaszczyznę rysy, na ubytek $V_{du\alpha}/V_{du}$ większy wpływ ma wykorzystanie nośności samego pręta niż degradacja betonu w strefie kontaktowej. W przypadku skończonej długości kotwienia (gdy $N_u < N_y$) o ubytku nośności V_{du} decyduje degradacja betonu wokół pręta, wywołana naprężeniami przyczepności powstającymi przy wyciąganiu zbrojenia.

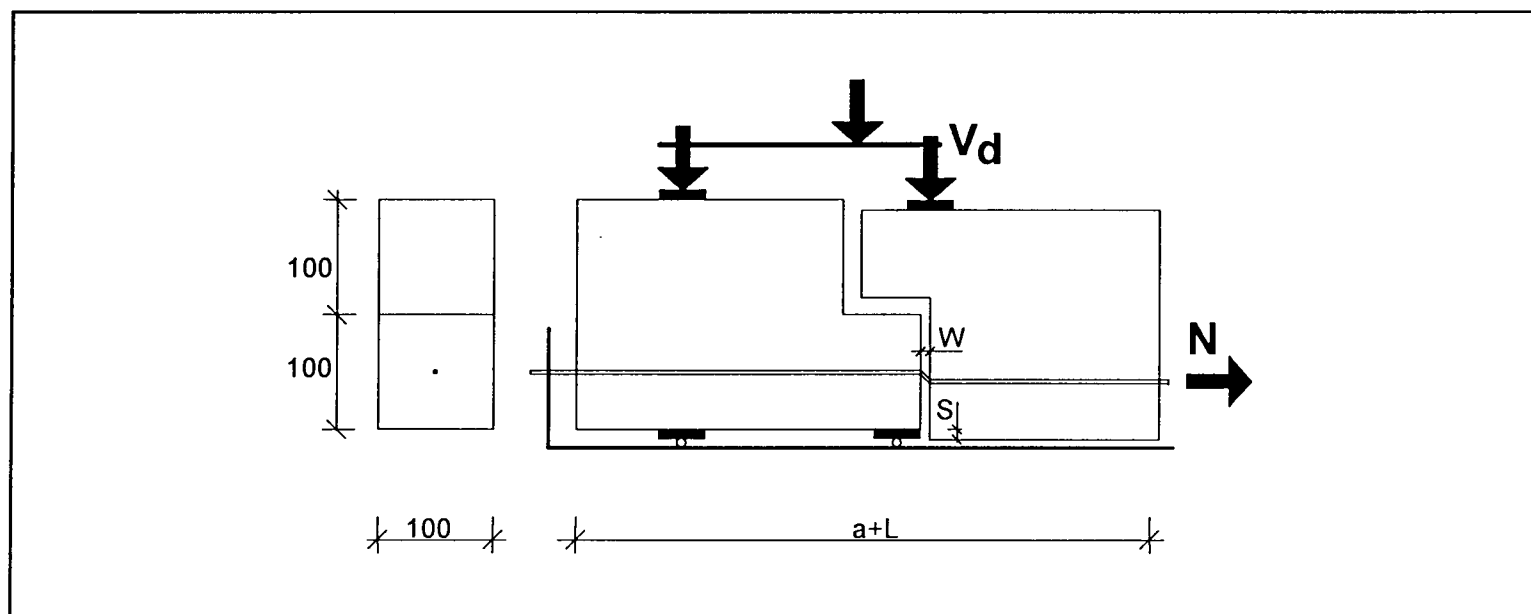
LITERATURA

- [1] Cziesielski E., *Tragfähigkeit Geschweißter Verbindungen in Betonfertigteiltbau*, DAfSt, Heft 346/1989.
- [2] Dulácska H., *Dowel Action of Reinforcement Crossing Cracks in Concrete*, ACI Journal, Proceedings V. 69, No 12, 12/1972.
- [3] Jimenez-Perez R., Gergely P., White R.N., *Shear Transfer Across Cracks in Reinforced Concrete*, Report 87-4, Cornell University Department of Structural Engineering, Ithaca, New York 14850, 1978.
- [4] Johnston D.W., Zia P., *Analysis of Dowel Action*, Journal of the Structural Division, Proceedings of ASCE, 4/1971.
- [5] Kemp E.L., *Bond in Reinforced Concrete: Behavior and Design Criteria*, ACI Journal 1/2 1986.
- [6] Kemp E.L., Wilhelm W.J., *Investigation of the Parameters Influencing Bond Cracking*, ACI Journal 1/1979.
- [7] Millard S.G., Johnson R.P., *Shear Transfer Across Cracks in Reinforced Concrete Due to Aggregate Interlock and to Dowel Action*, Magazine of Concrete Research nr 126/1985.
- [8] Millard S.G., Johnson R.P., *Shear Transfer in Cracked Reinforced Concrete*, Magazine of Concrete Research nr 130/1985.
- [9] Poli S.D., Prisco M., Gombarova P.G., *Cover and Stirrup Effects on the Shear Response of Dowel Bar Embedded in Concrete*, ACI Structural Journal, 7/8 1993.
- [10] Paschen H., Schönhoff T., *Untersuchungen über in Beton eingelassene Scherbolzen aus Betonstahl*, Deutscher Ausschus für Stahlbeton, Heft 346/1983.
- [11] Pruijssers A.F., *Shear Resistance of Cracked Concrete Subjected to Cyclic Loading*, IABSE Colloquium Stuttgart 1991.
- [12] Rasmussen B.H., *The Carrying Capacity of Transversely Loaded Bolts and Dowels Embedded in Concrete*, Byggningsstatiska Meddelser Vol. 34, 2/1963.
- [13] Soroushian P., Obaseki K., Rojas M.C., Sim J., *Analysis of Dowel Bars Acting Against Concrete Core*, ACI Journal V. 83, 6/7 1986.
- [14] Soroushian P., Obaseki K., Rojas M.C., Najm H.S., *Behavior of Bars in Dowel Action Against Concrete Cover*, ACI Journal V. 84/No 2, 3/4 1987.
- [15] Ulańska D., Januszkiewicz A., *Zależność między siłami rozciągającymi i klockującymi w zbrojeniu zarysowanych przekrojów żelbetowych*, Konferencja Naukowa KILiW PAN i PZITB, tom 2., Krynica 1992.
- [16] Ulańska D., Romanowska A., Raport, *Przecinanie. Wytrzymałość na przecinanie betonu i żelbetu oraz nośność na przecinanie niektórych elementów konstrukcyjnych*, wykonany na zlecenie Sekcji Konstrukcji Betonowych KILiW PAN-1989, Streszczenie Raportu w Zeszytach Naukowych Politechniki Lubelskiej nr 208/Bud. 36/1990r.
- [17] Vintzeleou E.N., Tassios T.P., *Mathematical Models for Dowel Action under Monotonic and Cyclic Conditions*, Magazine of Concrete Research Vol. 38/No 134, 3/1986.

Załącznik

Wyniki pomiarów

OZNACZENIA

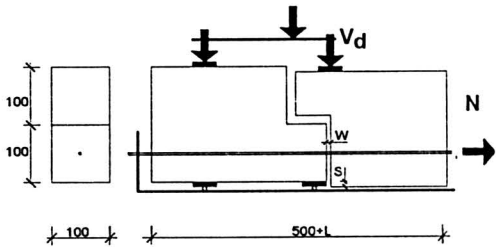


- N** - siła rozciągająca w zbrojeniu
- V_d** - siła poprzeczna w płaszczyźnie rysy
- w** - szerokość rozwarcia rysy w osi zbrojenia - wartość średnia z pomiarów na dwóch płaszczyznach bocznych elementu
- $w(V_d)$** - przyrost szerokości rozwarcia rysy w osi zbrojenia spowodowany działaniem siły poprzecznej V_d - wartość średnia z pomiarów na dwóch płaszczyznach bocznych elementu
- s** - względne przemieszczenie brzegów rysy w poziomie zbrojenia - wartość średnia pomiarów na dwóch płaszczyznach bocznych elementu
- L** - całkowite wydłużenie elementu w poziomie zbrojenia, pomiar wykonany tylko na jednej bocznej płaszczyźnie elementu
- $\delta L(V_d)$** - przyrost wydłużenia elementu w poziomie zbrojenia spowodowany działaniem siły poprzecznej
- ob.c.** - obciążenie ciągłe; w tablicach podano kilka wartości obciążenia i odpowiadających przemieszczeń z całego zakresu, wybranych z komputerowej rejestracji pomiarów

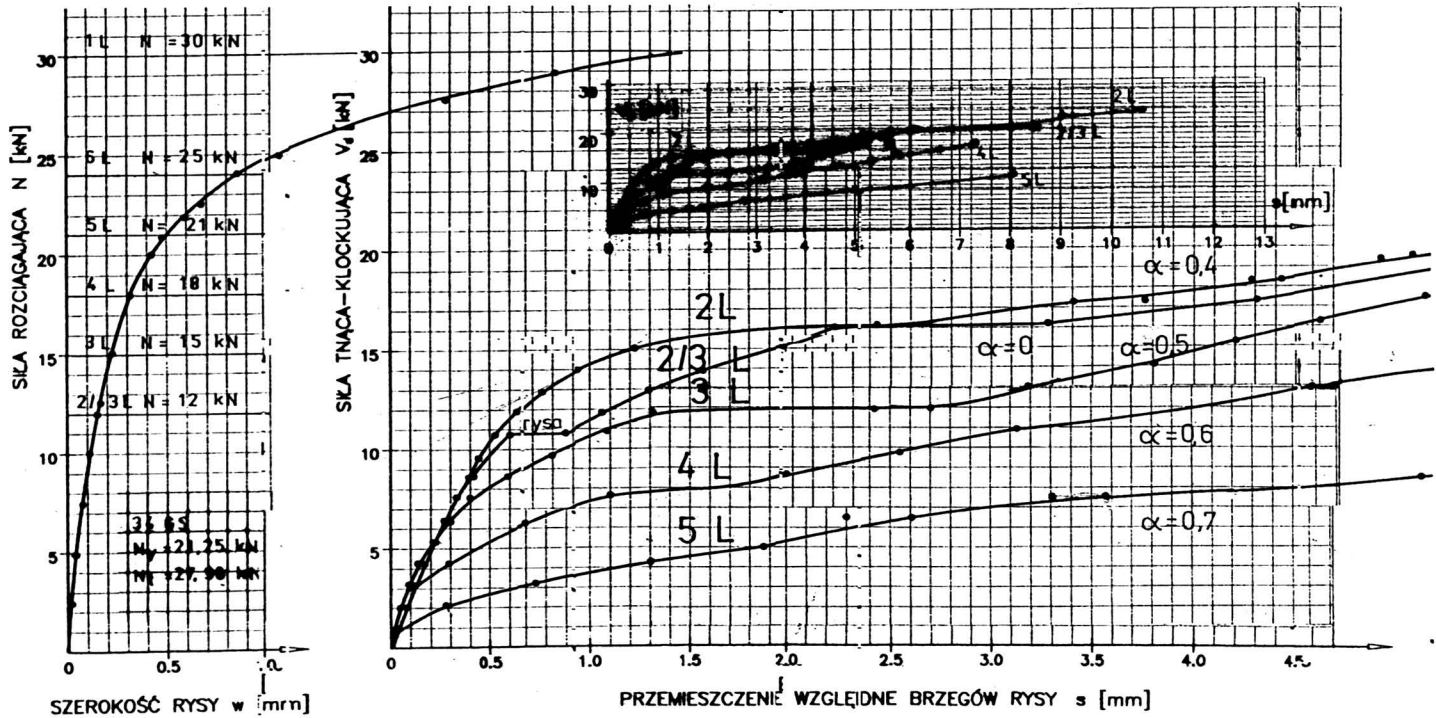
TABLICA1 POMIERZONE WARTOŚCI POZIOMYCH I PIONOWYCH PRZEMIESZCZEŃ BRZEGÓW RYSY

zbrojenie 1 ϕ 8, 34GS
kotwienie mechaniczne
beton f_{cc} = 41,3 MPa

SERIA I. 1



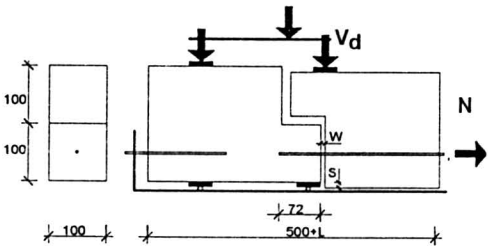
Oznaczenie	1 L	2 L	2/3 L	3 L	4 L	5 L	6 L
$\alpha=N/N_u$	1,0	0	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8
Rozciąganie							
Nr	N	w	w	w	w	w	w
	kN	mm	mm	mm	mm	mm	mm
1	1,0	0,01		0,03	0,08	0,06	0,01
2	2,50	0,01		0,01	0,00	0,00	0,02
3	5,00	0,04		0,03	0,04	0,04	0,02
4	7,50	0,08		0,08	0,08	0,09	0,05
5	10,00	0,12		0,16	0,14	0,15	0,13
6	12,00	0,16		0,26	-	-	-
7	12,50	0,17			0,18	0,20	0,17
8	15,00	0,23			0,23	0,22	0,26
9	17,50	0,30				0,23	0,35
10	18,00	0,32				0,24	-
11	20,00	0,42					0,65
12	21,00	0,48					0,90
13	22,50	0,67					
14	24,00	0,84					
15	25,00	1,06					
16	27,50	1,90					
17	28,75	2,44					
18	30,00=N _u	-					
Ścinanie							
Nr	V _d	s	s	s	s	s	s
	kN	mm	mm	mm	mm	mm	mm
1	1,10	-	0,03	0,02	0,02	0,03	0,05
2	2,38	-	0,10	0,07	0,05	0,10	0,28
3	3,44	-	0,13	0,12	0,10	0,13	0,75
4	4,50	-	0,18	0,17	0,16	0,30	1,31
5	5,05	-	-	-	-	-	1,60-1,87
6	6,63	-	0,28	0,27	0,31	0,70	2,73
7	7,79	-	0,34	-	0,41	1,12	3,30-3,58
8	8,75	-	0,40	0,42	0,60	1,98	5,11
9	10,88	-	0,54	0,61-0,88	1,11	3,13	8,10
10	11,94	-	0,64	1,07	1,33-2,42	3,75-3,82	
11	13,00	-	0,76	1,31	3,22	4,57	
12	14,06	-	0,95	1,59	3,82	5,34	
13	15,12	-	1,24	1,98	4,22	5,89	
14	16,19	-	2,45-3,30	2,27-2,40	4,66	6,64	
15	17,25	-	3,70-4,33	3,42	5,18	7,34	
16	19,38	-	5,66	5,10			
17	20,44	-	6,19	8,63			
18	21,50	-	8,59				
19	22,56	-	9,13				
20	23,63=V _{du}	-	10,67				



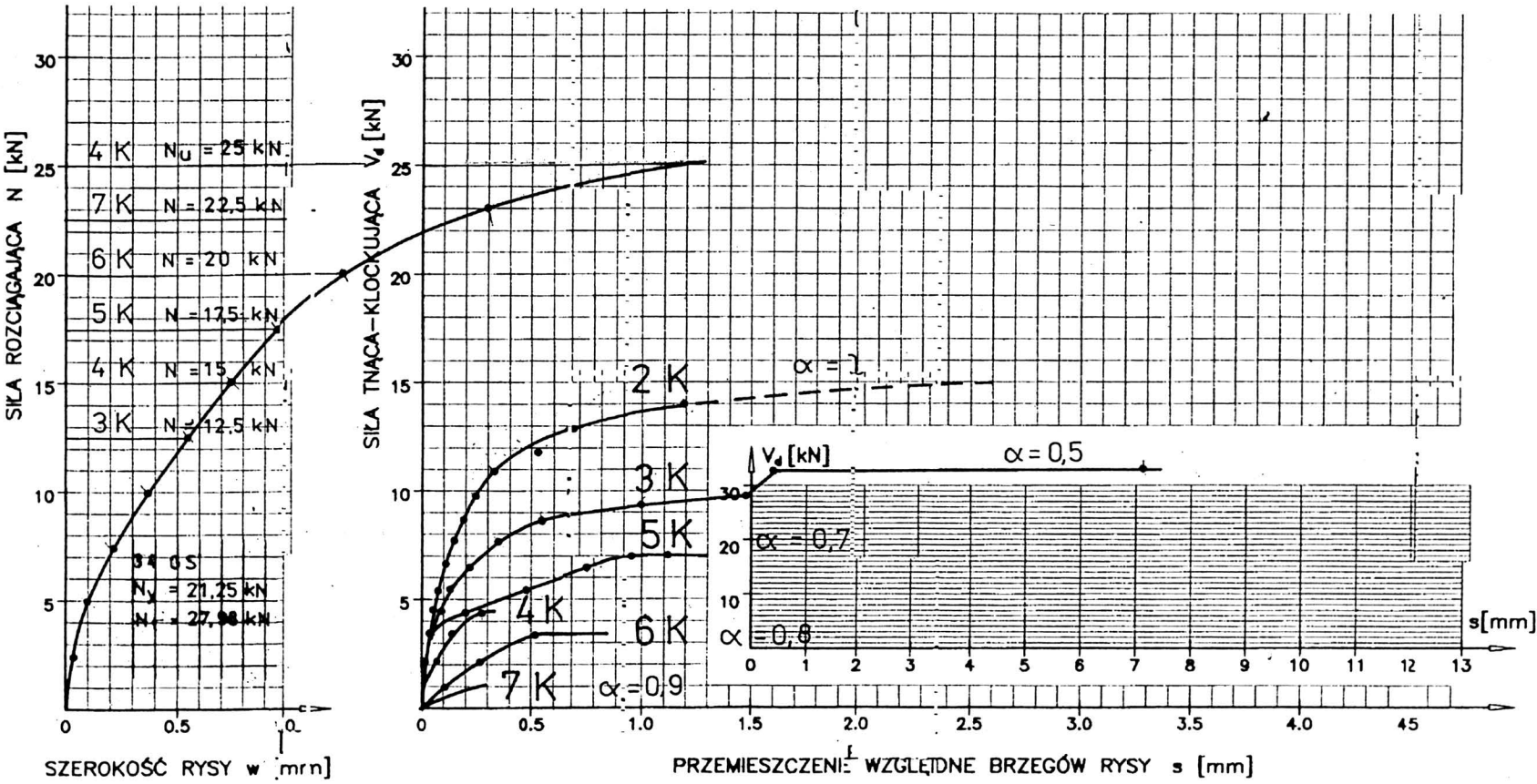
TABLICA 2 POMIERZONE WARTOŚCI POZIOMYCH
I PIONOWYCH PRZEMIESZCZEŃ BRZEGÓW RYSY

zbrojenie 1 ϕ 8, 34GS
kotwienie prętów $l_k=12d = 96$ mm
beton $f_{cc} = 42,6$ MPa

SERIA I. 2

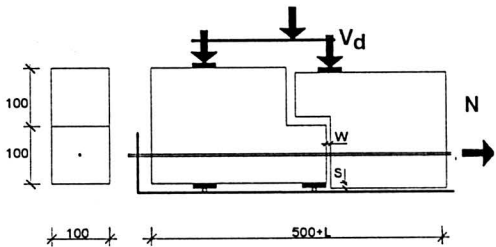


Oznaczenie	1 K	2 K	3 K	4 K	5 K	6 K	7 K
$\alpha=N/N_u$	1,0	0	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9
Rozciąganie							
Nr	N	w	w	w	w	w	w
	kN	mm	mm	mm	mm	mm	mm
1	1,00	0,00		0,00	0,00	0,00	0,01
2	2,50	0,03		0,01	0,02	0,02	0,01
3	5,00	0,10		0,05	0,06	0,09	0,04
4	7,50	0,20		0,19	0,13	0,20	0,16
5	10,00	0,36		0,35	0,19	0,37	0,29
6	12,50	0,56		0,50	0,31	0,59	0,43
7	15,00	0,75			0,43	0,77	0,63
8	17,50	0,94				1,08	0,88
9	20,00	1,25					1,20
10	22,50	1,93					
11	25,00= N_u	2,90					
Ścinanie							
Nr	V_d	s	s	s	s	s	s
	kN	mm	mm	mm	mm	mm	mm
1	1,10	-	0,00	0,00	0,03	0,00	0,11
2	2,38	-	0,01	0,02	0,08	0,01	0,28
3	3,44	-	0,02	0,06	0,14	0,02	0,52
4	4,50	-	0,04	0,10	0,28	0,07-0,20	-
5	5,56	-	0,07	0,15		0,48	-
6	6,63	-	0,12	0,22		0,78	-
7	7,05	-	-	-		0,85-1,13	-
8	7,69	-	0,15	0,35	-		-
9	8,75	-	0,19	0,55			-
10	9,81	-	0,24	1,47			-
11	10,88	-	0,33	1,60-3,29			-
12	11,94	-	0,53				-
13	13,00	-	0,67				-
14	14,06	-	1,19				-
15	15,13= V_{du}	-					-



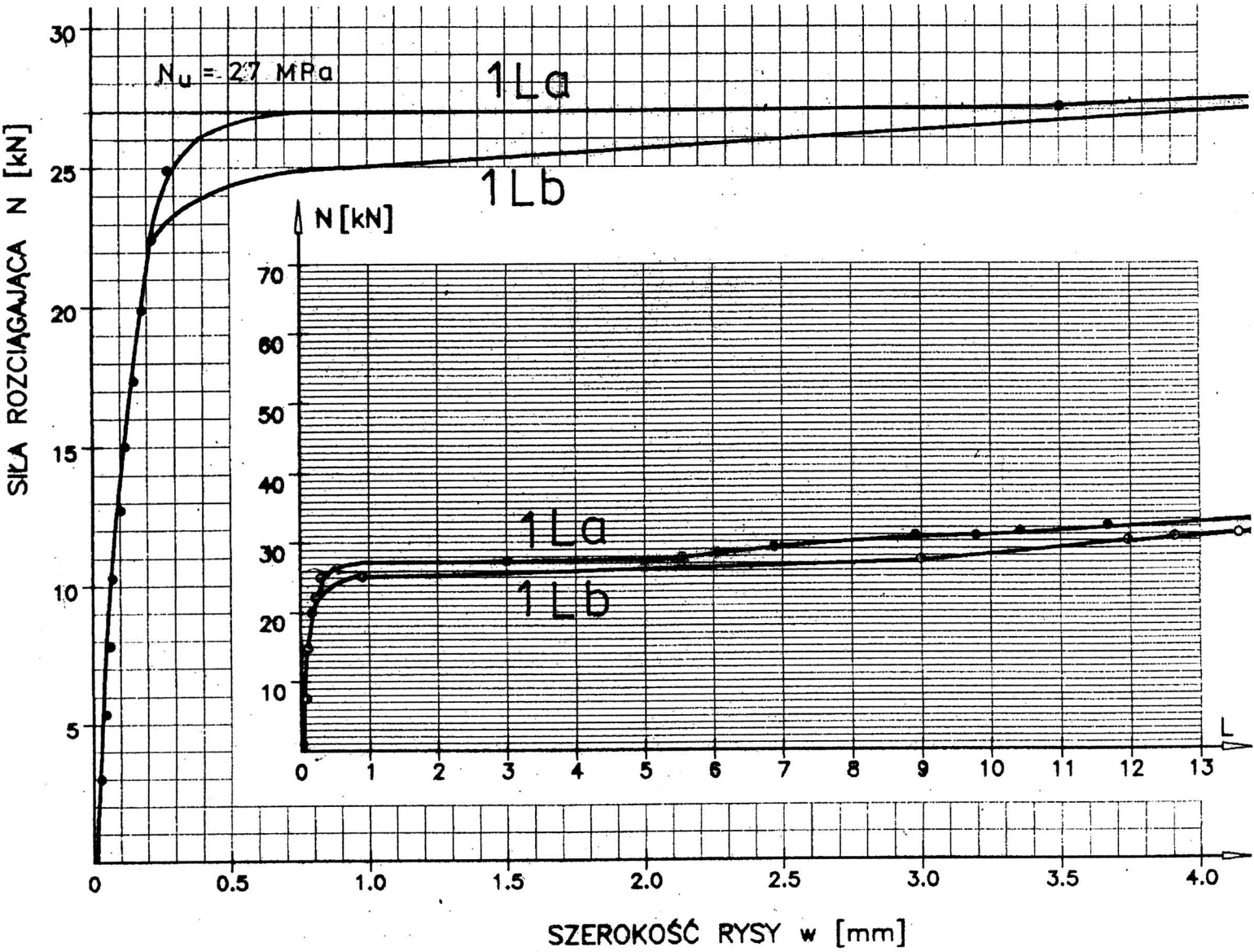
TABLICA 3 POMIERZONE WARTOŚCI POZIOMYCH I PIONOWYCH PRZEMIESZCZEŃ BRZEGÓW RYSY, WYDŁUŻENIA PRÓBK

zbrojenie 1 ϕ 12, St3SX
kotwienie mechaniczne
beton f_{cc} = 33,9 MPa



SERIA II. 1

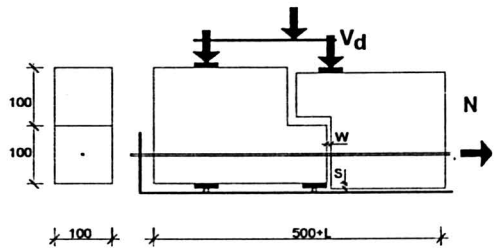
Oznaczenie	1. L a				1. L b			
$\alpha=N/N_u$	1				1			
Rozciąganie								
Nr	N		w	L	N		w	L
	kN		mm	mm	kN		mm	mm
1	0,96		0,00	0,01	0,83		0,00	
2	3,00		0,01	0,01	2,66		0,01	
3	5,38		0,03	0,03	5,14		0,02	0,01
4	7,74		0,04	0,05	7,72		0,04	0,03
5	10,27		0,06	0,07	9,98		0,06	0,05
6	12,78		0,09	0,09	12,36		0,09	0,08
7	15,09		0,11	0,10	14,84		0,11	0,10
8	17,54		0,14	0,11	17,52		0,14	0,13
9	19,93		0,17	0,07	20,00		0,17	0,17
10	22,58		0,21	0,06	22,51		0,21	0,24
11	25,08		0,29	-	24,94		0,90	1,12
12	27,23		3,47	2,91	26,91		8,99	8,67
ob.c	27,70		6,07-6,20	5,49	29,15		11,84	11,85
ob.c	28,43		6,57	6,01	29,24		12,04	11,98
ob.c	28,92		7,27	6,80	30,45		12,52	12,70
ob.c	29,89		8,61	8,29	30,70		12,93	13,36
ob.c	30,62		9,14	8,85	31,18		13,70	14,84
ob.c	30,87		9,98	9,73	32,40		14,11	17,66
ob.c	31,60		10,46	10,33	32,89		14,15	koniec
ob.c	32,33		11,51	11,57	34,34		13,97	zakresu
ob.c	33,54		13,07	14,27	35,32		koniec	czujnika
ob.c	34,52		13,62	16,73			zakresu	
ob.c	35,97		13,83	18,11			czujnika	
ob.c	36,70		14,19	koniec				
ob.c	38,41		14,19	zakresu				
ob.c	43,76		koniec	czujnika				
ob.c			zakresu					
ob.c			czujnika					



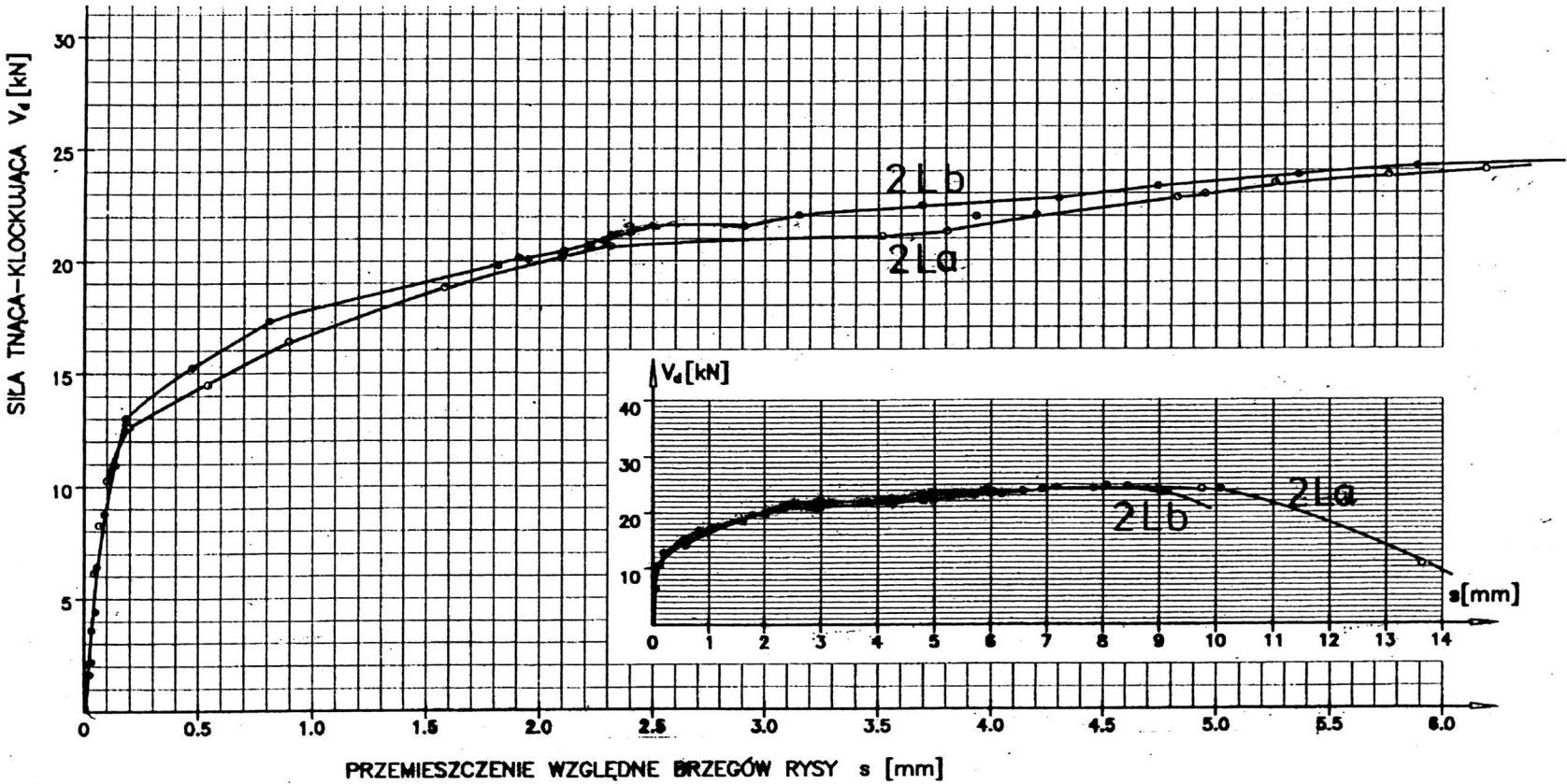
TABLICA 4 POMIARZONE WARTOŚCI POZIOMYCH I PIONOWYCH PRZEMIESZCZEŃ BRZEGÓW RYSY, WYDŁUŻENIA PRÓBK

zbrojenie 1 ϕ 12, St3SX
kotwienie mechaniczne
beton $f_{cc} = 33,9$ MPa

SERIA II. 1



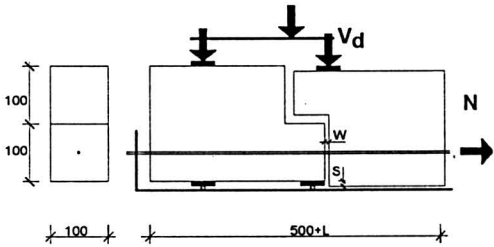
Oznaczenie	2. L a				2. L b			
$\alpha=N/N_u$	0				0			
Ścinanie								
Nr	V_d	s	$w(v_d)$	$\delta L(v_d)$	V_d	s	$w(v_d)$	$\delta L(v_d)$
	kN	mm	mm	mm	kN	mm	mm	mm
1	0,11	0,00	0,00	0,00	0,65	0,00	0,00	0,01
2	1,81	0,01	0,00	0,00	2,37	0,01	0,00	0,03
3	3,80	0,03	0,00	0,01	4,59	0,03	0,00	0,04
4	6,29	0,05	0,01	0,02	6,56	0,05	0,01	0,05
5	8,30	0,08	0,02	0,03	8,84	0,08	0,02	0,06
6	10,31	0,11	0,02	0,04	11,01	0,12	0,02	0,06
7	12,69	0,20	0,05	0,05	13,13	0,17	0,04	0,07
8	14,50	0,56	0,11	0,14	15,18	0,47	0,09	0,13
9	16,65	0,90	0,18	0,21	17,23	0,80	0,16	0,21
10	18,81	1,58	0,33	0,36	19,76	1,81	0,34	0,45
ob.c	20,30	2,10	0,43	0,46	20,11	1,89-1,93	0,36	0,48
ob.c	20,71	2,31	0,47	0,50	20,53	2,13	0,40	0,54
ob.c	21,13	3,53	0,65	0,69	20,73	2,22	0,41	0,57
ob.c	21,34	3,83	0,69	0,72	20,94	2,28	0,42	0,59
pob.c	21,96	3,96-4,26	0,75	0,78	21,15	2,39	0,43	0,62
ob.c	22,79	4,84	0,81	0,81	21,56	2,52-2,93	0,51	0,66-0,73
ob.c	22,99	4,98	0,83	0,81	21,98	3,14	0,54	0,83
ob.c	23,41	5,27	0,85	0,81	22,39	3,69	0,60	0,98
ob.c	23,82	5,78	0,90	0,82	22,81	4,31	0,65	1,13
ob.c	24,03	6,21	0,93	0,82	23,43	4,76	0,69	1,20
ob.c	24,44	8,47	1,09	0,91	23,84	5,37	0,73	1,21
ob.c	24,86	9,77-10,17	1,14	0,93	24,26	5,90-6,61	0,78	1,30
ob.c	11,39	13,75	0,72	1,02	24,88	6,90-7,15	0,79	1,36
ob.c					25,29	7,86	0,81	1,39
ob.c					25,71	8,10	0,81	1,40
ob.c					24,67	9,08	0,82	1,40



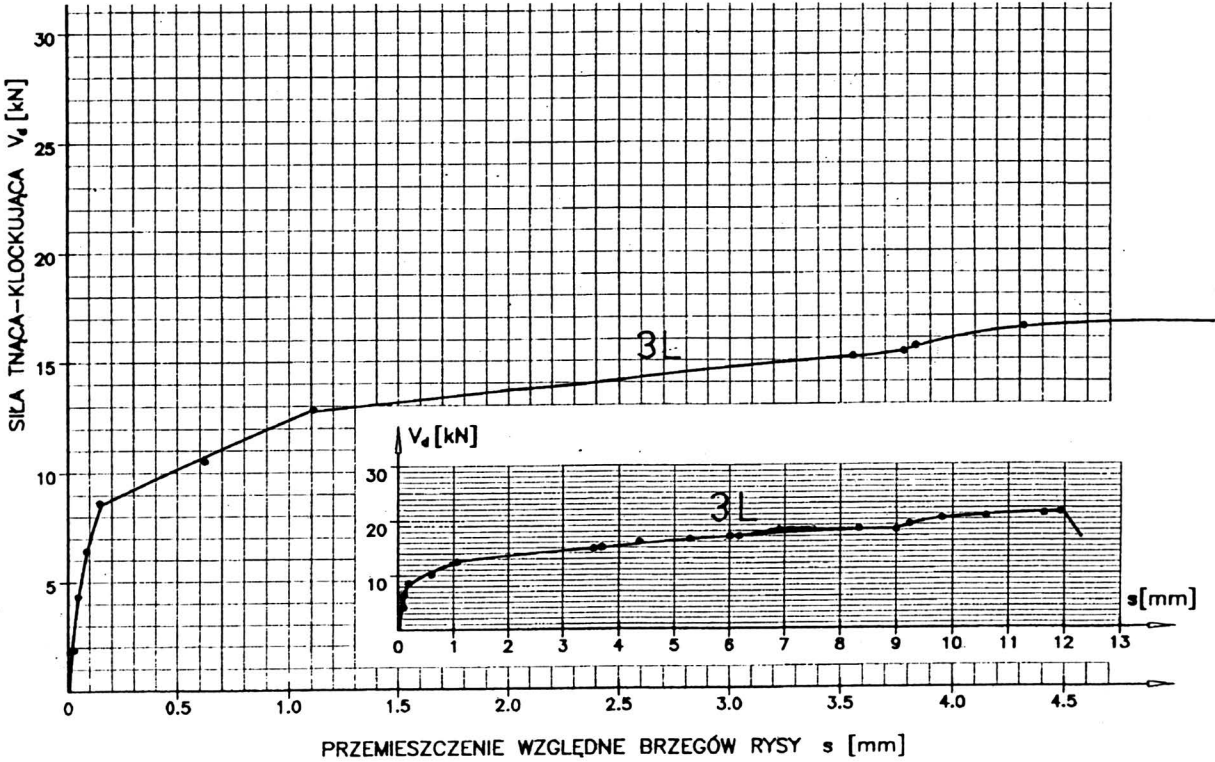
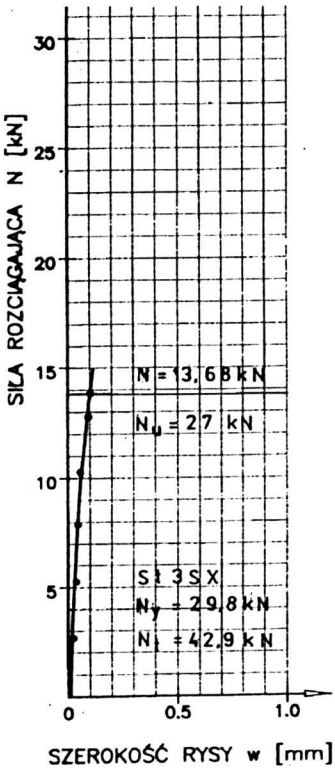
TABLICA 5 POMIERZONE WARTOŚCI POZIOMYCH I PIONOWYCH PRZEMIESZCZEŃ BRZEGÓW RYSY, WYDŁUŻENIA PRÓBK

zbrojenie 1 ϕ 12, St3SX
kotwienie mechaniczne
beton $f_{cc} = 33,9$ MPa

SERIA II. 1



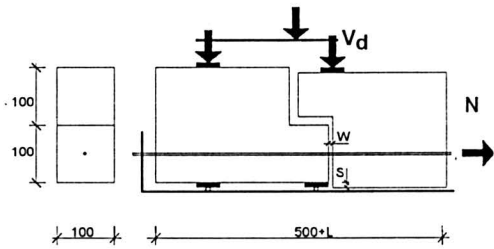
Oznaczenie	3. L a							
$\alpha=N/N_u$	0,5							
Rozciąganie								
Nr	N		w	L	N		w	L
	kN		mm	mm	kN		mm	mm
1	0,96		0,00	0,00				
2	2,73		0,02	0,03				
3	5,38		0,03	0,04				
4	7,91		0,04	0,06				
5	10,30		0,06	0,09				
6	12,75		0,09	0,11				
7	13,85		0,10	0,12				
	13,68							
Ścinanie								
Nr	V _d	s	w(v _d)	δL(v _d)	V _d	s	w(v _d)	δL(v _d)
	kN	mm	mm	mm	kN	mm	mm	mm
8	0,11	0,00	0,00	0,00				
9	0,73	0,00	0,00	0,05				
10	2,00	0,02	0,01	0,08				
11	4,57	0,05	0,02	0,11				
12	6,60	0,09	0,03	0,15				
13	8,40	0,14	0,05	0,19				
14	10,58	0,62	0,29	0,65				
15	12,75	1,11	0,52	0,96				
16	15,03	3,57	1,35	1,81				
ob.c	15,16	3,70	1,38	1,97				
ob.c	15,57	3,76	1,39	1,99				
ob.c	16,20	4,34	1,52	2,12				
ob.c	16,61	5,33	1,71	2,31				
ob.c	17,02	6,04	1,81	2,43				
ob.c	17,44	6,16	1,82	2,44				
ob.c	17,65	6,29	1,83	2,46				
ob.c	17,85	6,90	1,90	2,54				
ob.c	18,27	8,35	2,07	2,72				
ob.c	18,68	9,01	2,15	2,79				
ob.c	19,51	9,24	2,17	2,81				
ob.c	20,55	9,82	2,23	2,85				
ob.c	20,76	10,66	2,33	2,91				
ob.c	20,96	11,65	2,47	3,00				
ob.c	21,58	11,93	2,51	3,01				



