



Politechnika Wroclawska

Instytut Inżynierii Lądowej

Na prawach rękopisu
Do użytku służbowego

Badania i ocena wzmocnienia konstrukcji nawierzchni ulicy Radosnej we Wrocławiu

Raport serii U 74 /2011

Antoni Szydło
Piotr Mackiewicz

Słowa kluczowe: inwentaryzacja nawierzchni,
badania ugięć

Opracowano na zlecenie:
Starostwa Powiatowego we Wrocławiu
Ul. Kościuszki 131
50-440 Wrocław

Nr zlecenia 620004

Wrocław, czerwiec 2011 r.

Wybrzeże
St. Wyspiańskiego 27
50-370 Wrocław

T/F : + 48 71 328 18 89
T : + 48 71 320 23 54

www.iil.pwr.wroc.pl
iil@pwr.wroc.pl

1. Podstawa opracowania

Opracowanie wykonano na zlecenie Starostwa Powiatowego we Wrocławiu. Zleceniodawca dostarczył dokumentację projektową do przebudowy ulicy Radosnej w km 0+300 do 1+200.

2. Cel i zakres opracowania

Celem niniejszego raportu jest opracowanie koncepcji zamiennej technologii modernizacji konstrukcji nawierzchni ulicy Radosnej we Wrocławiu od ulicy Chabrowej do obiektu nad autostradą A4.

Opracowanie obejmuje swoim zakresem:

- inwentaryzację warstw konstrukcyjnych nawierzchni,
- pomiary ugięć nawierzchni wraz z analizą nośności i wzmocnieniem,
- opis rozwiązania podstawowego,
- koncepcję zamienną konstrukcji nawierzchni.

3. Opis istniejącej nawierzchni

Przeprowadzona wizja lokalna nawierzchni wykazała, że przedmiotowa ulica ma szerokość 6 m i nawierzchnię z mieszanki mineralno-asfaltowej mocno zdegradowanej. Na nawierzchni widoczne są liczne wykruszenia mieszanki mineralno-asfaltowej oraz spękania poprzeczne i podłużne jako efekt przekopiwania się szczelin poprzecznych i podłużnych z podbudowy betonowej. Dokumentację fotograficzną z wizji lokalnej zamieszczono w załączniku nr 1.

4. Inwentaryzacja warstw nawierzchni

Przedmiotowa konstrukcja nawierzchni składa się z następujących warstw:

- mieszanka mineralno-asfaltowa, grubości 10 – 12 cm,
- płyty betonowe, grubości 18 – 20 cm,
- pospółka z kruszywem łamanym, grubości 15-20 cm.

5. Rozwiązanie projektowe

Projekt przewiduje usunięcie istniejącej konstrukcji nawierzchni w to miejsce wbudowanie nowych warstw konstrukcji dla ruchu KR3. Przy czym nowa jezdnia ma mieć szerokość 7 m oraz przekrój uliczny z krawężnikami i z kanalizacją burzową. Kolektor burzowy zlokalizowany jest odcinkami jednostronnie. Odprowadzenie wody z kolektora przewidziane jest do rowów. Konstrukcja nawierzchni składa się z 18 cm warstw z mieszanek mineralno-asfaltowych, 20 cm podbudowy z kruszywa stabilizowanego mechanicznie i warstwy stabilizowanej cementem, wzmacniającej podłoże. Prawie na całym odcinku przekrój jest uliczny z obustronnymi krawężnikami. Natomiast po wschodniej stronie (prawej stronie w kierunku Wrocławia) występuje rów drogowy. Kolektor burzowy zlokalizowany jest po drugiej stronie ulicy.

6. Pomiary ugięć nawierzchni

Na istniejącej nawierzchni wykonano pomiary ugięć za pomocą ugięciomierza typu FWD (Falling Weight Deflectometer). Jest to urządzenie wywołujące impuls siłowy za pomocą spadającego ciężaru na płytę pomiarową (poprzez specjalnie zaprojektowany układ

sprężyn). Płyta pomiarowa o średnicy 0,3 m. spoczywa na nawierzchni. Impuls obciążenia trwa 25 – 20 milisekund. Podczas impulsu mierzone są przemieszczenia nawierzchni w osi obciążenia oraz w dowolnych odległościach od osi obciążenia (max do 1,8 m.). Zbiór takich przemieszczeń wyznaczony na danym stanowisku pomiarowym tworzy tzw. „czaszę przemieszczeń”.

