

WYNIKI BADAŃ UGIĘĆ KONSTRUKCJI NAWIERZCHNI DROGI z wykorzystaniem ugięciomierza dynamicznego FWD

Droga Orchowo - Osówiec

w km: 0+000 ~ 2+600

ISTNIEJĄCA WARSTWA ŚCIERALNA

Strona PRAWA i LEWA

scanlaser

Pracownia Badań i Technik Pomiarowych Sp. z o.o.
Adres siedziby: ul. Lwowska 199A/113

Sprawozdanie opracował: Andrzej Osysko
e-mail: biuro@scanlaser.com.pl
Tel. (14) 634-63-12
e-mail: biuro@scanlaser.com.pl

Dyrektor ds. Technicznych
Andrzej Osysko



Zleceniodawca:

Biuro Projektów M. Rygowska i K. Siliński Sp. k.
Golina, ul. Asfaltowa 1,
63-200 Jarocin

Scanlaser

Pracownia Badań i Technik Pomiarowych Sp. z o.o.
ul. Lwowska 199A/113, 33-100 Tarnów
tel. 14-634-63-12, tel. 535-488-728
NIP 679-308-96-75 KRS 0000451463 REGON 122783051
www.scanlaser.com.pl
e-mail: biuro@scanlaser.com.pl



SCANLASER - Pracownia Badań i Technik Pomiarowych Sp. z o.o. Tarnów, 28.10.2020
Lwowska 199A/113
33-100 Tarnów

RAPORT

z pomiarów nośności konstrukcji drogowej przy użyciu
metody prób dynamicznych z wykorzystaniem ugięciomierza
dynamicznego FWD (Falling Weight Deflectometer)

1. Data badania: 16-10-2020
2. Nr klienta: 6172209953
3. Nr raportu: 1/Orchowo - Osówiec/2020
4. Zleceniodawca: Biuro Projektów M. Rygowska i K. Siliński Sp. k.
5. Budowa: Droga Orchowo - Osówiec
6. Rodzaj warstwy: Istniejąca konstrukcja drogi
7. Kilometraż: 0+000 - 2+600
8. Jezdnia: Nie dotyczy
9. Strona: Prawa
10. Pas: Nie dotyczy
11. Pogoda: Brak opadów
12. Temp. powietrza: 10,0 °C (wartość średnia)
13. Temp. nawierzchni: 10,0 °C (wartość średnia)

Kierunek pomiarów: Orchowo - Osówiec

Scanlaser

Pracownia Badań i Technik Pomiarowych Sp. z o.o.
ul. Lwowska 199A/113, 33-100 Tarnów
tel. 14-634-63-12, tel. 535-488-728
NIP 679-308-96-75 KRS 0000451463 REGON 122783051
www.scanlaser.com.pl
e-mail: biuro@scanlaser.com.pl

Dyrektor ds. Technicznych
Andrzej Osysko

Tabelaryczne zestawienie uzyskanych wyników

Lp.	Dystans [m]	T.pow [°C]	T.naw [°C]	Fmax [N]	S1 [um]	S2 [um]	S3 [um]	S4 [um]	S5 [um]	S6 [um]	S7 [um]	S8 [um]	S9 [um]
1	31,7	9,9	9,3	50000	884	435	264	217	175	151	120	118	95
2	82,1	9,6	9,4	50000	1118	411	249	208	172	145	119	116	103
3	130,5	10,4	9,9	50000	1097	482	287	244	192	165	141	135	117
4	181,9	9,2	10,0	50000	1459	430	256	214	171	149	128	125	102
5	231,3	9,3	9,4	50000	1132	439	259	210	163	133	113	121	96
6	282,3	9,5	10,6	50000	1276	460	279	232	187	163	137	138	110
7	331,1	9,8	9,8	50000	858	515	302	242	187	152	131	134	113
8	378,9	10,5	9,4	50000	1191	404	246	205	159	135	113	107	96
9	427,6	9,4	10,3	50000	1292	511	300	242	184	152	132	128	104
10	479,6	10,0	10,6	50000	1131	581	349	285	228	189	159	155	137
11	531,5	10,6	9,5	50000	1083	462	282	233	186	159	138	144	117
12	578,8	10,3	10,2	50000	1361	379	224	186	151	127	105	99	91
13	628,7	9,8	9,4	50000	1048	509	297	243	190	159	133	127	106
14	680,7	10,4	9,4	50000	1442	491	295	251	193	156	134	128	113
15	732,4	10,4	9,5	50000	910	463	270	224	171	138	123	119	109
16	781,4	10,5	10,0	50000	1270	371	222	188	151	123	101	98	92
17	832,1	10,0	10,3	50000	1545	589	346	279	217	175	149	142	118
18	877,4	9,3	9,2	50000	1183	643	387	310	242	204	175	167	132
19	930,2	10,5	9,4	50000	1394	499	297	246	192	161	129	127	114
20	981,4	10,0	10,7	50000	1403	536	324	262	207	164	141	143	114
21	1028,1	10,2	10,0	50000	941	238	141	123	99	89	79	88	72
22	1080,7	10,1	10,4	50000	1030	526	313	255	202	171	148	153	121
23	1129,7	10,2	10,2	50000	1158	613	369	296	225	186	159	161	130
24	1182,8	9,4	9,5	50000	1534	536	321	262	204	164	143	147	119
25	1229,3	9,6	9,7	50000	1513	596	356	296	231	191	160	154	122
26	1281,6	10,1	9,5	50000	1560	404	242	203	157	137	119	123	102
27	1327,6	10,4	10,3	50000	1152	444	259	214	163	134	109	111	95
28	1380,9	10,3	9,6	50000	1350	584	349	286	228	183	155	150	130
29	1432,8	10,7	10,6	50000	1050	482	285	234	188	159	131	127	101
30	1481,7	10,1	9,7	50000	1374	419	256	206	157	130	114	112	93
31	1531,2	9,9	10,2	50000	1395	514	307	247	196	159	132	135	111
32	1578,5	9,8	10,3	50000	798	583	351	295	237	193	154	146	128
33	1631,2	10,6	9,9	50000	1223	542	323	263	210	167	143	138	122
34	1679,7	10,5	9,5	50000	1012	756	445	358	287	229	184	176	143
35	1731,2	10,2	10,7	50000	1206	183	118	96	74	67	62	63	62
36	1781,7	9,8	9,7	50000	1135	675	395	330	254	215	173	163	140