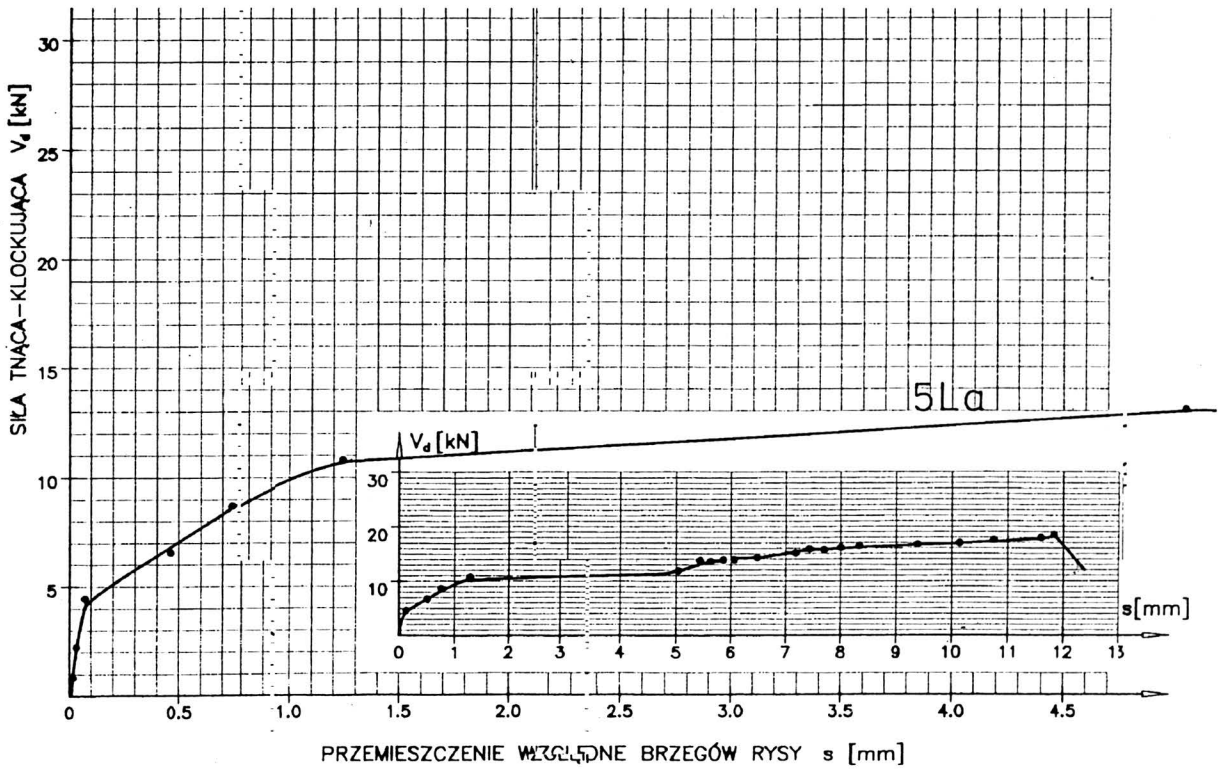
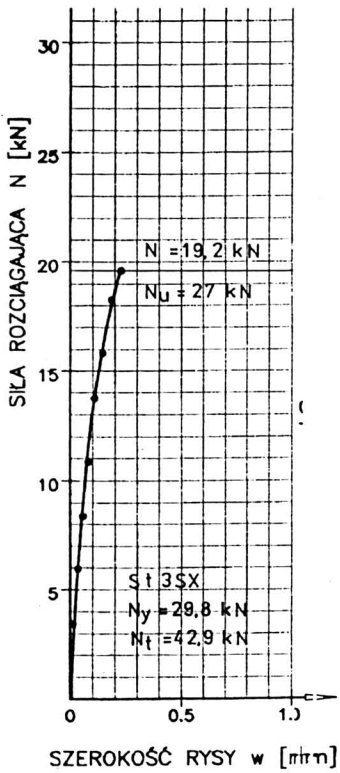
TABLICA 6 POMIERZONE WARTOŚCI POZIOMYCH I PIONOWYCH PRZEMIESZCZEŃ BRZEGÓW RYSY, WYDŁUŻENIA PRÓBK

zbrojenie ϕ 12, St3SX
kotwienie mechaniczne
beton f_{cc} =33,9 MPa

SERIA II. 1



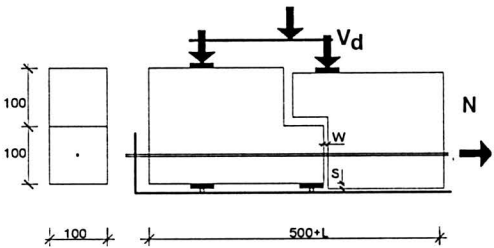
Oznaczenie	5.L.a							
$\alpha=N/N_u$	0,7							
Rozciąganie								
Nr	N		w	L	N		w	L
	kN		mm	mm	kN		mm	mm
1	1,66		0,00	0,01				
2	3,66		0,01	0,02				
3	6,14		0,03	0,04				
4	8,42		0,05	0,06				
5	11,03		0,08	0,09				
6	13,82		0,11	0,13				
7	15,82		0,13	0,17				
8	18,32		0,17	0,24				
9	19,54		0,19	0,27				
	19,2							
Ścinanie								
Nr	V _d	s	w(v _d)	δL(v _d)	V _d	s	w(v _d)	δL(v _d)
	kN	mm	mm	mm	kN	mm	mm	mm
10	0,11	0,00	0,00	0,00				
11	0,88	0,01	0,01	0,02				
12	2,39	0,03	0,01	0,02				
13	4,36	0,08	0,03	0,05				
14	6,43	0,47	0,30	0,33				
15	8,77	0,76	0,48	0,49				
16	10,72	1,26	0,76	0,77				
17	12,98	5,05	1,95	1,98				
ob.c	13,52	5,40-5,57	2,06	2,09				
ob.c	14,14	5,83	2,11	2,14				
ob.c	14,56	6,06-6,46	2,22	2,25				
ob.c	15,18	7,15	2,33	2,64				
ob.c	15,59	7,41	2,37	2,67				
ob.c	15,80	7,66	2,40	2,71				
ob.c	16,22	8,01	2,44	2,76				
ob.c	16,42	8,31	2,49	2,80				
ob.c	16,63	9,39	2,61	2,91				
ob.c	16,84	10,14	2,67	2,97				
ob.c	17,46	10,73	2,72	3,00				
ob.c	17,87	11,55	2,82	3,06				
ob.c	18,29	11,83	2,85	3,09				
ob.c	14,97	12,02	2,90	3,12				



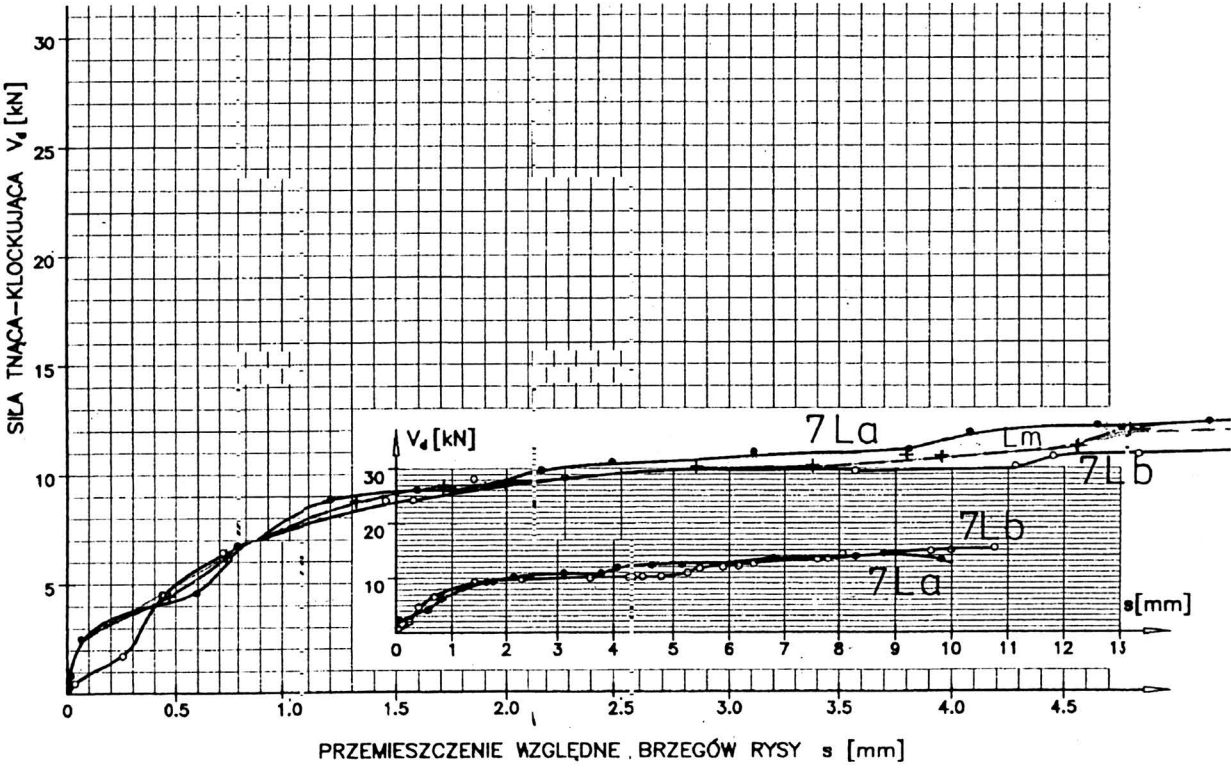
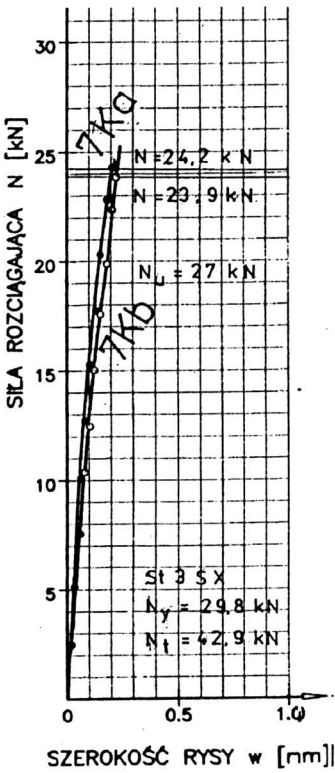
TABLICA 7 POMIERZONE WARTOŚCI POZIOMYCH I PIONOWYCH PRZEMIESZCZEŃ BRZEGÓW RYSY, WYDŁUŻENIA PRÓBK

zbrojenie ϕ 12, St3SX
kotwienie mechaniczne
beton $f_{cc} = 33,9$ MPa

SERIA II. 1



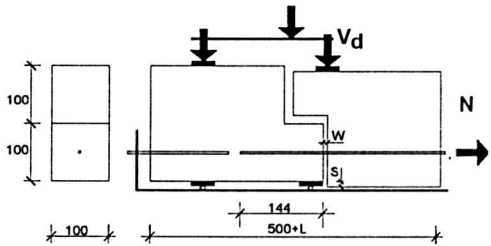
Oznaczenie	7. L a				7. L a			
$\alpha=N/N_u$	0,9				0,9			
Rozciąganie								
Nr	N		w	L	N		w	L
	kN		mm	mm	kN		mm	mm
1	1,13		0,02	0,00	0,83		0,00	0,00
2	2,66		0,02	-0,05	2,68		0,01	0,00
3	5,31		0,03	-0,02	5,31		0,03	0,01
4	7,67		0,05	0,01	7,40		0,05	0,01
5	10,10		0,06	0,03	10,47		0,07	0,05
6	12,85		0,07	0,05	12,51		0,09	0,08
7	15,33		0,10	0,08	15,01		0,11	0,14
8	17,74		0,12	0,09	17,64		0,14	0,21
9	20,29		0,15	0,10	19,81		0,17	0,25
10	22,82		0,18	0,03	22,38		0,20	0,30
11	24,23		0,20	0,01	23,80		0,22	0,32
					23,92			
Ścinanie								
Nr	V _d	s	w(v _d)	δL(v _d)	V _d	s	w(v _d)	δL(v _d)
	kN	mm	mm	mm	kN	mm	mm	mm
12	0,11	0,00	0,00	0,00	0,11	0,00	0,00	0,00
13	0,81	0,01	0,00	0,02	0,46	0,02	0,06	0,11
14	2,45	0,05	0,03	0,05	2,08	0,26	0,32	0,40
15	4,59	0,57	0,52	0,55	4,69	0,43	0,47	0,58
16	6,74	0,77	0,67	0,70	6,49	0,70	0,66	0,80
17	8,88	1,21	0,97	1,01	8,82	1,45	1,23	1,44
ob.c	9,25	1,60-1,76	1,23-1,33	1,28-1,39	8,84	1,58	1,34	1,53
ob.c	10,08	2,16	1,52	1,60	9,87	1,84-2,25	1,89	1,91
ob.c	10,49	2,48	1,66	1,76	10,08	3,57	2,15	2,43
ob.c	10,91	3,11	1,88	2,02	10,29	4,29	2,41	2,71
ob.c	11,12	3,82	2,12	2,27	10,70	4,46-4,82	2,60	2,78-2,91
ob.c	11,95	4,08	2,19	2,35	11,32	5,31	2,73	3,06
ob.c	12,15	4,65	2,36	2,51	11,95	5,50	2,79	3,12
ob.c	12,57	5,15	2,49	2,65	12,36	5,94	2,91	3,24
ob.c	13,40	6,77	2,91	3,09	12,77	6,16	2,96	3,30
ob.c	13,81	8,27	3,16	3,37	13,19	6,45	3,05	3,39
ob.c	14,43	9,29	3,29	3,49	13,40	6,75	3,12	3,46
ob.c	14,23	9,73	3,35	3,54	13,81	6,98	3,17	3,51
ob.c					14,02	7,55-7,79	3,34	3,69
ob.c					14,43	8,05-8,71	3,55	3,91
ob.c					15,06	9,68	3,73	4,10
ob.c					15,26	10,07	3,81	4,17
ob.c					15,88	10,86	3,92	4,27



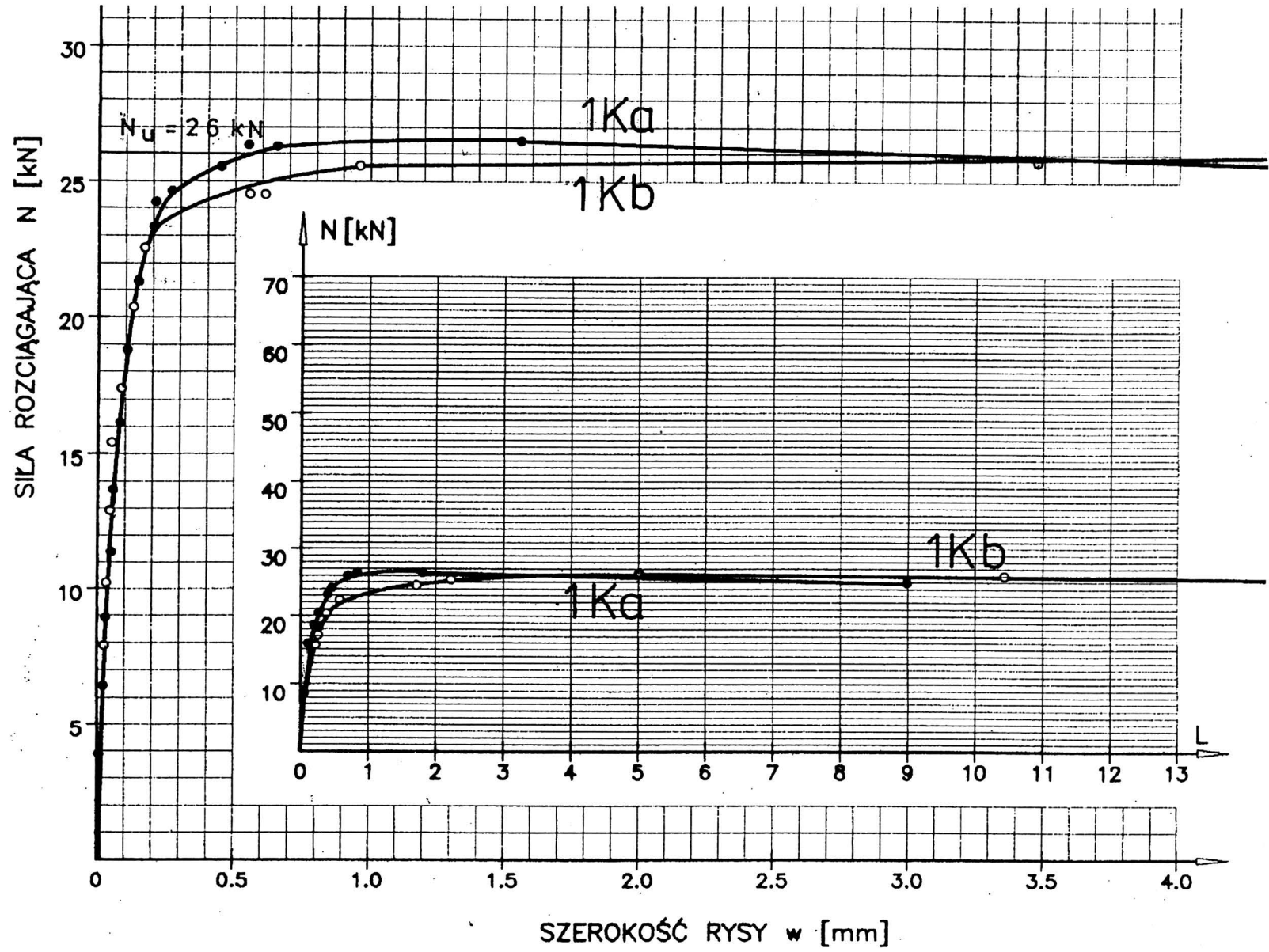
TABLICA 8 POMIERZONE WARTOŚCI POZIOMYCH I PIONOWYCH PRZEMIESZCZEŃ BRZEGÓW RYSY, WYDŁUŻENIA PRÓBK

zbrojenie ϕ 12, St3SX
długość kotwienia $l_k = 12 \cdot d$
beton $f_{cc} = 37,1 \text{ MPa}$

SERIA II. 2

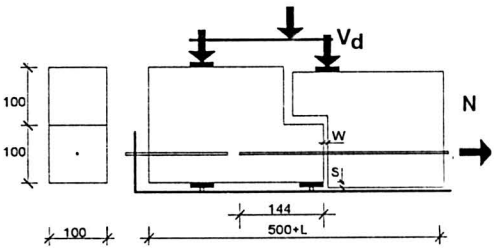


Oznaczenie	I.K.a				I.K.b			
$\alpha=N/N_u$	0				0			
Rozciąganie								
Nr	N		w	L	N		w	L
	kN		mm	mm	kN		mm	mm
1	1,56		0,00	0,00	0,91		0,00	0,01
2	3,51		0,01	0,00	2,22		0,00	0,01
3	6,09		0,02	0,01	4,58		0,01	0,02
4	8,62		0,03	0,01	7,01		0,02	0,02
5	11,12		0,04	0,02	9,83		0,04	0,03
6	13,73		0,06	0,03	12,17		0,05	0,04
7	16,21		0,07	0,02	14,94		0,07	0,03
8	18,69		0,09	0,01	17,06		0,08	0,02
9	21,10		0,11	0,00	20,61		0,10	0,01
1	2,29		0,00	0,00	1,03		0,00	0,02
2	4,09		0,01	0,01	2,97		0,00	0,02
3	6,45		0,02	0,03	5,65		0,01	0,04
4	9,03		0,03	0,05	8,16		0,02	0,06
5	11,39		0,05	0,07	10,39		0,03	0,09
6	13,82		0,06	0,09	12,95		0,05	0,12
7	16,21		0,07	0,12	15,55		0,06	0,16
8	19,00		0,10	0,16	17,62		0,09	0,22
9	21,36		0,14	0,25	20,46		0,13	0,34
10	23,64		0,20	0,37	22,77		0,16	0,53
ob.c	24,37		0,22	0,37	24,88		0,55-0,61	1,65-1,71
ob.c	24,62		0,23	0,39	25,86		0,96	2,16
ob.c	24,86		0,27	0,42	26,10		3,44	4,94
ob.c	25,83		0,45	0,62	25,86		9,39	10,32
ob.c	26,56		0,54-0,65	0,70	25,61		13,73	17,93
ob.c	26,80		1,54	1,75	24,15		13,72	-
ob.c	25,10		8,42	8,87				



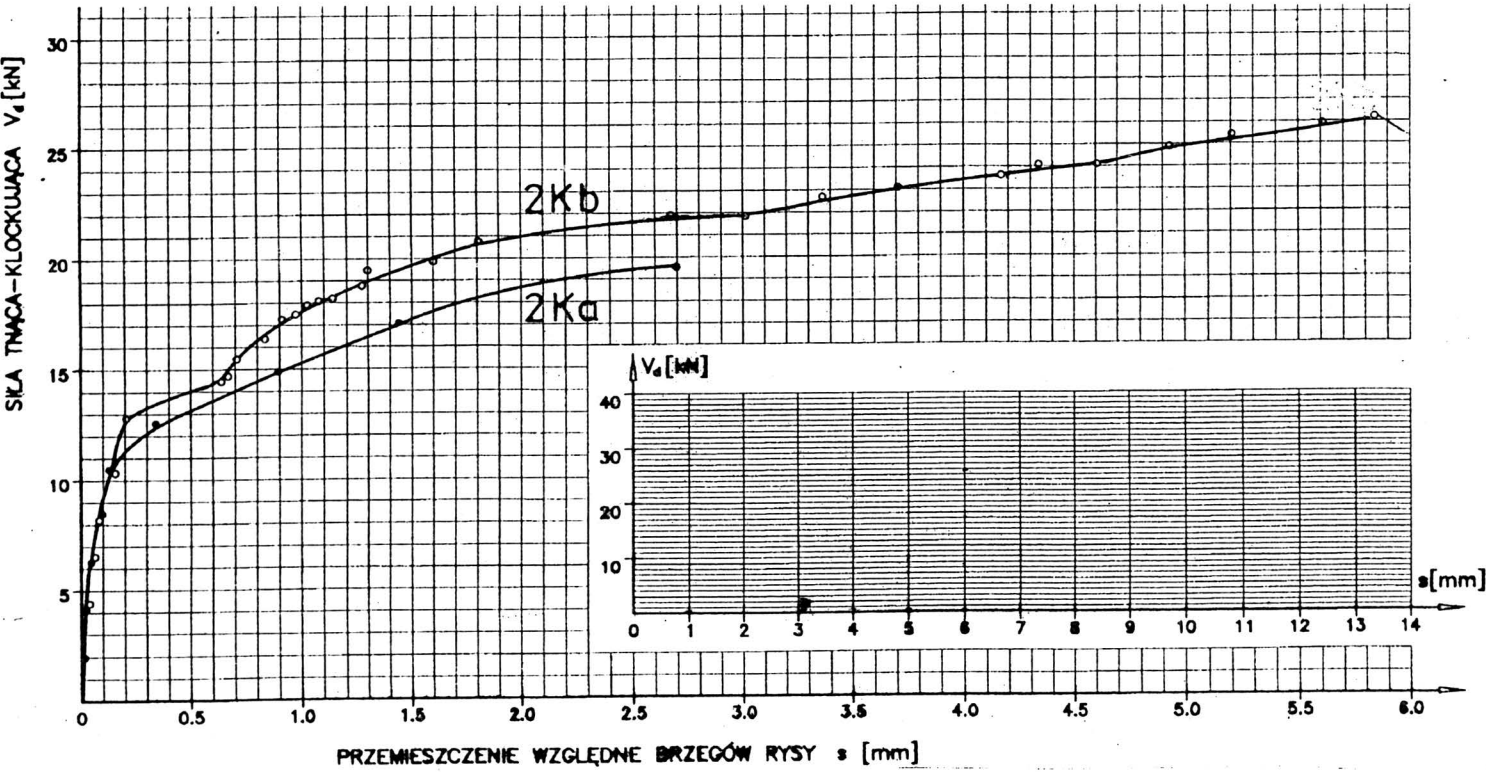
TABLICA 9 POMIERZONE WARTOŚCI POZIOMYCH I PIONOWYCH PRZEMIESZCZEŃ BRZEGÓW RYSY, WYDŁUŻENIA PRÓBK

zbrojenie ϕ 12, St3SX
długość kotwienia $l_k = 12 \cdot d$
beton $f_{ccm} = 37,1$ MPa



SERIA II. 2

Oznaczenie	2.K.a				2.K.b			
$\alpha=N/N_u$	0				0			
Ścinanie								
Nr	N		w	L	N		w	L
	kN		mm	mm	kN		mm	mm
1	0,73	0,00	0,00	0,03	0,75	0,00	0,00	0,01
2	2,10	0,01	0,00	0,04	2,18	0,01	0,00	0,02
3	4,19	0,03	0,00	0,06	4,34	0,04	0,01	0,03
4	6,35	0,06	0,01	0,11	6,41	0,07	0,01	0,05
5	8,44	0,09	0,01	0,14	8,32	0,10	0,02	0,06
6	10,45	0,14	0,02	0,14	10,52	0,15	0,02	0,07
7	12,57	0,35	0,05	0,21	12,82	0,20	0,04	0,08
8	14,81	0,89	0,13	0,34	14,58	0,64	0,11	0,16
9	17,02	1,44	0,23	0,33	14,99	0,65	0,11	0,16
10	19,43	2,71	0,49	0,72	15,61	0,70	0,12	0,17
ob.c					16,44	0,73-0,83	0,15	0,20
ob.c					17,27	0,91	0,17	0,22
ob.c		Uwaga: gwałtowne zniszczenie, brak rejestracji pomiarów			17,48	0,98	0,18	0,23
ob.c					17,89	1,02	0,19	0,24
ob.c					18,10	1,08	0,20	0,25
ob.c					18,31	1,14	0,22	0,26
ob.c					18,52	1,27	0,24	0,29
ob.c					19,55	1,36	0,26	0,31
ob.c					19,97	1,61	0,31	0,36
ob.c					20,80	1,81	0,35	0,40
ob.c					21,83	2,68-3,03	0,57	0,58
ob.c					22,66	3,37	0,61	0,62
ob.c				23,08	3,72	0,66	0,65	
ob.c				23,49	4,17	0,71	0,68	
ob.c				23,91	4,36-4,63	0,76	0,73	
ob.c				24,74	4,96	0,78	0,76	
ob.c				25,36	5,22	0,81	0,79	
ob.c				25,77	5,63	0,86	0,84	
ob.c				26,19	5,86	0,89	0,87	
ob.c				0,69	11,67	8,33	5,73	

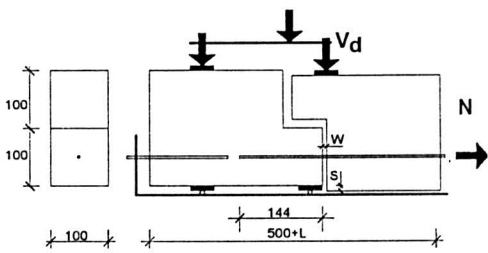


Uwaga: gwałtowne zniszczenie, brak rejestracji pomiarów dla 2Ka

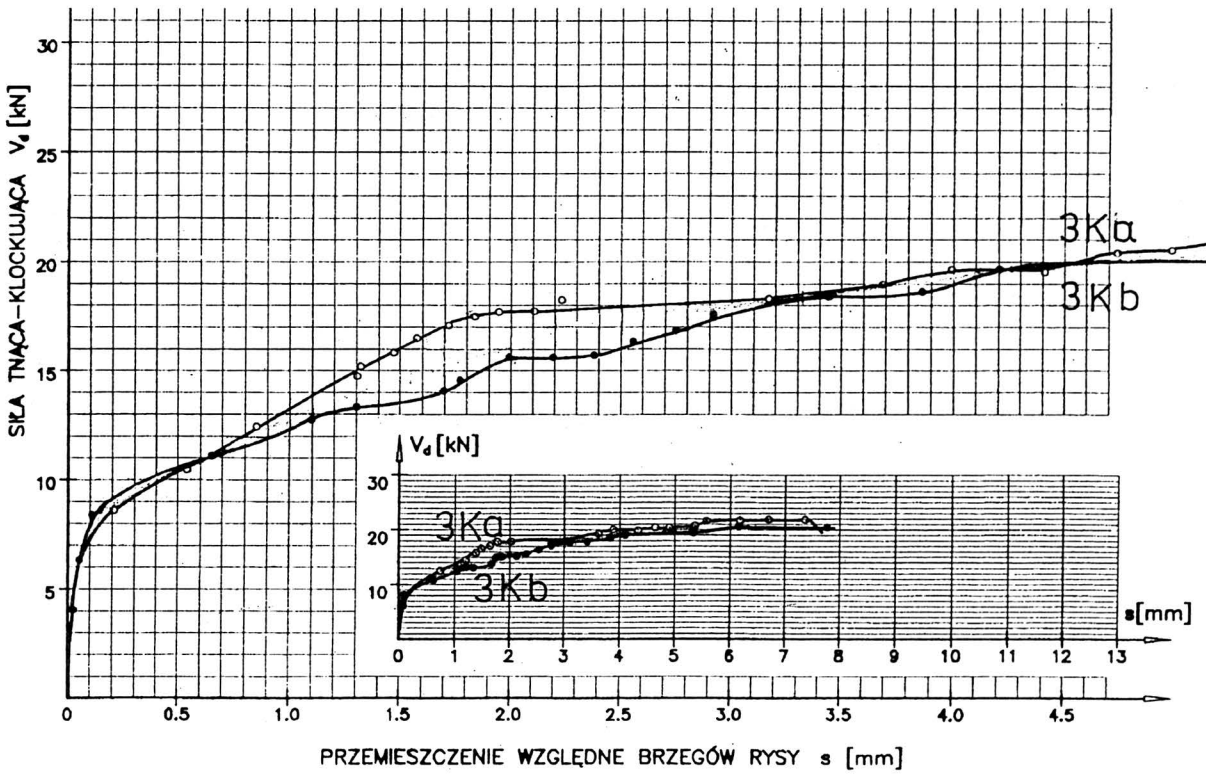
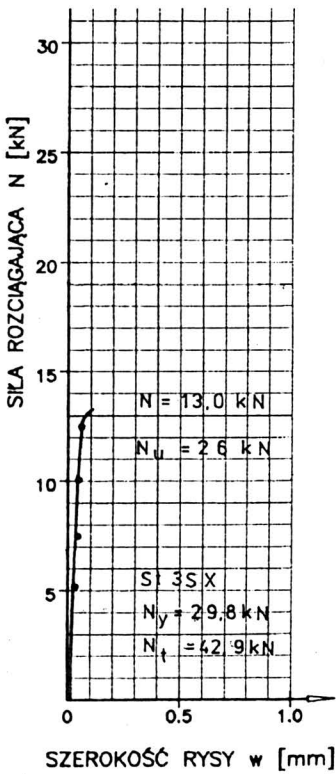
TABLICA 10 POMIERZONE WARTOŚCI POZIOMYCH I PIONOWYCH PRZEMIESZCZEŃ BRZEGÓW RYSY, WYDŁUŻENIA PRÓBK

zbrojenie ϕ 12, St3SX
długość kotwienia $l_k = 12 \cdot d$
beton $f_{ccm} = 37,1$ MPa

SERIA II. 2

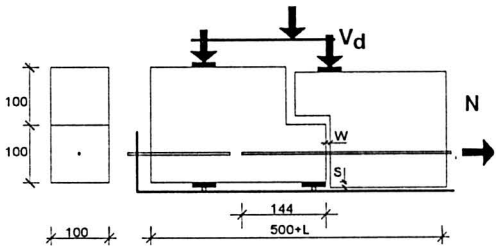


Oznaczenie	3.K.a				3.K.b			
$\alpha=N/N_u$	0,5				0,5			
Rozciąganie								
Nr	N		w	L	N		w	L
	kN		mm	mm	kN		mm	mm
1	0,93		0,00	0,08	0,83		0,00	0,00
2	2,71		0,00	0,13	2,88		0,01	0,00
3	5,36		0,01	0,16	5,26		0,02	0,03
4	7,69		0,03	0,16	7,62		0,03	0,03
5	10,59		0,05	0,16	10,13		0,04	0,05
6	12,70		0,06	0,16	12,44		0,06	0,07
7	13,19		0,06	0,16	12,97		0,07	0,07
	13,00				13,07			
Ścinanie								
Nr	V _d	s	w(v _d)	δL(v _d)	V _d	s	w(v _d)	δL(v _d)
	kN	mm	mm	mm	kN	mm	mm	mm
8	0,11	0,00	0,00	0,00	0,11	0,00	0,00	0,00
9	0,86	0,00	0,00	0,04	0,69	0,00	0,00	0,00
10	2,22	0,00	0,01	0,05	2,12	0,00	0,01	0,03
11	4,28	0,02	0,01	0,05	4,13	0,02	0,02	0,06
12	6,27	0,05	0,02	0,06	6,39	0,06	0,03	0,08
13	8,61	0,21	0,10	0,11	8,38	0,11	0,05	0,11
14	10,60	0,54	0,27	0,26	10,87	0,66	0,29	0,36
15	12,63	0,86	0,41	0,40	12,82	1,09	0,49	0,55
ob.c	14,76	1,30	0,60	0,56	12,92	1,20	0,53	0,67
ob.c	15,18	1,32	0,60	0,60	13,33	1,39	0,61	0,75
ob.c	15,80	1,47	0,66	0,66	14,16	1,69	0,72	0,87
ob.c	16,42	1,57	0,71	0,71	14,58	1,75	0,74	0,89
ob.c	17,04	1,71	0,75	0,76	15,20	1,89	0,79	0,94
ob.c	17,46	1,84	0,80	0,81	15,41	1,95-2,19	0,83	0,98
ob.c	17,67	1,94-2,11	0,84-0,9	0,85-0,91	15,61	2,38	0,95	1,12
ob.c	18,29	2,23-3,18	0,94-1,21	0,96-1,24	16,24	2,56	1,01	1,18
ob.c	18,91	3,69	1,33	1,34	16,86	2,75	1,07	1,25
ob.c	19,53	4,00-4,43	1,40-1,49	1,35-1,43	17,48	2,92	1,12	1,30
ob.c	20,36	4,76	1,56	1,61	17,89	3,12	1,17	1,36
ob.c	20,57	5,01	1,61	1,62	18,31	3,45	1,26	1,47
ob.c	21,19	5,40	1,67	1,64	18,52	3,87	1,37	1,61
ob.c	21,40	5,63	1,71	1,76	19,35	4,12	1,43	1,69
ob.c	21,81	6,24-6,79	1,82-1,91	1,86-1,94	19,55	5,37	1,69	1,94
ob.c	21,61	7,45	2,02	1,97	20,80	6,18-7,75	2,16	2,34



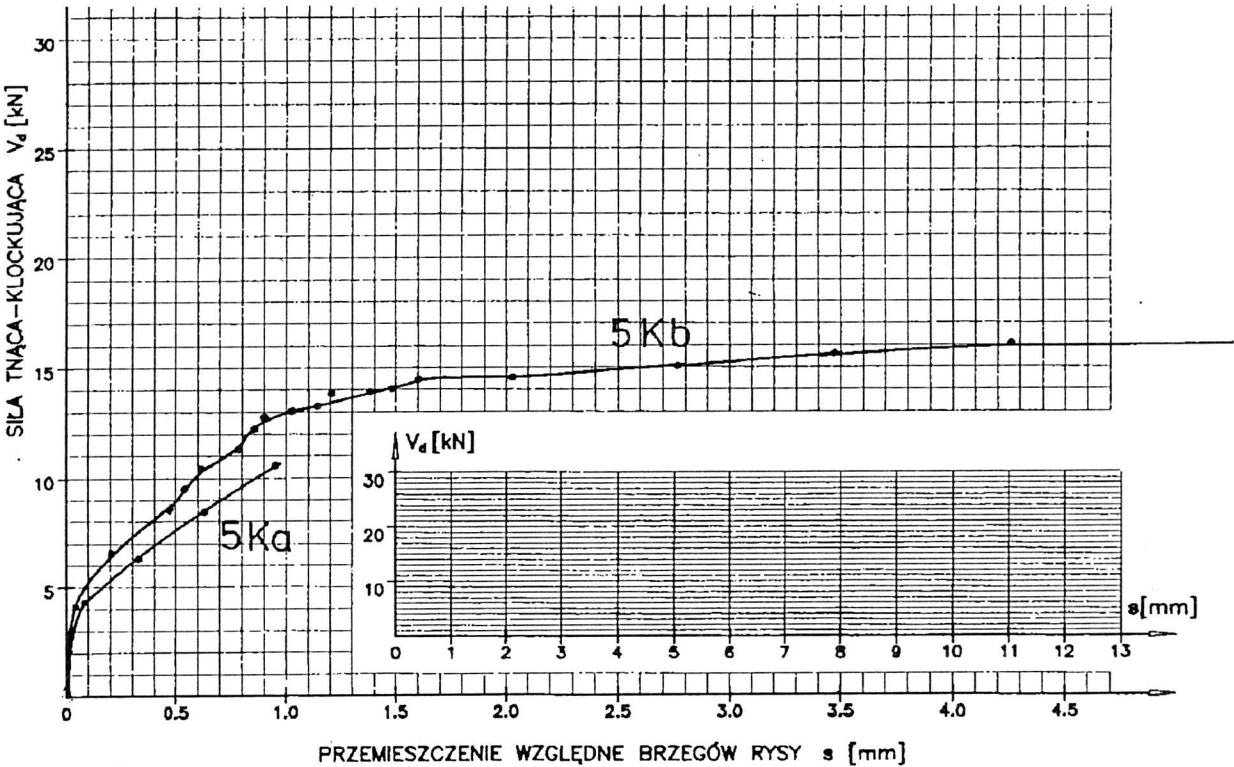
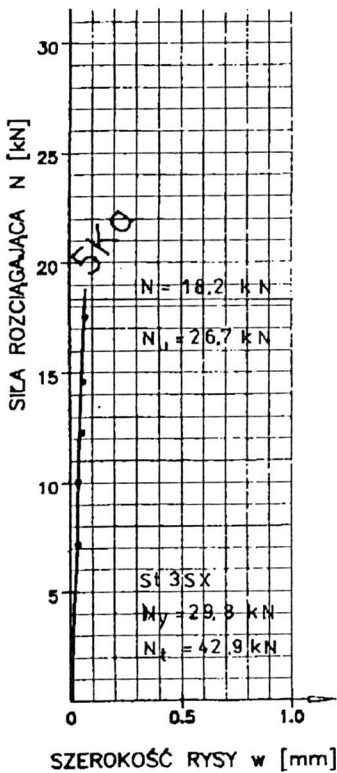
TABLICA 11 POMIERZONE WARTOŚCI POZIOMYCH I PIONOWYCH PRZEMIESZCZEŃ BRZEGÓW RYSY, WYDŁUŻENIA PRÓBK

zbrojenie ϕ 12, St3SX
długość kotwienia $l_k = 12 \cdot d$
beton $f_{ccm} = 37,1$ MPa



SERIA II. 2

Oznaczenie	5.K.a				5.K.b			
$\alpha=N/N_u$	0,7				0,7			
Rozciąganie								
Nr	N		w	L	N		w	L
	kN		mm	mm	kN		mm	mm
1	0,83		0,00	0,01	0,59		0,00	0,00
2	2,68		0,01	0,02	2,54		0,00	0,00
3	5,24		0,02	0,04	5,04		0,01	0,00
4	7,69		0,04	0,06	7,35		0,02	0,00
5	9,96		0,06	0,10	10,03		0,03	0,00
6	12,58		0,09	0,10	12,29		0,04	0,00
7	15,18		0,11	0,10	14,67		0,05	0,00
8	17,71		0,14	0,23	17,50		0,06	0,01
9	18,08		0,15	0,23	17,84		0,06	0,01
	18,27				18,18		-	-
Ścinanie								
Nr	V _d	s	w(v _d)	δL(v _d)	V _d	s	w(v _d)	δL(v _d)
	kN	mm	mm	mm	kN	mm	mm	mm
10	0,11	0,00	0,00	0,00	0,11	0,00	0,00	0,00
11	0,71	0,01	0,00	0,02	0,73	0,00	0,00	0,01
12	2,16	0,03	0,00	0,04	2,22	0,01	0,00	0,01
13	4,19	0,07	0,01	0,06	4,26	0,04	0,01	0,03
14	6,22	0,32	0,18	0,18	6,45	0,20	0,12	0,15
15	8,44	0,63	0,40	0,62	8,61	0,48	0,32	0,34
ob.c	10,41	0,94	0,60	0,84	9,44	0,53	0,35	0,38
ob.c					10,68	0,64	0,43	0,48
ob.c		gwałtowne zniszczenie - brak rejestracji pomiarów			10,89	0,76	0,51	0,55
ob.c					11,30	0,78	0,53	0,57
ob.c					12,13	0,84	0,57	0,60
ob.c					12,75	0,90	0,60	0,69
ob.c					12,96	1,02	0,68	0,76
ob.c					13,17	1,14	0,75	0,84
ob.c					13,79	1,2-1,38	0,89	0,87-0,98
ob.c					14,00	1,48	0,93	1,03
ob.c					14,62	1,6-2,02	1,00	1,10
ob.c					15,03	2,77	1,56	1,63
ob.c				15,45	3,47	1,85	1,90	
ob.c				16,07	4,28	2,18	2,20	
ob.c				15,66	6,24	2,86	2,85	