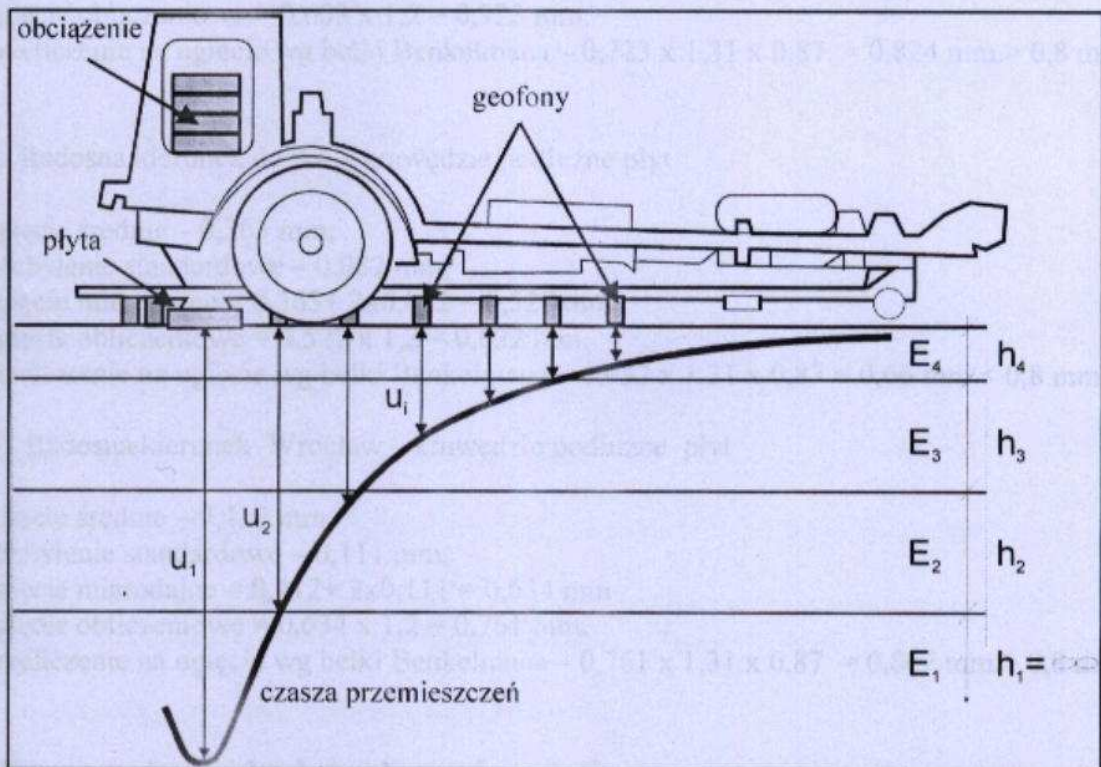
Podczas badań nawierzchni wartość maksymalnej siły przekazywanej na nawierzchnię wynosiła około 57,5 kN, nacisk jednostkowy wynosił około 0,813 MPa. Przemieszczenia mierzono w następujących odległościach od osi obciążenia: $d_1 = 0,0$; $d_2 = 0,2$; $d_3 = 0,3$; $d_4 = 0,45$; $d_5 = 0,6$; $d_6 = 0,9$; $d_7 = 1,2$; $d_8 = 1,5$; $d_9 = 1,8$ m.

Celem pomiarów ugięć było:

- ocena nośności istniejącej nawierzchni,
- ocena warunków współpracy na krawędziach poprzecznych,
- ocena nośności na krawędziach podłużnych.

Na rys. 1 pokazano schemat pomiaru ugięć za pomocą ugięciomierza typu FWD.

W załączniku 2 zamieszczono szczegółowe wyniki badań.



Rys. 1. Schemat pomiaru ugięć za pomocą FWD

7. Ocena ugięcia miarodajnego i obliczeniowego

Na podstawie przeprowadzonych ugięć obliczono ugięcie miarodajne zgodnie z [3], które to ugięcie wykorzystano do oceny nośności i trwałości zmęczeniowej.

