



Fundusze
Europejskie
Program Regionalny



Pomorze
Zachodnie

Unia Europejska
Europejskie Fundusze
Strukturalne i Inwestycyjne



Załącznik nr 2

do projektu pn. „Badania przemysłowe i prace rozwojowe nad opracowaniem innowacyjnych konstrukcji wsporczych dla urządzeń drogowych spełniających wysokie standardy w zakresie bezpieczeństwa biernego słupów oświetleniowych i sygnalizacyjnych.”

Mierzyn, 2021

Raport z badań poligonowych słupów bezpiecznych z kategorii
NE, LE oraz HE

Spis treści:

1. WSTĘP	4
2. METODOLOGIA	5
2.1 STANOWISKO BADAWCZE	5
2.2 PRZYRZĄDY POMIAROWE	6
2.3 SCHEMAT DZIAŁANIA SIŁ	7
3. WYNIKI I PODSUMOWANIE	9
4. DOMUMENTACJA ZDJĘCIOWA	16

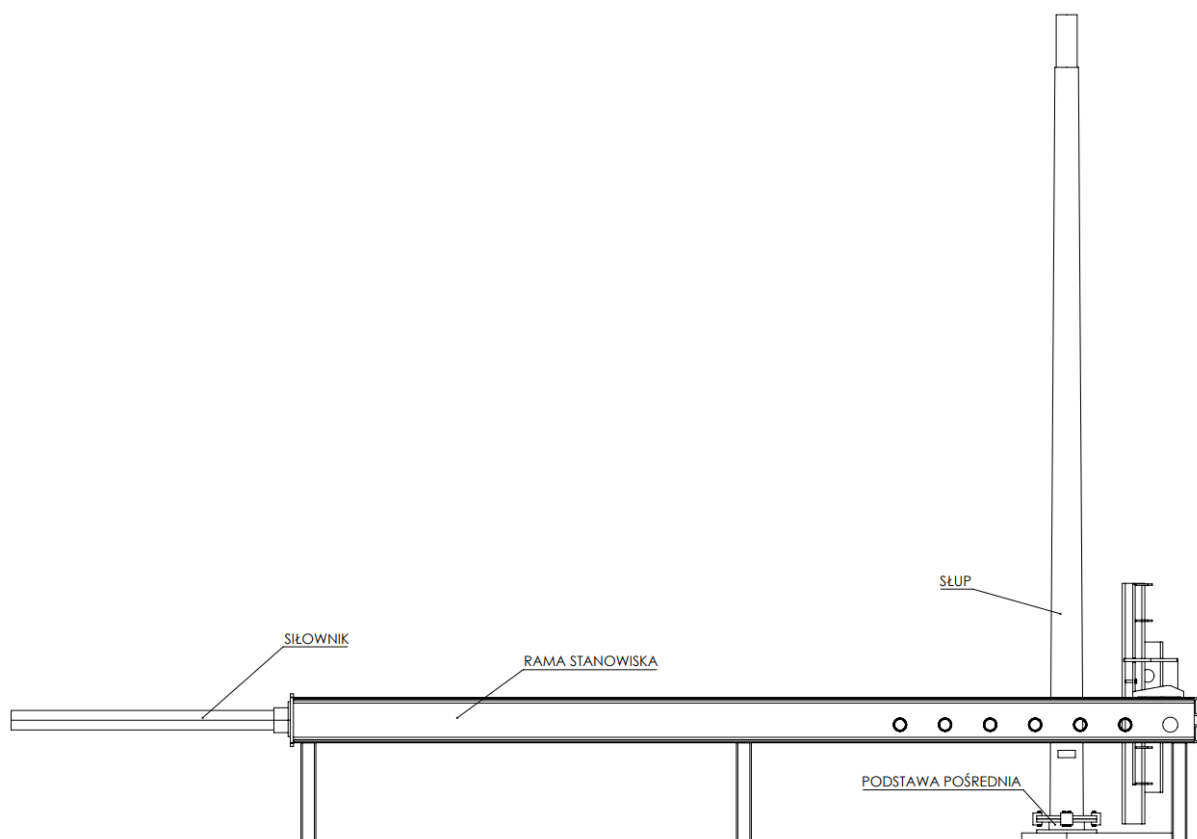
1. WSTĘP

Celem przeprowadzonych na terenie firmy MABO badań było zbadanie zakresu deformacji słupa na zadanej wysokości, rejestrując przy tym siły wywołujące wspomniane plastyczne odkształcenia geometrii badanych słupów. Badanie miało na celu sprawdzenie i potwierdzenie opracowanych koncepcji słupów bezpiecznych, pod kątem poprawnej, kontrolowanej reakcji na zadane obciążenie.

Do realizacji badań wykorzystano stanowisko badawcze do symulacji warunków kolizji, którego koncepcje przygotowali pracownicy Zachodniopomorskiego Uniwersytetu Technologicznego, oraz które zostało zbudowane przez MABO. Stanowisko charakteryzuje się konstrukcją umożliwiającą przeprowadzenie wstępnej analizy zachowania zaprojektowanych konstrukcji urządzeń wsporczych w momencie kolizji z pojazdem w warunkach laboratoryjnych. Stanowisko to składa się z części generującej siłę o równowartości uderzenia pojazdu w konstrukcję. Siła ta jest generowana dzięki zastosowaniu siłownika o odpowiednich parametrach.