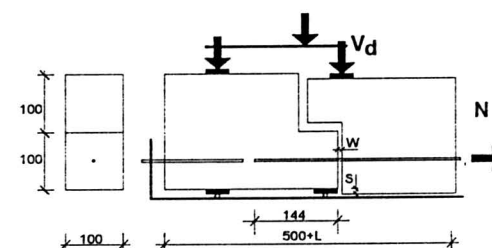


Uwaga: gwałtowne zniszczenie, brak rejestracji pomiarów dla 5Ka

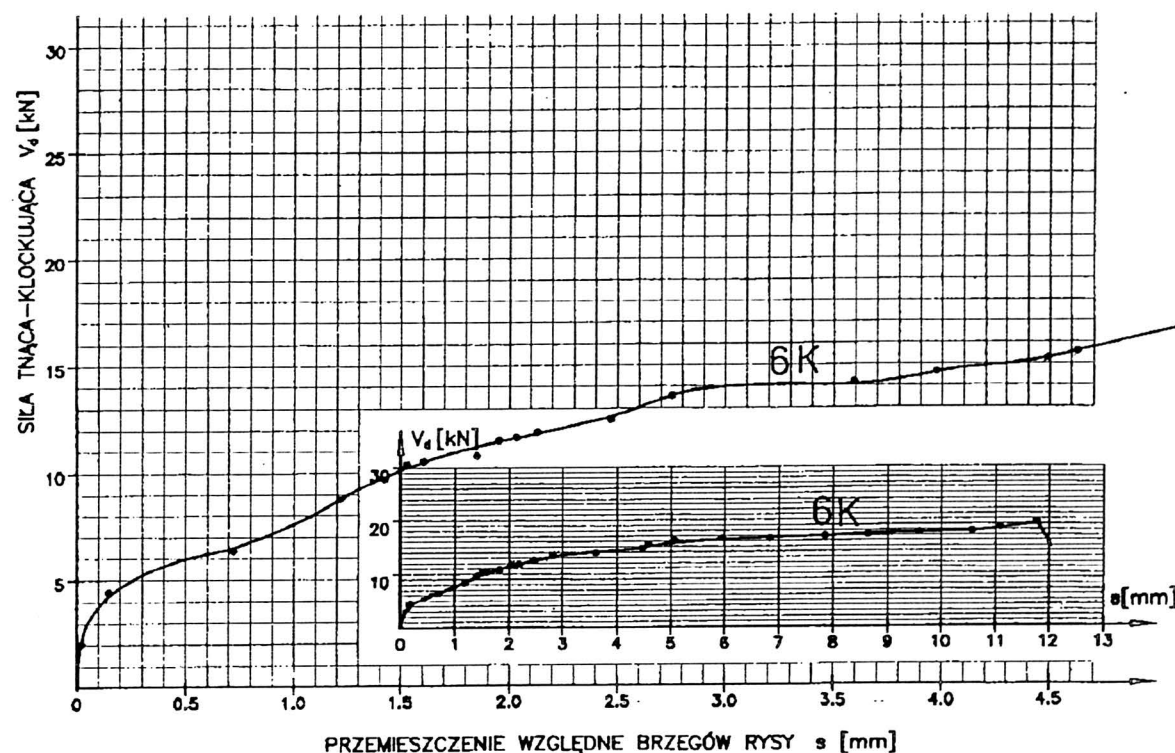
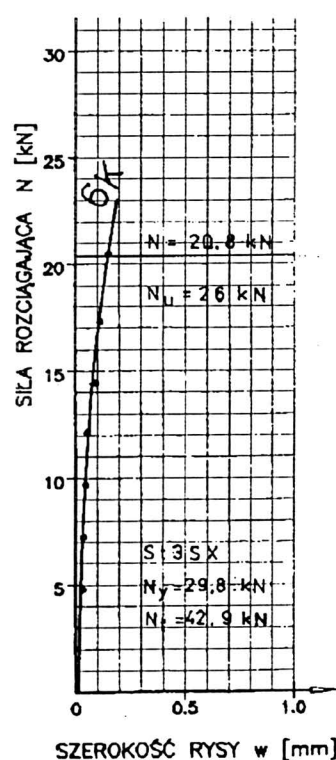
TABLICA 12 POMIERZONE WARTOŚCI POZIOMYCH I PIONOWYCH PRZEMIESZCZEŃ BRZEGÓW RYSY, WYDŁUŻENIA PRÓBK

zbrojenie $\phi 12$, St3SX
 długość kotwienia $l_k = 12 \cdot d$
 beton $f_{cm} = 37,1$ MPa

SERIA II. 2

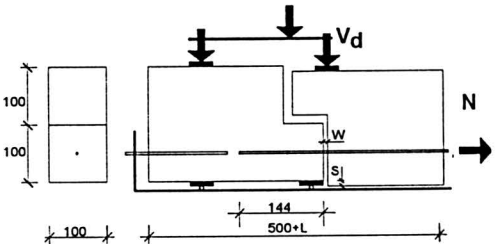


Oznaczenie	6.K.a							
$\alpha=N/N_u$	0,8							
Rozciąganie								
Nr	N		w	L	N		w	L
	kN		mm	mm	kN		mm	mm
1	0,86		0,00	0,04				
2	2,54		0,01	0,03				
3	4,92		0,02	0,02				
4	7,33		0,03	0,04				
5	9,79		0,05	0,05				
6	12,24		0,06	0,09				
7	14,65		0,08	0,12				
8	17,28		0,11	0,15				
9	20,58		0,14	0,20				
	20,80							
Ścinanie								
Nr	V _d	s	w(v _d)	δL(v _d)	V _d	s	w(v _d)	δL(v _d)
	kN	mm	mm	mm	kN	mm	mm	mm
10	0,11	0,00	0,00	0,00				
11	0,98	0,00	0,01	0,01				
12	2,18	0,01	0,01	0,01				
13	4,40	0,15	0,09	0,10				
14	6,60	0,72	0,50	0,49				
15	8,75	1,21	0,77	0,76				
ob.c	9,77	1,40	0,87	0,86				
ob.c	10,39	1,53	0,93	0,93				
ob.c	10,60	1,60	0,97	0,96				
ob.c	10,81	1,84	1,08	1,07				
ob.c	11,43	1,94	1,13	1,11				
ob.c	11,63	2,03	1,17	1,16				
ob.c	11,84	2,13	1,23	1,22				
ob.c	12,46	2,48	1,41	1,38				
ob.c	13,50	2,77	1,53	1,49				
ob.c	14,12	3,61	1,84	1,75				
ob.c	14,54	3,99	1,97	1,89				
ob.c	15,16	4,51	2,14	2,06				
ob.c	15,57	4,64	2,19	2,11				
ob.c	16,61	5,11	2,33	2,25				
ob.c	16,82	6,07	2,59	2,51				
ob.c	17,02	6,86	2,78	2,67				
ob.c	17,23	7,89	2,98	2,84				
ob.c	17,65	8,71	3,09	2,94				
ob.c	18,06	9,62	3,26	3,07				
ob.c	18,68	10,63	3,46	3,24				
ob.c	18,89	11,17	3,57	3,32				
ob.c	19,93	11,78	3,71	3,41				
ob.c	5,62	11,44	4,05	3,89				



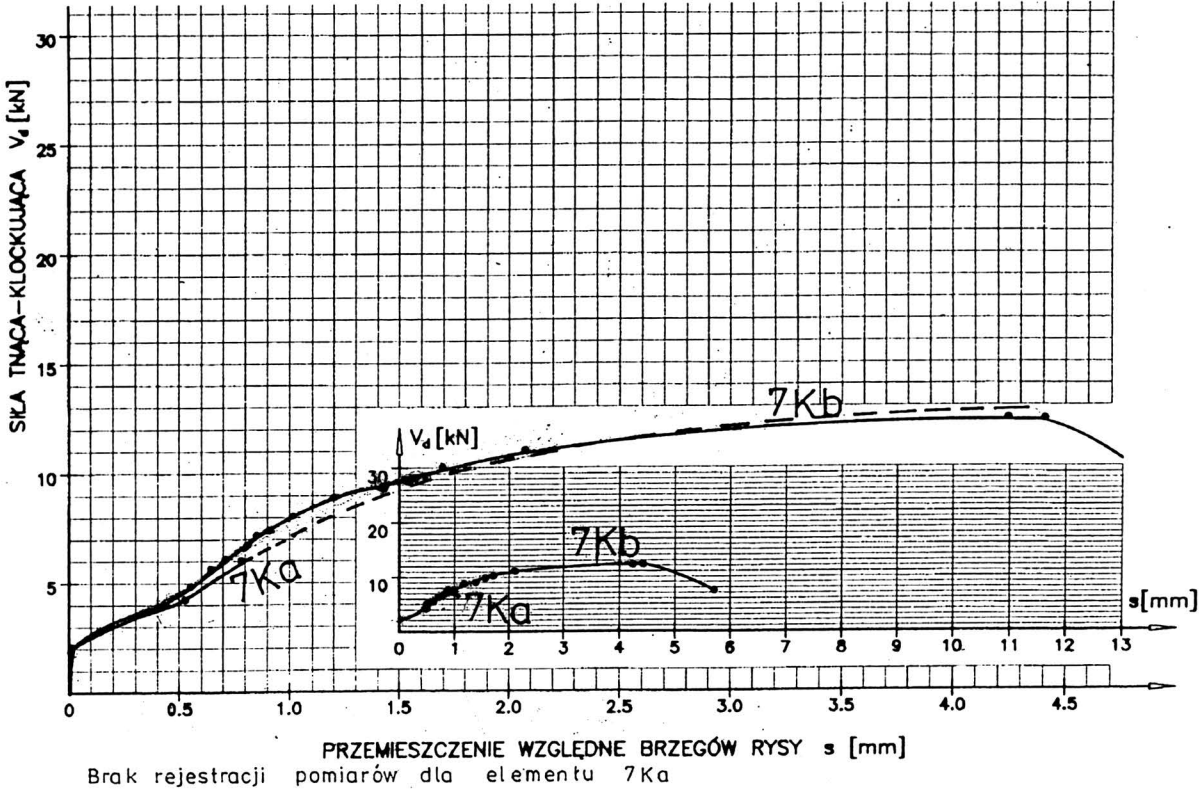
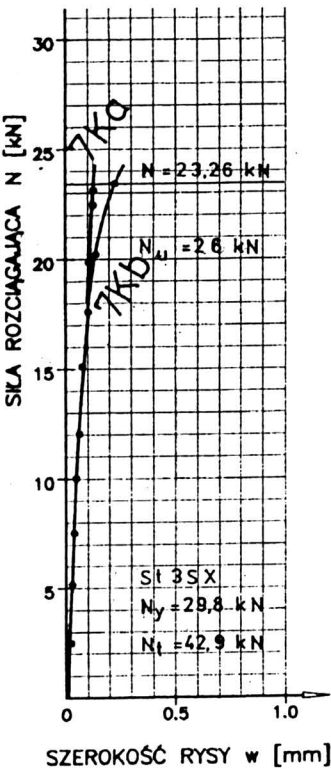
TABLICA 13 POMIARZONE WARTOŚCI POZIOMYCH I PIONOWYCH PRZEMIESZCZEŃ BRZEGÓW RYSY, WYDŁUŻENIA PRÓBK

zbrojenie ϕ 12, St3SX
długość kotwienia $l_k = 12 \cdot d$
beton $f_{ccm} = 37,1$ MPa



SERIA II. 2

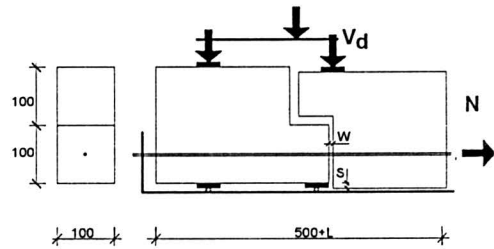
Oznaczenie	7.K.a				7.K.b			
$\alpha=N/N_u$	0,9				0,9			
Rozciąganie								
Nr	N		w	L	N		w	L
	kN		mm	mm	kN		mm	mm
1	0,71		0,00	-	0,86		0,00	0,00
2	2,42		0,01	-	2,49		0,01	0,03
3	4,97		0,02	-	5,16		0,02	0,05
4	7,40		0,02	-	7,47		0,03	0,05
5	9,81		0,03	-	9,93		0,05	0,06
6	12,36		0,05	-	12,53		0,06	0,08
7	14,72		0,06	-	14,97		0,08	0,11
8	17,16		0,07	0,06	17,42		0,11	0,15
9	19,71		0,09	0,09	20,05		0,13	0,19
10	22,19		0,11	0,15	22,41		0,19	0,28
11	22,97		0,12	0,17	23,26		0,22	0,31
Ścinanie								
Nr	V _d	s	w(v _d)	δL(v _d)	V _d	s	w(v _d)	δL(v _d)
	kN	mm	mm	mm	kN	mm	mm	mm
12	0,11	0,00	0,00	0,00	0,11	0,00	0,00	0,00
13	0,84	0,01	0,00	0,02	0,59	0,00	0,00	0,01
14	2,17	0,04	0,01	0,09	2,14	0,01	0,01	0,06
15	4,11	0,53	0,46	0,63	4,26	0,52	0,47	0,57
ob.c	6,17	0,79	0,67	0,83	4,96	0,54	0,49	0,59
ob.c	13,11	-	-	-	5,79	0,64	0,55	0,67
ob.c					6,20	0,70	0,60	0,72
ob.c					6,83	0,79	0,65	0,79
ob.c					7,24	0,84	0,68	0,82
ob.c					7,45	0,90	0,72	0,87
ob.c					8,07	1,02	0,80	0,94
ob.c					8,90	1,20	0,90	1,06
ob.c					9,31	1,42	1,06	1,20
ob.c					9,73	1,55	1,14	1,27
ob.c					10,35	1,69	1,22	1,35
ob.c					10,97	2,07	1,41	1,55
ob.c					12,42	4,24	4,11	2,49
ob.c					13,04	4,33	4,11	2,56
ob.c					12,63	4,42	4,10	2,64
ob.c					7,45	5,68	4,10	4,62



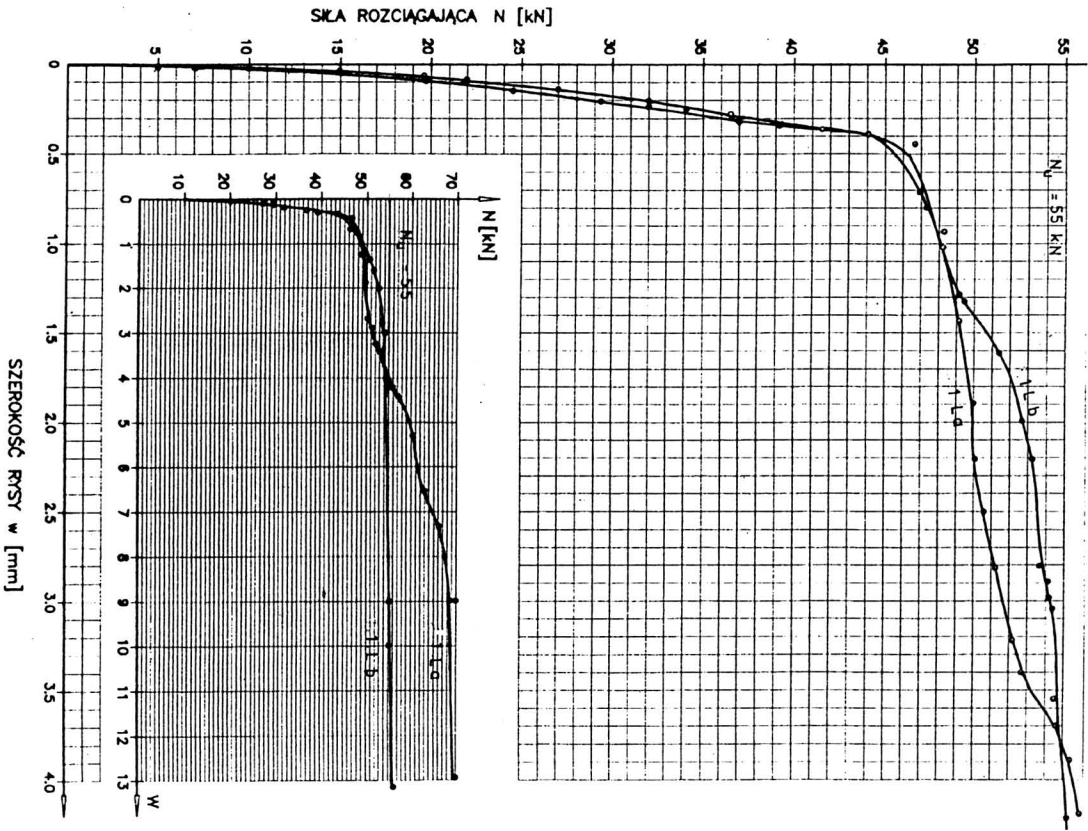
TABLICA 14 POMIERZONE WARTOŚCI POZIOMYCH I PIONOWYCH PRZEMIESZCZEŃ BRZEGÓW RYSY, WYDŁUŻENIA PRÓBK

zbrojenie 1 ϕ 12, 34GS
kotwienie mechaniczne
beton $f_{cc} = 48,6$ MPa

SERIA III. 1



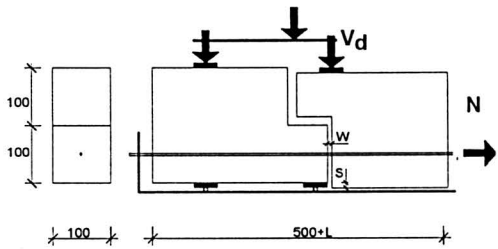
Oznaczenie	1. L a				1. L b			
$\alpha=N/N_u$	1,0				1,0			
Rozciąganie								
Nr	N		w	L	N		w	L
	kN		mm	mm	kN		mm	mm
1	0		0,00	0,00	0,00		0,00	0,00
2	2,32		0,01	0,00	2,73		0,00	0,00
3	4,83		0,01	0,02	5,36		0,02	0,02
4	7,27		0,02	0,02	7,96		0,03	0,04
5	9,90		0,03	0,04	9,81		0,04	0,04
6	12,27		0,04	0,04	12,36		0,05	0,04
7	15,05		0,05	0,06	14,67		0,07	0,06
8	17,07		0,06	0,06	17,30		0,09	0,08
9	19,68		0,08	0,08	19,83		0,10	0,12
10	22,14		0,10	0,08	22,29		0,13	0,18
11	24,48		0,12	0,10	24,67		0,16	0,24
12	27,14		0,15	0,12	27,28		0,19	0,28
13	29,65		0,18	0,14	29,49		0,22	0,34
14	32,04		0,22	0,16	32,04		0,25	0,40
15	34,24		0,27	0,20	34,26		0,27	0,46
16	36,05		0,31	0,24	37,08		0,32	0,52
17	39,46		0,35	0,36	39,68		0,35	0,60
18	41,85		0,38	0,46	42,21		0,37	0,74
19	44,38		0,41	0,54	44,66		0,41	0,88
20	46,97		0,46	0,66	47,36		0,73	1,52
ob.c	47,46		0,47	0,67	-		-	-
ob.c	48,19		0,89	1,08	-		-	-
ob.c	48,92		1,06	1,23	-		-	-
ob.c	49,65		1,45	1,48	49,68		1,30	-
ob.c	50,87		2,51	2,39	50,92		1,37	2,16
ob.c	51,60		2,87	3,37	51,65		1,46	8,51
ob.c	52,82		3,26	4,26	52,13		1,63	10,30
ob.c	53,55		3,41	4,57	53,59		2,20	10,32
ob.c	54,77		3,55	4,98	54,56		2,95	koniec
ob.c	55,75		3,90	6,37	55,78		4,22	zakresu
ob.c	56,97		4,24	6,94	56,99		10,62	czujnika
ob.c	57,46		4,42	7,96	57,48		13,15	
ob.c	59,16		4,81	koniec	59,35		13,70	
ob.c	60,63		5,07	zakresu	60,57		koniec	
ob.c	61,60		5,39	czujnika	61,05		zakresu	
ob.c	63,80		5,94		62,75		czujnika	
ob.c	64,77		6,53		63,73			
ob.c	65,75		6,97		64,21			
ob.c	66,97		7,41		65,19			
ob.c	68,19		7,59		67,62			
ob.c	69,89		9,11		69,57			
ob.c	70,62		10,22		72,48			
ob.c	71,36		11,51		73,70			



TABLICA 15 POMIERZONE WARTOŚCI POZIOMYCH I PIONOWYCH PRZEMIESZCZEŃ BRZEGÓW RYSY, WYDŁUŻENIA PRÓBK

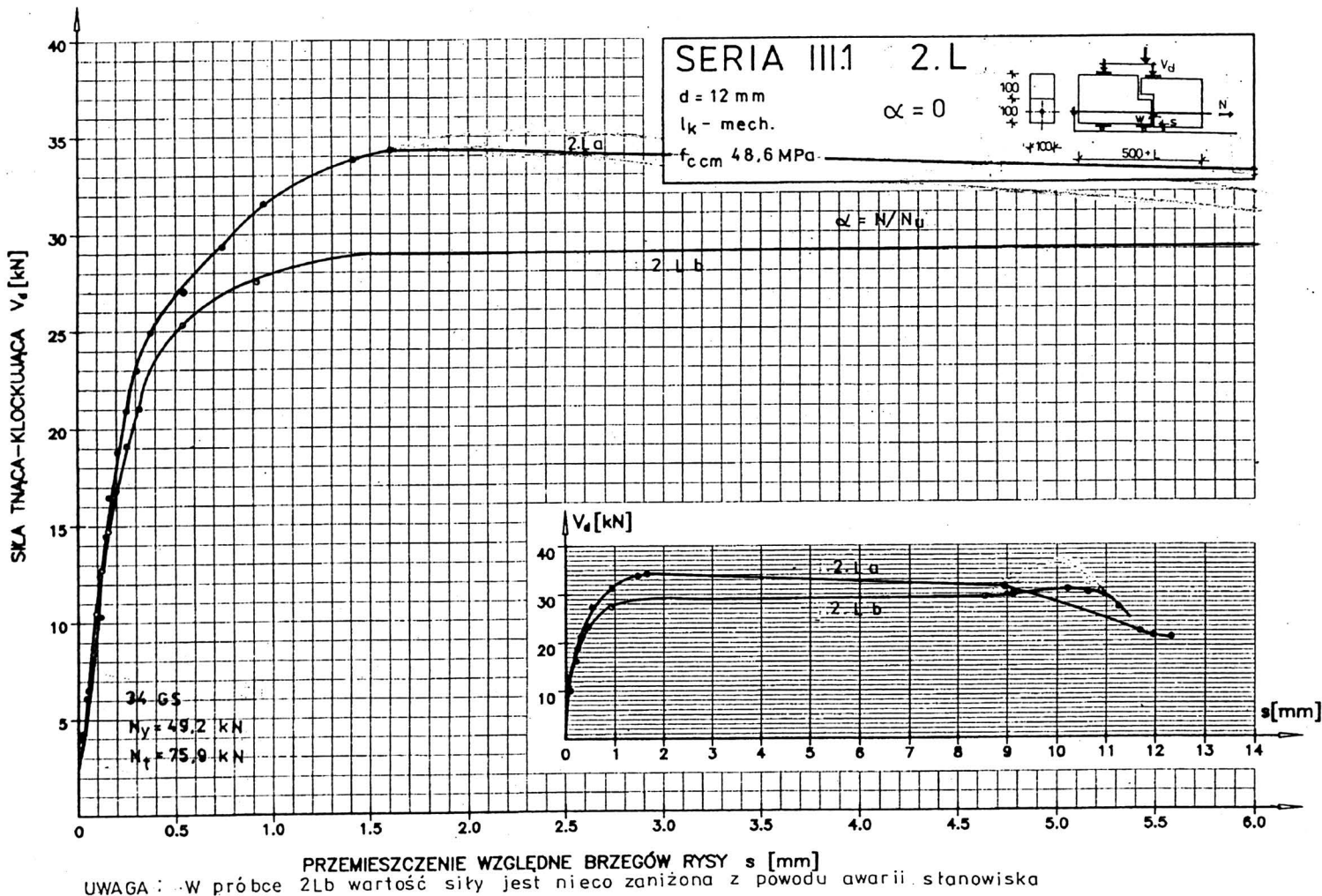
zbrojenie 1 ϕ 12, 34GS
kotwienie mechaniczne
beton f_{cc} = 48,6 MPa

SERIA III. 1



Oznaczenie	2. L a				2. L b			
$\alpha=N/N_u$	0				0			
Ścinanie								
Nr	V _d	s	w(v _d)	δL(v _d)	V _d	s	w(v _d)	δL(v _d)
	kN	mm	mm	mm	kN	mm	mm	mm
1	0,11	0	0,00	0,00	0,11	0,00	0,00	0
2	2,01	0,01	0,00	0,00	2,31	0,01	0,00	0,03
3	4,08	0,02	0,00	0,00	4,19	0,03	0,00	0,04
4	6,15	0,04	0,00	0,02	6,45	0,05	0,01	0,05
5	8,38	0,07	0,01	0,02	8,44	0,07	0,01	0,06
6	10,36	0,09	0,01	0,02	10,60	0,10	0,01	0,07
7	12,51	0,11	0,01	0,02	12,77	0,13	0,02	0,08
8	14,62	0,14	0,02	0,03	14,76	0,17	0,02	0,10
9	16,53	0,16	0,03	0,03	16,78	0,21	0,03	0,12
10	18,72	0,20	0,04	0,03	18,91	0,26	0,04	0,13
11	20,93	0,25	0,05	0,02	20,84	0,32	0,05	0,15
12	23,06	0,31	0,06	0,03	23,16	0,41	0,06	0,18
13	24,88	0,37	0,07	0,05	25,27	0,54	0,08	0,21
14	26,93	0,54	0,10	0,09	27,37	0,93	0,15	0,28
15	29,32	0,74	0,15	0,09	28,96	8,60	0,25	0,65
ob.c	29,47	0,74	0,15	0,09	29,40	8,93	0,24	0,72
ob.c	31,39	0,95	0,20	0,09	30,64	9,29	0,23	0,73
ob.c	33,64	1,47	0,32	0,09	31,89	10,29	0,18	0,75
ob.c	33,87	1,59	0,32	0,13	30,23	10,73	0,17	0,76
ob.c	34,28	1,61	0,33	0,13	29,19	10,97	0,17	0,76
ob.c	34,49	1,67	0,34	0,13	28,16	11,15	0,17	0,77
ob.c	34,50	1,78	0,36	0,13	27,12	11,29	0,17	0,78
ob.c	31,18	9,28	5,16	0,13	25,88	11,33	0,17	0,78
ob.c	22,91	11,65	5,49	0,13				
ob.c	22,29	11,79	5,53	0,13				
ob.c	21,88	11,96	5,57	0,13				
ob.c	21,26	12,06	5,62	0,13				
ob.c	21,05	12,14	5,64	0,68				
ob.c	20,64	12,21	5,65	0,88				
ob.c	20,22	12,37	5,65	0,86				

Uwaga: w próbce 2 L b wartość siły, przy wyższym stopniu obciążenia, może być nieco zaniżona z powodu awarii stanowiska

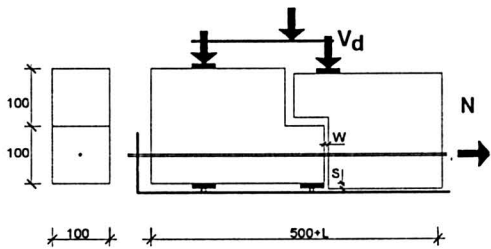


UWAGA : W próbce 2Lb wartość siły jest nieco zaniżona z powodu awarii stanowiska

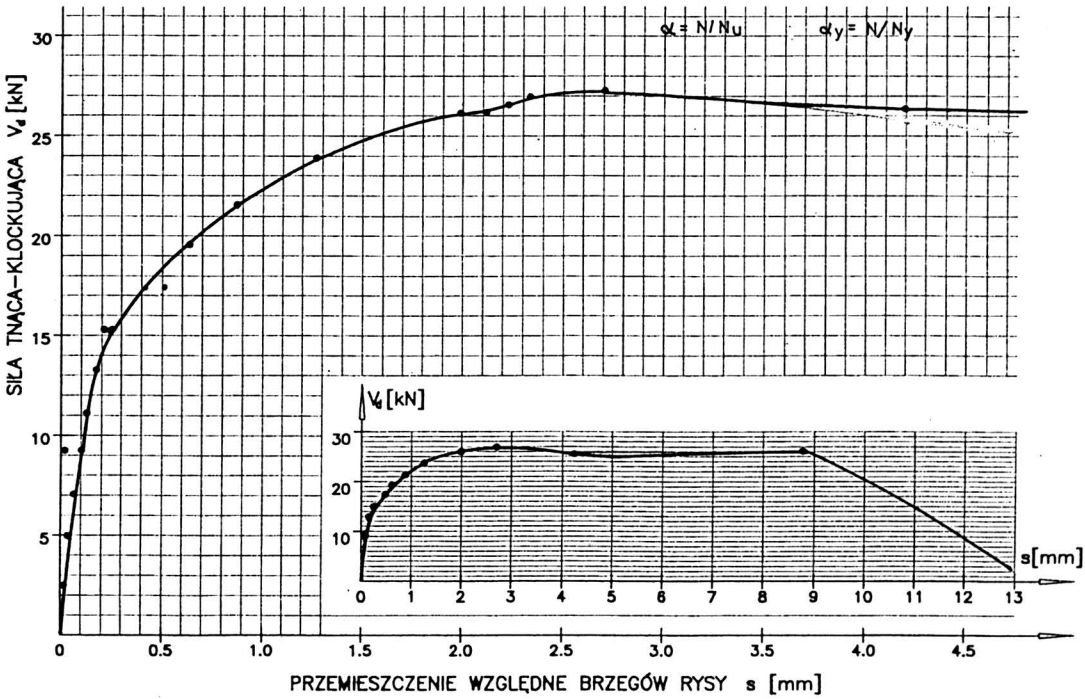
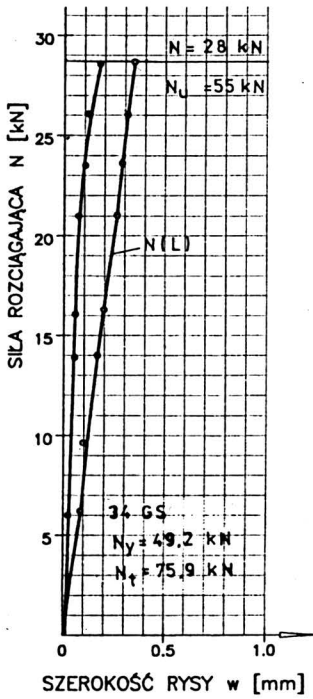
TABLICA 16 POMIERZONE WARTOŚCI POZIOMYCH I PIONOWYCH PRZEMIESZCZEŃ BRZEGÓW RYSY, WYDŁUŻENIA PRÓBK

zbrojenie 1 ϕ 12, 34GS
kotwienie mechaniczne
beton $f_{cc} = 48,6$ MPa

SERIA III. 1

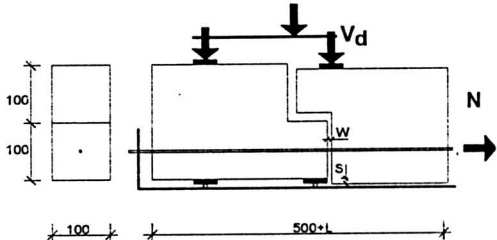


Oznaczenie	3. L a							
$\alpha=N/N_u$	0,5							
Rozciąganie								
Nr	N		w	L	N		w	L
	kN		mm	mm	kN		mm	mm
1	1,37		0,00	0,00				
2	3,80		0,01	0,04				
3	6,14		0,02	0,08				
4	8,69		0,03	0,10				
5	11,10		0,03	0,13				
6	13,82		0,05	0,17				
7	16,28		0,06	0,20				
8	18,64		0,08	0,23				
9	21,02		0,09	0,26				
10	23,65		0,11	0,29				
11	26,15		0,14	0,31				
12	28,42		0,17	0,34		.		
Ścinanie								
Nr	V _d	s	w(v _d)	δL(v _d)	V _d	s	w(v _d)	δL(v _d)
	kN	mm	mm	mm	kN	mm	mm	mm
13	0,11	0,00	0,00	0,00				
14	1,10	0,01	0,00	0,04				
15	2,68	0,02	0,00	0,08				
16	4,92	0,04	0,01	0,10				
17	7,12	0,07	0,01	0,11				
18	9,21	0,10	0,02	0,11				
19	11,12	0,13	0,03	0,10				
20	13,27	0,17	0,04	0,09				
21	15,28	0,25	0,08	0,07				
22	17,46	0,51	0,23	0,06				
23	17,21	0,51	0,23	0,06				
24	19,55	0,65	0,30	0,12				
25	21,44	0,87	0,40	0,22				
26	23,74	1,27	0,57	0,41				
27	25,92	1,98	0,83	0,71				
ob.c	25,81	2,06	0,85	0,73				
ob.c	26,02	2,13	0,88	0,77				
ob.c	26,43	2,23	0,91	0,81				
ob.c	26,85	2,36	0,95	0,86				
ob.c	27,06	2,72	1,05	0,98				
ob.c	26,23	8,82	1,58	1,63				
ob.c	0,32	13,17	8,59	4,96				



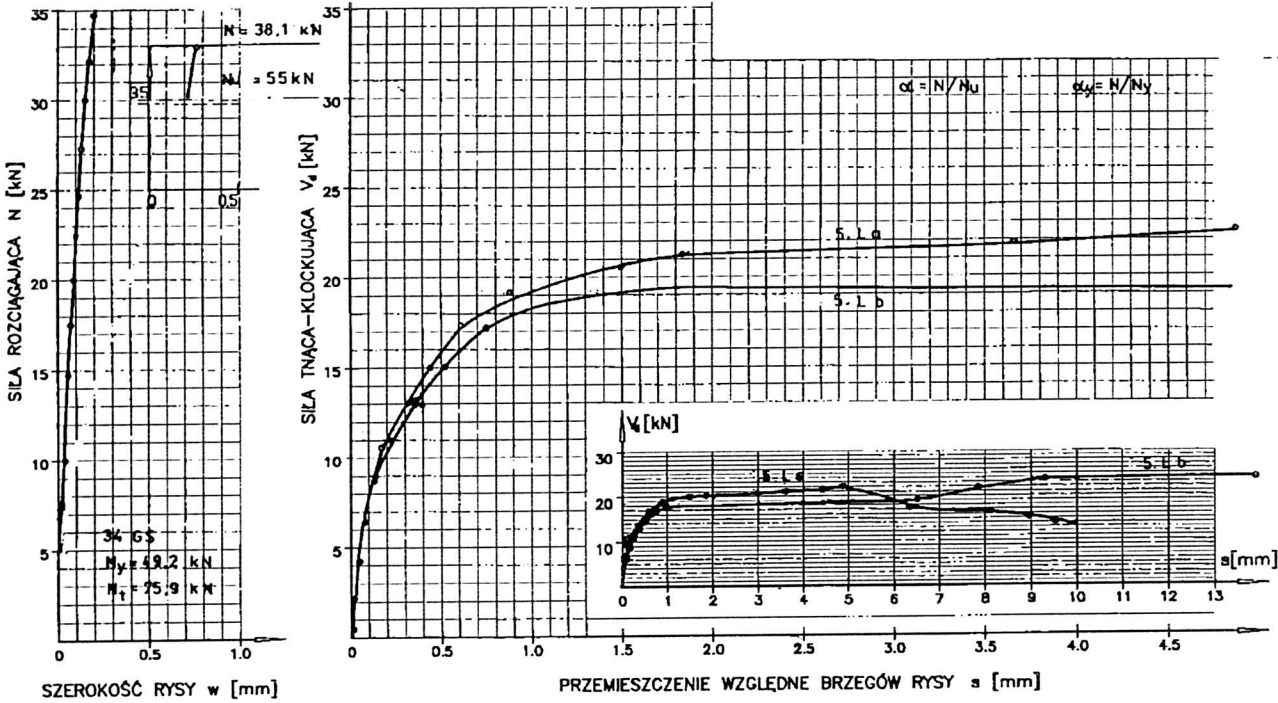
TABLICA 17 POMIERZONE WARTOŚCI POZIOMYCH I PIONOWYCH PRZEMIESZCZEŃ BRZEGÓW RYSY, WYDŁUŻENIA PRÓBKKI

zbrojenie 1 ϕ 12, 34GS
kotwienie mechaniczne
beton f_{cc} = 48,6 MPa



SERIA III. 1

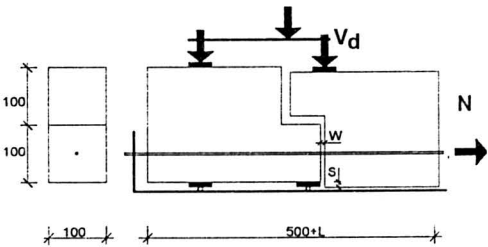
Oznaczenie	5. L a				5. L a			
$\alpha=N/N_u$	0,7				0,7			
Rozciąganie								
Nr	N		w	L	N		w	L
	kN		mm	mm	kN		mm	mm
1	0,35		0,00	0,00	0,40		0,00	0,00
2	2,42		0,01	0,00	2,46		0,00	0,00
3	4,94		0,01	0,01	4,82		0,01	0,01
4	7,47		0,02	0,02	7,43		0,02	0,03
5	10,00		0,04	0,03	9,38		0,03	0,04
6	12,48		0,05	0,04	12,51		0,04	0,06
7	14,84		0,06	0,04	14,99		0,06	0,07
8	17,47		0,07	0,04	17,37		0,07	0,09
9	20,03		0,09	0,04	19,73		0,08	0,10
10	22,48		0,10	0,03	22,31		0,10	0,13
11	24,79		0,12	0,02	24,87		0,12	0,17
12	27,32		0,14	0,02	27,27		0,14	0,20
13	29,95		0,16	0,17	29,49		0,16	0,25
14	32,24		0,18	0,19	32,07		0,18	0,29
15	34,74		0,21	0,23	34,57		0,21	0,33
16	38,07		0,23	0,27	36,88		0,24	0,38
17	38,07		0,25	0,29	38,07		0,24	0,53
Ścinanie								
Nr	V _d	s	w(v _d)	δL(v _d)	V _d	s	w(v _d)	δL(v _d)
	kN	mm	mm	mm	kN	mm	mm	mm
18	0,11	0,00	0,00	0,00	0,11	0,00	0,00	0,00
19	0,11	0,00	0,00	0,00	-	-	-	-
20	0,27	0,01	0,00	0,00	0,57	0,01	0,00	0,00
21	2,34	0,03	0,00	0,00	2,28	0,02	0,00	0,03
22	4,29	0,05	0,00	0,01	4,42	0,05	0,00	0,04
23	6,53	0,07	0,02	0,01	6,49	0,08	0,00	0,05
24	8,96	0,11	0,04	0,01	8,71	0,12	0,00	0,06
25	10,78	0,15	0,19	0,02	10,95	0,24	0,08	0,14
26	13,02	0,35	0,25	0,11	12,90	0,39	0,18	0,25
27	15,17	0,43	0,35	0,21	14,99	0,51	0,26	0,32
28	17,16	0,59	0,47	0,26	17,19	0,74	0,39	0,43
29	19,13	0,79-0,87	0,51	0,33	19,22	6,40	1,78	1,55
30	19,13		0,51	0,36	19,28	6,54	1,81	1,58
ob.c	20,46	1,51	0,55	0,37	19,43	6,62	1,83	1,59
ob.c	20,87	1,54	0,56	0,39	20,26	6,68	1,83	1,60
ob.c	21,29	1,84	0,68	0,60	20,67	6,82	1,86	1,62
ob.c	21,70	3,67	1,23	0,82	21,29	7,36	1,96	1,71
ob.c	21,91	4,47	1,33	0,85	21,71	7,69	2,02	1,78
ob.c	22,53	4,90	1,45	0,89	22,12	7,94	2,06	1,81
ob.c	17,97	6,38	1,80	0,93	22,54	8,19	2,10	1,82
ob.c	17,14	8,23	1,88	0,99	22,75	8,49	2,17	1,86
ob.c	16,94	8,41	1,84	1,04	23,78	9,37	2,34	1,98
ob.c	15,49	8,98	1,84	1,10	24,40	9,95	2,46	2,06
ob.c	15,07	9,45	1,93	1,23	24,61	10,17	2,51	2,10
ob.c	14,45	9,60	1,93	1,26	19,84	10,35	2,55	2,13