Poniżej zestawiono otrzymane wartości:

Dopuszczalne ugięcie dla kategorii ruchu KR3 wynosi $-0,8$ mm.

UL. Radosna kierunek do A4 – środki płyt

- ugięcie średnie $-0,252$ mm,
- odchylenie standardowe $-0,070$ mm,
- ugięcie miarodajne $= 0,252 + 2 \times 0,070 = 0,392$ mm
- ugięcie obliczeniowe $= 0,392 \times 1,2 = 0,470$ mm.
- przeliczenie na ugięcie wg belki Benkelmana $-0,470 \times 1,31 \times 0,87 = 0,53$ mm. $< 0,8$ mm.

UL. Radosna kierunek Wrocław – środki płyt

- ugięcie średnie $-0,307$ mm,
- odchylenie standardowe $-0,148$ mm,
- ugięcie miarodajne $= 0,307 + 2 \times 0,148 = 0,603$ mm
- ugięcie obliczeniowe $= 0,603 \times 1,2 = 0,723$ mm.
- przeliczenie na ugięcie wg belki Benkelmana $-0,723 \times 1,31 \times 0,87 = 0,824$ mm. $> 0,8$ mm.

UL. Radosna kierunek do A4 – krawędzie podłużne płyt

- ugięcie średnie $-0,363$ mm,
- odchylenie standardowe $-0,082$ mm,
- ugięcie miarodajne $= 0,363 + 2 \times 0,082 = 0,527$ mm
- ugięcie obliczeniowe $= 0,527 \times 1,2 = 0,632$ mm.
- przeliczenie na ugięcie wg belki Benkelmana $-0,632 \times 1,31 \times 0,87 = 0,66$ mm. $< 0,8$ mm.

UL. Radosna kierunek Wrocław – krawędzie podłużne płyt

- ugięcie średnie $-0,412$ mm,
- odchylenie standardowe $-0,111$ mm,
- ugięcie miarodajne $= 0,412 + 2 \times 0,111 = 0,634$ mm
- ugięcie obliczeniowe $= 0,634 \times 1,2 = 0,761$ mm.
- przeliczenie na ugięcie wg belki Benkelmana $-0,761 \times 1,31 \times 0,87 = 0,867$ mm. $> 0,8$ mm.

8. Ocena nośności badanych nawierzchni

Na podstawie wyników zestawionych w p.7 oceniono nośność konstrukcji nawierzchni badanej ulicy.

Analizę nośności zestawiono poniżej:

UL. Radosna kierunek do A4

Badania przeprowadzono obciążeniem symulującym obciążenie osi 100 kN. Największe ugięcie obliczeniowe wynosi 0,66 mm na krawędziach podłużnych płyt i jest mniejsze od dopuszczalnego dla kategorii ruchu KR3 równego 0,8 mm.

Ul. Radosna kierunek do Wrocławia

Badania przeprowadzono obciążeniem symulującym obciążenie osi 100 kN. Największe ugięcie obliczeniowe wynosi 0,867 mm i jest większe od dopuszczalnego dla kategorii ruchu KR3 równego 0,8 mm.

Wniosek: Badaną nawierzchnię należy wzmocnić ze względu na krawędzie podłużne płyt.

9. Ocena warunków współpracy na krawędziach poprzecznych

W celu oceny warunków współpracy krawędzi poprzecznych płyt wykonano pomiary ugięć na krawędziach poprzecznych i określono współczynnik współpracy sąsiednich płyt.

Wyniki zestawiono poniżej. Pełne wyniki badań zestawiono w załączniku 2.

Ul. Radosna kierunek do A4

Współczynnik współpracy waha się w przedziale: 0,81 do 1,0.

Oznacza to, że jest pełna współpraca płyt na krawędziach.

Ul. Radosna kierunek do Wrocławia

Współczynnik współpracy waha się w przedziale: 0,93 do 1,0.

Oznacza to, że jest pełna współpraca płyt na krawędziach.

10. Obliczenie wzmocnienia nawierzchni

Wykorzystując oszacowane ugięcia miarodajne obliczono grubości wzmocnień

Zgodnie z [3] przedmiotową nawierzchnię dla przeniesienia prognozowanego ruchu należy wzmocnić co najmniej 10 cm warstwą z mieszanki mineralno-asfaltowej.