2. METODOLOGIA

2.1 STANOWISKO BADAWCZE

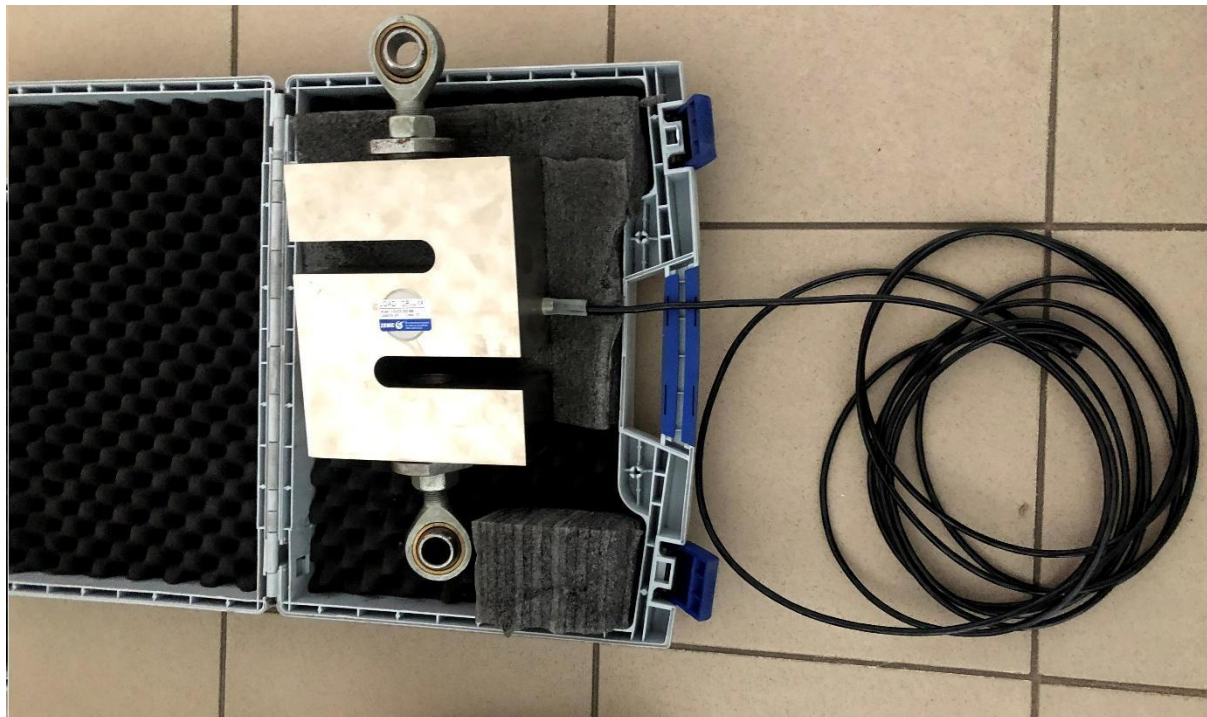




Rysunek 1. Stanowisko badawcze do badania słupów

2.2 PRZYRZĄDY POMIAROWE

Siłomierz tensometryczny 20t z wyświetlaczem Axis



Rysunek 2. Siłomierz tensometryczny 20t



Rysunek 3. Wyświetlacz siłomierza tensometrycznego

Liniał wraz ze wskazówką

Liniał z dokładnością do 1 mm zamieszczony jest na stanowisku pomiarowym. Wskazówka umieszczona jest na tłoczysku siłownika.

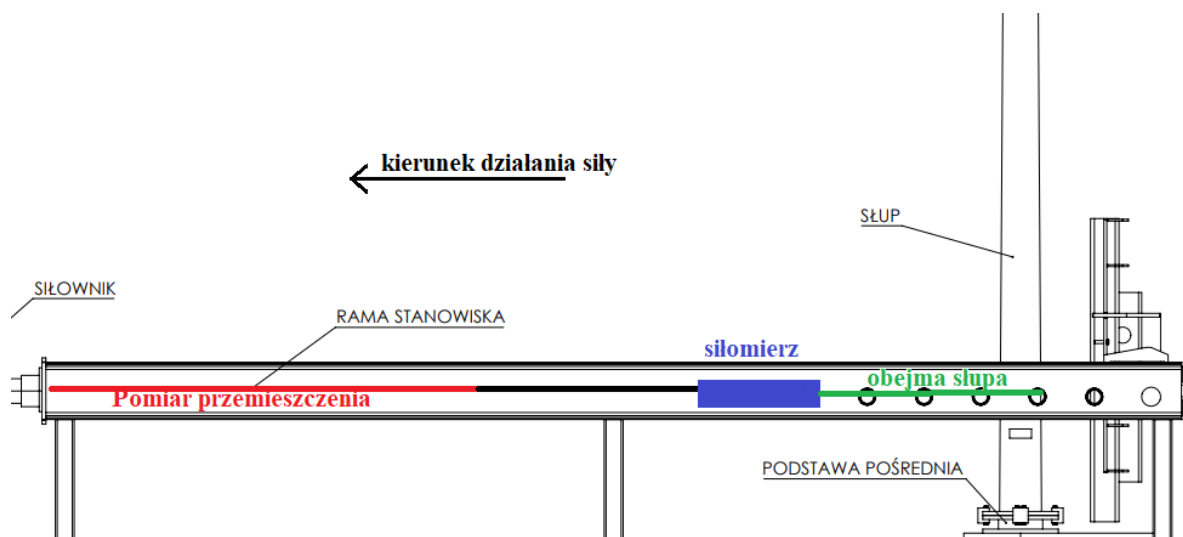


Rysunek 4. Wskazówka wraz z liniałem

2.3 SCHEMAT DZIAŁANIA SIŁ

Badania słupów bezpiecznych z grup HE, LE oraz NE zostało przeprowadzone na zbudowanym do tego celu stanowisku badawczym, pokazanym na rysunku 5.

W celu badania wykorzystano dwustronny siłownik mający za zadanie generowanie siły zastępującej siłę powstającą w momencie zderzenia pojazdu ze słupem przy ściśle określonych przez normę PN EN 12767 prędkościach (tabela 1).



Rysunek 5. Schemat obciążania słupa bezpiecznego

Do końcówki tłoczyska doczepiony został siłomierz tensometryczny o zakresie obciążenia do 20t. Drugi koniec siłomierza połączony został z obejmą, która bezpośrednio wywierała zadaną siłę na konstrukcję wsporczą słupa bezpiecznego.