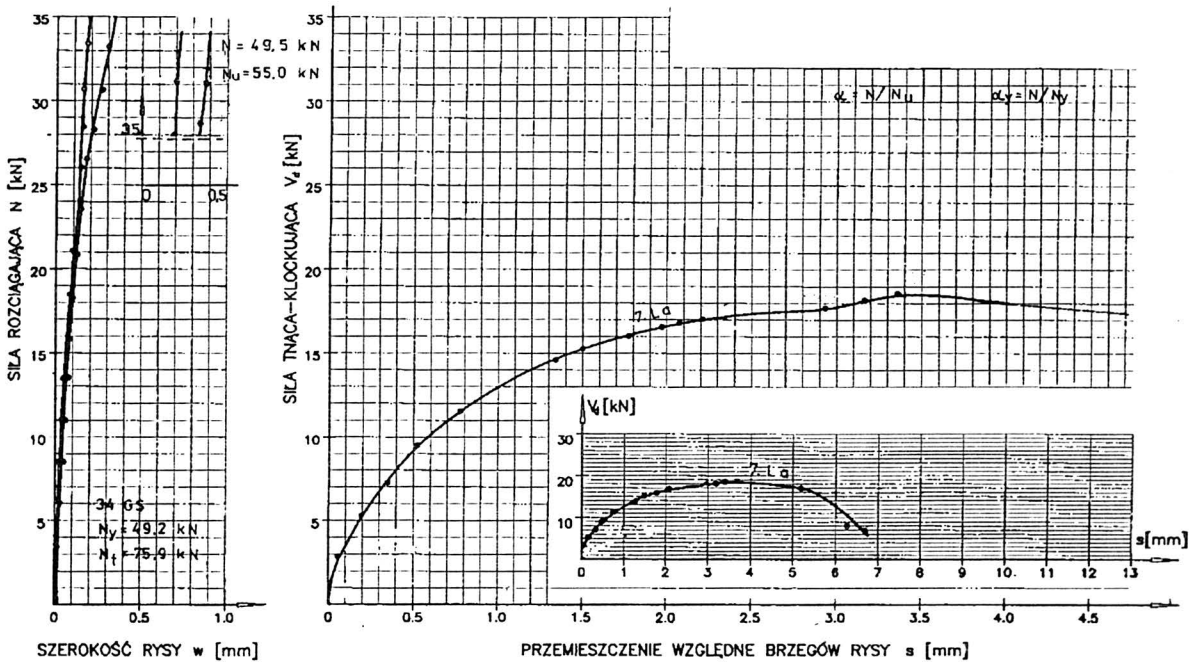
TABLICA 18 POMIERZONE WARTOŚCI POZIOMYCH I PIONOWYCH PRZEMIESZCZEŃ BRZEGÓW RYSY, WYDŁUŻENIA PRÓBK

zbrojenie 1 ϕ 12 34GS
kotwienie mechaniczne
beton f_{cc} = 48,6 MPa

SERIA III. 1

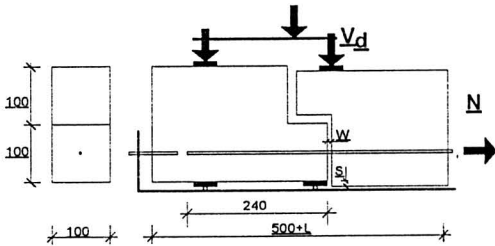


Oznaczenie	7. a				7. b			
$\alpha=N/N_u$	0,9				0,9			
Rozciąganie								
Nr	N		w	L	N		w	L
	kN		mm	mm	kN		mm	mm
1	1,47		0,01	0,00	1,49		0,00	0,03
2	3,56		0,01	0,01	3,49		0,01	0,04
3	6,01		0,02	0,02	6,09		0,03	0,03
4	8,42		0,03	0,03	8,52		0,04	0,02
5	11,03		0,04	0,04	11,10		0,05	0,01
6	13,51		0,05	0,05	13,43		0,07	0,01
7	15,79		0,07	0,07	15,84		0,08	0,02
8	18,40		0,08	0,09	18,20		0,10	0,04
9	21,10		0,10	0,12	20,68		0,12	0,05
10	23,58		0,12	0,16	23,21		0,14	0,06
11	25,91		0,13	0,29	25,64		0,17	0,07
12	28,39		0,14	0,32	28,25		0,22	0,09
13	30,80		0,15	0,35	30,68		0,27	0,14
14	33,40		0,17	0,39	33,16		0,30	0,19
15	35,76		0,18	0,40	35,62		0,34	0,27
16	38,37		0,20	0,46	38,00		0,37	0,34
17	40,72		0,21	0,51	40,65		0,41	0,41
18	43,18		0,23	0,54	43,08		0,44	0,52
19	45,78		0,24	0,52	45,81		0,50	0,77
20	48,63		0,65	1,04	48,26		1,12	1,46
21	49,53		0,84	1,64				
Ścinanie								
Nr	N		w	L	N		w	L
	kN		mm	mm	kN		mm	mm
22	0,11	0,00	0,00	0,00	0,11	0,00	0,00	0,00
23	0,84	0,00	0,00	0,04	0,90	0,11	0,07	0,05
24	2,89	0,06	0,04	0,21	2,62	0,33	0,19	0,15
25	5,35	0,21	0,11	0,29	3,26	0,53	0,29	0,30
26	7,18	0,35	0,20	0,41				
27	9,46	0,52	0,30	0,55				
28	11,63	0,78	0,46	0,79				
29	13,79	1,26	0,72	1,18				
ob.c	13,85	1,28	0,74	1,21				
ob.c	14,68	1,37	0,78	1,31				
ob.c	15,10	1,43	0,81	1,34				
ob.c	15,30	1,50	0,84	1,39				
ob.c	16,13	1,77	0,96	1,56				
ob.c	16,55	1,88	1,01	1,63				
ob.c	16,75	2,08	1,12	1,78				
ob.c	17,58	2,95	1,65	2,35				
ob.c	18,00	3,18	1,74	2,44				
ob.c	18,41	3,37	1,82	2,50				
ob.c	16,96	5,22	2,34	2,36				
ob.c	8,26	6,27	2,58	2,27				
ob.c	7,63	6,50	2,67	2,31				



TABLICA 19 POMIERZONE WARTOŚCI POZIOMYCH I PIONOWYCH PRZEMIESZCZEŃ BRZEGÓW RYSY, WYDŁUŻENIA PRÓBK

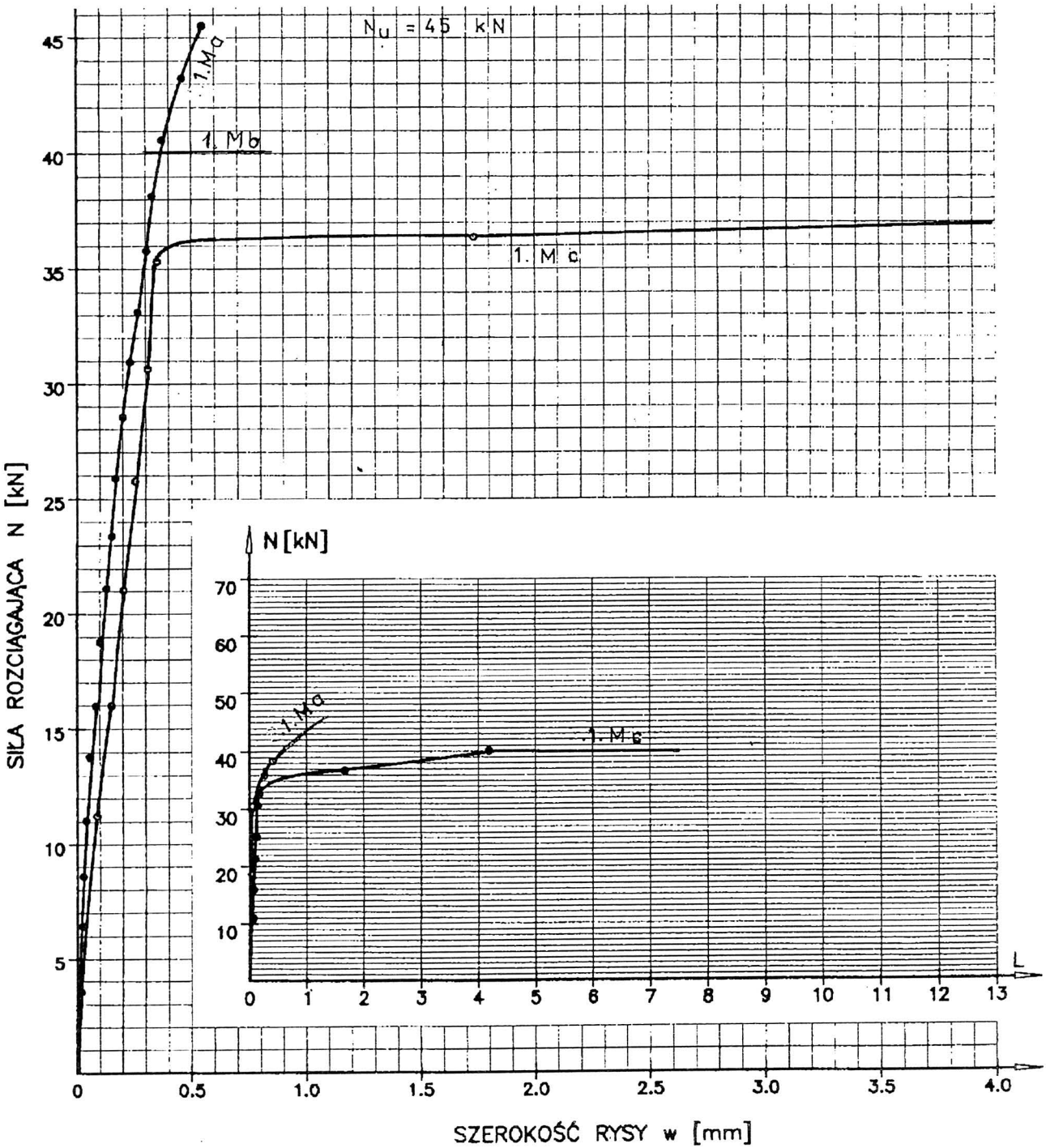
zbrojenie 1 ϕ 12, 34GS
kotwienie zbrojenia $l_k = 20 \cdot d = 240$ mm
beton $f_{cc} = 47,9$ MPa



SERIA III. 2

Oznaczenie	1. M a			1. M c			1.M b		
$\alpha=N/N_u$	1,0			1,0			1,0		
Rozciąganie									
Nr	N	w	L	N	w	L	N	w	L
	kN	mm	mm	kN	mm	mm	kN	mm	mm
1	1,66	0,00		1,59	0,01		1,66	0,00	0,03
2	3,73	0,01					3,51	0,01	0,03
3	6,26	0,02		5,99	0,04		6,21	0,02	0,05
4	8,74	0,04					8,62	0,03	0,07
5	11,22	0,05		10,86	0,09		10,05	0,04	0,08
6	13,53	0,07					13,75	0,06	0,09
7	16,08	0,08		15,99	0,14		16,13	0,08	0,09
8	19,10	0,10					18,71	0,10	0,10
9	21,05	0,12		20,95	0,19		21,12	0,12	0,11
10	23,50	0,13					23,55	0,14	0,12
11	26,03	0,16		25,86	0,24		26,03	0,16	0,13
12	28,56	0,19					28,54	0,19	0,15
13	30,90	0,22		30,78	0,29		30,90	0,22	0,17
14	33,48	0,25					33,43	0,25	0,20
15	35,86	0,30		35,57	0,33		36,05	0,27	0,34
16	38,46	0,33		36,57	1,73		38,29	0,29	0,39
17	40,87	0,38		40,55	do 13,8		~40,0	-	-
18	43,50	0,46							
19	45,76	0,52							

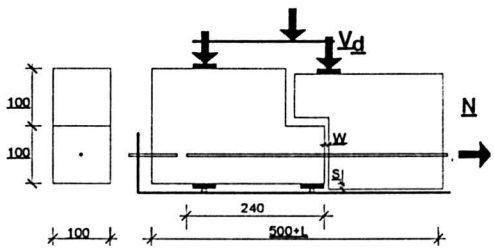
Uwaga: 1 M c - puściły szczęki uchwytu pręta, ponowne obciążenie próbki



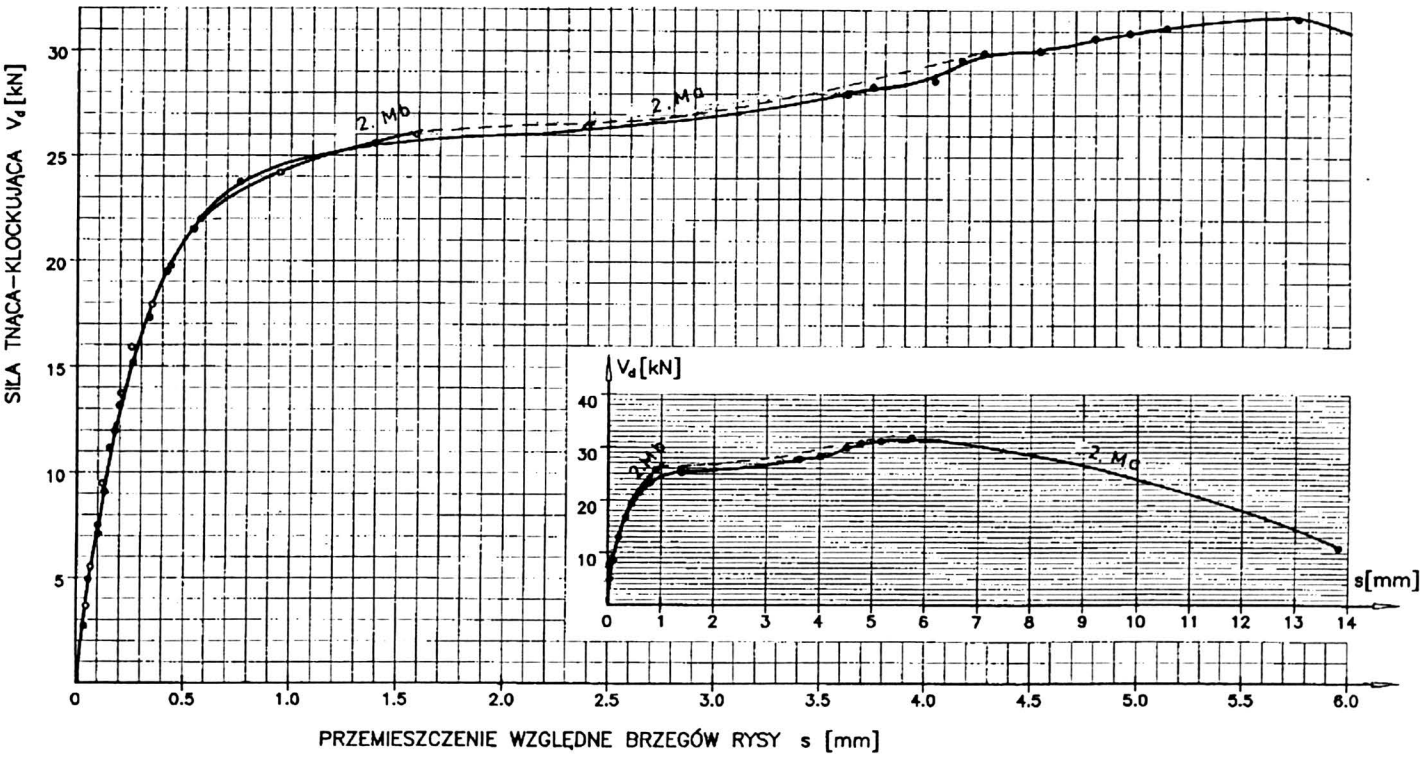
TABLICA 20 POMIARZONE WARTOŚCI POZIOMYCH I PIONOWYCH PRZEMIESZCZEŃ BRZEGÓW RYSY, WYDŁUŻENIA PRÓBK

zbrojenie 1 ϕ 12 mm 34GS
kotwienie zbrojenia $l_k = 20 \cdot d = 240$ mm
beton $f_{cc} = 47,9$ MPa

SERIA III. 2



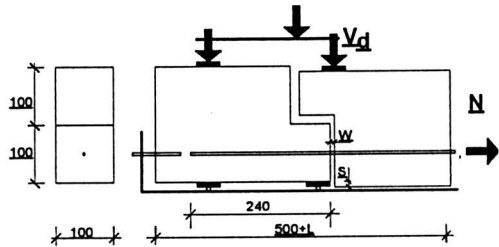
Oznaczenie	2. M a				2.M b			
$\alpha=N/N_u$	0				0			
Ścinanie								
Nr	V _d	s	w(v _d)	δL(v _d)	V _d	s	w(v _d)	δL(v _d)
	kN	mm	mm	mm	kN	mm	mm	mm
0	-	-	-	-	0,11	0,00	0,00	0,00
1	1,10	0,01	0,00	0,02	1,62	0,02	0,00	0,01
2	2,80	0,03	0,00	0,02	3,70	0,05	0,00	0,06
3	5,06	0,06	0,01	0,05	5,56	0,07	0,01	0,07
4	7,14	0,09	0,01	0,05	7,55	0,10	0,01	0,08
5	9,19	0,12	0,01	0,06	9,58	0,13	0,02	0,10
6	11,16	0,15	0,02	0,06	11,97	0,17	0,02	0,11
7	13,29	0,19	0,03	0,07	13,89	0,21	0,03	0,12
8	15,30	0,26	0,04	0,08	15,90	0,26	0,04	0,13
9	17,36	0,33	0,05	0,08	17,94	0,34	0,04	0,14
10	19,51	0,41	0,06	0,09	19,86	0,44	0,06	0,16
11	21,48	0,53	0,08	0,11	21,96	0,58	0,08	0,19
12	23,74	0,76	0,11	0,14	24,32	0,95	0,14	0,28
13	25,44	1,39	0,20	0,22	-			
14	27,89	3,24	0,40	0,40	26,19	1,57	0,23	0,38
ob.c	27,99	3,63	0,43	0,42	29,9	-	-	-
ob.c	28,20	3,75	0,44	0,44				
ob.c	28,61	4,04	0,46	0,46				
ob.c	29,65	4,17	0,47	0,47				
ob.c	29,86	4,27	0,48	0,48				
ob.c	30,06	4,55	0,50	0,51				
ob.c	30,68	4,80	0,52	0,53				
ob.c	30,89	4,95	0,54	0,54				
ob.c	31,10	5,15	0,55	0,55				
ob.c	31,51	5,78	0,61	0,59				
ob.c	10,99	13,83	7,02	7,78				



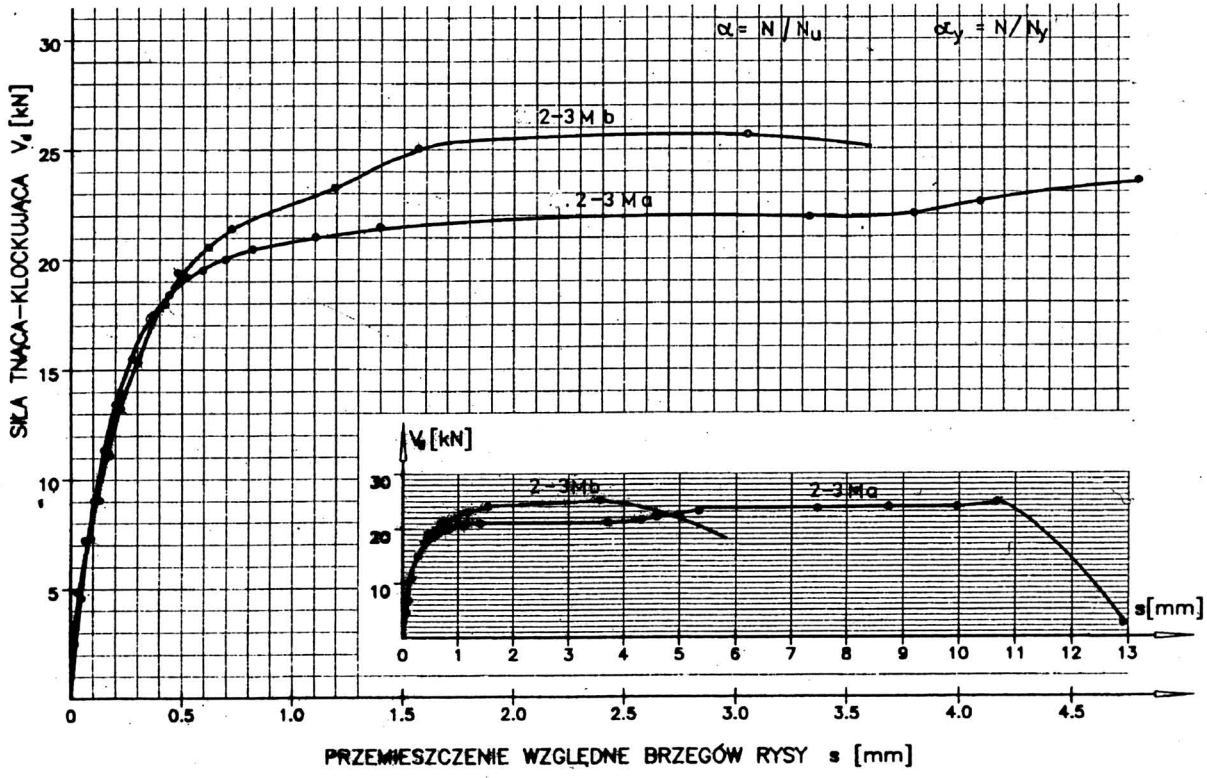
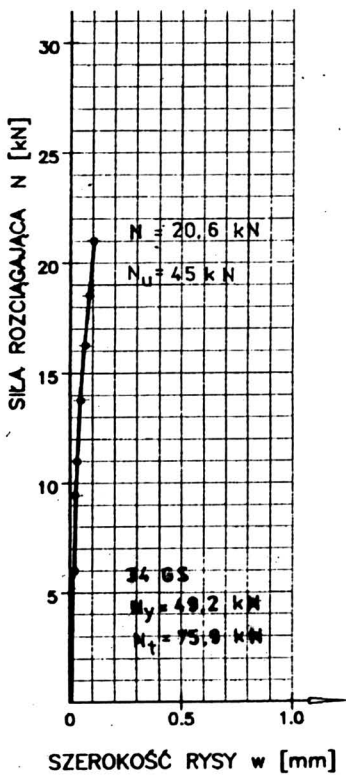
TABLICA 21 POMIERZONE WARTOŚCI POZIOMYCH I PIONOWYCH PRZEMIESZCZEŃ BRZEGÓW RYSY, WYDŁUŻENIA PRÓBK

zbrojenie 1 ϕ 12 mm 34GS
kotwienie zbrojenia l_k = 20 . d = 240 mm
beton f_{cc} = 47,9 MPa

SERIA III. 2



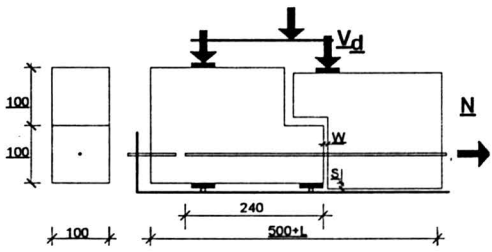
Oznaczenie	2 - 3. M a				2 - 3.M b			
$\alpha=N/N_u$	0,45				0,45			
Rozciąganie								
Nr	N		w	L	N		w	L
	kN		mm	mm	kN		mm	mm
1	1,56		0,00	0,00	0,91		0,00	0,01
2	3,51		0,01	0,00	2,22		0,00	0,01
3	6,09		0,02	0,01	4,58		0,01	0,02
4	8,62		0,03	0,01	7,01		0,02	0,02
5	11,12		0,04	0,02	9,83		0,04	0,03
6	13,73		0,06	0,03	12,17		0,05	0,04
7	16,21		0,07	0,02	14,94		0,07	0,03
8	18,69		0,09	0,01	17,06		0,08	0,02
9	21,10		0,11	0,00	20,61		0,10	0,01
Ścinanie								
Nr	V _d	s	w(v _d)	δL(v _d)	V _d	s	w(v _d)	δL(v _d)
Nr	kN	mm	mm	mm	kN	mm	mm	mm
10	0,11	0,00	0,00	0,00	0,11	0,00	0,00	0,00
11	0,81	0,01	0,00	0,01	1,62	0,00	0,00	0,00
12	2,62	0,02	0,01	0,02	2,99	0,02	0,00	0,00
13	4,65	0,04	0,01	0,06	4,88	0,05	0,01	0,01
14	7,18	0,07	0,02	0,11	7,01	0,09	0,02	-
15	9,13	0,10	0,02	0,15	9,04	0,13	0,03	-
16	11,34	0,15	0,04	0,18	11,10	0,17	0,04	-
17	13,38	0,19	0,05	0,21	13,25	0,23	0,06	-
18	15,43	0,27	0,07	0,27	15,26	0,30	0,07	-
19	17,67	0,40	0,10	0,34	17,40	0,37	0,09	-
ob.c	18,33	0,44	0,12	0,36	17,73	0,41	0,10	-
ob.c	18,95	0,47	0,13	0,38	18,14	0,43	0,10	-
ob.c	19,16	0,52	0,15	0,41	19,39	0,48	0,11	-
ob.c	19,37	0,61	0,18	0,45	20,63	0,62	0,16	-
ob.c	19,99	0,71	0,22	0,49	21,67	0,73	0,20	-
ob.c	20,40	0,82	0,25	0,54	23,33	1,18	0,35	-
ob.c	20,82	1,10	0,36	0,65	24,98	1,57	0,46	-
ob.c	21,44	1,40	0,44	0,75	25,61	3,58	0,74	0,78
ob.c	21,85	3,75	0,86	1,20	13,17	3,47	0,74	0,78
ob.c	22,06	4,31	0,93	1,29				
ob.c	22,68	4,60	0,96	1,33				
ob.c	23,51	5,42	1,02	1,42				
ob.c	23,72	7,54	1,09	1,61				
ob.c	24,34		1,03	1,68				
ob.c	24,96	10,73	1,00	1,71				
ob.c	0,30	13,72		17,80				



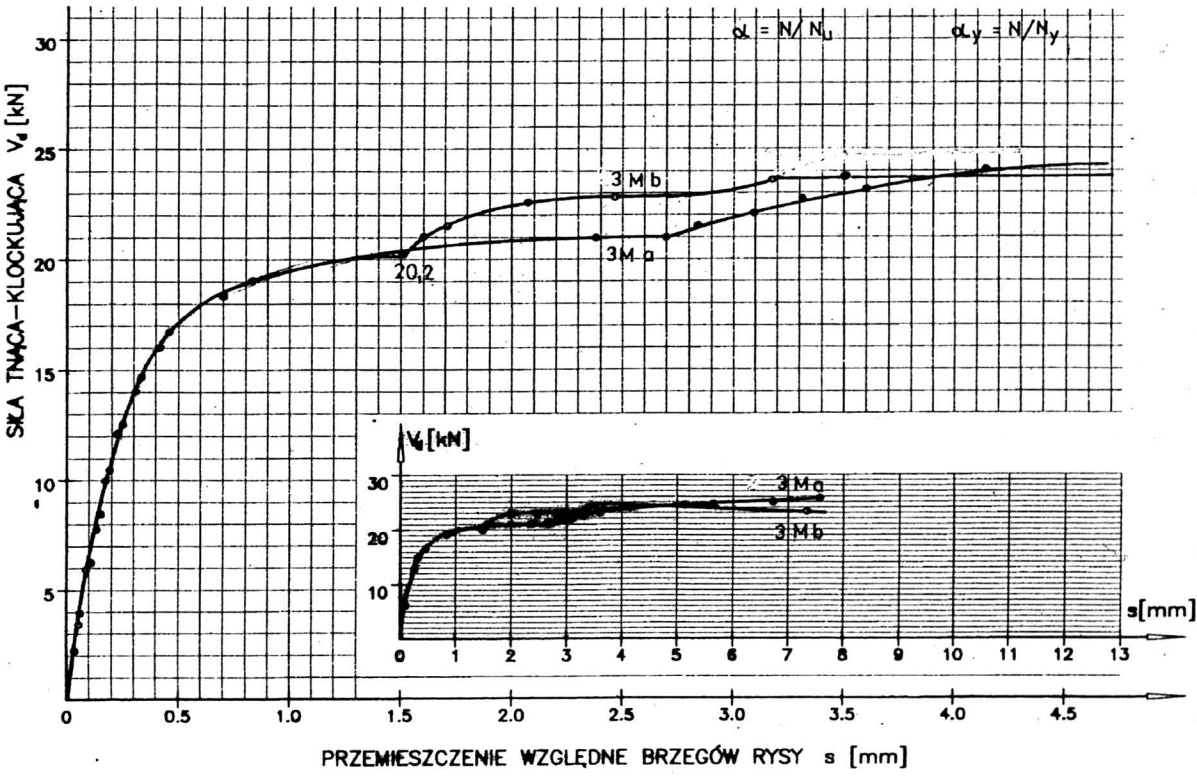
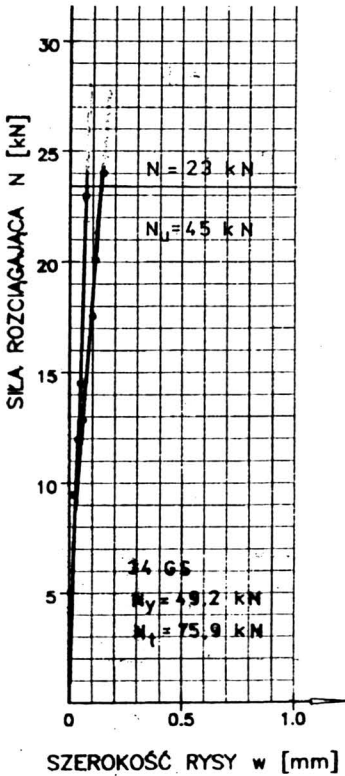
TABLICA 22 POMIARZONE WARTOŚCI POZIOMYCH I PIONOWYCH PRZEMIESZCZEŃ BRZEGÓW RYSY, WYDŁUŻENIA PRÓBK

zbrojenie 1 ϕ 12 mm 34GS
kotwienie zbrojenia $l_k = 20 \cdot d = 240$ mm
beton $f_{cc} = 47,9$ MPa

SERIA III. 2

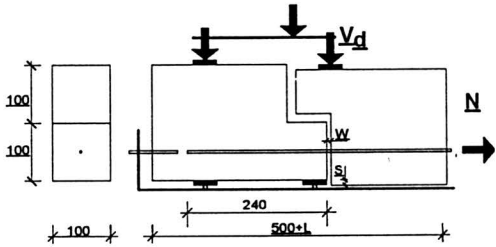


Oznaczenie	3. M a				3.M b			
$\alpha=N/N_u$	0,5				0,5			
Rozciąganie								
Nr	N		w	L	N		w	L
	kN		mm	mm	kN		mm	mm
1	0,08		0,00	0,00	0,71		0,00	0,00
2	1,95		0,00	0,00	2,68		0,01	0,00
3	4,58		0,01	0,02	5,11		0,02	0,01
4	7,06		0,02	0,04	7,72		0,03	0,01
5	9,47		0,02	0,06	10,30		0,04	0,04
6	12,07		0,03	0,08	12,87		0,06	0,04
7	14,43		0,04	0,10	15,14		0,07	0,06
8	16,62		0,04	0,12	17,50		0,09	0,07
9	19,22		0,05	0,15	19,90		0,10	0,07
10	21,80		0,05	0,17	22,41		0,12	0,09
11	23,14		0,06	0,18	23,84		0,14	0,11
Ścinanie								
Nr	V _d	s	w(v _d)	δL(v _d)	V _d	s	w(v _d)	δL(v _d)
	kN	mm	mm	mm	kN	mm	mm	mm
12	0,11	0,00	0,00	0,00				
13	0,73	0,01	0,00	0,07	0,11	0,00	0,00	0,00
14	2,20	0,02	0,00	0,09	1,62	0,01	0,00	-0,2
15	4,07	0,06	0,00	0,11	3,65	0,05	0,00	-0,02
16	6,27	0,10	0,01	0,14	5,85	0,08	0,01	0,00
17	8,48	0,14	0,01	0,16	7,74	0,12	0,01	0,01
18	10,45	0,18	0,02	0,18	10,00	0,16	0,02	0,03
19	12,48	0,24	0,03	0,20	11,90	0,22	0,03	0,06
20	14,81	0,32	0,05	0,22	14,04	0,29	0,05	0,09
21	16,73	0,45	0,09	0,26	16,07	0,39	0,08	0,14
22	19,06	0,83	0,23	0,40	18,21	0,69	0,22	0,33
23	21,11	2,39-2,71	0,69	0,84	20,22	1,53	0,50	0,68
ob.c	21,52	2,84	0,72	0,95	20,92	1,60	0,52	0,66
ob.c	21,94	3,09	0,77	1,00	21,54	1,69	0,54	0,68
ob.c	22,77	3,31	0,81	1,04	22,58	2,09	0,64	0,80
ob.c	23,18	3,61	0,85	1,10	22,79	2,48	0,71	0,90
ob.c	24,01	4,15	0,94	1,20	23,62	3,20	0,86	1,08
ob.c	24,42	5,20	1,08	1,41	23,41	7,36	0,92	1,63
ob.c	24,84	5,67	1,14	1,48	0,20	~8,0	1,77	1,76
ob.c	25,25	6,81	1,24	1,58				
ob.c	25,88	7,63	1,32	1,60				
ob.c	5,56	7,16	1,32	1,60				



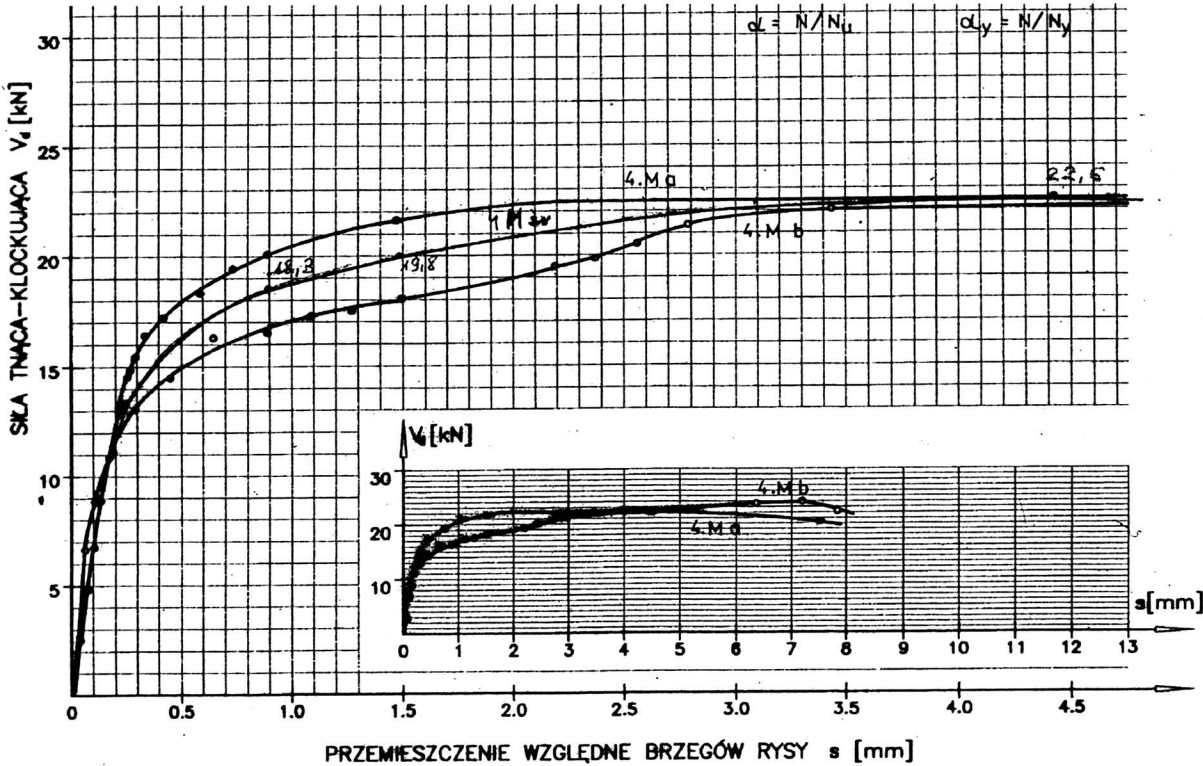
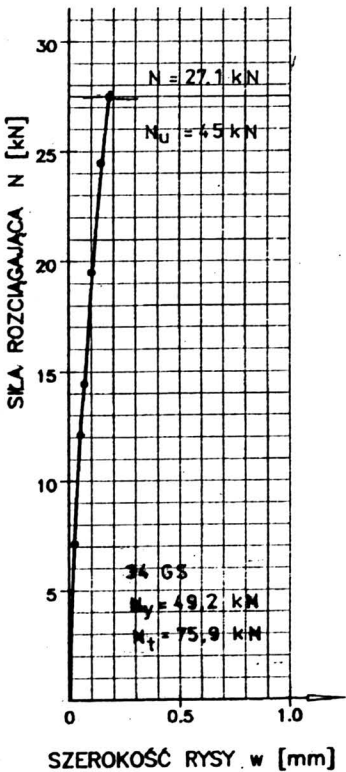
TABLICA 23 POMIERZONE WARTOŚCI POZIOMYCH I PIONOWYCH PRZEMIESZCZEŃ BRZEGÓW RYSY, WYDŁUŻENIA PRÓBK

zbrojenie 1 ϕ 12 mm 34GS
kotwienie zbrojenia $l_k = 20 \cdot d = 240$ mm
beton $f_{cc} = 47,9$ MPa



SERIA III. 2

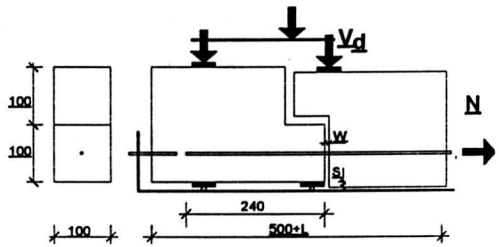
Oznaczenie	4. M a				4.M b			
$\alpha=N/N_u$	0,6				0,6			
Rozciąganie								
Nr	N		w	L	N		w	L
	kN		mm	mm	kN		mm	mm
1	0,79		0,00	-	0,47		0,00	0,00
2	2,22		0,01	-	2,32		0,00	0,00
3	4,60		0,01	-	4,73		0,01	0,01
4	7,26		0,03	-	7,06		0,03	0,03
5	9,57		0,04	-	9,76		0,04	0,04
6	12,10		0,06	-	12,02		0,05	0,06
7	14,48		0,07	-	14,63		0,07	0,08
8	17,11		0,09	-	17,11		0,09	0,10
9	19,37		0,11	-	19,61		0,10	0,11
10	22,02		0,13	-	22,04		0,12	0,11
11	24,40		0,15	-	24,31		0,14	0,12
12	27,52		0,19	-	27,35		0,16	0,13
Ścinanie								
Nr	V _d	s	w(v _d)	δL(v _d)	V _d	s	w(v _d)	δL(v _d)
	kN	mm	mm	mm	kN	mm	mm	mm
13	0,11	0,00	0,00	0,00	0,11	0,00	0,00	0,00
14	0,86	0,01	0,00	0,00	1,60	0,00	0,00	0,00
15	2,56	0,04	0,00	0,00	2,37	0,01	0,00	0,02
16	4,73	0,07	0,00	0,00	4,42	0,03	0,01	0,04
17	6,76	0,10	0,01	0,01	6,64	0,06	0,01	0,07
18	8,92	0,13	0,02	0,02	8,73	0,10	0,02	0,09
19	11,03	0,18	0,04	0,04	10,81	0,19	0,05	0,13
20	13,09	0,21	0,05	0,05	13,00	0,29	0,07	0,16
ob.c	13,33	0,24	0,07	0,06	14,56	0,45	0,12	0,21
ob.c	14,58	0,25	0,07	0,07	16,22	0,66	0,19	0,28
ob.c	14,79	0,26	0,08	0,08	16,42	0,89	0,27	0,36
ob.c	15,41	0,28	0,08	0,09	17,25	1,09	0,34	0,42
ob.c	16,44	0,32	0,11	0,12	17,67	1,27	0,40	0,47
ob.c	17,27	0,43	0,17	0,20	18,08	1,50	0,46	0,54
ob.c	18,31	0,58	0,23	0,20	19,53	2,20	0,62	0,72
ob.c	19,14	0,72	0,30	0,27	19,95	2,38	0,66	0,77
ob.c	20,17	0,88	0,37	0,33	20,57	2,57	0,71	0,82
ob.c	21,00	1,08	0,45	0,41	21,40	2,80	0,75	0,89
ob.c	21,63	1,47	0,59	0,54	22,02	3,44	0,88	1,10
ob.c	22,66	4,45	1,21	1,14	23,68	6,41	1,31	1,81
ob.c	20,80	7,57	1,58	1,46	24,30	7,19	1,39	1,92
ob.c	4,00	6,70	1,61	1,38	23,26	7,83	1,44	1,98
ob.c					3,57	7,03	1,44	1,80