11. Technologia wzmocnienia nawierzchni

W związku z tym, że koszt zrealizowania rozwiązania projektowego jest znaczny co związane jest z całkowitą wymianą konstrukcji nawierzchni na nową, budową kanalizacji burzowej, proponuje się rozwiązanie zamienne, które pozwala na obniżenie kosztów. Proponuje się pozostawienie istniejących płyt betonowych natomiast sfrezowanie istniejących warstw z mieszanki mineralno-asfaltowej. Za takim rozwiązaniem przemawia dobra nośność tych płyt oraz współpraca na krawędziach co nie będzie powodowało spękań odbitych. Poszerzenie istniejącej nawierzchni proponuje się wykonać z betonu C 25/30 o grubości 22 cm, ułożonego na stabilizacji R = 5 MPa o grubości 15 cm. Połączenie poszerzenia z istniejącą płytą betonową proponuje się wykonać za pomocą dybli o rozstawie 30 cm i długości 60 cm wklejanych w istniejącą nawierzchnię. Celem takiego zabiegu jest

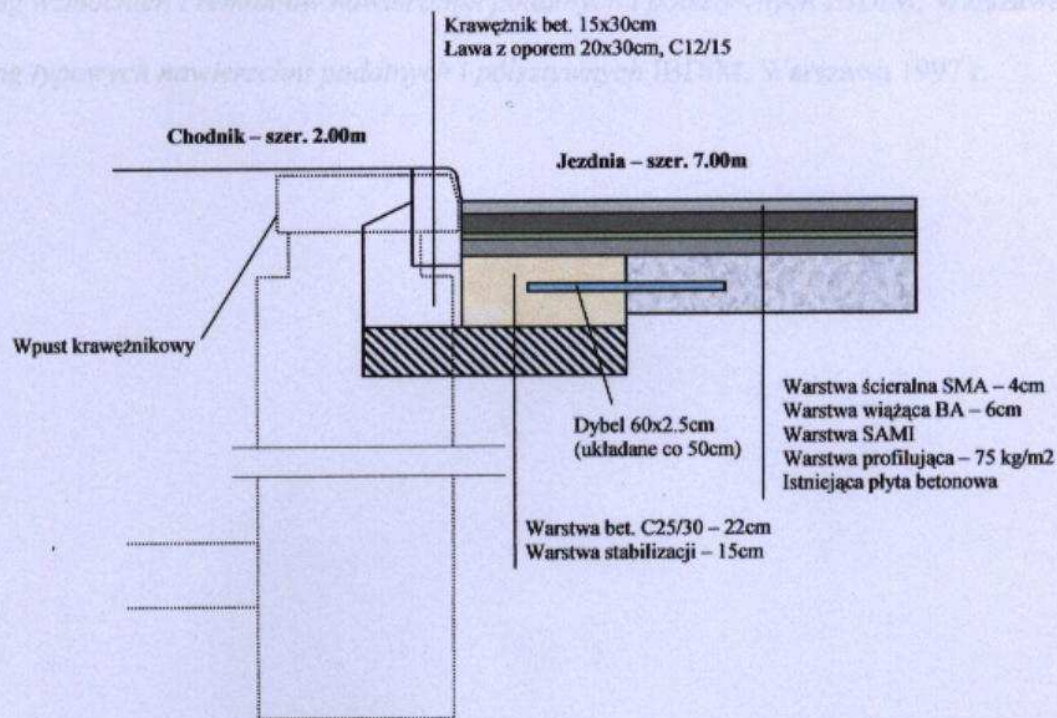
wzmocnienie krawędzi istniejącej płyty (jak wykazały badania jest to najsłabszy element) oraz zapewnienie współpracy poszerzenia i istniejącej płyty. Przed wykonaniem tego zabiegu należy wyrównać krawędzie podłużne istniejących płyt poprzez wykonanie cięć. Szerokość poszerzenia jednostronnego będzie wynosiła ok. 80 cm (z odsadzkami). Płyty proponuje się wzmocnić mieszanką mineralno-asfaltową. Poniżej podaje się technologię wzmocnienia:

- sfrezowanie istniejących warstw z mieszanki mineralno-asfaltowej,
- ułożenie warstwy profilującej z mieszanki mineralno-asfaltowej ok. 75 kg/m^2 ,
- ułożenie warstwy SAMI na bazie asfaltu z mieszanego z gumą, grubości ok. 2 cm,
- ułożenie warstwy wiążącej grubości 6 cm z betonu asfaltowego na bazie asfaltu modyfikowanego z gumą na mokro,
- ułożenie 4 cm warstwy SMA na bazie asfaltu modyfikowanego gumą.