Dyrektor ds. Technicznych
Andrzej Osysko



Kontynuacja tabelarycznego zestawienia uzyskanych wyników

Lp.	Dystans [m]	T.pow [°C]	T.naw [°C]	Fmax [N]	S1 [um]	S2 [um]	S3 [um]	S4 [um]	S5 [um]	S6 [um]	S7 [um]	S8 [um]	S9 [um]
37	1830,9	10,0	10,7	50000	1340	379	234	190	147	130	105	105	94
38	1880,4	10,6	10,6	50000	987	579	338	279	215	170	141	147	131
39	1929,7	10,6	10,5	50000	1277	683	398	327	257	218	180	174	145
40	1977,2	9,7	9,8	50000	858	321	195	161	127	104	97	105	85
41	2031,4	10,0	10,7	50000	927	530	315	267	213	178	143	149	128
42	2079,9	10,6	9,9	50000	744	781	465	374	292	234	194	192	156
43	2128,4	9,4	10,4	50000	745	762	447	361	287	241	192	196	163
44	2177,5	9,5	10,8	50000	555	421	250	201	155	136	117	114	98
45	2228,6	9,7	10,8	50000	573	533	324	261	207	179	143	143	118
46	2278,8	9,9	9,6	50000	724	687	404	323	255	203	172	165	143
47	2328,5	10,6	10,2	50000	898	517	302	254	206	174	143	135	120
48	2379,2	9,9	10,7	50000	759	478	287	237	192	154	129	122	101
49	2431,9	10,6	9,5	50000	857	555	330	273	219	176	148	141	118
50	2480,6	9,4	10,7	50000	507	535	318	263	203	164	138	131	106
51	2527,6	10,4	9,4	50000	697	599	355	292	228	193	160	151	120
52	2582,0	10,2	10,7	50000	619	459	278	223	182	146	128	135	113