Konstrukcja wsporcza stanowiska została zaprojektowana tak, aby wytrzymać skrajne naprężenia powstałe przy badaniu. Maksymalna siłą, którą można wywołać na stanowisku biorąc pod uwagę konstrukcję, to 25 ton.

Tabela 1. Zestawienie prędkości według normy PN EN 12767

Prędkość przy zderzeniu v_i , km/h	50	70	100
	Prędkość końcowa v_e km/h		
HE	$v_e = 0$	$0 \leq v_e \leq 5$	$0 \leq v_e \leq 50$
LE	$0 < v_e \leq 5$	$5 < v_e \leq 30$	$50 < v_e \leq 70$
NE	$5 < v_e \leq 50$	$30 < v_e \leq 70$	$70 < v_e \leq 100$

Powyższa tabela przedstawia zestawienie prędkości, które charakteryzują zjawisko zderzenia pojazdu ze słupami bezpiecznymi z każdego typu. W poniższej tabeli przyporządkowano do prędkości, takie wielkości jak:

- Wgniecenia pojazdu
- Maksymalna siła przy uderzeniu
- Czas zniszczenia
- Całkowita pochłonięta energia

Tabela 2. Wartości odpowiednio: wgniecenia pojazdu, maksymalnej siły przy uderzeniu, czasu zniszczenia, całkowitej pochłoniętej energii

Impact velocity (km/h)	car intrusion (mm)	max impact force (kN)	failure time (ms)	total energy Absorbing (kJ)
30	475	116.5	52.3	27.9
50	502	144.7	33.6	35.1
70	541	169.9	25.1	54.4

Znając ogólne założenia co do prędkości początkowej oraz zakładanej prędkości pojazdu po kolizji, stworzono założenia, które pozwolą ocenić, czy dana konstrukcja słupa spełnia warunki słupa bezpiecznego. W poniższej tabeli przedstawiono zestawienie najważniejszych parametrów potrzebnych do wyliczenia oczekiwanej wartości ugięcia słupa w miejscu kolizji. Wartość ta powstała w wyniku pomnożenia ze sobą Intruzji oraz współczynnika K zależnego od wartości takich jak:

- Prędkość przy zderzeniu
- Minimalna prędkość końcowa pojazdu – prędkość pojazdu po kolizji w momencie, gdy warunki zderzenia powodują maksymalne przekazanie energii pojazdu na słup.
- Maksymalna prędkość końcowa pojazdu - prędkość pojazdu po kolizji w momencie, gdy warunki zderzenia powodują minimalne, lecz leżące w dopuszczanym zakresie przekazanie energii pojazdu na słup.
- Stopień pochłonięcia energii kolizji bezpośrednio przez słup – ze względu na to, że strata przekazana przez pojazd energia nie jest absorbowana tylko i wyłącznie przez słup, a rozchodzi się również na inne elementy, stopień pochłonięcia energii musi być zawsze mniejszy od 100%

W poniższej tabeli przedstawiono parametry mające wpływ na oczekiwaną wartość pierwszego ugięcia słupa w miejscu kolizji. Można przyjąć, że w momencie gdy badany słup pod wpływem działania siły ugnie się zgodnie z założeniami to spełnia on warunki słupa bezpiecznego i kwalifikuje się do prowadzenia dalszych prac.