Warstwa SAMI jest to warstwa zapobiegająca spękanom odbitym. Pozostałe warstwy na bazie asfaltu modyfikowanego gumą mają za zadanie również zabezpieczenie przed spękaniami odbitymi.

Ponadto proponuje się prawą stronę jezdni (kierunek do Wrocławia) nie ograniczać krawężnikiem. Wodę odprowadzić do otwartego rowu. Natomiast z lewej strony jezdni zastosować krawężnik ze wpustem w krawężniku a studzienkę ułożyć w chodniku. Takie rozwiązanie nie doprowadzi do destrukcji istniejącej nawierzchni.

Szczegół rozwiązania pokazano schematycznie na rys. 1.



Rys. 2. Schemat poszerzenia i wzmocnienia konstrukcji nawierzchni.

12. Podsumowanie

Zaproponowana technologia wzmocnienia obniża koszty budowy konstrukcji nawierzchni. Obniżenie kosztów wynika z faktu, że:

- nie rozbiera się istniejącej konstrukcji nawierzchni,
- stosuje się jednostronną lokalizację studzienek ściekowych w chodniku,
- nie stosuje się krawężników po prawej stronie jezdni,
- zastosowanie warstwy SAMI na bazie asfaltu modyfikowanego miazgą gumową, zabezpiecza przed spękaniami odbitymi,
- zastosowanie w warstwach z mieszanki mineralno-asfaltowej asfaltu modyfikowanego miazgą gumową obniża poziom hałasu

Literatura

- [1] Szydło A., *Statyczna identyfikacja parametrów modeli nawierzchni lotniskowych*. Prace Naukowe Instytutu Inżynierii Lądowej Politechniki Wrocławskiej, nr 45, 1995 r.
- [2] Dz.U. nr 43/1999 *Rozporządzenie Ministra Transportu i Gospodarki Morskiej w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać drogi publiczne i ich usytuowanie*.
- [3] *Katalog wzmocnień i remontów nawierzchni podatnych i półsztywnych* IBDiM, Warszawa 2001r.
- [4] *Katalog typowych nawierzchni podatnych i półsztywnych* IBDiM, Warszawa 1997 r.

Załącznik nr 1

Dokumentacja fotograficzna



Fot. Z1. Widok drogi w kierunku A4



Fot Z2. Widok zniszczeń nawierzchni



Fot. Z3. Widok drogi w kierunku Wrocławia



Fot. Z4. Widok zniszczeń nawierzchni

10	200	300	400	500	600	700	800	900	1000
100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
100	100	100	100	100	100	100	100	100	100

Załącznik 2

Wyniki badania ugięć nawierzchni - FWD

100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
100	100	100	100	100	100	100	100	100	100

100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
100	100	100	100	100	100	100	100	100	100

Tabela Z2-1. Wyniki badania ugięć ulicy Radosnej – pas w kierunku A4 w środku płyt