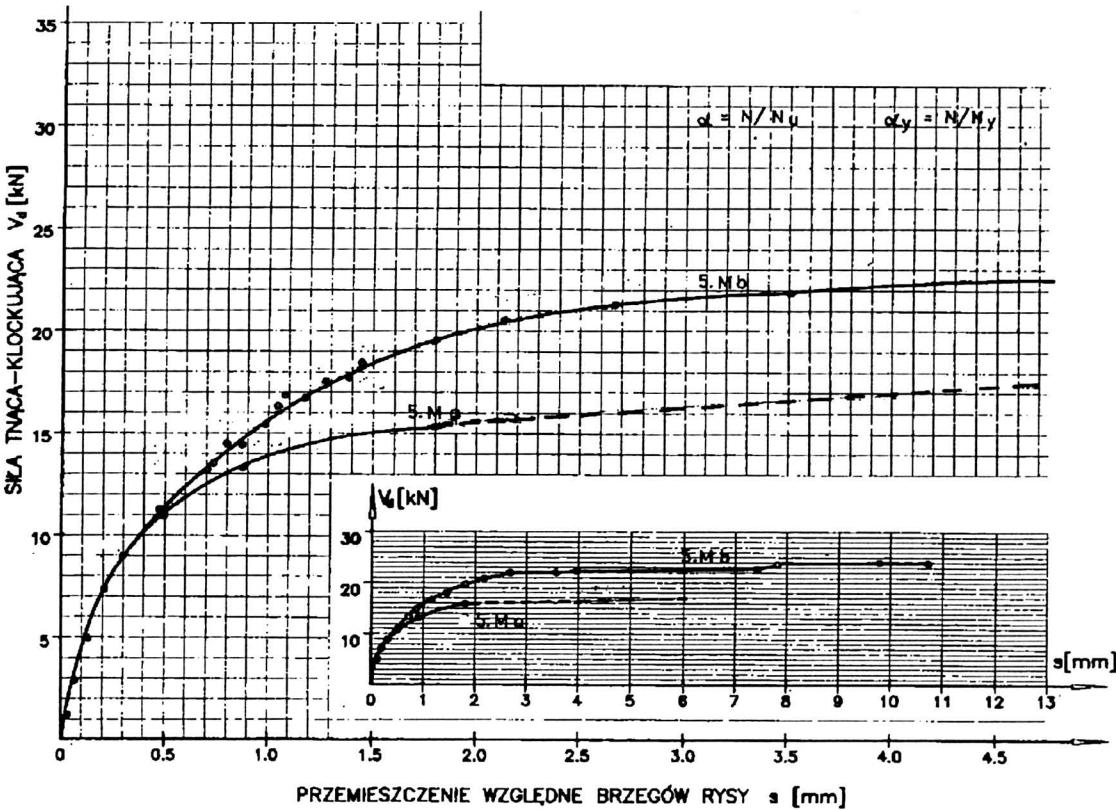
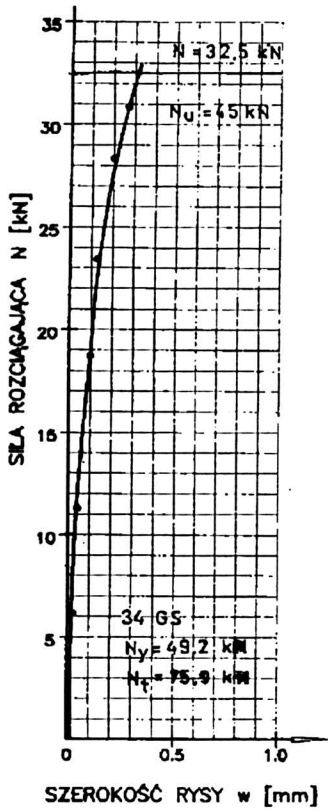
TABLICA 24 POMIERZONE WARTOŚCI POZIOMYCH I PIONOWYCH PRZEMIESZCZEŃ BRZEGÓW RYSY, WYDŁUŻENIA PRÓBK

zbrojenie 1 ϕ 12 mm 34GS
kotwienie zbrojenia $l_k = 20 \cdot d = 240$ mm
beton $f_{cc} = 47,9$ MPa

SERIA III. 2



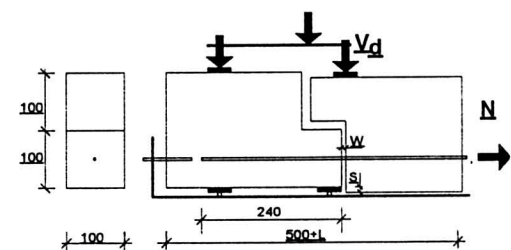
Oznaczenie	5. M a .				5.M b			
$\alpha=N/N_u$	0,7				0,7			
Rozciąganie								
Nr	N		w	L	N		w	L
	kN		mm	mm	kN		mm	mm
1	1,73		0,00	0,02	1,78		0,00	0,02
2	3,63		0,01	0,03	3,63		0,01	0,05
3	6,21		0,02	0,05	6,21		0,02	0,07
4	8,76		0,03	0,07	8,57		0,03	0,11
5	11,37		0,04	0,09	11,03		0,04	0,15
6	13,80		0,06	0,11	13,58		0,06	0,19
7	16,18		0,07	-	15,96		0,07	0,23
8	18,71		0,09	-	18,49		0,08	0,26
9	21,02		0,11	-	20,90		0,10	0,30
10	23,48		0,13	-	23,33		0,12	0,35
11	25,94		0,17	0,12	25,81		0,15	0,41
12	28,37		0,21	0,13	28,25		0,19	0,48
13	30,87		0,28	0,14	30,70		0,25	0,57
14	32,84		0,32	0,13	32,65		0,29	0,63
Ścinanie								
Nr	V _d	s	w(v _d)	δL(v _d)	V _d	s	w(v _d)	δL(v _d)
	kN	mm	mm	mm	kN	mm	mm	mm
15	0,11	0,00	0,00	0,00	0,11	0,00	0,00	0,00
16	1,23	0,03	0,00	0,01	1,13	0,03	0,00	0,03
17	2,93	0,07	0,00	0,03	2,95	0,07	0,01	0,05
18	4,90	0,13	0,01	0,06	4,90	0,12	0,01	0,08
19	7,43	0,21	0,02	0,12	7,01	0,19	0,02	0,10
20	9,15	0,31	0,06	0,19	9,04	0,31	0,06	0,17
21	11,05	0,49	0,13	0,32	11,26	0,48	0,12	0,28
22	13,31	0,88	0,29	0,55	13,21	0,69	0,21	0,41
23	15,43	1,79	0,61	0,92	13,50	0,72	0,22	0,43
ob.c	17,11	-	-	-	14,54	0,79-0,86	0,26	0,47
ob.c					15,37	0,98	0,33	0,54
ob.c					16,40	1,04	0,36	0,60
ob.c					16,82	1,07-1,17	0,38	0,63
ob.c					17,44	1,27	0,46	0,71
ob.c					17,85	1,38	0,49	0,75
ob.c					18,68	1,45	0,52	0,80
ob.c					19,51	1,81	0,66	0,95
ob.c					20,55	2,16	0,77	1,07
ob.c					21,38	2,67	0,91	1,22
ob.c					21,79	3,52	1,09	1,44
ob.c					22,41	3,82-7,40	1,13-1,66	1,47-2,03
ob.c					23,45	7,83	1,72	2,07
ob.c					23,66	9,76	1,91	2,19
ob.c					23,86	10,71	2,01	2,24



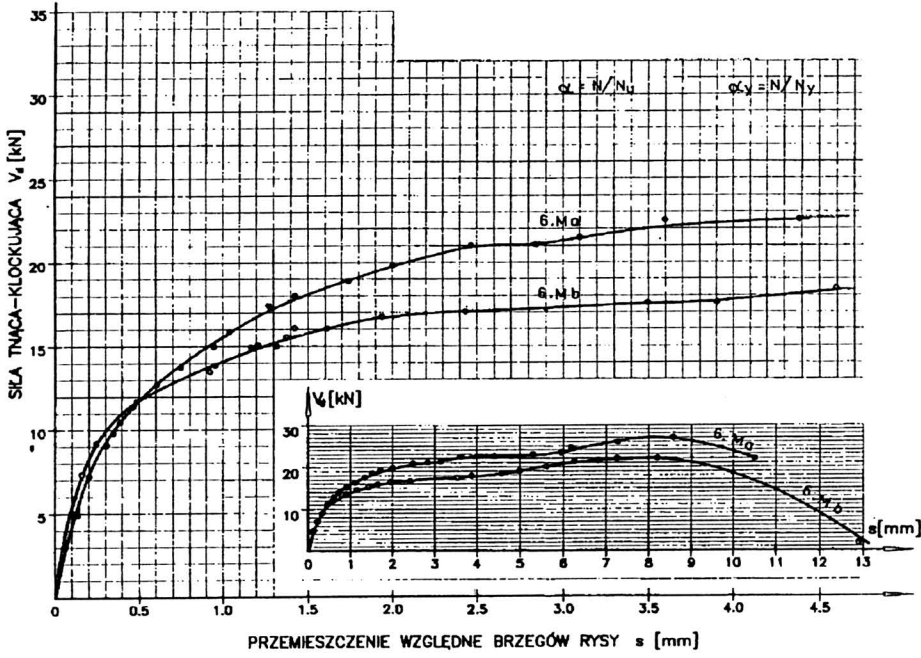
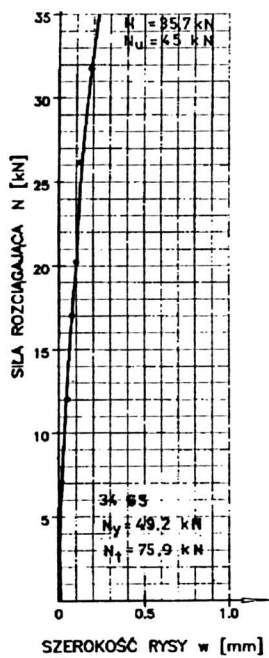
TABLICA 25 POMIERZONE WARTOŚCI POZIOMYCH I PIONOWYCH PRZEMIESZCZEŃ BRZEGÓW RYSY, WYDŁUŻENIA PRÓBKKI

zbrojenie 1 $\phi 12$ mm 34GS
kotwienie zbrojenia $l_k = 20 \cdot d = 240$ mm
beton $f_{cc} = 47,9$ MPa

SERIA III. 2



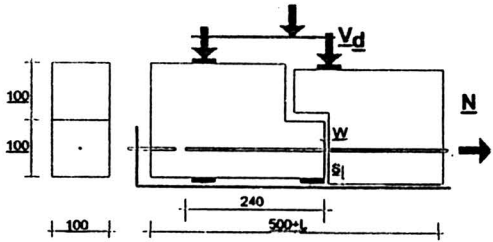
Oznaczenie	6. M a				6.M b			
$\alpha=N/N_u$	0,8				0,8			
Rozciąganie								
Nr	N		w	L	N		w	L
	kN		mm	mm	kN		mm	mm
1	0,20		0,00	0,01	0,71		0,00	0,02
2	2,05		0,00	0,01	2,59		0,00	0,04
3	4,51		0,01	0,02	5,11		0,01	0,07
4	7,16		0,02	0,02	7,50		0,03	0,10
5	9,42		0,03	-	9,91		0,04	0,14
6	12,02		0,05	-	12,41		0,05	0,17
7	14,70		0,06	-	14,82		0,07	0,20
8	17,01		0,08	-	17,47		0,08	0,23
9	19,37		0,10	-	20,00		0,10	0,27
10	21,87		0,11	-	22,48		0,12	0,32
11	24,31		0,13	-	24,79		0,13	0,36
12	26,74		0,15	-	27,47		0,15	0,40
13	29,34		0,19	-	35,64		-	-
14	31,70		0,27	-	32,21		0,19	0,48
15	35,15		0,27	-	35,69		0,22	0,55
Ścinanie								
Nr	V _d	s	w(v _d)	δL(v _d)	V _d	s	w(v _d)	δL(v _d)
	kN	mm	mm	mm	kN	mm	mm	mm
16	0,11	0,00	0,00	0,00	0,11	0,00	0,00	0,00
17	1,27	0,01	0,01	0,19	1,46	0,02	0,00	0,02
18	3,14	0,06	0,01	0,21	3,18	0,05	0,01	0,01
19	4,98	0,12	0,02	0,19	5,17	0,10	0,01	0,03
20	7,20	0,19	0,03	0,19	7,43	0,16	0,03	0,06
21	9,04	0,28	0,06	0,20	9,25	0,24	0,06	0,10
22	9,15	0,30	0,06	0,22	11,59	0,48	0,19	0,25
ob.c	9,98	0,34	0,08	0,24	13,40	0,92	0,42	0,48
ob.c	10,60	0,37	0,09	0,26	13,81	0,94	0,43	0,49
ob.c	11,43	0,45	0,13	0,29	14,85	1,16	0,52	0,60
ob.c	12,88	0,61	0,21	0,35	15,06	1,21-1,32	0,59	0,67
ob.c	13,71	0,74	0,28	0,44	15,68	1,37	0,61	0,68
ob.c	14,95	0,95	0,38	0,54	16,09	1,42-1,62	0,71	0,78
ob.c	15,78	1,03	0,42	0,57	16,71	1,95	0,81	0,91
ob.c	16,82	1,10	0,46	0,60	16,92	2,45	0,97	1,09
ob.c	17,44	1,28	0,54	0,68	17,54	3,51-3,85	1,32	1,60
ob.c	17,85	1,42	0,59	0,73	18,37	4,62	1,47	1,81
ob.c	18,89	1,75	0,72	0,85	19,20	5,01	1,54	1,90
ob.c	19,93	2,00	0,81	0,93	20,24	5,61	1,66	2,01
ob.c	20,96	2,48-2,85	0,96	1,07	21,27	6,34-6,82	1,88	2,19
ob.c	21,58	3,11	1,14	1,23	21,90	7,28	1,96	2,25
ob.c	22,41	3,62-4,40	1,43	1,47	22,31	8,20	2,12	2,35
ob.c	23,04	5,36	1,61	1,65	1,58	13,81	13,74	15,04
ob.c	23,86	5,94	1,73	1,76				
ob.c	24,69	6,17	1,77	1,81				
ob.c	25,73	7,33	2,02	2,05				
ob.c	26,97	8,57	2,29	2,28				
ob.c	22,41	10,50	2,70	2,56				



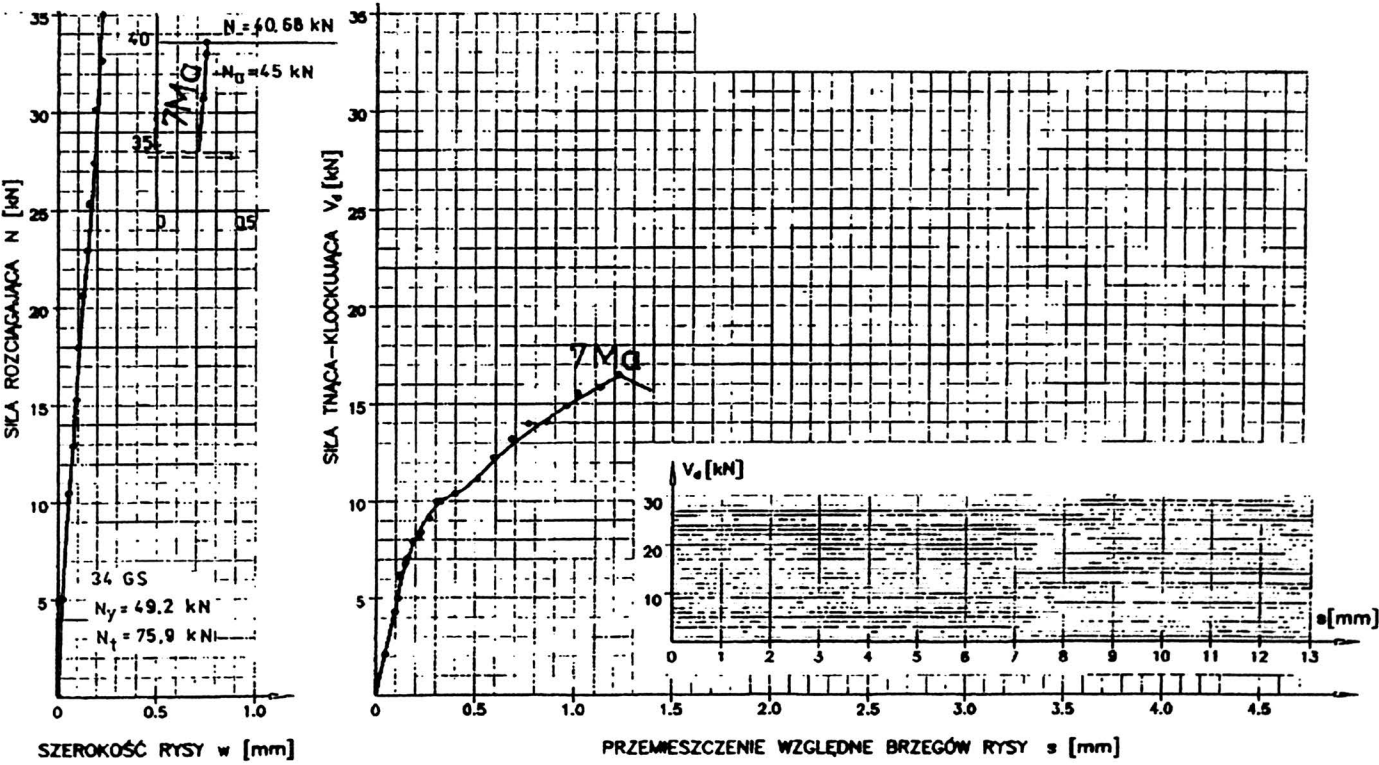
TABLICA 26 POMIERZONE WARTOŚCI POZIOMYCH I PIONOWYCH PRZEMIESZCZEŃ BRZEGÓW RYSY, WYDŁUŻENIA PRÓBK

zbrojenie ϕ 12, 34GS
długość kotwienia $l_k = 12 \cdot d$
beton $f_{ccm} = 37,1$ MPa

SERIA III. 2



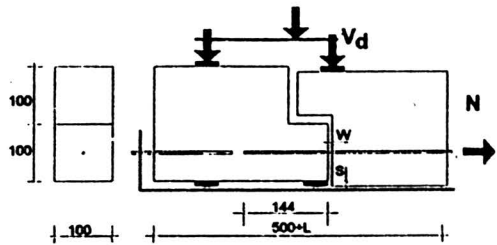
Oznaczenie	7.M.a							
$\alpha=N/N_u$	0,9							
Rozciąganie								
Nr	N		w	L	N		w	L
	kN		mm	mm	kN		mm	mm
1	0,96		0,00	0,00				
2	2,78		0,01	0,01				
3	5,24		0,02	0,02				
4	10,64		0,05	0,09				
5	12,92		0,07	0,13				
6	15,36		0,08	0,16				
7	17,93		0,10	0,19				
8	20,61		0,12	0,22				
9	22,82		0,14	0,26				
10	25,35		0,16	0,28				
11	27,37		0,18	0,30				
12	30,07		0,19	0,45				
13	32,48		0,21	0,47				
14	34,96		0,22	0,49				
15	37,83		0,24	0,53				
16	40,04		0,25	0,56				
17	40,68		0,26	0,58				
Ścinanie								
Nr	V _d	s	w(v _d)	δL(v _d)	V _d	s	w(v _d)	δL(v _d)
	kN	mm	mm	mm	kN	mm	mm	mm
18	0,11	0,00	0,00	-				
19	0,84	0,00	0,00	-				
20	2,37	0,04	0,00	-				
21	4,57	0,09	0,01	-				
ob.c	5,00	0,10	0,01	-				
ob.c	6,25	0,11	0,01	-				
ob.c	6,87	0,14	0,02	-				
ob.c	7,07	0,16	0,02	-				
ob.c	7,90	0,17	0,03	-				
ob.c	8,11	0,21	0,04	-				
ob.c	8,53	0,22	0,04	-				
ob.c	9,15	0,26	0,06	-				
ob.c	9,98	0,30-0,33	0,08-0,10	-				
ob.c	10,39	0,39	0,14	-				
ob.c	11,22	0,51	0,20	-				
ob.c	12,26	0,58	0,24	-				
ob.c	13,29	0,69	0,29	-				
ob.c	13,92	0,77-0,84	0,33-0,36	-				
ob.c	14,95	0,96	0,39	-				
ob.c	15,57	1,01	0,43	-				
ob.c	15,78	1,13	0,48	-				
ob.c	16,40	1,22	0,51	-				



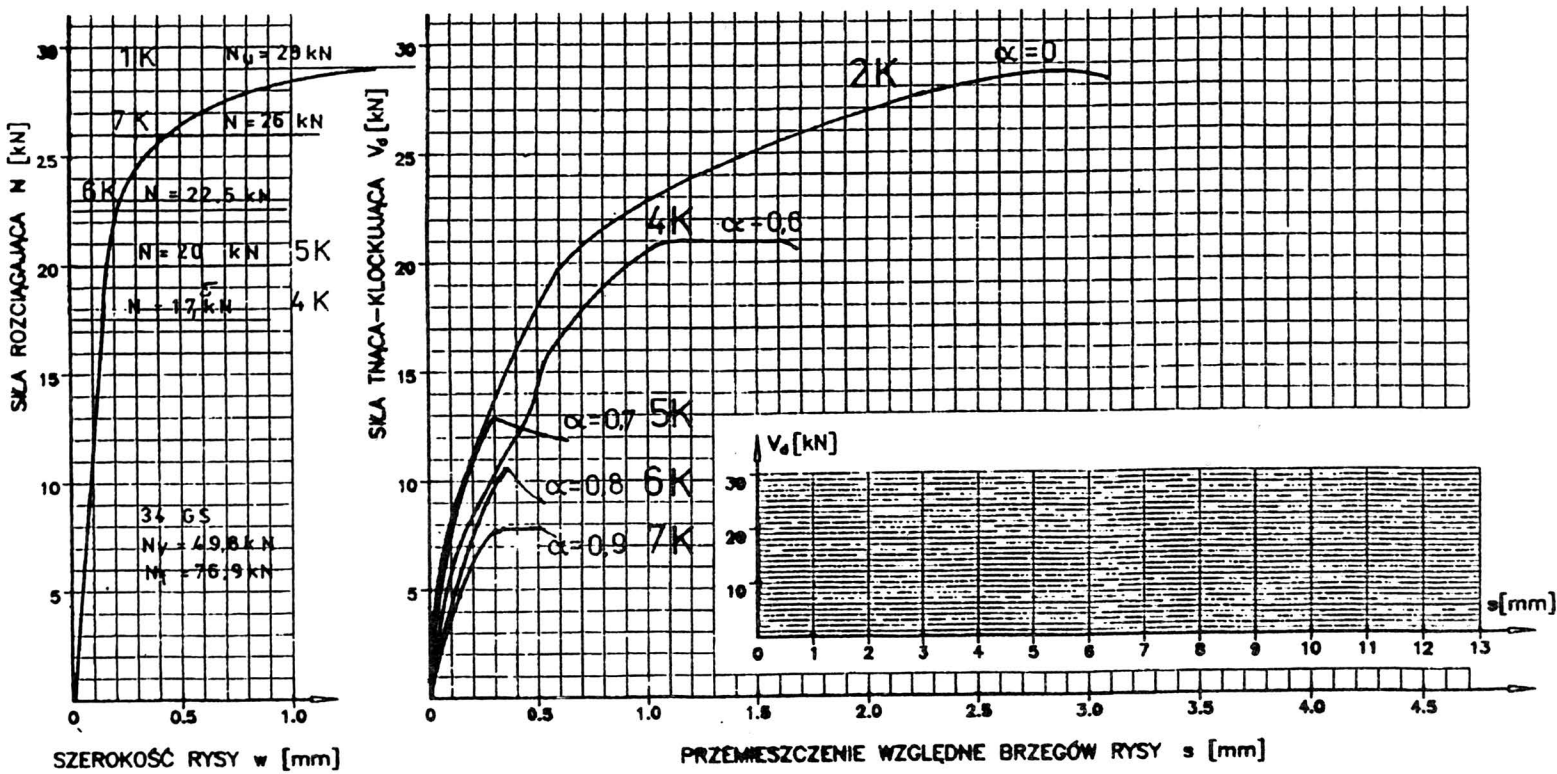
TABLICA 27 POMIERZONE WARTOŚCI POZIOMYCH
I PIONOWYCH PRZEMIESZCZEŃ BRZEGÓW RYSY

zbrojenie 1 ϕ 12, 34 GS
kotwienie prętów $l_k=12d = 144$ mm
beton $f_{cc} = 41,2$ MPa

SERIA III. 3

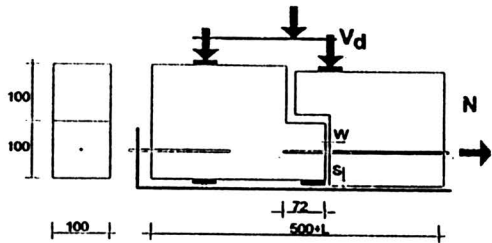


Oznaczenie	1 K	2 K	4 K	5 K	6 K	7 K
$\alpha=N/N_u$	1,0	0	0,6	0,7	0,8	0,9
Rozciąganie						
Nr	N	w	w	w	w	w
	kN	mm	mm	mm	mm	mm
1	1,00	0,00		0,00	0,00	0,00
2	2,50	0,00		0,00	0,00	0,00
3	5,00	0,02		0,01	0,01	0,02
4	7,50	0,05		0,03	0,02	0,03
5	10,00	0,08		0,04	0,04	0,05
6	12,50	0,10		0,06	0,06	0,07
7	15,00	0,14		0,08	0,09	0,10
8	17,50	-		0,10	0,12	0,14
9	20,00	0,20			0,15	0,20
10	22,50	0,28				0,26
11	25,00	0,36				0,35
12	26,00	-				~0,45
13	27,50	~0,70				
14	29,00=Nn	-				
Ścinanie						
Nr	V _d	s	s	s	s	s
	kN	mm	mm	mm	mm	mm
1	1,1	-	0,00	0,00	0,00	0,02
2	2,37	-	0,01	0,02	0,01	0,05
3	3,44	-	0,01	0,06	0,02	0,10
4	4,50	-	0,02	-	-	-
5	5,77	-	-	0,09	-	0,13
6	6,63	-	0,04	-	0,04	-
7	7,05	-	0,05	0,12	-	0,17
8	7,90	-	-	-	-	-
9	8,32	-	0,08	0,17	0,08	0,21
10	9,60	-	0,12	0,22	-	0,26
11	10,88	-	0,18	0,34	0,15	-
12	13,00	-	0,25	0,41	0,23	-
13	13,42	-	0,27	-	-	-
14	14,70	-	0,32	0,49	-	-
15	17,25	-	0,44	0,63	-	-
16	18,33	-	0,49	0,73	-	-
17	19,80	-	0,57	0,79-0,91	-	-
18	21,08	-	0,67-0,73	1,11-1,41	-	-
19	22,35	-	0,82-0,9	-	-	-
20	23,65	-	1,02-1,09	-	-	-
21	24,90	-	1,17-1,42	-	-	-
22	26,17	-	1,69	-	-	-
23	27,45	-	1,97-2,17	-	-	-
24	28,73	-	2,37-2,87	-	-	-



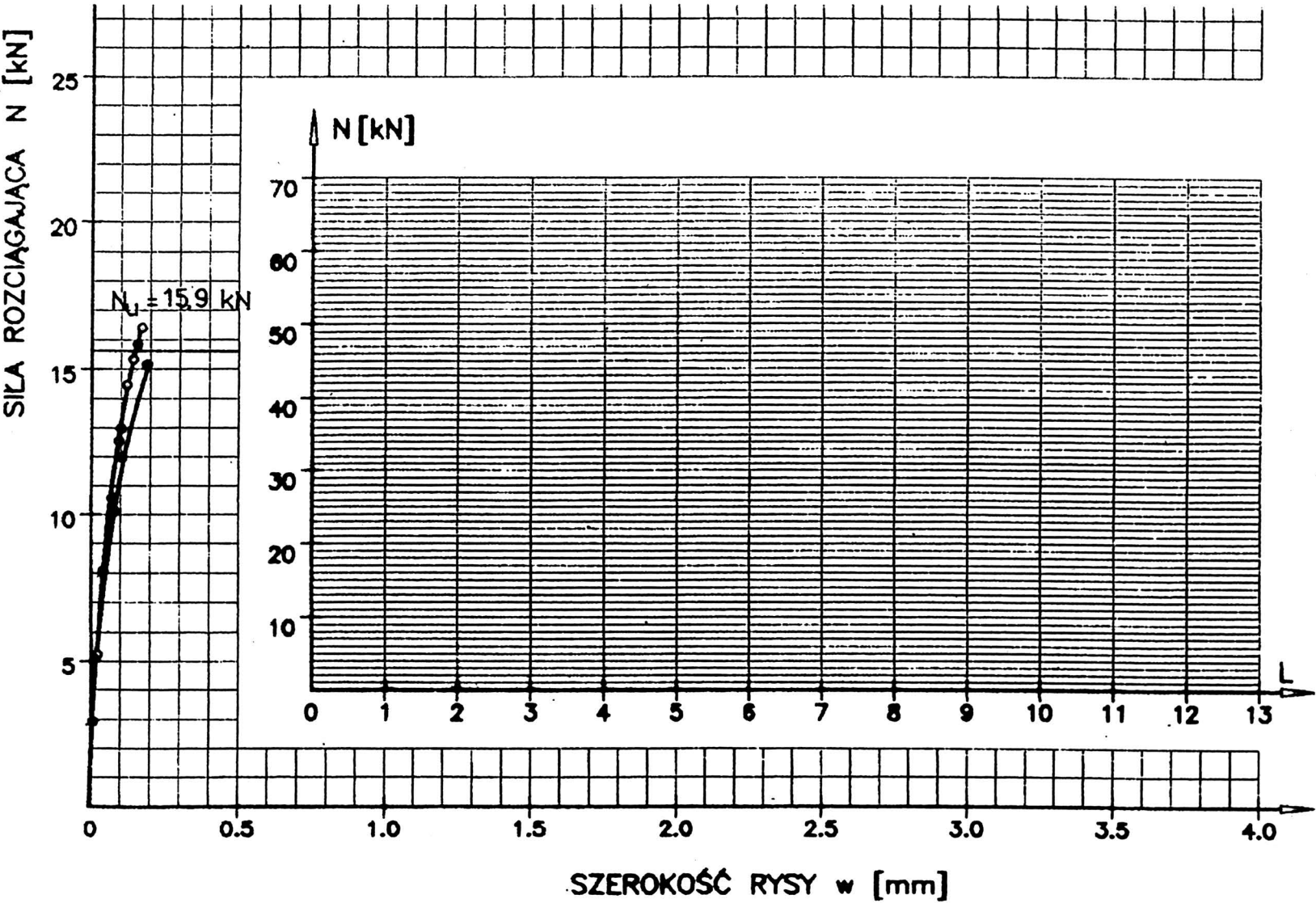
TABLICA 28 POMIERZONE WARTOŚCI POZIOMYCH I PIONOWYCH PRZEMIESZCZEŃ BRZEGÓW RYSY, WYDŁUŻENIA PRÓBK

Zbrojenie 1 ϕ 1234GS
kotwienie zbrojenia $l_k = 6 \cdot d = 72 \text{ mm}$
beton $f_{cc} = 48,2 \text{ MPA}$



SERIA III. 4

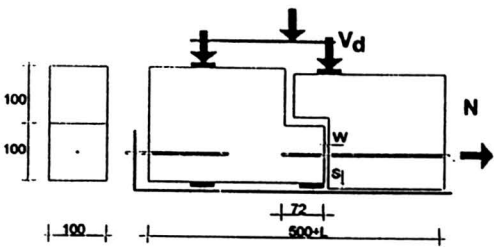
Oznaczenie	I.S a				I.S b			
$\alpha=N/N_u$	I				I			
Rozciąganie								
Nr	N		w	L	N		w	L
	kN		mm	mm	kN		mm	mm
1	1,13		0,00	0,00	0,88		0,00	0,03
2	2,93		0,01	0,01	2,78		0,01	0,05
3	5,50		0,02	0,01	5,24		0,02	0,08
4	7,99		0,03	0,01	7,86		0,03	0,10
5	10,51		0,05	0,02	10,17		0,04	0,13
6	12,90		0,07	0,03	12,68		0,06	0,14
1	0,86		0,00	0,04	1,05		0,00	0,08
2	2,95		0,01	0,07	2,88		0,01	0,09
3	5,31		0,03	0,09	5,60		0,03	0,07
4	8,06		0,05	0,11	7,86		0,05	0,06
5	10,32		0,08	0,13	10,17		0,08	0,04
6	12,68		0,11	0,16	10,29		0,08	0,03
7	15,26		0,19	0,20	10,53		0,08	-
					11,02		0,09	-
					11,51		0,09	-
					12,48		0,10	-
					12,96		0,11	-
					13,45		0,12	-
					14,18		0,12	-
					14,67		0,13	-
					15,64		0,14	-
					15,88		0,16	-
					16,61		0,18	-
-					0,17		7,07	-



TABLICA 29 POMIERZONE WARTOŚCI POZIOMYCH I PIONOWYCH PRZEMIESZCZEŃ BRZEGÓW RYSY, WYDŁUŻENIA PRÓBK

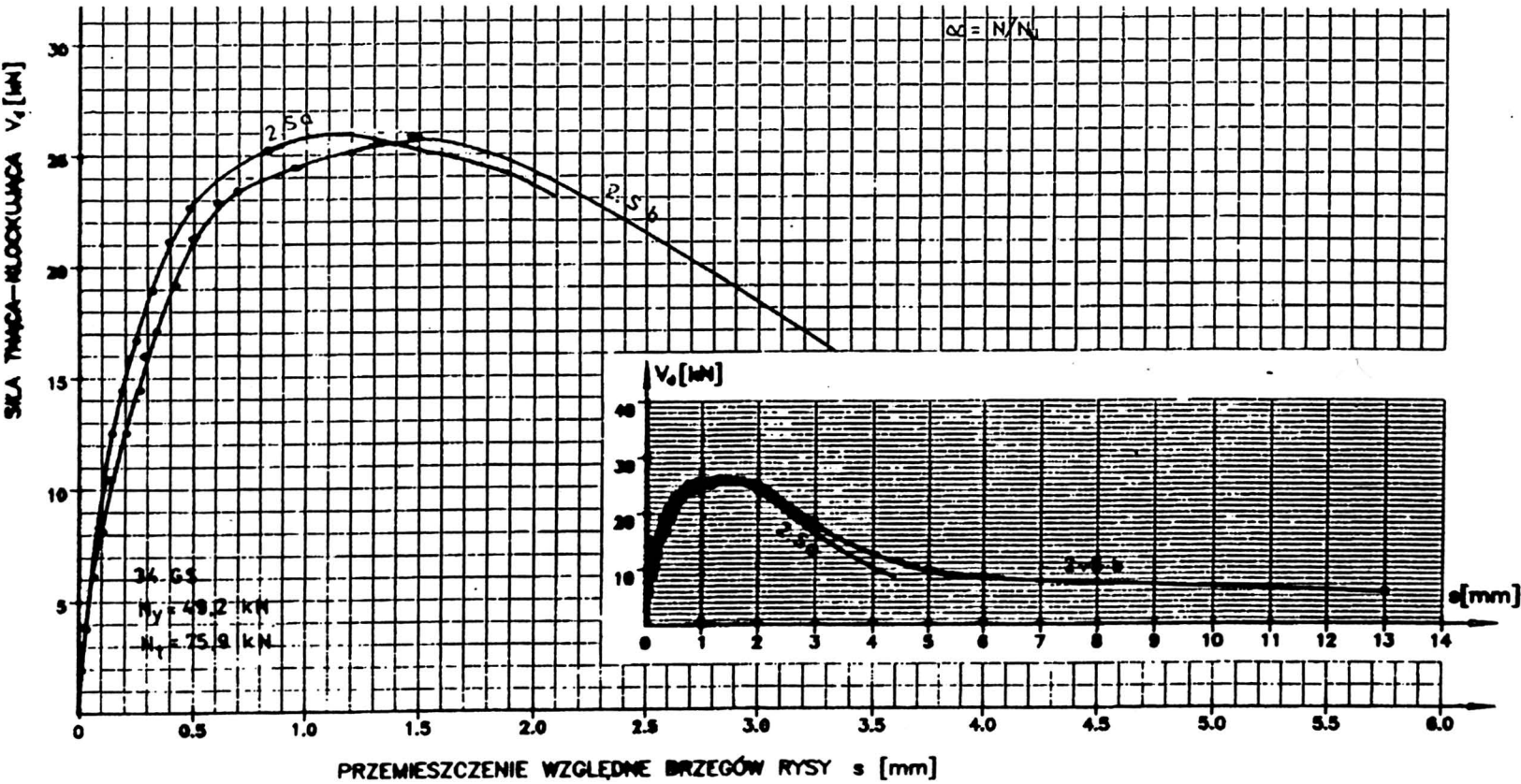
zbrojenie 1 ϕ 1234GS
kotwienie zbrojenia l_k = 6 . d = 72 mm
beton f_{cc} =48,2 MPa

SERIA III. 4



Oznaczenie	2.S a				2.S b			
$\alpha=N/N_u$	0				0			
Rozciąganie								
Nr	N		w	L	N		w	L
	kN		mm	mm	kN		mm	mm
1	1,13		0,00	0,00	0,88		0,00	0,03
2	2,93		0,01	0,01	2,78		0,01	0,05
3	5,50		0,02	0,01	5,24		0,02	0,08
4	7,99		0,03	0,01	7,86		0,03	0,10
5	10,51		0,05	0,02	10,17		0,04	0,13
6	12,90		0,07	0,03	12,68		0,06	0,14
Ścinanie								
Nr	V _d	s	w(v _d)	δL(v _d)	V _d	s	w(v _d)	δL(v _d)
	kN	mm	mm	mm	kN	mm	mm	mm
1	0,59	0,00	0,00	0,01	0,11	0,00	0,00	0,00
2	2,18	0,02	0,00	0,02	1,95	0,02	0,00	0,00
3	4,07	0,04	0,00	0,02	3,90	0,04	0,00	0,01
4	6,16	0,07	0,01	0,03	6,20	0,08	0,01	0,02
5	8,53	0,10	0,01	0,04	8,15	0,12	0,01	0,03
6	10,43	0,13	0,02	0,05	10,41	0,16	0,02	0,04
7	12,65	0,16	0,02	0,06	12,65	0,21	0,03	0,05
8	14,58	0,21	0,03	0,07	14,58	0,27	0,03	0,06
9	16,82	0,26	0,04	0,09	16,13	0,30	0,04	0,06
10	18,95	0,32	0,05	0,10	17,38	0,36	0,05	0,07
11	21,02	0,39	0,06	0,12	19,24	0,43	0,06	0,08
12	22,83	0,50	0,08	0,15	21,32	0,51	0,07	0,09
13	25,23	0,83	0,14	0,27	22,77	0,61	0,09	0,11
ob.c					23,39	0,71	0,11	0,13
ob.c					24,42	0,97	0,15	0,17
ob.c					25,05	1,19	0,19	0,20
ob.c					26,08	1,50	0,25	0,23
ob.c					6,18	13,10	4,89	3,46