Tabela 3. Założenia do badań zasadniczych

Rodzaj słupa	Prędkość przy zderzeniu	Intruzja	Prędkość końcowa min	Prędkość końcowa max	Energia pochłonięta przez słup [%]	Oczekiwane pierwsze ugięcie słupa [mm]
HE	50	502	0	0	80	359.7 - 179.85
	70	541	0	5	80	
	100	599.5	0	50	80	

LE	50	502	0	5	40	152.45 - 94.50
	70	541	5	30	40	
	100	599.5	50	70	40	
NE	50	502	5	50	5	41.2 - 0
	70	541	30	70	5	
	100	599.5	70	100	5	

3. WYNIKI I PODSUMOWANIE

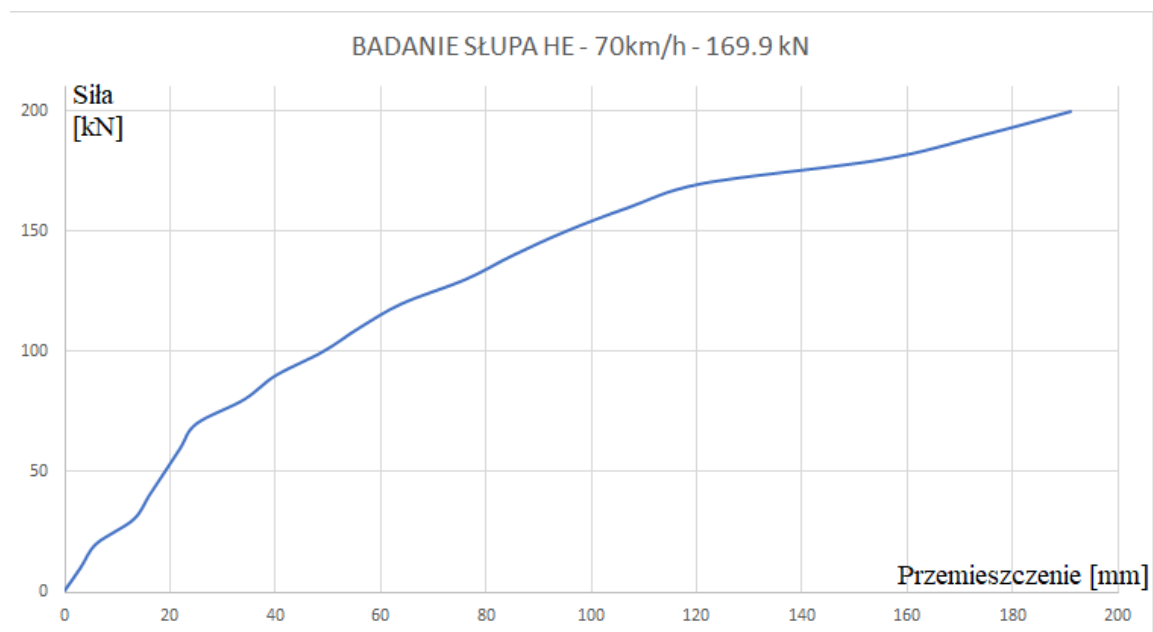
W pierwszej kolejności badaniu został poddany słup bezpieczny typu HE. Poniższy rysunek przedstawia widok słupa przed i po obciążeniu siłą 169,9 kN. Na słupie widnieje widoczne zgięcie w miejscu przyłożenia siły.



Rysunek 6. Słup bezpieczny typu HE przed i po badaniu

Tabela 4. Wyniki pomiarów słupa HE

BADANIE SŁUPA HE - 70km/h - 169.9 kN				
LP.	Siła [kN]	Odczyt z liniału [mm]	Przemieszczenie [mm]	Uwagi
1	0.5	775	0	
2	10	772	3	
3	20	769	6	
4	30	762	13	
5	40	759	16	
6	50	756	19	
7	60	753	22	
8	70	750	25	
9	80	741	34	
10	90	735	40	
11	100	726	49	Zaobserwowano pierwsze zgięcie konstrukcji
12	110	719	56	
13	120	711	64	
14	130	699	76	
15	140	690	85	
16	150	680	95	
17	160	668	107	
18	170	654	121	
19	180	620	155	
20	190	601	174	
21	200	584	191	Przerwano badanie, przekroczono zakres siłomierza