km	0	200	300	450	600	900	1200	1500	1800	-200	-300
0.003	175.1	165	157.4	142.5	129.5	103.8	78.9	59	42.3	177.2	182.8
0.024	182.6	176.7	171.5	159.7	148.8	124	98.8	77.5	57.6	179.4	172
0.050	314.1	300	288.3	258.2	227.4	168.8	119.3	82.9	54.1	303	287.5
0.102	341.7	310.3	305.4	279	250.4	189.1	134.5	91	56.2	294.4	282.4
0.152	282.7	246.4	234.3	208.8	183.5	137	98.4	70.9	50.4	252	237
0.200	175.2	193.6	190.7	180.4	162.9	125.6	92.6	67.5	47.5	213.4	212.5
0.250	404.3	394	351.9	307	257.9	173.8	112.5	78.5	58.9	437.2	400.8
0.301	175.2	180.4	179.6	166.3	151.9	121.5	92.8	69.2	49.1	196.7	200.5
0.350	324.3	252	253	238.7	221.4	185.8	148.5	116.6	89.8	268.5	260.7
0.402	219.6	205.1	201.8	188.1	169.3	132.6	97.6	69.7	49.4	210.7	204.4
0.451	234.4	228.8	220.9	201.4	182.2	141.9	103.6	74.6	51.3	219.1	206.8
0.500	283.8	197.7	203.9	186.2	167.3	126.4	92.7	70.6	53.7	194.6	209
0.550	220.8	197	196.8	183.6	168.3	134	98.2	69.7	47.9	192	191.6
0.600	164.5	229.1	226.1	212.5	195.8	158.7	120.7	87.1	60.7	252.4	232.4
0.651	207.8	195.6	202.3	192.3	178.7	143	110.1	83.5	62	203.6	212.4
0.700	328.2	295	284	257.9	231.1	177	128.4	90.5	63.1	282.8	270.1
0.763	293.8	269.1	253.9	229.8	204.7	153	106.7	75.1	51.6	282.5	255.5
0.800	187.9	178.9	176.5	167.1	159.3	139.3	114.6	90.7	70	175.8	171.2
0.848	286.3	266.1	254.8	226.9	200.3	147.6	103.5	74.7	55.7	277.4	266.6
min	164.50	165.00	157.40	142.50	129.50	103.80	78.90	59.00	42.30	175.80	171.20
max	404.30	394.00	351.90	307.00	257.90	189.10	148.50	116.60	89.80	437.20	400.80
średnia	252.75	235.83	229.11	209.81	188.98	146.47	108.02	78.91	56.38	242.77	234.54
odch. stand.	70.54	59.07	51.46	43.55	35.59	23.62	16.81	12.74	10.42	63.74	54.30
percentyl 50%	234.40	228.80	220.90	201.40	182.20	141.90	103.60	75.10	54.10	219.10	212.50
percentyl 75%	303.95	267.60	254.35	234.25	213.05	163.75	116.95	85.30	59.80	279.95	263.65
percentyl 80%	318.18	279.46	266.48	246.38	223.80	170.80	119.86	88.46	61.22	282.62	268.00
percentyl 90%	330.90	302.06	291.72	262.36	234.96	178.76	129.62	90.76	64.48	296.12	283.42
percentyl 95%	347.96	318.67	310.05	281.80	251.15	186.13	135.90	93.56	71.98	316.42	298.83
wsp. zmienności	0.28	0.25	0.22	0.21	0.19	0.16	0.16	0.16	0.18	0.26	0.23

Tabela Z2-2. Wyniki badania ugięć ulicy Radosnej – pas w kierunku A4 na krawędziach płyt

km	0	200	300	450	600	900	1200	1500	1800	-200	-300
0.014	366.9	288.2	282.9	266.8	247.3	203.6	156	115	79.1	288	284.3
0.125	548	550.6	391.9	346.1	304	222	160.9	114.7	84.3	458.9	434.4
0.235	349.8	326.8	316.3	288.2	256.5	194.6	137.4	100.7	74.6	325.6	311.2
0.312	323.8	324	319.6	303.3	281.5	230.1	176.1	129.7	92.4	303.2	289.3
0.403	266.8	258.1	268.3	247.2	223.8	173.2	125.5	89.2	61	270.1	269.1
0.508	319.6	292.4	282	257.1	232.7	183.8	140.1	109	84.9	288.7	277.5
0.672	362.9	337.3	322	288.1	250.3	172.7	88.9	67.5	53.1	348	332.7
0.811	369.5	345.1	335.2	315.3	296.3	250.8	203.4	161.7	124.9	317.4	291
min	266.80	258.10	268.30	247.20	223.80	172.70	88.90	67.50	53.10	270.10	269.10
max	548.00	550.60	391.90	346.10	304.00	250.80	203.40	161.70	124.90	458.90	434.40
średnia	363.41	340.31	314.78	289.01	261.55	203.85	148.54	110.94	81.79	324.99	311.19
odch. stand.	82.05	89.82	39.08	32.55	29.33	28.34	34.35	27.85	21.72	59.39	53.67
percentyl 50%	356.35	325.40	317.95	288.15	253.40	199.10	148.05	111.85	81.70	310.30	290.15
percentyl 75%	367.55	339.25	325.30	306.30	285.20	224.03	164.70	118.68	86.78	331.20	316.58
percentyl 80%	368.46	341.98	329.92	310.50	290.38	226.86	170.02	123.82	89.40	339.04	324.10
percentyl 90%	423.05	406.75	352.21	324.54	298.61	236.31	184.29	139.30	102.15	381.27	363.21
percentyl 95%	485.53	478.68	372.06	335.32	301.31	243.56	193.85	150.50	113.53	420.09	398.81
wsp. zmienności	0.23	0.26	0.12	0.11	0.11	0.14	0.23	0.25	0.27	0.18	0.17