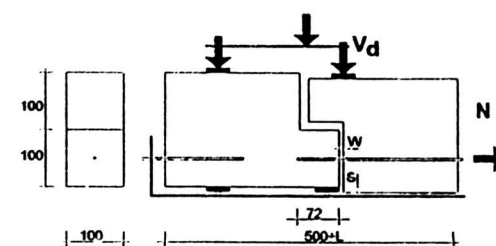
Uwaga: dla próbki 2.S a dla obciążenia pomiędzy 25, 23 do 27,7 kN nastąpiło gwałtowne ścięcie próbki, brak dokładnej rejestracji Vd



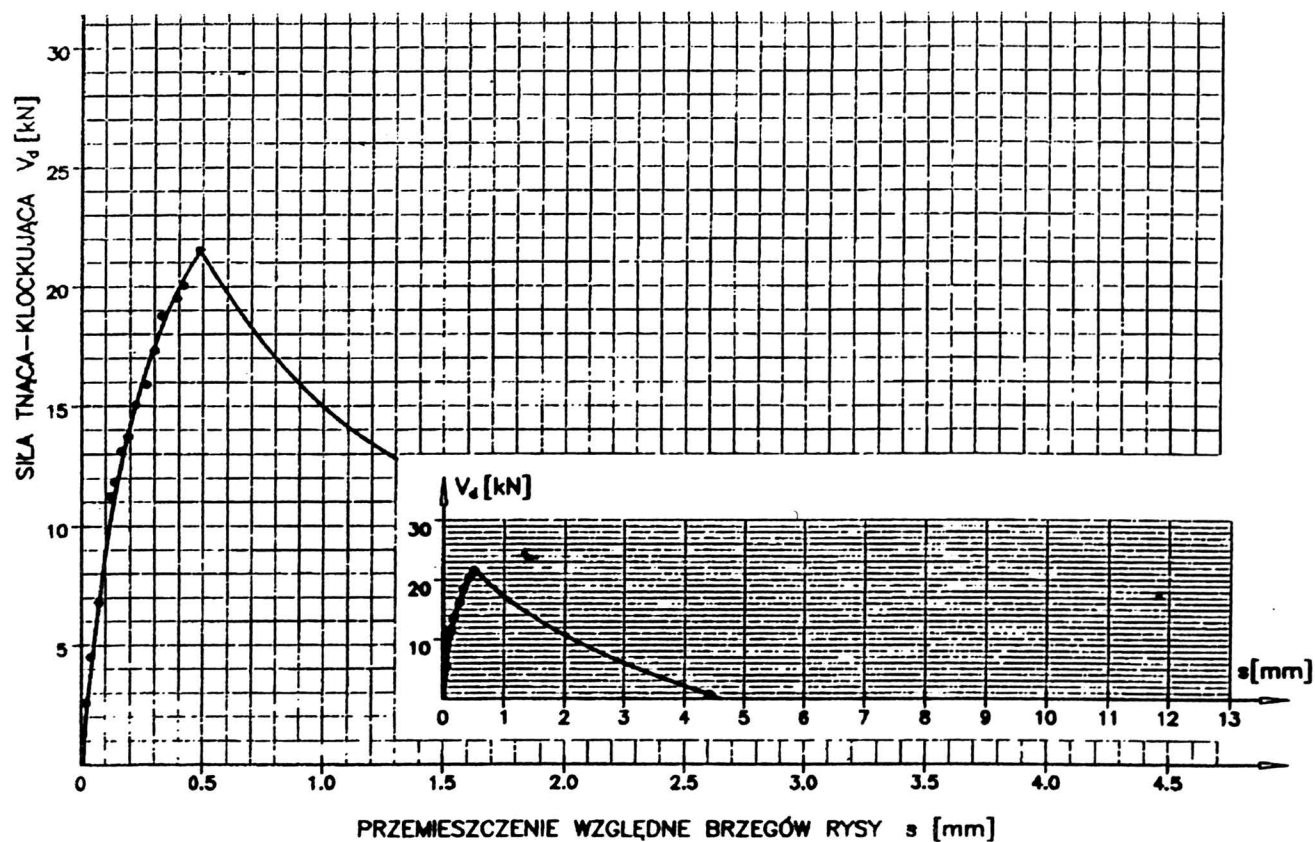
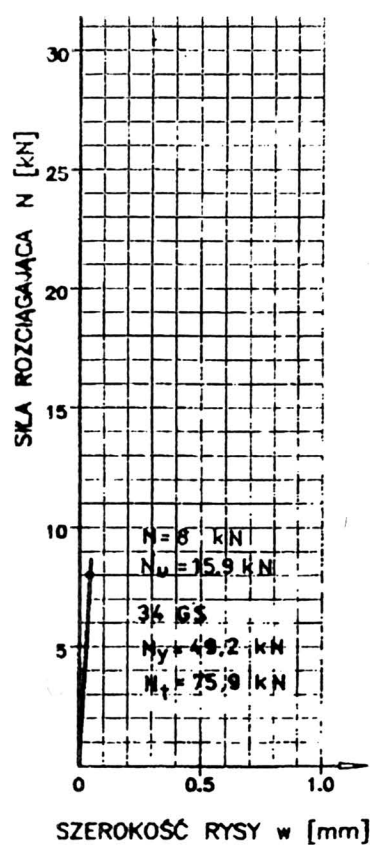
TABLICA 30 POMIERZONE WARTOŚCI POZIOMYCH I PIONOWYCH PRZEMIESZCZEŃ BRZEGÓW RYSY, WYDŁUŻENIA PRÓBK

zbrojenie 1 ϕ 12 34GS
kotwienie zbrojenia $l_k = 6 \cdot d = 72$ mm
beton $f_{cc} = 48,2$ MPa

SERIA III. 4



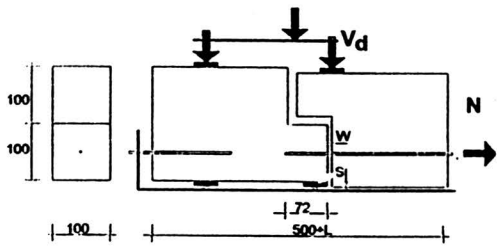
Oznaczenie	3.S a							
$\alpha=N/N_u$	0,5							
Rozciąganie								
Nr	N		w	L	N		w	L
	kN		mm	mm	kN		mm	mm
p1	0,81		0,00	0,00				
2	2,78		0,01	0,00				
3	5,24		0,02	0,00				
4	7,67		0,03	0,01				
5	8,06		0,03	0,01				
Ścinanie								
Nr	V _d	s	w(v _d)	ΔL(v _d)	V _d	s	w(v _d)	ΔL(v _d)
	kN	mm	mm	mm	kN	mm	mm	mm
6	0,17	0,00	0,00	0,01				
7	0,73	0,00	0,00	0,04				
8	2,41	0,02	0,01	0,06				
9	4,50	0,04	0,01	0,05				
10	6,72	0,07	0,02	0,05				
ob.c	11,34	0,13	0,03	0,05				
ob.c	11,76	0,15	0,03	0,07				
ob.c	13,21	0,17	0,04	0,07				
ob.c	13,42	0,18	0,04	0,07				
ob.c	13,62	0,19	0,04	0,08				
ob.c	15,08	0,21	0,04	0,08				
ob.c	15,90	0,25	0,06	0,09				
ob.c	17,36	0,30	0,07	0,10				
ob.c	18,19	0,33	0,08	0,11				
ob.c	19,64	0,40	0,10	0,13				
ob.c	20,05	0,42	0,11	0,13				
ob.c	21,50	0,48	0,13	0,16				
ob.c	0,15	4,48	4,45	8,63				



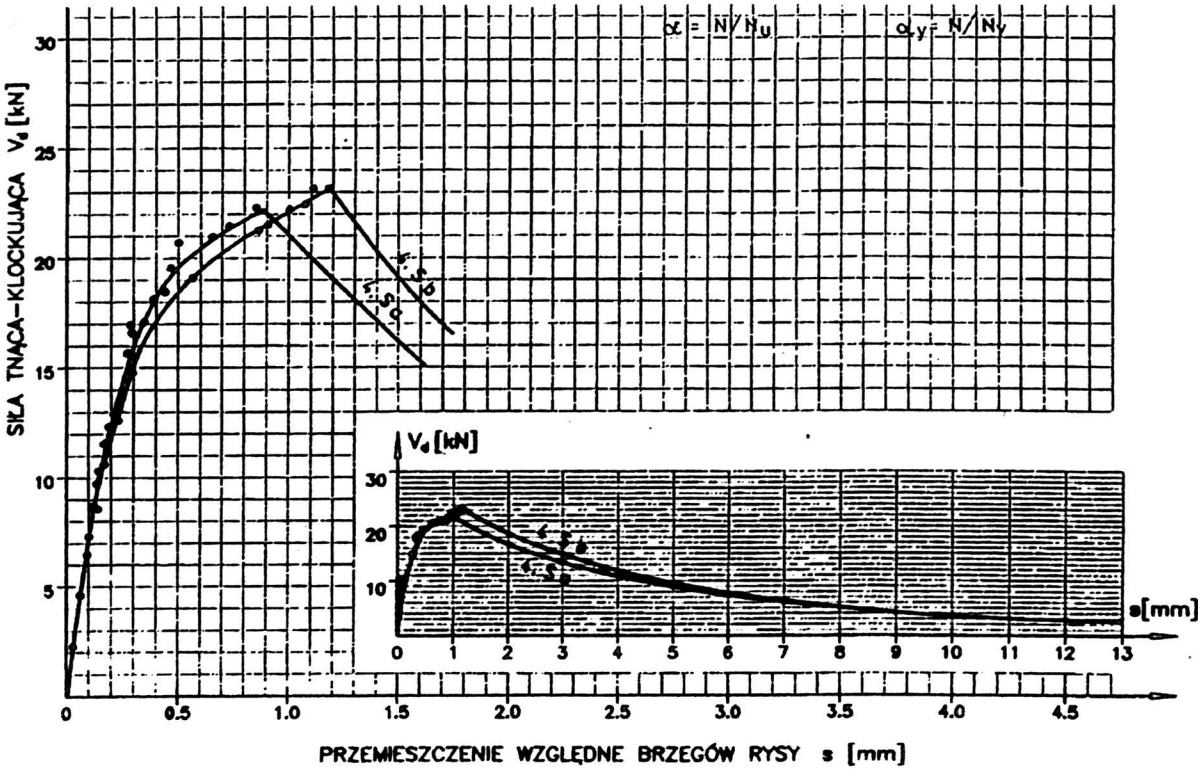
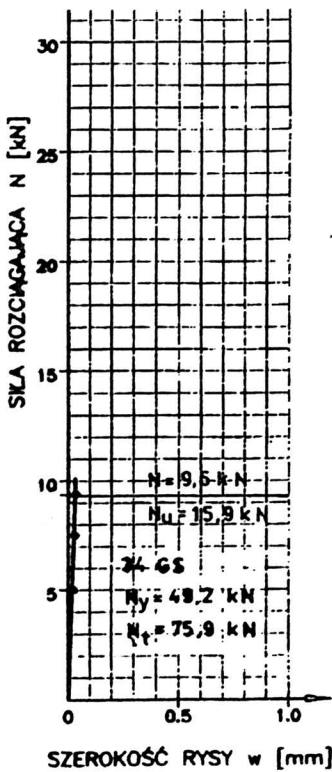
TABLICA 31 POMIERZONE WARTOŚCI POZIOMYCH I PIONOWYCH PRZEMIESZCZEŃ BRZEGÓW RYSY, WYDŁUŻENIA PRÓBK

zbrojenie 1 ϕ 12
kotwienie zbrojenia $l_k = 6 \cdot d = 72 \text{ mm}$
beton $f_{cc} = 48,2 \text{ MPa}$

SERIA III. 4



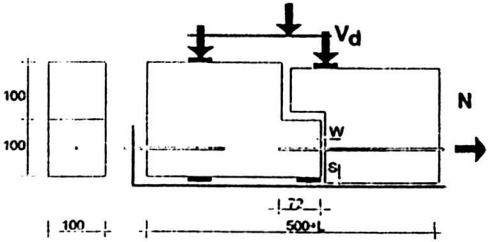
Oznaczenie	4.S a				4.S b			
$\alpha=N/N_u$	0,6				0,6			
Rozciąganie								
Nr	N		w	L	N		w	L
	kN		mm	mm	kN		mm	mm
1	0,78		0,00	0,00	0,98		0,00	-
2	2,59		0,01	0,00	2,95		0,01	-
3	5,04		0,02	0,01	5,55		0,02	-
4	7,67		0,03	0,01	8,30		0,04	-
5	9,81		0,05	0,02	9,71		0,05	-
6	9,61		0,05	0,02	9,49		0,05	-
Ścinanie								
Nr	V _d	s	w(v _d)	δL(v _d)	V _d	s	w(v _d)	δL(v _d)
	kN	m m	mm	mm	kN	mm	mm	mm
7	0,79	0,00	0,00	-	0,42	0,00	0,00	-
8	2,37	0,03	0,00	-	2,27	0,03	0,00	-
9	4,63	0,06	0,00	-	4,23	0,07	0,01	-
10	6,58	0,09	0,01	-	6,45	0,10	0,02	-
ob.c	7,20	0,10	0,01	-	8,59	0,14	0,02	-
ob.c	8,86	0,11	0,01	-	10,49	0,18	0,03	-
ob.c	9,69	0,14	0,02	-	12,71	0,23	0,05	-
ob.c	10,31	0,15	0,02	-	14,66	0,30	0,06	-
ob.c	11,55	0,18	0,02	-	16,78	0,39	0,08	-
ob.c	12,17	0,20	0,03	-	19,16	0,57	0,12	-
ob.c	12,59	0,22	0,03	-	21,17	0,87	0,20	-
ob.c	13,21	0,23	0,04	-	21,27	0,91	0,21	-
ob.c	15,49	0,28	0,04	-	22,10	0,99	0,23	-
ob.c	16,32	0,31	0,05	-	22,31	1,07	0,26	-
ob.c	17,15	0,35	0,05	-	22,93	1,11	0,27	-
ob.c	18,19	0,41	0,07	-	23,14	1,18	0,30	-
ob.c	18,39	0,45	0,07	-	1,17	13,60	13,88	-
ob.c	19,64	0,48	0,08	-				
ob.c	20,47	0,52	0,11	-				
ob.c	20,88	0,68	0,13	-				
ob.c	21,29	0,76	0,15	-				
ob.c	22,12	0,87	0,19	-				
ob.c	1,00	13,50	13,94	-				



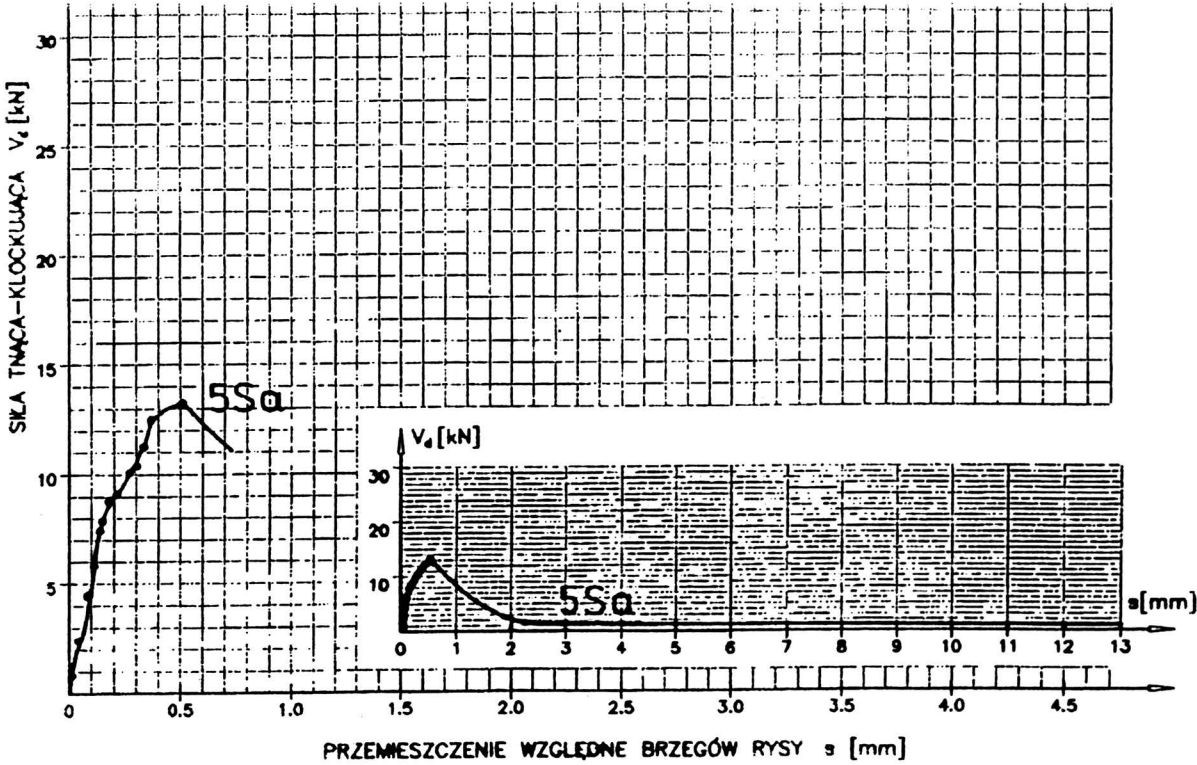
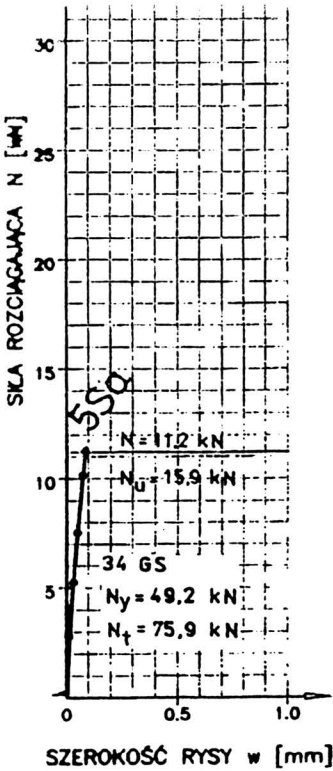
TABLICA 32 POMIERZONE WARTOŚCI POZIOMYCH I PIONOWYCH PRZEMIESZCZEŃ BRZEGÓW RYSY, WYDŁUŻENIA PRÓBK

zbrojenie 1 ϕ 12 mm34GS
kotwienie mechaniczne $l_k = 6 \cdot d = 72$ mm
beton $f_{cc} = 48,2$ MPa

SERIA III. 4

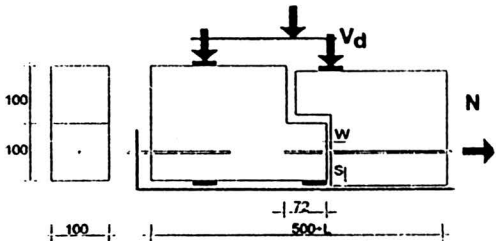


Oznaczenie	5. S a							
$\alpha=N/N_u$	0,7							
Rozciąganie								
Nr	N		w	L	N		w	L
	kN		mm	mm	kN		mm	mm
1	0,69		0,00	0,00				
2	2,76		0,01	0,00				
3	5,26		0,03	0,01				
4	7,50		0,05	0,02				
5	10,17		0,07	0,05				
6	10,86		0,08	0,06				
7	11,20		0,08	0,06				
Ścinanie								
Nr	V _d	s	w(v _d)	δL(v _d)	V _d	s	w(v _d)	δL(v _d)
	kN	mm	mm	mm	kN	mm	mm	mm
7	0,11	0,00	0,00	0,00				
8	0,88	0,01	0,00	0,00				
9	2,37	0,04	0,00	0,00				
10	4,59	0,08	0,01	0,01				
ob.c	5,81	0,11	0,01	0,02				
ob.c	7,47	0,13	0,02	0,03				
ob.c	7,88	0,15	0,03	0,04				
ob.c	8,71	0,18	0,04	0,05				
ob.c	9,13	0,21	0,05	0,06				
ob.c	10,16	0,27	0,08	0,09				
ob.c	10,37	0,30	0,10	0,10				
ob.c	11,20	0,33	0,12	0,12				
ob.c	12,44	0,38	0,14	0,14				
ob.c	13,27	0,52	0,23	0,23				
ob.c	0,84	13,73	13,45	8,06				



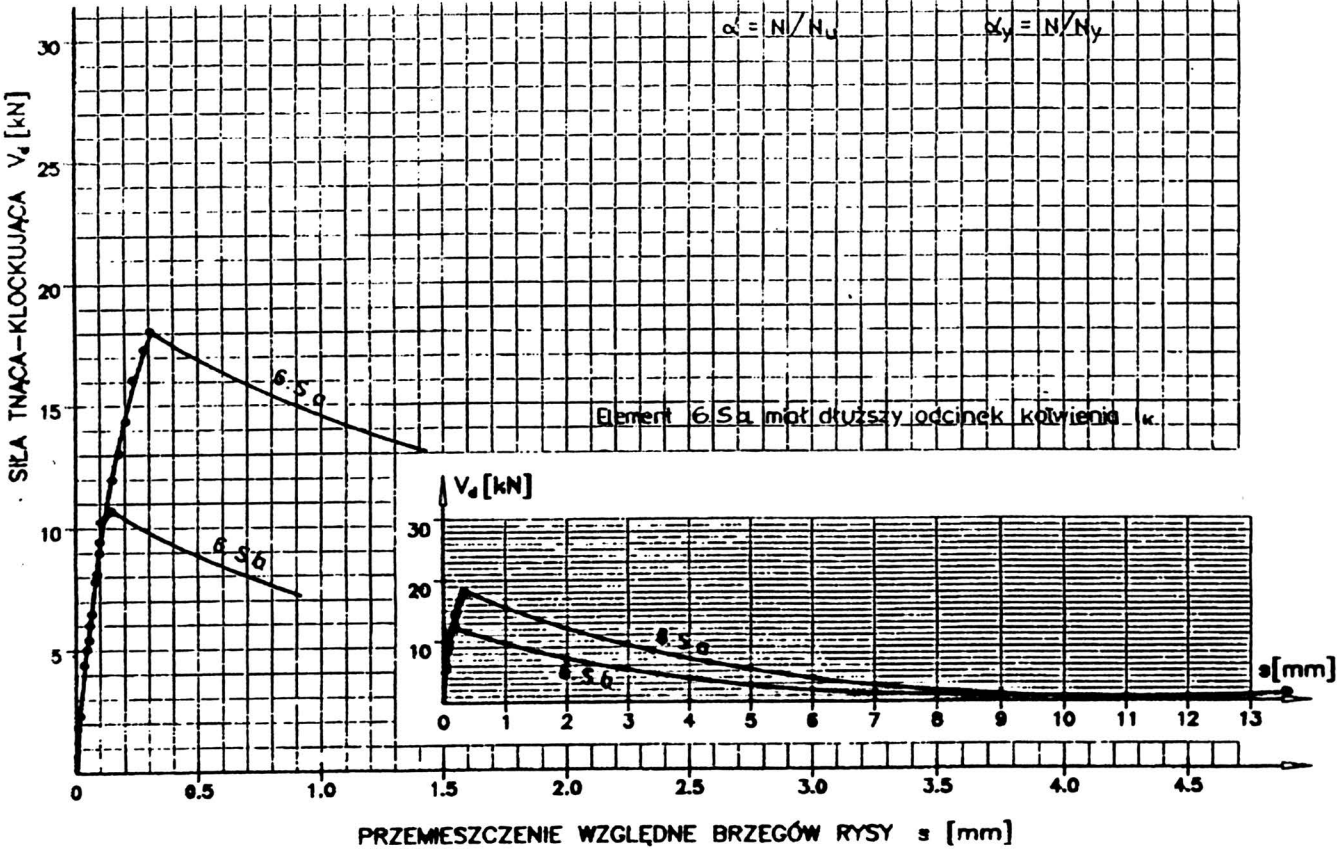
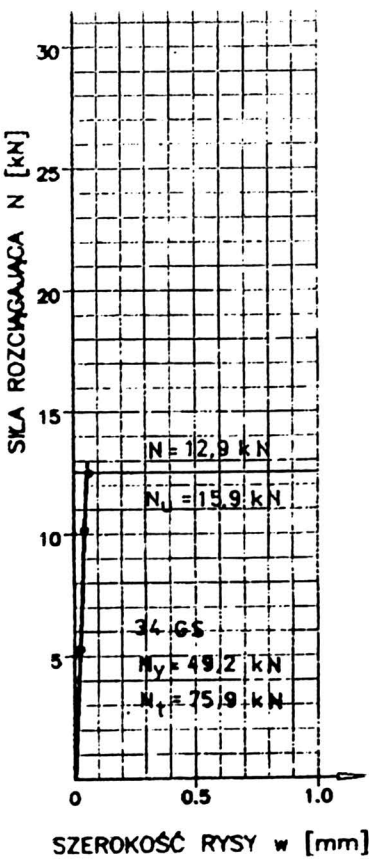
TABLICA 33 POMIERZONE WARTOŚCI POZIOMYCH I PIONOWYCH PRZEMIESZCZEŃ BRZEGÓW RYSY, WYDŁUŻENIA PRÓBK

zbrojenie 1 ϕ 12 34GS
kotwienie zbrojenia l_k = 6 · d = 72 mm
beton f_{cc} =48,2 MPa



SERIA III. 4

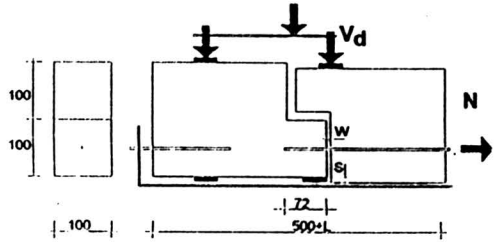
Oznaczenie	6.S a				6.S b			
$\alpha=N/N_u$	0,8				0,8			
Rozciąganie								
Nr	N		w	L	N		w	L
	kN		mm	mm	kN		mm	mm
1	1,13		0,00	0,00	0,88		0,00	0,03
2	2,93		0,01	0,01	2,78		0,01	0,05
3	5,50		0,02	0,01	5,24		0,02	0,08
4	7,99		0,03	0,01	7,86		0,03	0,10
5	10,51		0,05	0,02	10,17		0,04	0,13
6	12,90		0,07	0,03	12,68		0,06	0,14
Ścinanie								
Nr	V _d	s	w(v _d)	δL(v _d)	V _d	s	w(v _d)	δL(v _d)
	kN	mm	mm	mm	kN	mm	mm	mm
7	0,11	0,00	0,00	0,00	0,11	0,00	0,00	0,00
8	0,71	0,01	0,00	0,03	0,69	0,01	0,00	0,02
9	2,51	0,03	0,00	0,05	2,31	0,01	0,00	0,02
10	4,23	0,04	0,01	0,08	4,44	0,03	0,01	0,01
ob.c	4,84	0,05	0,01	0,08	4,63	0,04	0,01	0,01
ob.c	5,04	0,05	0,01	0,08	5,46	0,05	0,01	0,01
ob.c	6,08	0,06	0,01	0,09	6,49	0,06	0,02	0,01
ob.c	7,12	0,07	0,01	0,10	7,74	0,07	0,02	0,00
ob.c	8,36	0,09	0,02	0,11	8,15	0,08	0,02	0,00
ob.c	9,60	0,10	0,02	0,12	8,98	0,09	0,02	0,00
ob.c	10,43	0,12	0,03	0,13	9,60	0,10	0,03	0,00
ob.c	11,88	0,15	0,04	0,14	9,81	0,11	0,03	0,00
ob.c	13,33	0,17	0,04	0,14	10,23	0,12	0,04	0,00
ob.c	14,37	0,20	0,06	0,16	10,43	0,13	0,05	0,00
ob.c	16,03	0,23	0,06	0,17	10,64	0,14	0,06	0,00
ob.c	17,27	0,28	0,08	0,19	6,08	4,13	0,50	17,98
ob.c	18,10	0,31	0,09	0,20	0,28	13,70	13,95	17,98
ob.c	1,52	13,64	13,89	15,46				



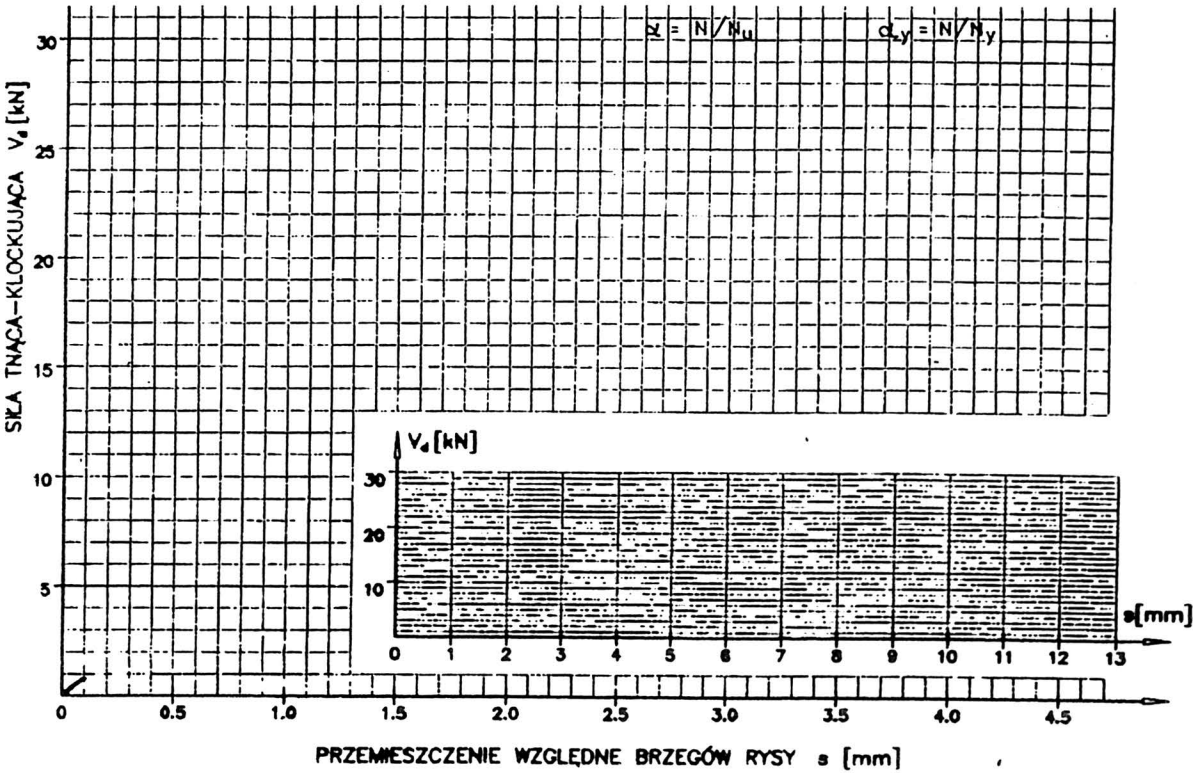
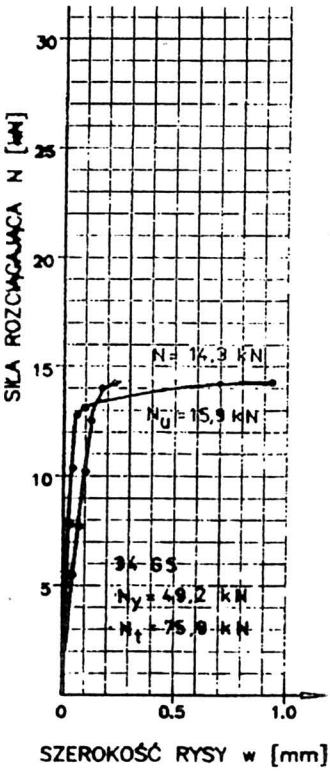
TABLICA 34 POMIERZONE WARTOŚCI POZIOMYCH I PIONOWYCH PRZEMIESZCZEŃ BRZEGÓW RYSY, WYDŁUŻENIA PRÓBK

zbrojenie 1 ϕ 12 34GS
kotwienie zbrojenia $l_k = 6 \cdot d = 72 \text{ mm}$
beton $f_{cc} = 48,2 \text{ MPa}$

SERIA III. 4



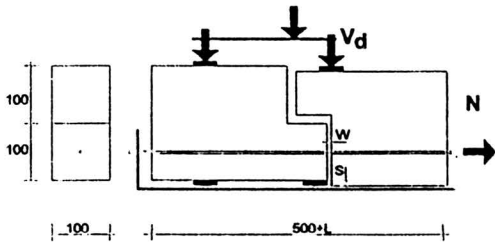
Oznaczenie	7.S a				7.S b			
$\alpha=N/N_u$	0,9				0,9			
Rozciąganie								
Nr	N		w	L	N		w	L
	kN		mm	mm	kN		mm	mm
1	1,13		0,00	0,00	0,88		0,00	0,03
2	2,93		0,01	0,01	2,78		0,01	0,05
3	5,50		0,02	0,01	5,24		0,02	0,08
4	7,99		0,03	0,01	7,86		0,03	0,10
5	10,51		0,05	0,02	10,17		0,04	0,13
6	12,90		0,07	0,03	12,68		0,06	0,14
1	0,96		0,00	0,00	0,71		0,01	0,00
2	3,05		0,00	0,01	2,83		0,02	0,01
3	5,41		0,02	0,03	5,58		0,05	0,05
4	7,84		0,03	0,05	7,79		0,07	0,07
5	10,34		0,04	0,07	10,17		0,10	0,09
6	12,80		0,06	0,10	12,51		0,13	0,13
7	12,97		0,10	1,19	14,09		0,18	0,17
8	14,33		0,95	-	14,20		0,19	0,19
Ścinanie								
Nr	V _d	s	w(v _d)	δL(v _d)	V _d	s	w(v _d)	δL(v _d)
	kN	mm	mm	mm	kN	mm	mm	mm
9	Uwaga: po przyłożeniu obciążenia ~0,11 kN próbki uległy zniszczeniu							



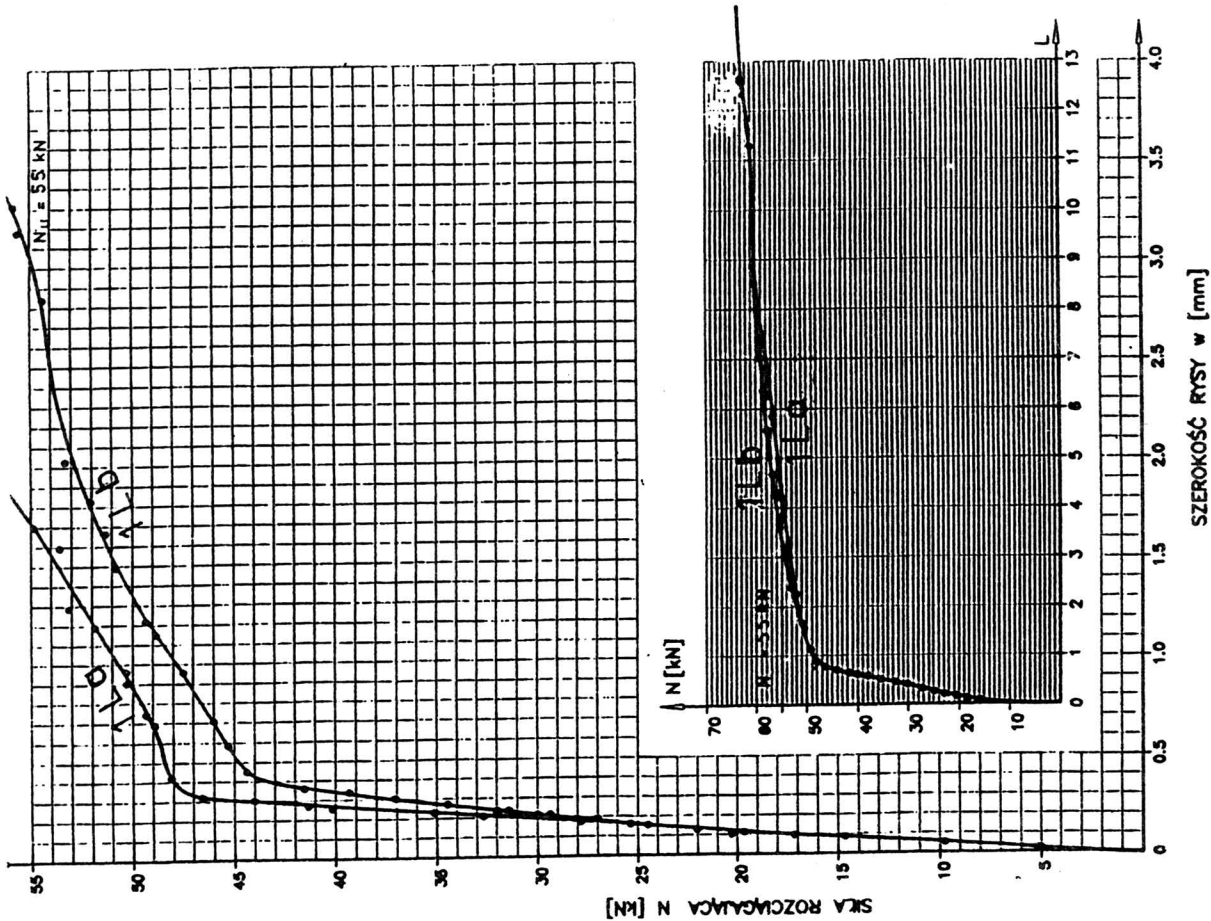
TABLICA 35 POMIERZONE WARTOŚCI POZIOMYCH I PIONOWYCH PRZEMIESZCZEŃ BRZEGÓW RYSY, WYDŁUŻENIA PRÓBK

zbrojenie 1 ϕ 12 34GS
kotwienie mechaniczne
beton f_{cc} = 36,8 MPa

SERIA IV. 1



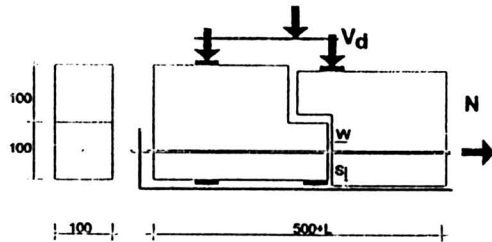
Oznaczenie	1. L a				1.L b			
$\alpha=N/N_u$	1,0				1,0			
Rozciąganie								
Nr	N		w	L	N		w	L
	kN		mm	mm	kN		mm	mm
1	0,57		0,00		1,22		0,00	0,00
2	2,54		0,01		2,85		0,01	0,01
3	5,04		0,02		5,63		0,02	0,02
4	7,28		0,03		8,25		0,03	0,04
5	9,61		0,05		10,39		0,04	0,06
6	12,19		0,06		12,95		0,06	0,08
7	14,60		0,08		15,40		0,07	0,11
8	17,18		0,09		18,10		0,09	0,15
9	19,64		0,11		20,27		0,10	0,19
10	22,04		0,13		22,82		0,12	0,23
11	24,53		0,16		25,23		0,14	0,26
12	27,03		0,18		27,81		0,18	0,31
13	29,44		0,20		30,24		0,19	0,44
14	32,02		0,23		32,77		0,20	0,47
15	34,57		0,26		35,15		0,22	0,53
16	37,20		0,29		37,73		0,23	0,59
17	39,51		0,32		40,26		0,24	0,64
18	41,87		0,35		41,69		0,27	0,66
19	44,47		0,44		42,91		0,28	0,68
ob.c	44,58		0,48		43,15		0,28	0,69
ob.c	45,56		0,57		44,37		0,29	0,71
ob.c	46,29		0,70		45,58		0,29	0,72
ob.c	47,75		0,84-0,96		46,80		0,31	0,75
ob.c	48,48		0,98		47,77		0,33	0,77
ob.c	48,96		1,13		48,26		0,41	0,89
ob.c	49,69		1,20		48,99		0,67	1,15
ob.c	50,42		1,29		49,47		0,73	1,22
ob.c	50,91		1,47		50,45		0,89	1,69
ob.c	51,64		1,66		50,69		0,96	1,88
ob.c	52,37		1,81		51,91		1,17	2,27
ob.c	53,58		2,01		53,37		1,27	2,42
ob.c	54,56		2,80	2,93	53,85		1,57	3,26
ob.c	55,77		3,14	4,33	55,07		1,68	4,18
ob.c	56,02		3,27	4,65	56,77		1,93	5,86
ob.c	57,72		3,46	5,56	57,74		2,05	6,25
ob.c	58,69		3,80	6,31	58,96		2,19	6,75
ob.c	59,42		3,95	7,00	59,93		2,15	7,05
ob.c	60,40		3,91	8,45	61,88		2,47	11,20
	odciążenie				63,82		270	12,61