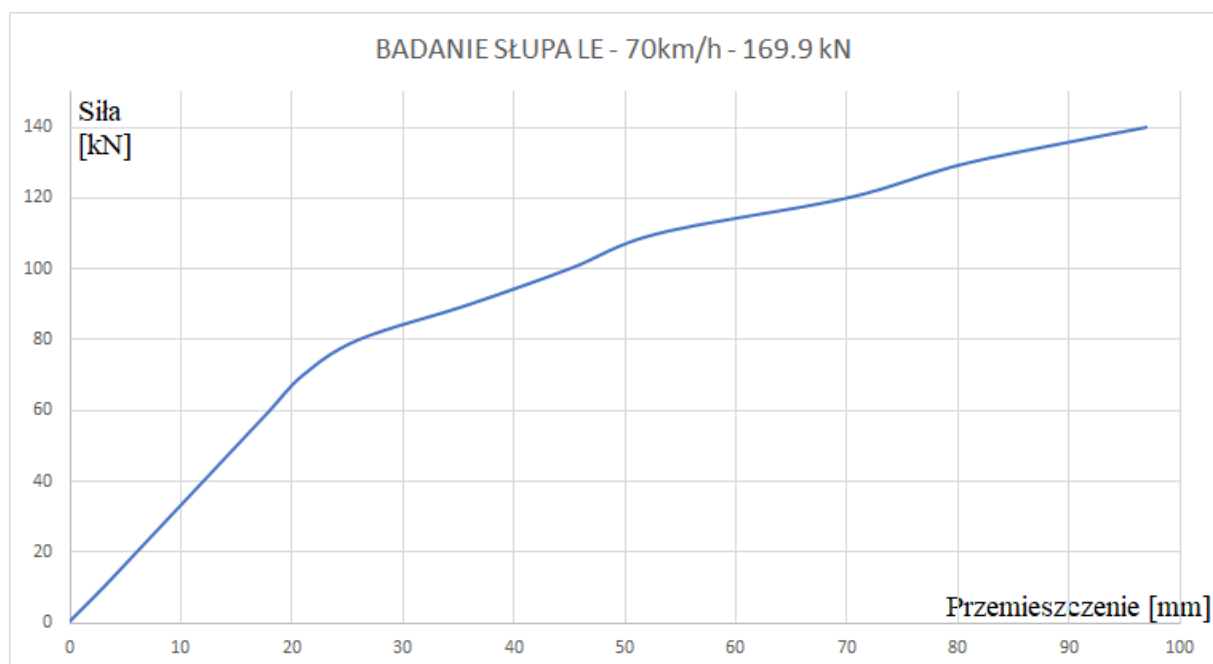


Rysunek 7. Słup bezpieczny typu LE przed i po badaniu

Tabela 5. Wyniki pomiarów słupa LE.

BADANIE SŁUPA LE - 70km/h - 169.9 kN				
LP.	Siła [kN]	Odczyt z liniału [mm]	Przemieszczenie [mm]	Uwagi
1	0.5	771	0	
2	10	768	3	