Tabela Z2-3. Wyniki badania ugięć ul. Radosnej – pas w kierunku Wrocławia w środku płyt

km	0	200	300	450	600	900	1200	1500	1800	-200	-300
0.023	289.7	295.3	282.7	251.8	223.4	165.4	114.3	75.8	52.7	302	296.4
0.075	170.8	218	224.6	213.2	197.7	161.4	123.9	93.1	65.9	208.6	218
0.125	279.1	272	267	248.6	227.4	181.2	134.7	96.8	67.4	253.8	235.1
0.175	351.7	328.9	315.4	287.1	259.2	201.8	148.2	103.3	68.6	335.8	324.1
0.225	634.8	557.2	517.3	477.8	428.7	329.2	237.5	162.5	104.5	414.7	394
0.275	703.6	599.6	550.6	469.3	391.1	256.7	161.4	108.3	73	686.2	620.7
0.325	224.6	179.6	178.6	165	150.9	121.3	93	69.8	50.6	185.8	198.9
0.375	347.5	330.5	318.8	292.9	263	195.4	142.5	103.8	73.7	325.5	306.6
0.425	310	278.1	266.8	237.7	211.3	160.5	119.7	90.6	68	274.4	256.4
0.475	269.7	265.2	263.2	250.9	238.6	209.6	176.6	144.7	113.5	229.2	238.9
0.525	251.2	223.5	220.1	200.9	181.6	142.1	106.4	78.9	57.8	226.4	225.8
0.575	203.5	253.2	251.8	230.8	206.8	148.3	96.3	72.9	55.3	244.6	245.9
0.625	286.4	281.6	274.7	251.2	227.1	178.9	135	100.1	71.6	274.7	262
0.675	330.6	323.4	313	289.9	257.8	197.1	121.4	73.7	53.5	340.3	331.2
0.726	169.2	172.7	181.3	172.3	160.2	129.2	99.7	77.2	58.9	180.1	181.4
0.771	196.5	220.2	241.1	225.2	207.5	165	122.6	91.8	61	252	250.3
0.825	210.1	184.9	191.2	181.1	170.3	143.6	114.3	88.3	66.4	180.6	176.5
min	169.20	172.70	178.60	165.00	150.90	121.30	93.00	69.80	50.60	180.10	176.50
max	703.60	599.60	550.60	477.80	428.70	329.20	237.50	162.50	113.50	686.20	620.70
średnia	307.59	293.17	285.78	261.51	235.45	181.57	132.21	95.98	68.38	289.10	280.13
odch. stand.	148.24	118.68	103.18	88.55	73.85	50.59	35.28	24.95	17.00	120.70	104.59
percentyl 50%	279.10	272.00	266.80	248.60	223.40	165.40	122.60	91.80	66.40	253.80	250.30
percentyl 75%	330.60	323.40	313.00	287.10	257.80	197.10	142.50	103.30	71.60	325.50	306.60
percentyl 80%	344.12	327.80	314.92	289.34	258.92	200.86	147.06	103.70	72.72	333.74	320.60
percentyl 90%	464.94	421.18	398.20	363.46	314.24	228.44	167.48	122.86	86.02	370.06	356.32
percentyl 95%	648.56	565.68	523.96	471.00	398.62	271.20	188.78	148.26	106.30	469.00	439.34
wsp. zmienności	0.48	0.40	0.36	0.34	0.31	0.28	0.27	0.26	0.25	0.42	0.37