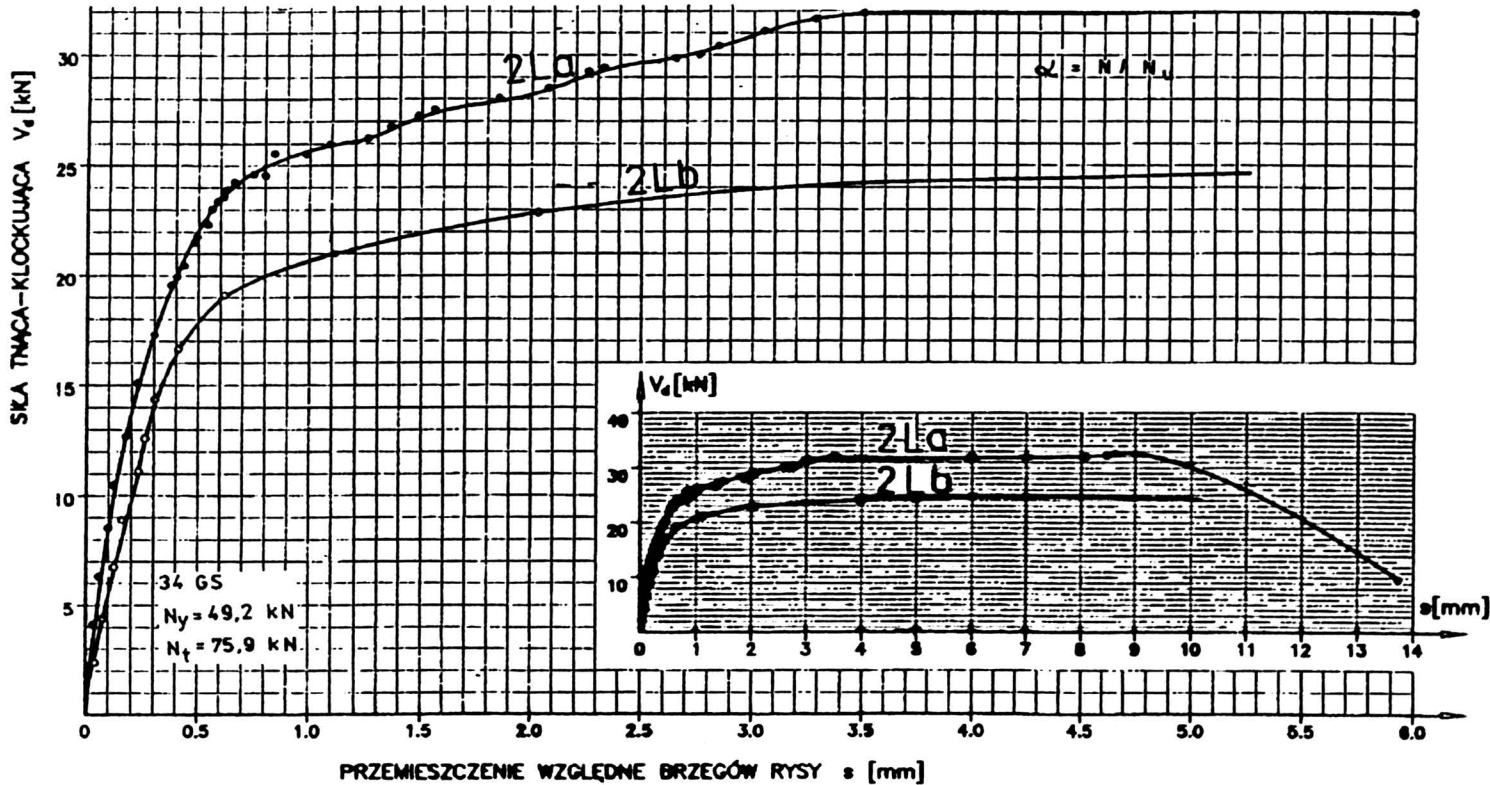
TABLICA 36 POMIERZONE WARTOŚCI POZIOMYCH I PIONOWYCH PRZEMIESZCZEŃ BRZEGÓW RYSY, WYDŁUŻENIA PRÓBK

zbrojenie 1 ϕ 12 34GS
kotwienie mechaniczne
beton $f_{cc} = 36.8$ MPa

SERIA IV. 1



Oznaczenie	2. L a				2.L b			
$\alpha=N/N_u$	0				0			
Ścinanie								
Nr	V_d	s	$w(v_d)$	$\delta L(v_d)$	V_d	s	$w(v_d)$	$\delta L(v_d)$
	kN	mm	mm	mm	kN	mm	mm	mm
	0,11	0,00	0,00	0,00	0,11	0,00	0,00	0,00
2	1,85	0,01	0,00	0,01	0,84	0,01	0,00	0,03
3	4,17	0,03	0,00	0,01	2,33	0,04	0,00	0,04
4	6,35	0,05	0,00	0,01	4,44	0,08	0,01	0,05
5	8,55	0,09	0,01	0,01	6,72	0,13	0,01	0,06
6	10,60	0,12	0,01	0,01	8,92	0,17	0,01	0,06
7	12,84	0,17	0,02	0,02	11,14	0,24	0,02	0,08
8	15,10	0,22	0,02	0,04	12,65	0,26	0,02	0,08
9	17,21	0,30	0,03	0,05	14,29	0,31	0,02	-
10	19,68	0,37	0,03	0,06	16,57	0,41	0,02	-
ob.c	19,91	0,40	0,04	0,06	19,08	0,62	0,03	0,12
ob.c	20,53	0,43	0,04	0,07	20,98	1,12	0,06	0,15
ob.c	21,56	0,47	0,04	0,07	22,85	2,02	0,11	0,27
ob.c	21,77	0,48	0,05	0,08	~24,7	bez odczyt		
ob.c	22,39	0,53	0,05	0,09		element wielokrotnie obciążany z powodu wyłączeń prądu		
ob.c	23,01	0,55	0,05	0,09				
ob.c	23,43	0,57	0,05	0,09				
ob.c	23,64	0,59	0,06	0,09				
ob.c	23,84	0,61	0,06	0,10				
ob.c	24,26	0,64	0,06	0,10				
ob.c	24,67	0,74-0,80	0,07	0,11				
ob.c	25,50	0,83-0,97	0,09	0,12				
ob.c	25,92	1,08	0,12	0,15				
ob.c	26,12	1,26	0,14	0,16				
ob.c	26,75	1,36	0,16	0,17				
ob.c	27,37	1,48	0,17	0,17				
ob.c	27,57	1,55	0,18	0,18				
ob.c	27,99	1,86	0,22	0,19				
ob.c	28,40	2,07	0,24	0,20				
ob.c	29,23	2,24	0,26	0,21				
ob.c	29,44	2,33	0,27	0,21				
ob.c	29,86	2,65	0,31	0,21				
ob.c	30,06	2,76	0,33	0,21				
ob.c	30,48	2,83	0,33	0,21				
ob.c	31,10	3,06	0,36	0,21				
ob.c	31,51	3,27	0,37	0,21				
ob.c	31,72	3,49	0,40	0,21				
ob.c	31,72	6,04	0,51	0,21				
ob.c	32,14	8,09	0,58	0,27				
ob.c	32,34	8,42	0,58	0,28				
ob.c	32,55	8,65	0,58	0,28				
ob.c	10,58	13,73	5,67	5,68				

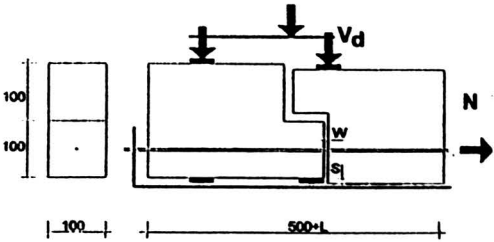


Uwaga : 2Lb-wielokrotnie obciążony z powodu wyłączenia prądu

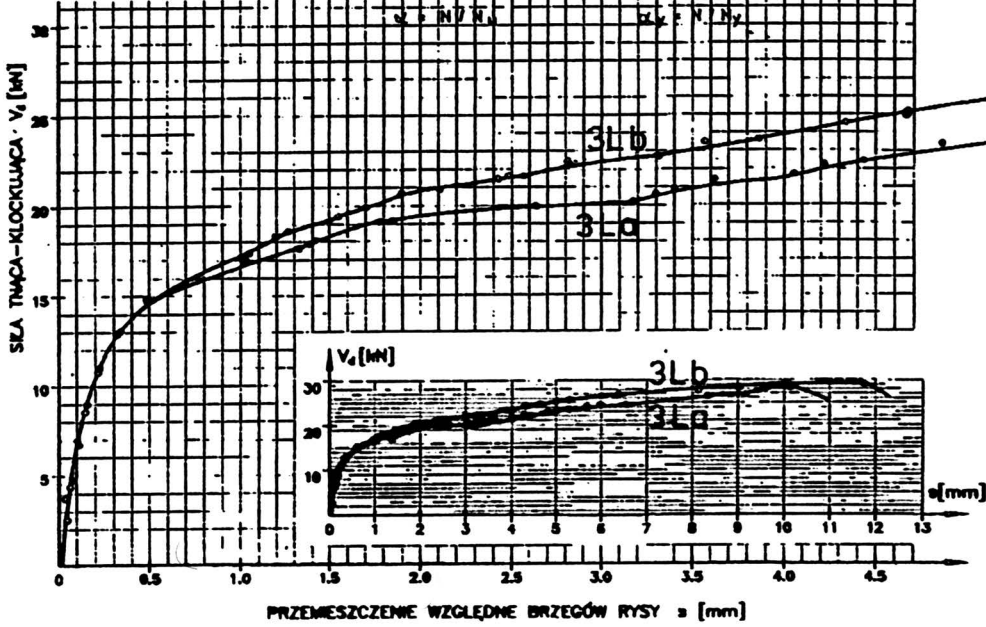
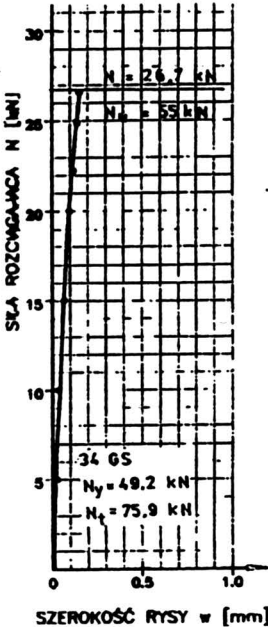
TABLICA 37 POMIERZONE WARTOŚCI POZIOMYCH I PIONOWYCH PRZEMIESZCZEŃ BRZEGÓW RYSY, WYDŁUŻENIA PRÓBK

zbrojenie1 ϕ 12 34GS
kotwienie mechaniczne
beton f_{cc} = 36.8 MPa

SERIA IV. 1



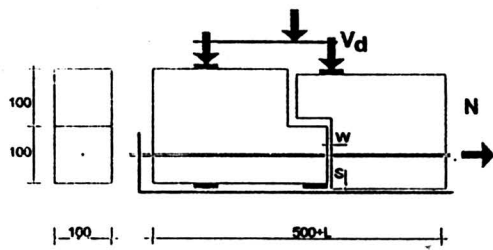
Oznaczenie	3. L a				3.L b			
$\alpha=N/N_u$	0,5				0,5			
Rozciąganie								
Nr	N		w	L	N		w	L
	kN		mm	mm	kN		mm	mm
1	1,05		0,00	0,01	0,88		0,00	0,00
2	2,80		0,01	0,00	2,49		0,01	0,00
3	5,07		0,02	0,03	5,11		0,02	0,00
4	7,57		0,03	0,04	7,40		0,03	0,01
5	10,00		0,04	0,06	9,86		0,04	0,03
6	12,56		0,05	0,06	12,41		0,05	0,05
7	14,92		0,07	0,07	14,97		0,06	0,08
8	17,47		0,08	0,07	17,42		0,09	0,11
9	19,73		0,10	0,08	19,86		0,11	0,13
10	22,21		0,12	0,08	22,31		0,13	0,21
11	24,77		0,14	0,09	24,67		0,15	0,25
12	26,59		0,16	0,18	26,69		0,18	0,30
Ścinanie								
Nr	V _d	s	w(v _d)	δL(v _d)	V _d	s	w(v _d)	δL(v _d)
	kN	mm	mm	mm	kN	mm	mm	mm
13	0,11	0,00	0,00	0,00	0,11	0,00	0,00	0,00
14	0,86	0,01	0,00	0,00	1,06	0,01	0,00	-0,01
15	2,60	0,04	0,00	-	2,49	0,03	0,00	-0,02
16	4,77	0,07	0,00	-	4,36	0,07	0,01	-0,02
17	6,99	0,11	0,01	-	6,64	0,11	0,01	-0,02
18	9,11	0,16	0,02	-	8,63	0,15	0,03	-0,01
19	10,99	0,23	0,03	-	10,76	0,22	0,04	0,02
20	12,94	0,34	0,05	-	12,69	0,31	0,06	0,05
21	15,16	0,59	0,12	0,05	14,83	0,48	0,12	0,10
22	17,58	1,36	0,35	0,22	16,86	1,03	0,32	0,29
ob.c	17,73	1,39	0,36	0,23	17,23	1,06	0,33	0,30
ob.c	17,94	1,43	0,37	0,23	17,65	1,06	0,33	0,30
ob.c	18,77	1,57	0,41	0,25	18,27	1,19	0,38	0,35
ob.c	18,97	1,78-1,85	0,49	0,33	18,68	1,27	0,41	0,38
ob.c	19,80	1,93-2,66	0,67	0,37	19,30	1,56	0,51	0,48
ob.c	20,01	3,19	0,78	0,42	19,72	1,70	0,54	0,51
ob.c	20,42	3,32	0,80	0,43	20,55	1,91	0,61	0,56
ob.c	20,84	3,43	0,82	0,44	20,76	2,12	0,66	0,61
ob.c	21,25	3,65	0,87	0,47	21,38	2,45	0,75	0,67
ob.c	21,46	4,09	0,96	0,52	21,58	2,58	0,78	0,70
ob.c	22,08	4,25	0,99	0,54	22,21	2,83	0,84	0,76
ob.c	22,29	4,47	1,03	0,55	22,62	3,34	0,96	0,86
ob.c	22,91	4,88	1,11	0,61	23,24	3,59	1,02	0,91
ob.c	23,53	5,32	1,18	0,64	23,45	3,89	1,08	0,96
ob.c	23,95	5,72	1,24	0,68	24,28	4,38	1,18	1,04
ob.c	24,57	6,08	1,29	0,72	24,90	4,70	1,24	1,09
ob.c	25,19	6,57	1,37	0,78	25,94	5,34	1,37	1,19
ob.c	26,64	8,35	1,64	1,04	26,77	5,85	1,46	1,27
ob.c	27,06	9,22	1,77	1,10	27,18	6,44	1,55	1,35
ob.c	28,51	9,62	1,82	1,10	27,39	7,18	1,67	1,44
ob.c	29,13	10,20	1,90	1,10	28,01	8,19	1,82	1,55
ob.c	~0,50		3,96	3,89	28,63	8,65-9,06	1,98	1,64
ob.c					29,46	10,15-11,81	2,08-2,24	1,85
ob.c					4,17	10,88	2,22	1,91



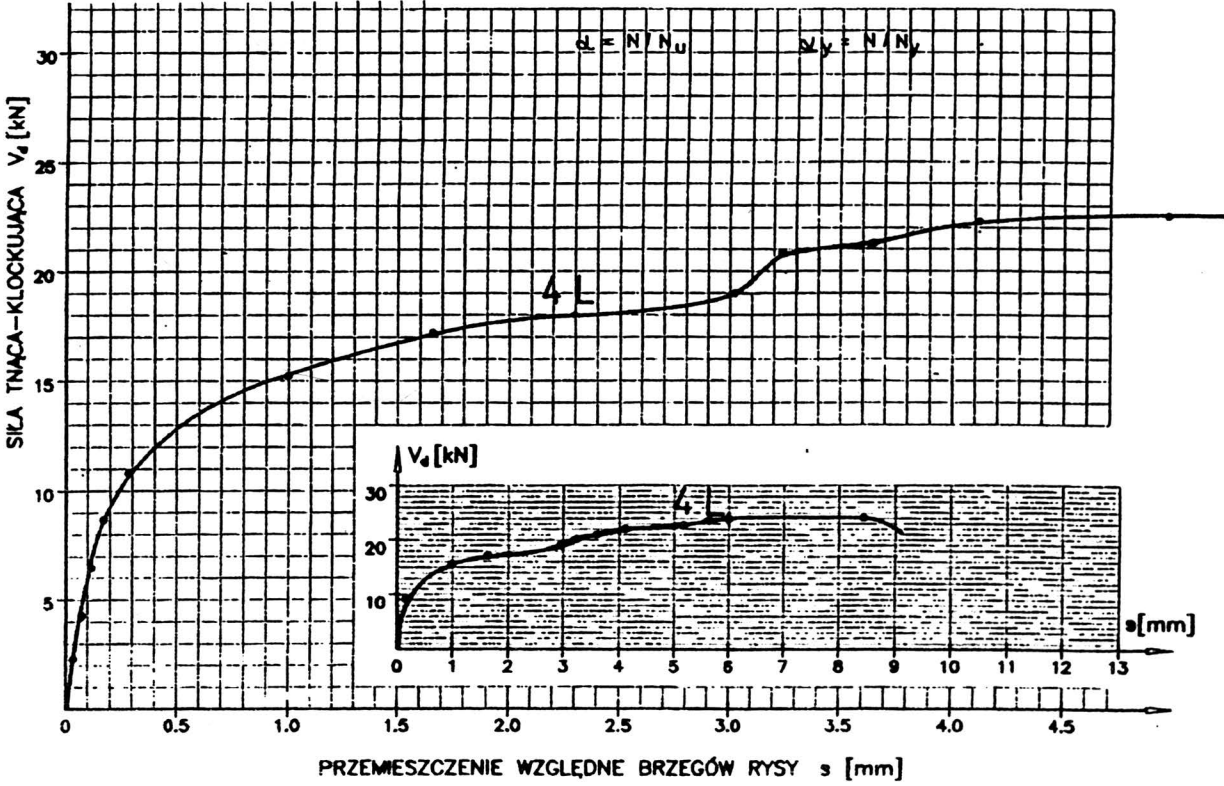
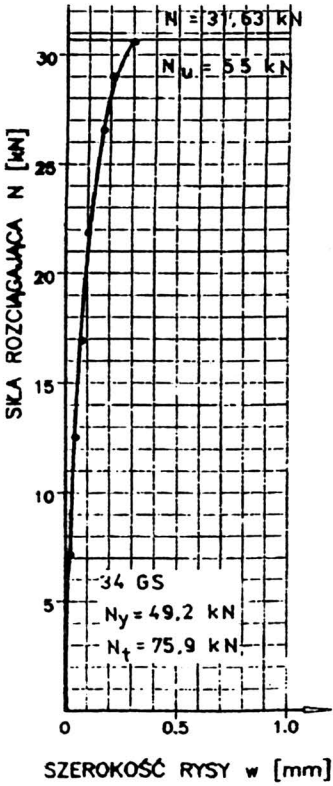
TABLICA 38 POMIARZONE WARTOŚCI POZIOMYCH I PIONOWYCH PRZEMIESZCZEŃ BRZEGÓW RYSY, WYDŁUŻENIA PRÓBK

zbrojenie 1 ϕ 12 34GS
kotwienie mechaniczne
beton $f_{cc}=36,8$ MPa

SERIA IV. 1



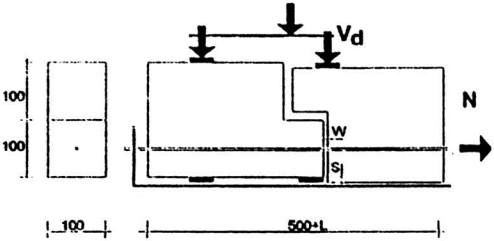
Oznaczenie	4. L a							
$\alpha=N/N_u$	0,6							
Rozciąganie								
Nr	N		w	L	N		w	L
	kN		mm	mm	kN		mm	mm
1	0,76		0,00	0,00				
2	2,15		0,00	0,01				
3	4,77		0,01	0,01				
4	7,21		0,02	0,01				
5	9,71		0,03	0,03				
6	12,05		0,04	0,05				
7	14,43		0,05	0,08				
8	16,81		0,07	0,11				
9	19,34		0,09	0,15				
10	21,83		0,11	0,18				
11	24,23		0,14	0,22				
12	26,47		0,17	0,25				
13	28,83		0,21	0,29				
14	31,43		0,30	0,39				
15	31,63		0,30	0,54				
16	31,63		0,30	0,56				
Ścinanie								
Nr	V _d	s	w(v _d)	δL(v _d)	V _d	s	w(v _d)	δL(v _d)
	kN	mm	mm	mm	kN	mm	mm	mm
17	1,44	0,00	0,00	0,00				
18	2,43	0,03	0,00	0,00				
19	4,48	0,07	0,01	0,00				
20	6,68	0,12	0,02	0,00				
21	8,86	0,18	0,04	0,00				
22	10,89	0,28	0,08	0,02				
23	-	-	-	-				
24	15,39	1,01	0,44	0,26				
25	17,29	1,67	0,70	0,45				
26	19,06	3,04	1,13	0,67				
ob.c	19,39	3,06	1,14	0,67				
ob.c	19,59	3,07	1,14	0,68				
ob.c	20,84	3,15-3,25	1,17	0,71				
ob.c	21,25	3,68	1,31	0,76				
ob.c	22,29	4,16	1,42	0,85				
ob.c	22,50	5,20	1,65	0,98				
ob.c	23,53	5,69	1,74	1,02				
ob.c	23,95	5,91	1,79	1,03				
ob.c	24,57	8,40	2,08	1,04				
ob.c	3,63	6,92	2,20	1,49				



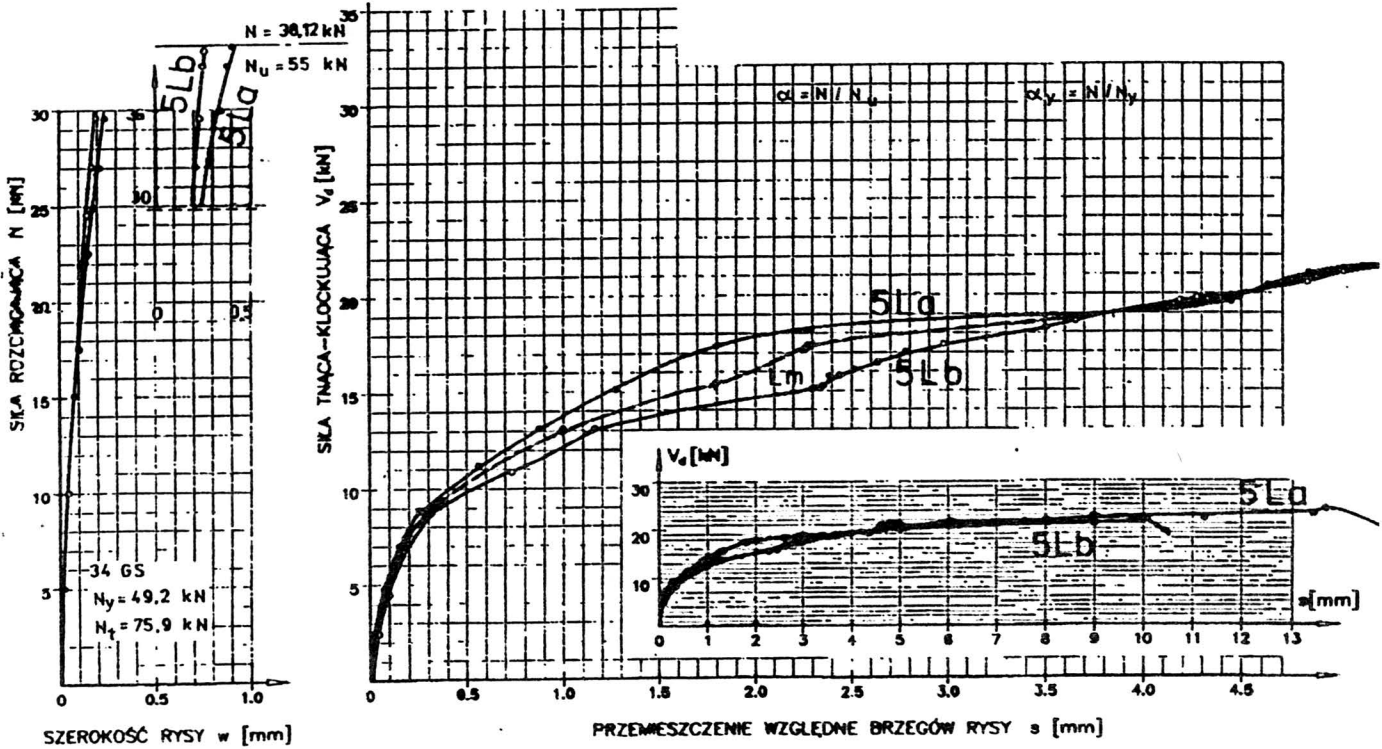
TABLICA 39 POMIERZONE WARTOŚCI POZIOMYCH I PIONOWYCH PRZEMIESZCZEŃ BRZEGÓW RYSY, WYDŁUŻENIA PRÓBK

zbrojenie 1 ϕ 12 34GS
kotwienie mechaniczne
beton f_{cc} = 36,8 MPa

SERIA IV. 1



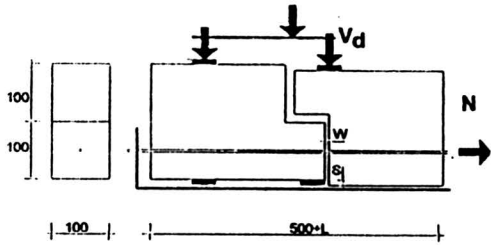
Oznaczenie	5. L a				5.L b			
$\alpha=N/N_u$	0,7				0,7			
Rozciąganie								
Nr	N		w	L	N		w	L
	kN		mm	mm	kN		mm	mm
1	1,05		0,00	0,00	0,74		0,00	0,00
2	3,05		0,01	0,02	2,54		0,01	0,01
3	5,19		0,02	0,05	4,99		0,01	-
4	7,60		0,03	0,09	7,67		0,03	0,05
5	10,10		0,05	0,12	9,71		0,04	0,07
6	12,58		0,06	0,13	12,31		0,06	0,09
7	15,18		0,08	0,13	14,84		0,07	0,09
8	17,54		0,10	0,13	17,57		0,09	0,08
9	19,81		0,13	0,16	19,76		0,11	0,08
10	22,46		0,15	0,20	21,92		0,13	0,08
11	24,84		0,18	0,30	24,50		0,15	0,08
12	27,01		0,22	0,51	27,08		0,17	0,15
13	29,54		0,24	0,57	29,51		0,19	0,17
14	32,21		0,28	0,64	31,94		0,21	0,19
15	34,74		0,34	0,73	34,50		0,23	0,21
16	37,25		0,38	0,82	36,91		0,25	0,22
17	38,12		0,40	0,84	37,81		0,26	0,23
Ścinanie								
Nr	V _d	s	w(v _d)	δL(v _d)	V _d	s	w(v _d)	δL(v _d)
	kN	mm	mm	mm	kN	mm	mm	mm
18	0,11	0,00	0,00	0,00	0,11	0,00	0,00	0,00
19	1,23	0,01	0,00	-0,12	0,94	0,02	0,00	0,03
20	2,58	0,02	0,00	-0,14	2,45	0,05	0,00	0,03
21	4,75	0,08	0,01	-0,14	4,53	0,10	0,01	0,04
22	6,95	0,15	0,02	-0,12	6,76	0,17	0,02	0,06
23	8,84	0,26	0,07	-0,07	8,73	0,32	0,08	0,12
24	11,16	0,56	0,24	0,11	10,83	0,74	0,31	0,33
25	13,15	0,87	0,38	0,25	13,00	1,17	0,47	0,48
26	15,18	1,28	0,54	0,41	15,06	2,33	0,83	0,78
27	17,25	1,79	0,72	0,57	15,14	2,37	0,84	0,79
28	19,24	4,39	1,27	1,10	15,76	2,40-2,46	0,85	0,80
ob.c	19,51	4,47	1,28	1,11	16,17	2,52	0,89	0,83
ob.c	19,72	4,50	1,29	1,11	16,59	2,66	0,92	0,86
ob.c	20,34	4,65	1,31	1,16	17,00	2,79	0,96	0,90
ob.c	20,96	4,86	1,34	1,18	17,42	3,04	1,02	0,96
ob.c	21,58	6,04-7,59	1,60	1,44	18,25	3,52	1,13	1,05
ob.c	21,79	8,13	1,66	1,48	18,45	3,67	1,17	1,07
ob.c	22,41	8,98-11,26	1,73	1,57	19,49	4,21-4,3	1,31	1,17
ob.c	23,86	13,51	2,71	2,05	20,53	4,86	1,43	1,25
ob.c	24,07	13,68	2,85	2,19	20,94	5,05-8,33	1,47-2,03	1,80
ob.c	4,17	12,93	3,54	3,04	21,36	9,01	2,16	1,90
ob.c					21,15	9,64	2,31	2,01
ob.c					21,98	10,07	2,42	2,08
ob.c					1,46	7,95	3,98	3,25



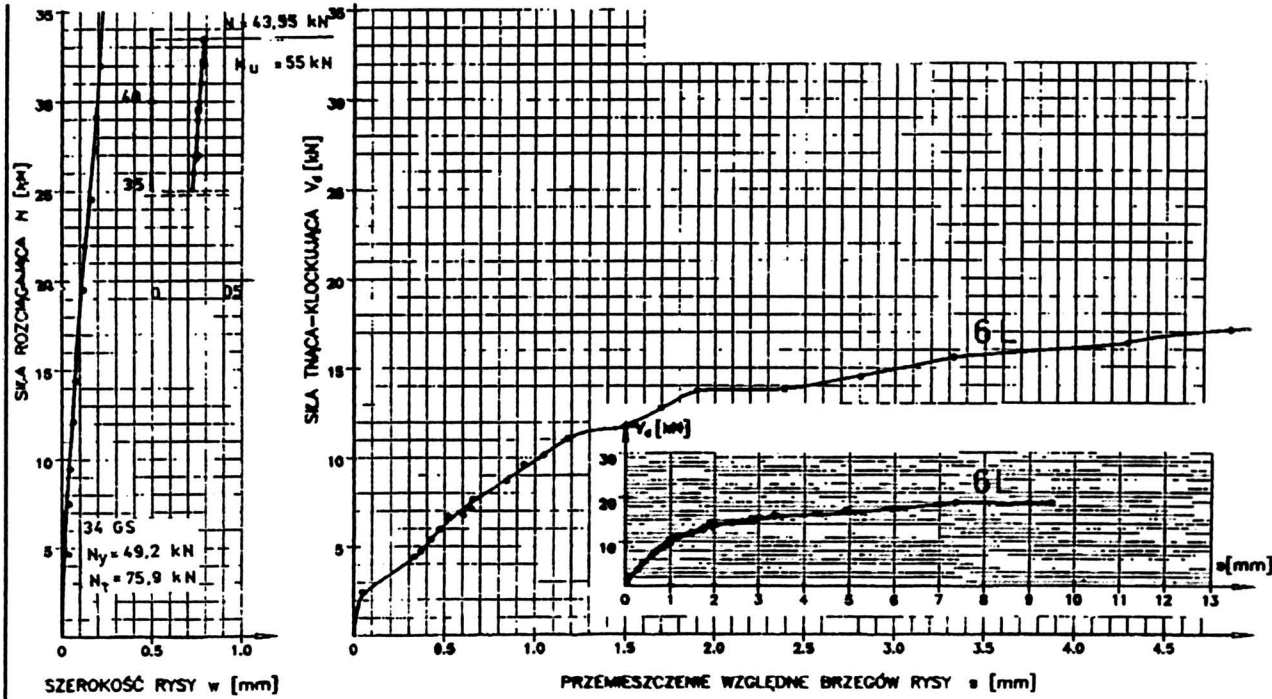
TABLICA 40 POMIERZONE WARTOŚCI POZIOMYCH I PIONOWYCH PRZEMIESZCZEŃ BRZEGÓW RYSY, WYDŁUŻENIA PRÓBK

zbrojenie 1 ϕ 12 mm, 34GS
kotwienie mechaniczne
beton $f_{ccm} = 36,8$ Mpa

SERIA IV. 1



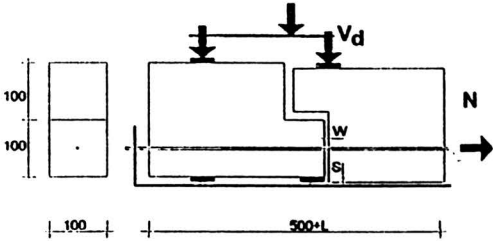
Oznaczenie	6.L.a							
$\alpha=N/N_u$	0,8							
Rozciąganie								
Nr	N		w	L	N		w	L
	kN		mm	mm	kN		mm	mm
1	0,00		0,00	0,00				
2	2,17		0,01	-				
3	4,75		0,02	-				
4	7,50		0,03	-				
5	9,54		0,04	-				
6	12,34		0,06	-				
7	14,60		0,08	-				
8	-		-	-				
9	19,56		0,11	-				
10	22,04		0,13	-				
11	24,77		0,15	0,09				
12	27,20		0,17	0,12				
13	29,32		0,18	0,14				
14	32,07		0,20	0,15				
15	-		-	-				
16	37,10		0,23	0,16				
17	39,51		0,25	0,17				
18	42,21		0,27	0,19				
19	43,55		0,28	0,22				
Ścinanie								
Nr	V_d	s	$w(v_d)$	$\delta L(v_d)$	V_d	s	$w(v_d)$	$\delta L(v_d)$
	kN	mm	mm	mm	kN	mm	mm	mm
20	0,11	0,00	0,00	0,00				
21	-	-	-	-				
22	2,43	0,06	0,01	0,01				
23	4,46	0,36	0,25	0,29				
ob.c	4,71	0,38	0,26	0,30				
ob.c	5,54	0,43	0,29	0,34				
ob.c	6,16	0,47	0,31	0,36				
ob.c	6,78	0,52-0,61	0,33	0,44				
ob.c	7,20	0,64	0,39	0,44				
ob.c	7,82	0,66	0,41	0,44				
ob.c	8,65	0,84	0,49	0,44				
ob.c	9,69	0,94	0,53	0,48				
ob.c	10,10	1,05	0,58	0,53				
ob.c	11,14	1,19	0,64	0,60				
ob.c	11,76	1,54	0,78	0,76				
ob.c	12,80	1,71	0,85	0,83				
ob.c	13,83	1,90-2,39	1,09	1,06				
ob.c	14,66	2,81	1,22	1,15				
ob.c	15,49	3,34	1,37	1,29				
ob.c	16,32	4,30	1,62	1,56				
ob.c	17,15	4,87	1,79	1,73				
ob.c	17,56 = 48,92 kN	5,01	2,07	2,01				
ob.c	18,00	7,39	3,22	3,19				
ob.c	18,36 = 55 kN	8,10	3,51	4,40				



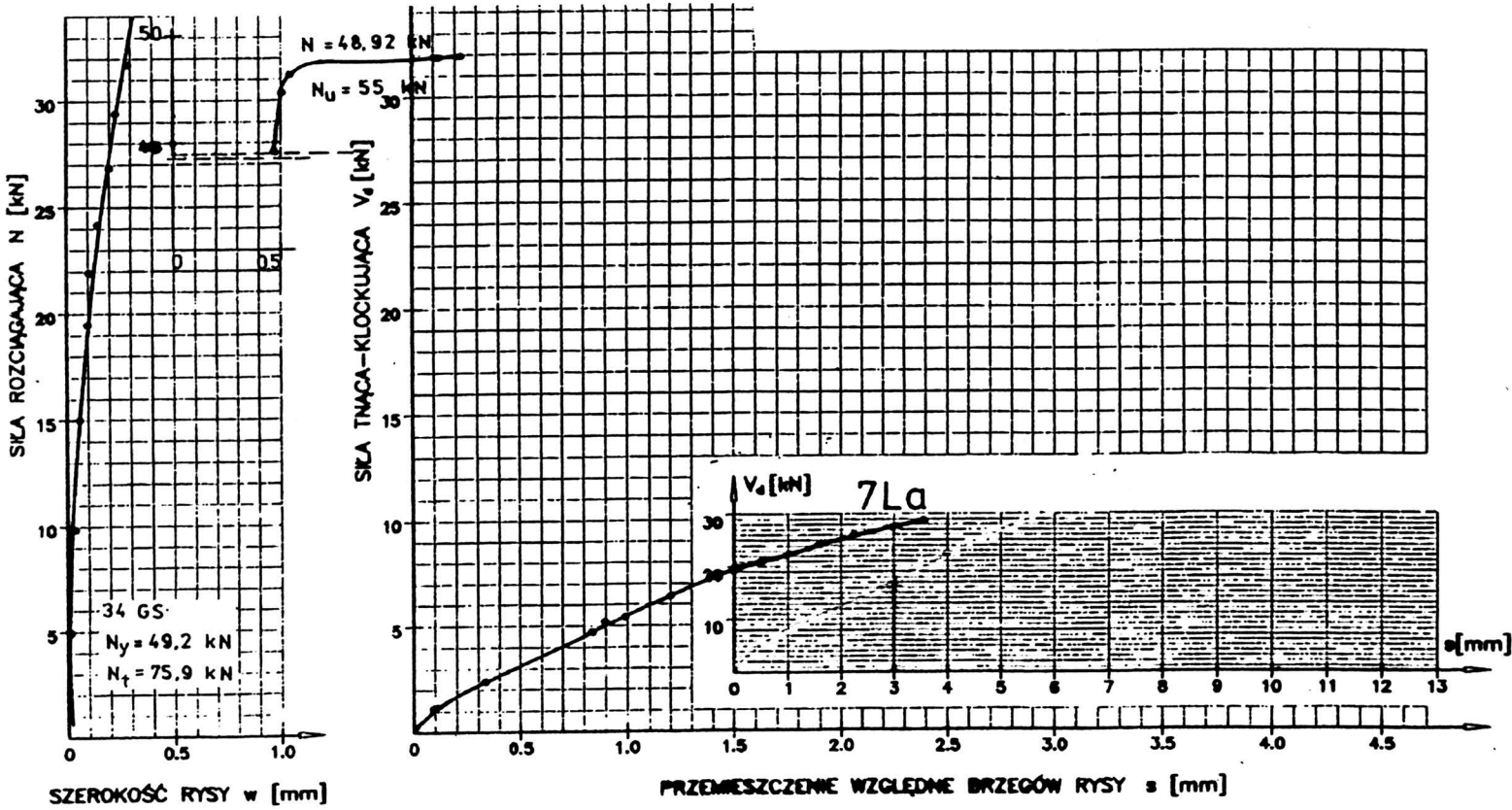
TABLICA 41 POMIERZONE WARTOŚCI POZIOMYCH I PIONOWYCH PRZEMIESZCZEŃ BRZEGÓW RYSY, WYDŁUŻENIA PRÓBK

zbrojenie 1 ϕ 12 34GS
kotwienie mechaniczne
beton f_{cc} =36,8 MPa

SERIA IV. 1

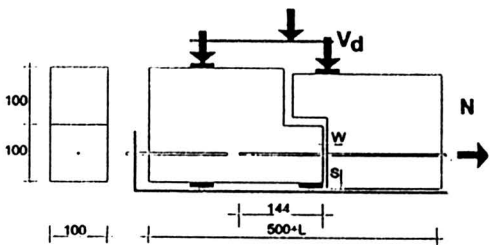


Oznaczenie	7. L a							
$\alpha=N/N_u$	0,9							
Rozciąganie								
Nr	N		w	L	N		w	L
	kN		mm	mm	kN		mm	mm
1	0,76		0,00	0,00				
2	2,49		0,00	0,00				
3	4,97		0,02	0,00				
4	7,50		0,03	0,00				
5	9,83		0,04	0,01				
6	12,31		0,06	0,03				
7	15,01		0,08	0,04				
8	17,13		0,09	0,05				
9	19,56		0,11	0,07				
10	21,92		0,14	0,10				
11	24,26		0,16	0,15				
12	26,84		0,20	0,20				
13	29,41		0,24	0,23				
14	31,77		0,28	0,25				
15	34,25		0,33	0,30				
16	36,83		0,37	0,34				
17	39,44		0,41	0,37				
18	41,89		0,45	0,39				
19	44,40		0,48	0,39				
20	47,36		0,52	0,49				
21	48,24		0,54	0,48				
22	48,56		1,25	1,22				
23	48,90		1,31	1,27				
24	48,92		1,37	1,31				
Ścinanie								
Nr	V _d	s	w(v _d)	δL(v _d)	V _d	s	w(v _d)	δL(v _d)
	kN	mm	mm	mm	kN	mm	mm	mm
25	0,11	0,00	0,00	0,00				
26	1,25	0,10	0,02	0,02				
27	2,54	0,36	0,11	0,08				
28	4,82	0,85	0,31	0,16				
ob.c	5,04	0,90	0,35	0,19				
ob.c	5,46	1,00	0,39	0,21				
ob.c	6,49	1,20	0,50	0,29				
ob.c	7,32	1,38	0,59	0,38				
ob.c	7,95	1,64	0,75	0,54				
ob.c	8,77	1,93	0,89	0,71				
ob.c	9,40	2,07	0,94	0,77				
ob.c	10,02	2,41	1,07	0,88				