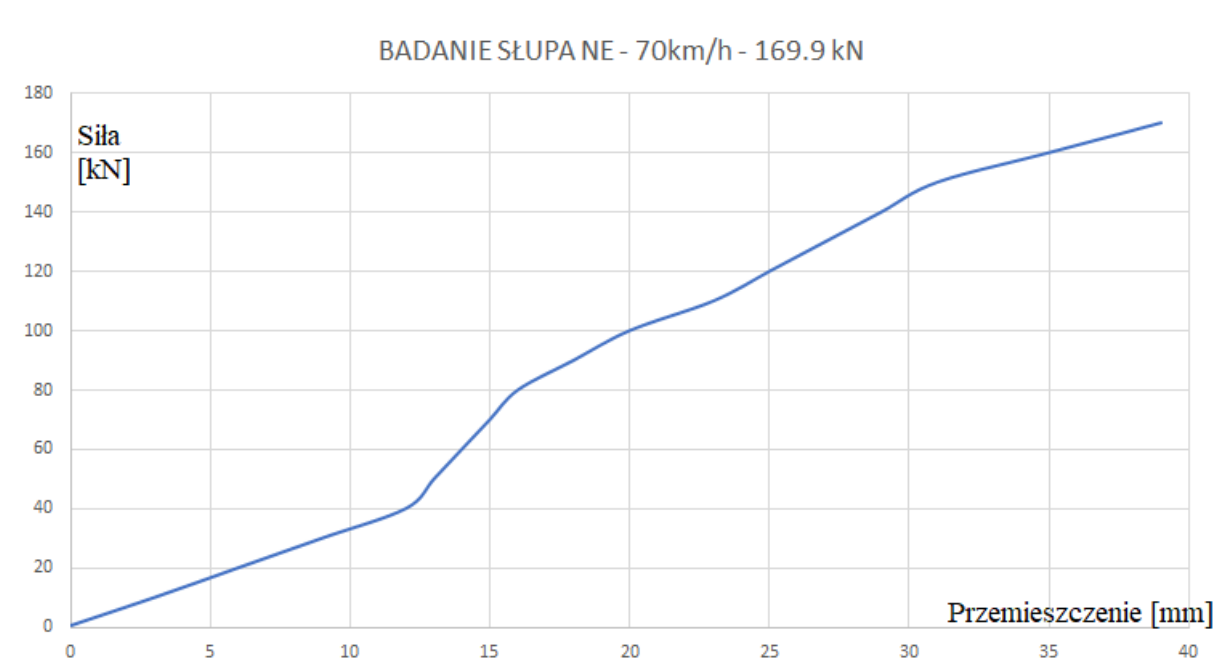
3	20	765	6	
4	30	762	9	
5	40	759	12	
6	50	756	15	
7	60	753	18	
8	70	750	21	Zaobserwowano pierwsze zgięcie konstrukcji
9	80	745	26	
10	90	735	36	
11	100	726	45	
12	110	718	53	
13	120	701	70	
14	130	690	81	
15	140	674	97	Zerwanie się bezpieczników
16				
17				
18				
19				
20				





Rysunek 8. Słup bezpieczny typu LE przed i po badaniu

BADANIE SŁUPA NE - 70km/h - 169.9 kN				
LP.	Siła [kN]	Odczyt z liniału [mm]	Przemieszczenie [mm]	Uwagi
1	0.5	771	0	
2	10	768	3	
3	20	765	6	
4	30	762	9	
5	40	759	12	
6	50	756	15	
7	60	754	17	
8	70	753	18	
9	80	752	19	
10	90	751	20	
11	100	750	21	
12	110	748	23	
13	120	746	25	
14	130	744	27	
15	140	740	31	
16	150	737	34	
17	160	734	37	
18	170	732	39	Zerwanie się bezpieczników
19	180			
20	190			
21	200			



Wnioski:

Przeprowadzone badania pozwoliły na weryfikację konstrukcji bezpiecznych słupów oświetleniowych typu HE, LE oraz NE pod kątem wymagań projektowych. Badania potwierdzają przeprowadzone wcześniej symulacje wytrzymałościowe przeprowadzone metoda elementów skończonych MES.

Każdy z badanych słupów charakteryzuje się odkształceniem w miejscu kolizji zgodnym z założeniami, wyniki prezentują się następująco:

- Słup HE – wartość odkształcenia 191 mm – siła 200 kN
- Słup LE – wartość odkształcenia 97 mm – siła 140 kN
- Słup NE – wartość odkształcenia 39 mm – siła 170 kN

Otrzymane wartości ugięcia słupów w miejscu kolizji mieszczą się w zakładanym zakresie co sprawia, że spełniają one jednocześnie wymagania normy PN EN 12767:2003 i kwalifikują się do dalszych badań prowadzonych w ramach niniejszego projektu

4. DOMUMENTACJA ZDJĘCIOWA