Tabela Z2-4. Wyniki badania ugięć ul. Radosnej – pas w kierunku Wrocławia na kraw. płyt

km	0	200	300	450	600	900	1200	1500	1800	-200	-300
0.050	467	461.4	444.6	405.1	364.1	283.5	205.2	141.7	90.6	468.6	455.9
0.150	608	590.5	573.6	461.9	362.9	268.9	187	127.1	85.6	556.6	517.2
0.250	441.6	429.1	428.5	397.5	364	290.1	217.7	158.8	111.2	416.8	401.8
0.350	291.6	258.7	243.5	223.6	202.3	163.3	126.1	97.4	74	257	245.1
0.458	360.2	354.8	346.2	309.6	272.9	199	138.7	97.8	69.4	326.1	322.9
0.526	337	320.3	321	297.8	275.3	220.4	172.9	134.1	101.1	316.6	315.6
0.750	503.1	432.2	401.3	344.7	295.7	214.8	145.6	104.5	80.7	517.3	487.2
0.850	295.2	243.5	237.4	218.3	198.4	155.8	115.6	85.2	60.6	235.5	238.5
min	291.60	243.50	237.40	218.30	198.40	155.80	115.60	85.20	60.60	235.50	238.50
max	608.00	590.50	573.60	461.90	364.10	290.10	217.70	158.80	111.20	556.60	517.20
średnia	412.96	386.31	374.51	332.31	291.95	224.48	163.60	118.33	84.15	386.81	373.03
odch. stand.	111.52	115.45	112.00	87.03	68.53	52.07	37.69	25.80	16.69	120.60	108.09
percentyl 50%	400.90	391.95	373.75	327.15	285.50	217.60	159.25	115.80	83.15	371.45	362.35
percentyl 75%	476.03	439.50	432.53	399.40	363.18	272.55	191.55	136.00	93.23	480.78	463.73
percentyl 80%	488.66	449.72	438.16	402.06	363.56	277.66	197.92	138.66	96.90	497.82	474.68
percentyl 90%	534.57	500.13	483.30	422.14	364.03	285.48	208.95	146.83	104.13	529.09	496.20
percentyl 95%	571.29	545.32	528.45	442.02	364.07	287.79	213.33	152.82	107.67	542.85	506.70
wsp. zmienności	0.27	0.30	0.30	0.26	0.23	0.23	0.23	0.22	0.20	0.31	0.29

Tabela Z2 – 5. Wyniki pomiarów współczynnika współpracy na krawędziach płyt – kierunek do A4

km	d300/d200
0.028	0.950625
0.125	0.951041
0.261	0.962867
0.453	0.911168
0.602	0.888391
0.710	0.818325
0.817	1.021289
min	0.82
max	1.02
średnia	0.93
odch. stand.	0.06

Tabela Z2 – 6. Wyniki pomiarów współczynnika współpracy na krawędziach płyt – kierunek do Wrocławia

km	d300/d200
0.073	0.991968
0.196	0.974064
0.350	1.024544
0.609	0.939625
min	0.94
max	1.02
średnia	0.98
odch. stand.	0.04

Zespół badawczy:

prof. dr hab. inż. Antoni Szydło – Kierownik Katedry Dróg i Lotnisk

D inż. Piotr Mackiewicz *PM*

inż. Mariusz Świąteczak

Piotr Świąteczak

KIEROWNIK KATEDRY
Dróg i Lotnisk

AS
prof. dr hab. inż. Antoni Szydło

Instytut Inżynierii Lądowej

Politechniki Wrocławskiej

Katedra Dróg i Lotnisk

50-370 Wrocław

ul. Wybrzeże Wyspiańskiego 27

tel. 320 23 54

fax 328 18 89

Raport wpłyną do Redakcji Wydawnictw Instytutu w czerwcu 2011r.

Lista odbiorców:

- | | |
|---|--------|
| 1. Starostwo Powiatowe Wrocław | 2 egz. |
| 2. Biblioteka i Ośrodek Informacji I-14 | 1 egz. |
| 3. Autorzy | 1 egz. |