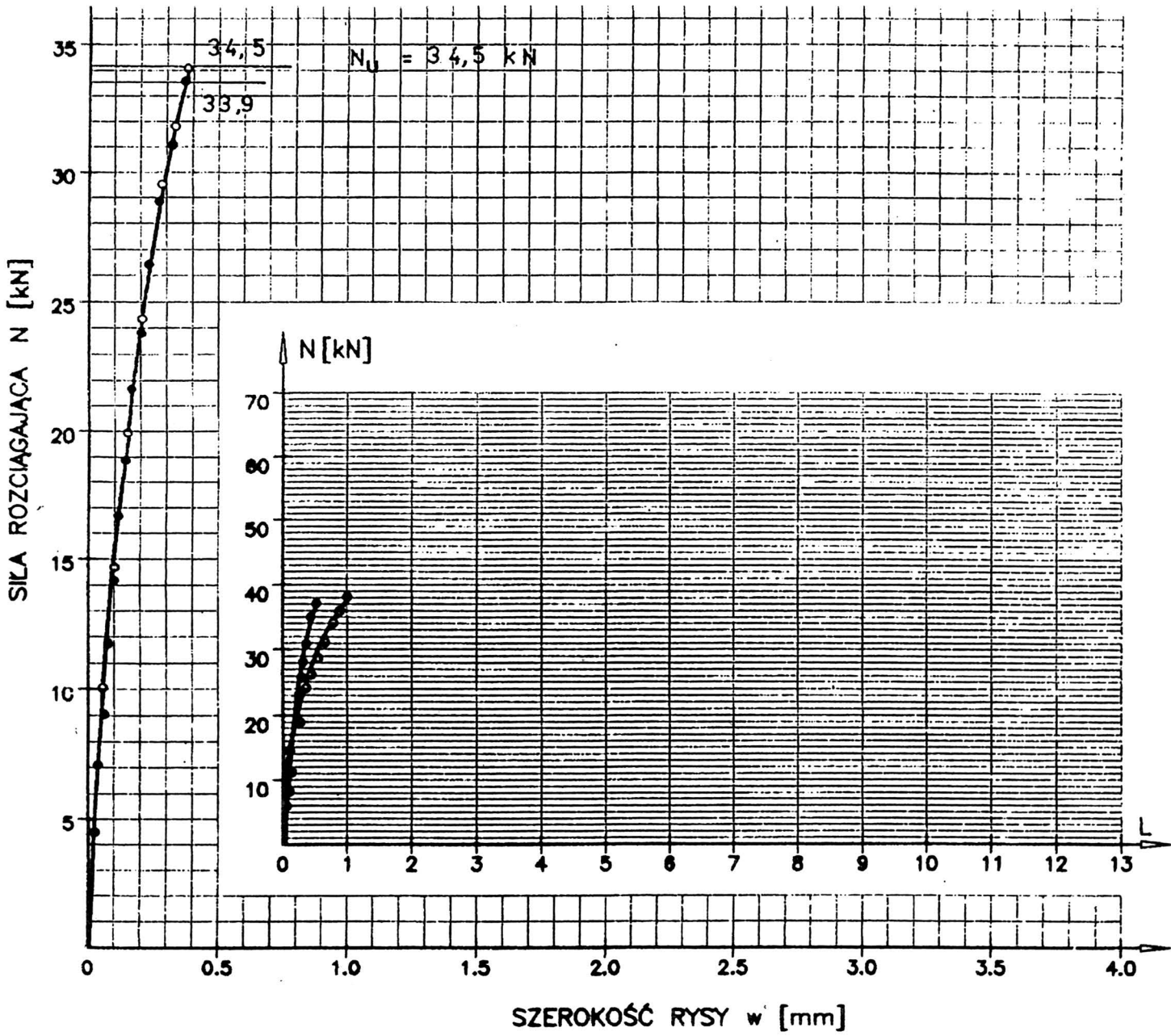
TABLICA 42 POMIERZONE WARTOŚCI POZIOMYCH I PIONOWYCH PRZEMIESZCZEŃ BRZEGÓW RYSY, WYDŁUŻENIA PRÓBK

zbrojenie 1 ϕ 12, 34GS
kotwienie: $l_k = 12 \cdot d$
beton $f_{cc} = 36,0$ MPa



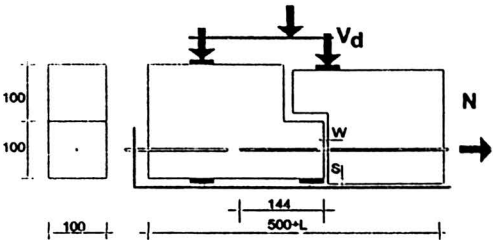
SERIA IV. 2

Oznaczenie	1. MK a				1.K b			
$\alpha=N/N_u$	0				0			
Rozciąganie								
Nr	N		w	L	N		w	L
	kN		mm	mm	kN		mm	mm
1	0,08		0,00	0,00	0,08		0,00	0,00
2	2,03		0,01	0,05	0,66		0,00	0,01
3	4,46		0,02	0,12	2,76		0,01	0,01
4	6,96		0,03	0,15	5,14		0,02	0,04
5	8,96		0,05	0,16	7,52		0,04	0,07
6	11,73		0,07	0,17	10,10		0,06	0,12
7	14,31		0,09	0,19	12,46		0,08	0,18
8	16,74		0,11	0,21	14,75		0,10	0,25
9	19,00		0,14	0,23	17,57		0,12	0,34
10	21,70		0,16	0,26	19,86		0,15	0,40
11	24,04		0,20	0,28	22,26		0,17	0,48
12	26,57		0,23	0,32	24,67		0,20	0,55
13	29,02		0,26	0,34	27,08		0,23	0,66
14	31,29		0,31	0,41	29,80		0,27	0,77
15	33,87		0,36	0,47	32,16		0,32	0,89
					34,50		0,37	1,02



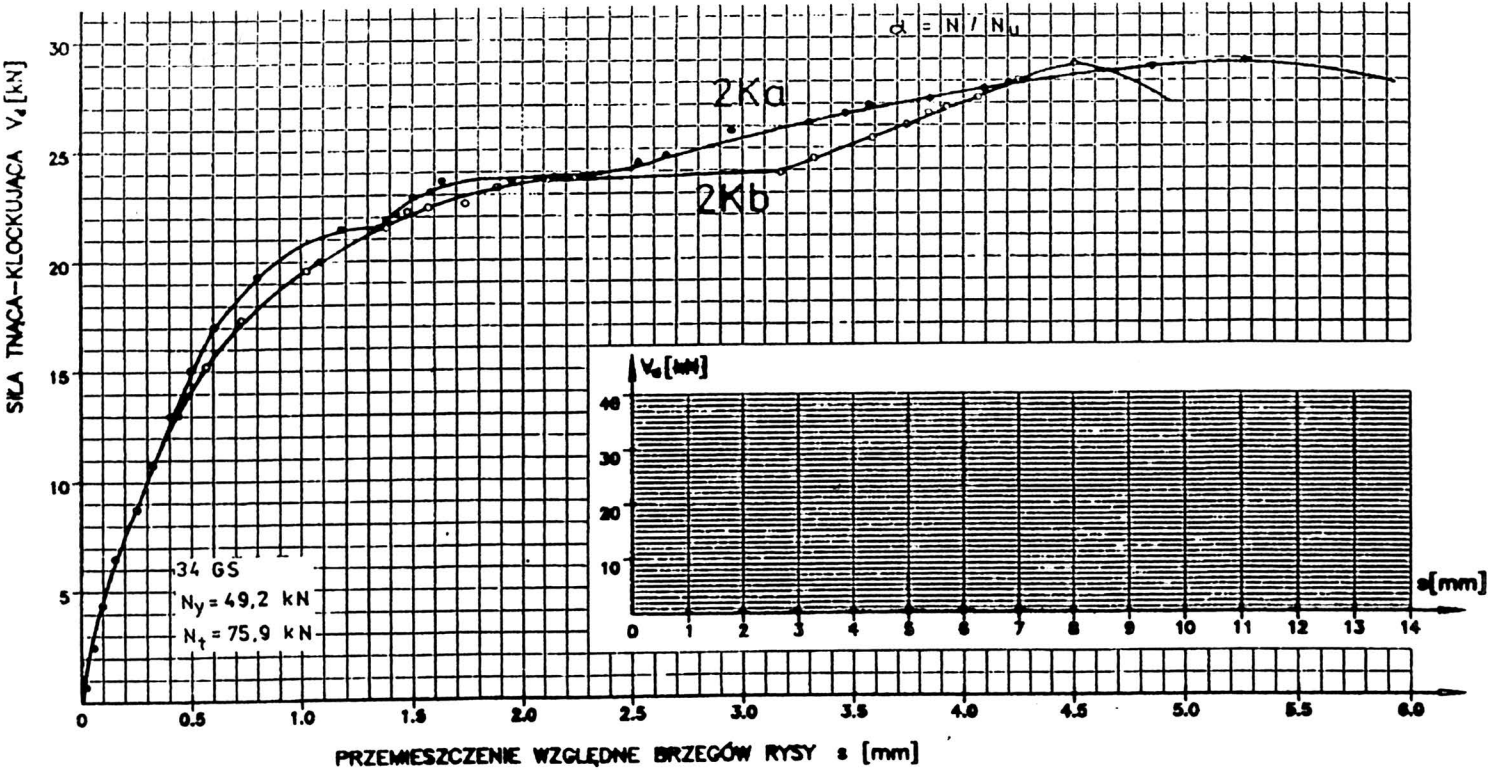
TABLICA 43 POMIERZONE WARTOŚCI POZIOMYCH I PIONOWYCH PRZEMIESZCZEŃ BRZEGÓW RYSY, WYDŁUŻENIA PRÓBK

zbrojenie 1 ϕ 12 34GS
kotwienie: l_k = 12 · d
beton f_{cc} =36,0 MPa



SERIA IV. 2

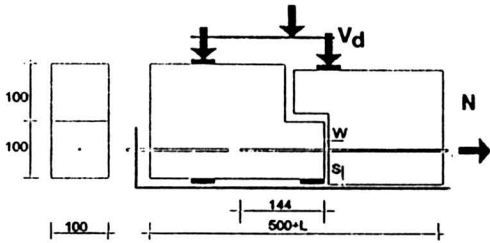
Oznaczenie	2. K a				2. K b			
$\alpha=N/N_u$	0				0			
Ścinanie								
Nr	V _d	s	w(v _d)	δL(v _d)	V _d	s	w(v _d)	δL(v _d)
	kN	mm	mm	mm	kN	mm	mm	mm
1	0,65	0,01	0,00	0,01	0,94	0,01	0,00	0,02
2	2,58	0,04	0,00	0,01	2,58	0,04	0,00	0,00
3	4,42	0,09	0,01	0,01	4,55	0,10	0,01	0,00
4	6,58	0,16	0,02	0,02	6,68	0,17	0,01	0,01
5	8,75	0,24	0,02	0,03	8,71	0,25	0,01	0,02
6	10,76	0,32	0,03	0,04	10,66	0,35	0,02	0,04
7	12,90	0,40	0,04	0,06	12,92	0,44	0,03	0,05
8	15,01	0,49	0,05	0,09	15,12	0,57	0,03	0,06
9	17,07	0,60	0,06	0,11	17,23	0,72	0,05	0,07
10	19,28	0,79	0,08	0,11	19,51	1,02	0,07	0,10
11	21,36	1,18	0,13	0,11	19,62	1,05	0,07	0,09
12	21,36	1,30-1,35	0,14	0,11	19,82	1,08	0,08	0,10
ob.c	21,77	1,37	0,15	0,11	21,27	1,37	0,10	0,13
ob.c	21,98	1,42	0,16	0,11	22,10	1,48	0,11	0,14
ob.c	22,81	1,49	0,17	0,11	22,31	1,57	0,11	0,15
ob.c	23,01	1,58	0,18	0,12	22,52	1,74	0,13	0,17
ob.c	23,43	1,62-1,95	0,22	0,13-0,17	23,35	1,88	0,14	0,18
ob.c	23,64	2,15	0,25	0,19	23,55	1,96	0,14	0,19
ob.c	24,26	2,53	0,29	0,24	23,76	3,17	-	0,23
ob.c	24,67	2,65	0,31	0,25	24,59	3,31	-	0,25
ob.c	25,71	2,96	0,35	0,30	25,42	3,59	-	0,30
ob.c	25,92	3,29	0,40	0,36	26,04	3,76	-	0,32
ob.c	26,54	3,47	0,42	0,39	26,66	3,85	-	0,34
ob.c	26,75	3,57	0,43	0,41	26,87	3,92	-	0,34
ob.c	27,16	3,85	0,47	0,46	27,28	4,07	-	0,35
ob.c	27,57	4,10	0,50	0,51	27,91	4,25	-	0,36
ob.c	27,78	4,21	0,52	0,52	28,74	4,51	-	0,39
ob.c	28,61	4,85	0,62	0,65	0,96	5,48	-	0,47
ob.c	28,82	5,28	0,69	0,73				
ob.c	0,63	13,76	4,62	4,23				



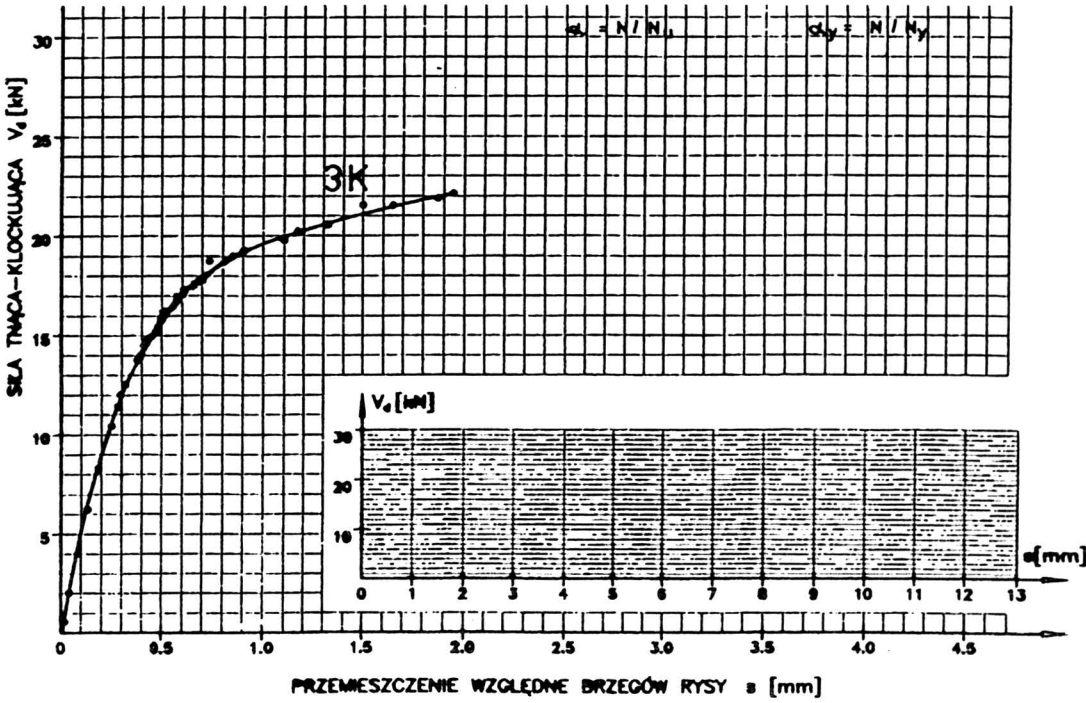
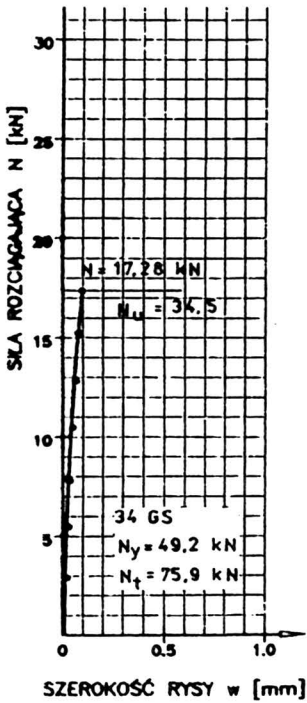
TABLICA 44 POMIERZONE WARTOŚCI POZIOMYCH I PIONOWYCH PRZEMIESZCZEŃ BRZEGÓW RYSY, WYDŁUŻENIA PRÓBK

zbrojenie 1 ϕ 12 34GS
kotwienie: $l_k = 12 \cdot d$
beton $f_{cc} = 36,0$ MPa

SERIA IV. 2



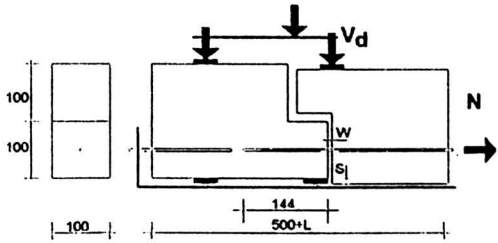
Oznaczenie	3. K a				3. K b			
$\alpha=N/N_u$	0,5				0,5			
Rozciąganie								
Nr	N		w	L	N		w	L
	kN		mm	mm	kN		mm	mm
1	0,83		0,00	0,02				
2	2,95		0,01	0,04				
3	5,46		0,02	0,07				
4	7,72		0,03	0,08				
5	10,32		0,04	0,11				
6	12,70		0,06	0,14				
7	15,14		0,07	0,17				
8	17,28		0,09	0,20				
Ścinanie								
Nr	V _d	s	w(v _d)	δL(v _d)	V _d	s	w(v _d)	δL(v _d)
	kN	mm	mm	mm	kN	mm	mm	mm
9	0,11	0,00	0,00	0,00				
10	0,59	0,02	0,00	0,01				
11	2,12	0,04	0,00	0,02				
12	4,01	0,08	0,01	0,02				
13	6,25	0,13	0,01	0,02				
14	8,24	0,19	0,02	0,02				
15	10,50	0,26	0,03	0,02				
ob.c	10,50	0,26	0,03	0,02				
ob.c	11,51	0,28	0,03	0,02				
ob.c	11,93	0,30	0,03	0,02				
ob.c	12,14	0,31	0,03	0,02				
ob.c	12,55	0,33	0,04	0,03				
ob.c	12,96	0,34	0,04	0,04				
ob.c	13,79	0,38	0,05	0,05				
ob.c	14,00	0,39	0,05	0,05				
ob.c	14,62	0,41	0,05	0,06				
ob.c	14,83	0,43	0,06	0,06				
ob.c	15,25	0,47	0,07	0,07				
ob.c	15,45	0,48	0,07	0,07				
ob.c	15,87	0,49	0,07	0,08				
ob.c	16,28	0,51	0,08	0,09				
ob.c	16,49	0,57	0,09	0,11				
ob.c	16,90	0,58	0,09	0,11				
ob.c	17,32	0,61	0,10	0,12				
ob.c	17,53	0,66	0,11	0,14				
ob.c	17,73	0,71	0,13	0,15				
ob.c	18,85	0,73	0,13	0,16				
ob.c	18,98	0,85	0,16	0,20				
ob.c	19,39	0,90	0,17	0,21				
ob.c	19,81	1,11	0,23	0,27				
ob.c	20,22	1,18	0,24	0,29				
ob.c	20,63	1,33	0,28	0,34				
ob.c	21,46	1,49-1,66	0,37	0,38-0,43				
ob.c	21,88	1,88	0,43	0,49				
ob.c	22,09	1,94	0,45	0,51				



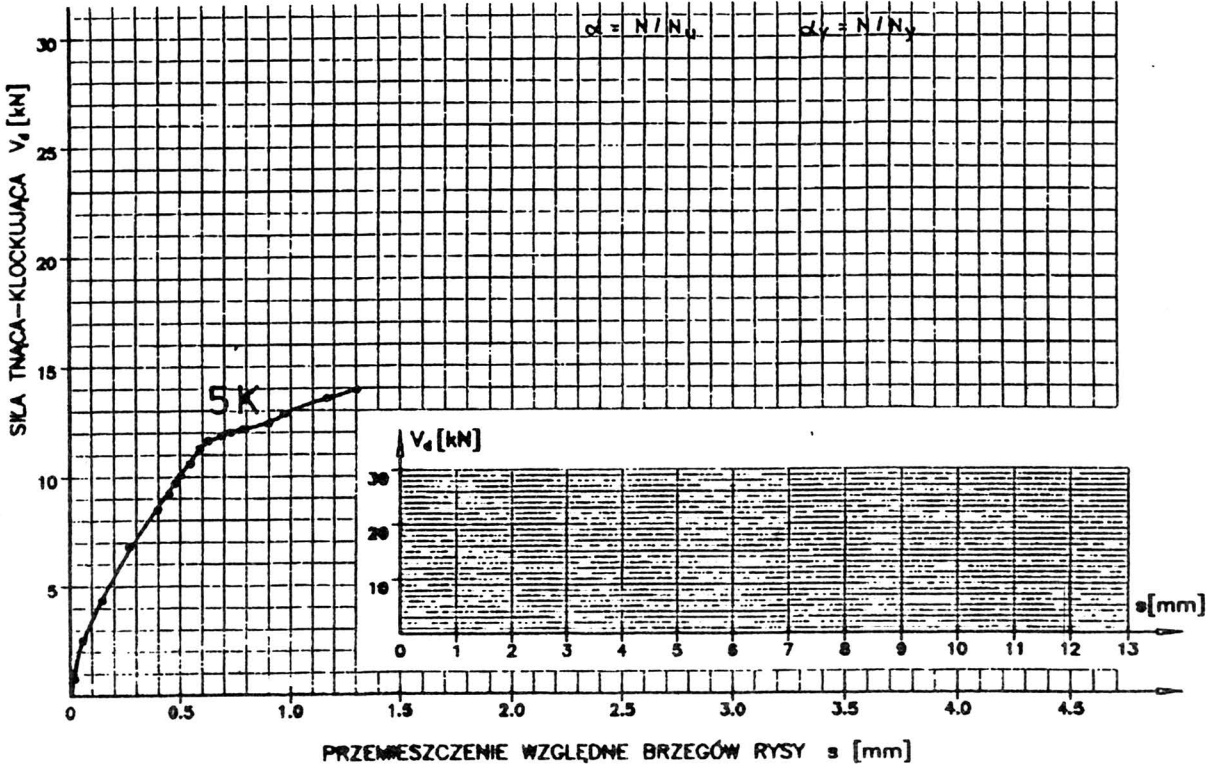
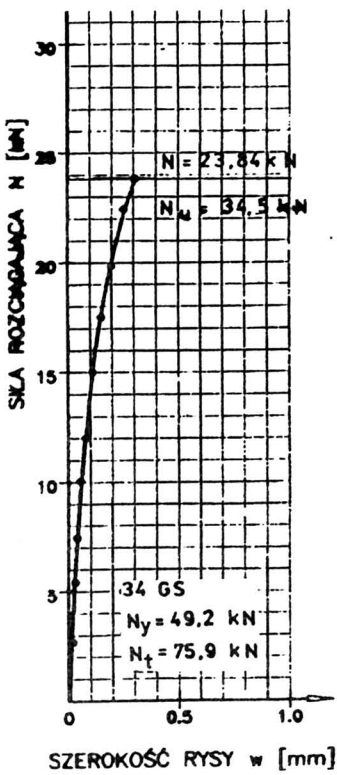
TABLICA 45 POMIARZONE WARTOŚCI POZIOMYCH I PIONOWYCH PRZEMIESZCZEŃ BRZEGÓW RYSY, WYDŁUŻENIA PRÓBK

zbrojenie 1 ϕ 12 34GS
kotwienie: l_k = 12 . d
beton f_{cc} =36,0 MPa

SERIA IV. 2



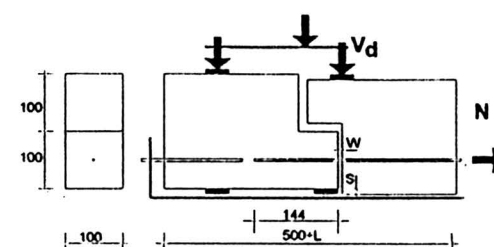
Oznaczenie	5. K a				5. K b			
$\alpha=N/N_u$	0,7				0,7			
Rozciąganie								
Nr	N		w	L	N		w	L
	kN		mm	mm	kN		mm	mm
1	1,00		0,00	-				
2	2,80		0,01	-				
3	5,41		0,02	-				
4	7,55		0,04	-				
5	10,03		0,06	-				
6	12,14		0,08	-				
7	15,09		0,11	-				
8	17,52		0,14	0,02				
9	19,83		0,19	0,07				
10	22,31		0,25	0,14				
11	23,84		0,31	0,20				
Ścinanie								
Nr	V _d	s	w(v _d)	ΔL(v _d)	V _d	s	w(v _d)	ΔL(v _d)
	kN	mm	mm	mm	kN	mm	mm	mm
12	0,11	0,00	0,00	0,00				
13	0,75	0,01	0,01	0,04				
14	2,54	0,05	0,02	0,08				
15	4,30	0,14	0,04	0,11				
16	6,72	0,26	0,07	0,15				
17	8,55	0,40	0,12	0,21				
ob.c	9,17	0,44	0,14	0,23				
ob.c	9,38	0,45	0,14	0,24				
ob.c	9,79	0,47	0,15	0,24				
ob.c	10,00	0,50	0,16	0,25				
ob.c	10,41	0,51	0,16	0,26				
ob.c	10,62	0,55	0,18	0,28				
ob.c	11,24	0,58	0,19	0,29				
ob.c	11,45	0,62	0,21	0,31				
ob.c	11,66	0,69	0,24	0,34				
ob.c	11,86	0,72	0,25	0,36				
ob.c	12,07	0,78	0,29	0,30				
ob.c	12,48	0,90	0,32	0,43				
ob.c	12,69	0,97	0,38	0,49				
ob.c	13,31	1,00	0,39	0,51				
ob.c	13,52	1,17	0,48	0,61				
ob.c	13,94	1,30	0,55	0,69				



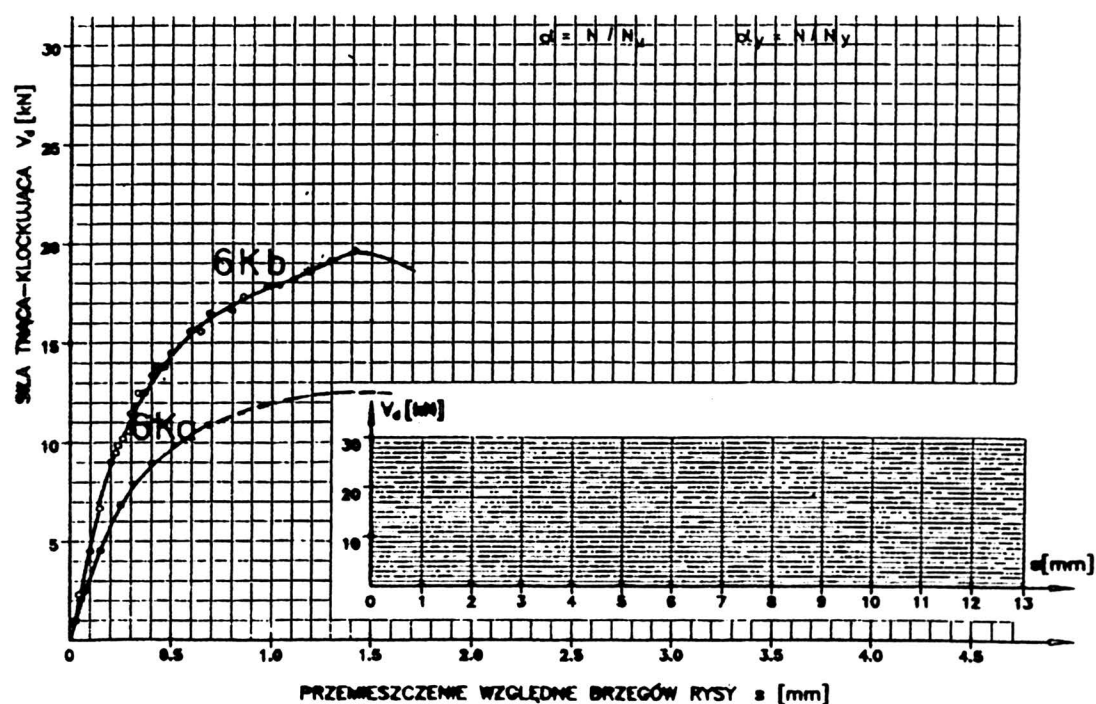
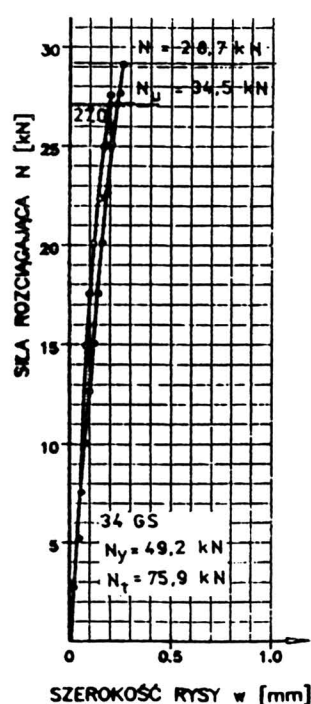
TABLICA 46 POMIERZONE WARTOŚCI POZIOMYCH I PIONOWYCH PRZEMIESZCZEŃ BRZEGÓW RYSY, WYDŁUŻENIA PRÓBK

zbrojenie 1 ϕ 12 34GS
kotwienie: $l_k = 12 \cdot d$
beton $f_{cc} = 36,0$ MPa

SERIA IV. 2



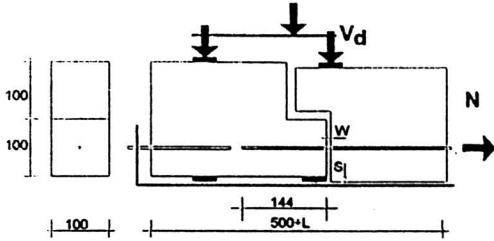
Oznaczenie	6. K a				6. K b			
$\alpha=N/N_u$	0,8				0,8			
Rozciąganie								
Nr	N		w	L	N		w	L
	kN		mm	mm	kN		mm	mm
1	0,91		0,01	0,00	0,93		0,00	0,00
2	2,78		0,02	0,01	2,71		0,03	0,04
3	5,24		0,04	0,03	5,38		0,04	0,07
4	7,55		0,05	0,05	7,57		0,05	0,09
5	10,08		0,07	0,06	10,03		0,06	0,12
6	12,61		0,09	0,09	12,51		0,07	0,15
7	15,04		0,11	0,11	14,87		0,08	0,18
8	17,42		0,13	0,13	17,52		0,10	0,22
9	19,93		0,15	0,16	19,93		0,12	0,26
10	22,41		0,17	0,18	22,38		0,15	0,30
11	24,82		0,20	0,22	24,96		0,17	0,34
12	27,61		0,24	0,28	27,47		0,20	0,39
13	29,10		0,26	0,31	27,05			
	28,70							
Ścinanie								
Nr	V _d	s	w(v _d)	δL(v _d)	V _d	s	w(v _d)	δL(v _d)
	kN	mm	mm	mm	kN	mm	mm	mm
14	0,11	0,00	0,00	0,00	0,11	0,00	0,00	0,00
15	1,04	0,02	0,00	0,00	1,25	0,02	0,00	0,00
16	2,49	0,07	0,00	0,00	2,43	0,05	0,00	0,01
17	4,59	0,15	0,01	0,00	4,73	0,10	0,01	0,02
18	6,78	0,26	0,01	0,01	6,76	0,15	0,01	0,03
19	8,80	0,39	0,03	0,02	9,04	0,21	0,03	0,05
20	10,79	0,68	0,08	0,07	9,65	0,23	0,03	0,06
21	12,86	brak pomiarów gwałtowny przyrost odksz. i zniszczenie			9,85	0,24	0,03	0,06
					10,27	0,27	0,04	0,06
					10,68	0,29	0,04	0,07
					11,51	0,30	0,05	0,08
					11,93	0,32	0,05	0,08
					12,13	0,33	0,05	0,08
					12,55	0,35-0,38	0,07	0,09
					13,38	0,42	0,08	0,11
					13,79	0,44-0,47	0,09	0,12
					14,62	0,51	0,11	0,14
					15,45	0,61-0,66	0,14-0,16	0,17-0,19
					16,28	0,70-0,81	0,17-0,21	0,24
					17,31	0,88	0,23	0,27
					17,73	0,99-1,06	0,30	0,33
					17,94	1,13	0,33	0,35
					18,56	1,20	0,35	0,38
					18,97	1,30	0,39	0,41
					19,59	1,43	0,43	0,46
					3,43	4,26	4,01	8,00



Próbka 6K_b - długość kotwienia pręta 200 mm - przemieszczenie pręta przy wibrowaniu betonu

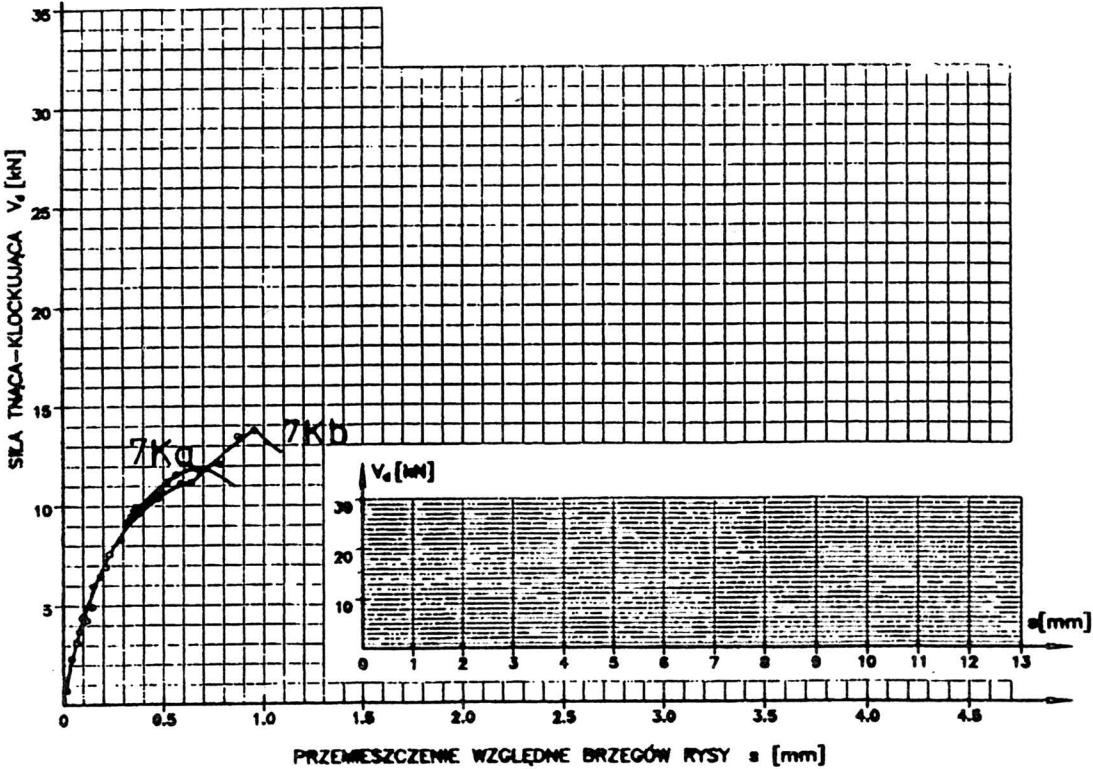
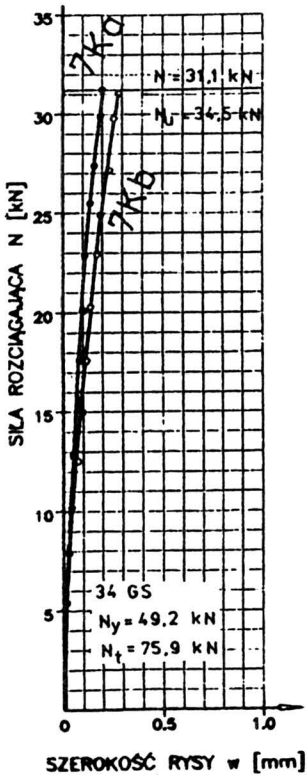
TABLICA 47 POMIERZONE WARTOŚCI POZIOMYCH I PIONOWYCH PRZEMIESZCZEŃ BRZGÓW RYSY, WYDŁUŻENIA PRÓBK

zbrojenie 1 ϕ 12 34GS
kotwienie : l_k = 12 · d
beton f_{cc} =36,0 MPa



SERIA IV. 2

Oznaczenie	7. K a				7. K b			
$\alpha=N/N_u$	0,9				0,9			
Rozciąganie								
Nr	N		w	L	N		w	L
	kN		mm	mm	kN		mm	mm
1	2,08		0,00	0,00	0,86		0,00	0,00
2	3,02		0,01	0,01	2,56		0,01	0,00
3	5,43		0,02	0,01	5,04		0,02	0,02
4	7,93		0,03	0,01	7,47		0,04	0,03
5	10,73		0,04	0,01	9,91		0,05	0,04
6	12,80		0,05	0,01	12,63		0,08	0,06
7	15,28		0,07	0,04	15,06		0,10	0,06
8	17,64		0,09	0,09	17,47		0,12	0,07
9	20,07		0,10	0,14	20,24		0,15	0,08
10	22,87		0,13	0,20	22,70		0,18	0,10
11	25,37		0,15	0,25	24,74		0,20	0,12
12	27,34		0,17	0,32	27,15		0,24	0,15
13	29,78		0,20	0,41	29,78		0,27	0,18
14	31,14		0,21	0,46	30,90		0,29	0,19
					31,04			
Ścinanie								
Nr	V _d	s	w(v _d)	δL(v _d)	V _d	s	w(v _d)	δL(v _d)
	kN	mm	mm	mm	kN	mm	mm	mm
15	0,11	0,00	0,00	0,00	0,11	0,00	0,00	0,00
16	0,86	0,02	0,00	0,00	0,86	0,01	0,00	0,01
17	2,45	0,05	0,00	0,00	2,16	0,06	0,01	0,03
18	4,46	0,10	0,01	0,00	2,51	0,06	0,01	0,03
19	6,70	0,19	0,03	0,00	3,14	0,07	0,01	0,04
20	8,57	0,30	0,06	0,01	3,76	0,09	0,01	0,05
ob.c	9,23	0,32	0,07	0,01	4,38	0,11	0,01	0,05
ob.c	9,65	0,34	0,07	0,01	4,59	0,12	0,02	0,06
ob.c	9,85	0,36	0,08	0,02	5,00	0,14	0,02	0,07
ob.c	10,06	0,37-0,42	0,10	0,12	6,04	0,16	0,02	0,08
ob.c	10,47	0,45	0,11	0,14	6,66	0,19	0,03	0,08
ob.c	10,89	0,49	0,13	0,15	7,07	0,23	0,04	0,09
ob.c	11,30	0,53	0,14	0,17	7,49	0,25	0,04	0,10
ob.c	11,72	0,57	0,16	0,18	8,32	0,26-0,29	0,06	0,12
ob.c	11,93	0,67	0,22	0,23	8,53	0,31	0,06	0,12
ob.c					9,35	0,32	0,06	0,13
ob.c					9,56	0,36	0,08	0,14
ob.c					9,77	0,37-0,41	0,10	0,17
ob.c					10,18	0,42	0,10	0,18
ob.c					10,60	0,49	0,13	0,21
ob.c					11,22	0,59-0,65	0,20	0,28
ob.c					12,26	0,80	0,27	0,36
ob.c					13,50	0,88	0,30	0,39
ob.c					13,92	0,95	0,34	0,43



Poprzednio wydane zeszyty:

1. Czkwianianc A., Kamińska M., *Badania monolitycznych węzłów żelbetowych ram portalowych*, Ulańska D., *Badania jednoprzęsłowych tarcz ze wspornikami*. 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*. 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 przebiecie w aspekcie proporcji boków słupa*. Badania doświadczalne elementów i konstrukcji żelbetowych, Z. 3, Wydawnictwo Katedry Budownictwa Betonowego Wydziału Budownictwa, Architektury i Inżynierii Środowiska Politechniki Łódzkiej, Łódź 1993