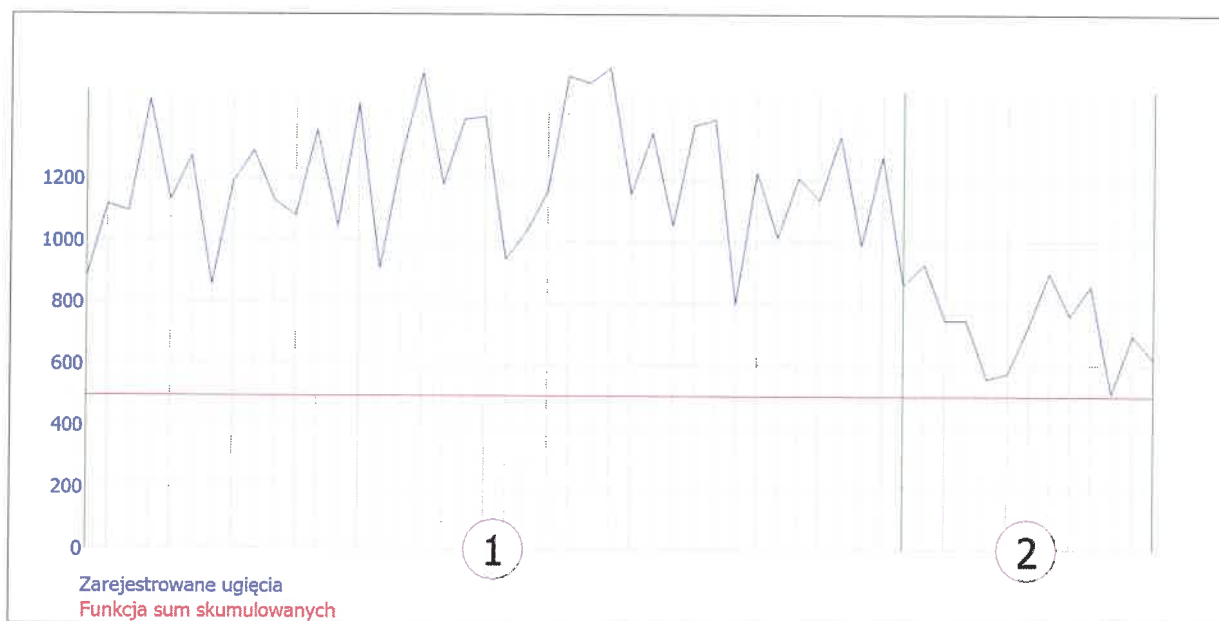
Scanlaser

Pracownia Badań i Technik Pomiarowych Sp. z o.o.
 ul. Lwowska 199A/113, 33-100 Tarnów
 tel. 14-634-63-12, tel. 535-488-728
 NIP 679-308-96-75 KRS 0000451463 REGON 122783051
www.scanlaser.com.pl
 e-mail: biuro@scanlaser.com.pl

Dyrektor ds. Technicznych
Andrzej Osysko

Analiza danych

Wykres całej trasy badań



Podział na odcinki jednorodne przedstawiono w poniższej tabeli

Nr odcinka	Lokalizacja [m]	Sila Fmax [kN]	U1 [um]	U2 [um]	U3 [um]	U4 [um]	U5 [um]	U6 [um]	U7 [um]	U8 [um]	U9 [um]
1	31,6 - 1977,1	50,0	1199	492	293	241	189	157	133	131	111
2	1977,1 - 2582,0	50,0	728	552	328	268	213	176	146	145	121

Scanlaser

Pracownia Badań i Technik Pomiarowych Sp. z o.o.
ul. Lwowska 199A/113, 33-100 Tarnów
tel. 14-634-63-12, tel. 535-488-728
NIP 679-308-96-75 KRS 0000451463 REGON 122783051
www.scanlaser.com.pl
e-mail: biuro@scanlaser.com.pl

Dyrektor ds. Technicznych
Andrzej Osysko

SCANLASER - Pracownia Badań i Technik Pomiarowych Sp. z o.o. Tarnów, 28.10.2020
Lwowska 199A/113
33-100 Tarnów

RAPORT

z pomiarów nośności konstrukcji drogowej przy użyciu
metody prób dynamicznych z wykorzystaniem ugięciomierza
dynamicznego FWD (Falling Weight Deflectometer)

1. Data badania: 16-10-2020
2. Nr klienta: 6172209953
3. Nr raportu: 2/Osówiec - Orchowo/2020
4. Zleceniodawca: Biuro Projektów M. Rygowska i K. Siliński Sp. k.
5. Budowa: Droga Orchowo - Osówiec
6. Rodzaj warstwy: Istniejąca konstrukcja drogi
7. Kilometraż: 0+000 - 2+600
8. Jezdnia: Nie dotyczy
9. Strona: Lewa
10. Pas: Nie dotyczy
11. Pogoda: Brak opadów
12. Temp. powietrza: 9,9 °C (wartość średnia)
13. Temp. nawierzchni: 10,2 °C (wartość średnia)

Kierunek pomiarów: Osówiec - Orchowo

Scanlaser

Pracownia Badań i Technik Pomiarowych Sp. z o.o.
ul. Lwowska 199A/113, 33-100 Tarnów
tel. 14-634-63-12, tel. 535-488-728
NIP 679-308-96-75 KRS 0000451463 REGON 122783051
www.scanlaser.com.pl
e-mail: biuro@scanlaser.com.pl

Dyrektor ds. Technicznych
Andrzej Osysko

Tabelaryczne zestawienie uzyskanych wyników

Lp.	Dystans [m]	T.pow [°C]	T.naw [°C]	Fmax [N]	S1 [um]	S2 [um]	S3 [um]	S4 [um]	S5 [um]	S6 [um]	S7 [um]	S8 [um]	S9 [um]
1	30,2	9,6	10,7	50000	731	462	278	232	187	149	135	135	114
2	77,3	10,0	9,7	50000	830	525	332	270	223	180	158	153	128
3	127,6	9,9	10,4	50000	514	346	212	170	142	115	99	96	80
4	179,1	9,6	10,4	50000	686	455	278	232	194	154	140	140	116
5	230,6	9,4	10,0	50000	540	363	222	181	146	119	106	104	88
6	277,5	9,4	9,3	50000	662	425	269	214	172	139	121	118	97
7	332,9	10,5	9,9	50000	565	380	229	191	160	127	113	111	93
8	378,6	10,4	10,6	50000	609	391	243	193	160	133	116	114	97
9	429,9	10,4	10,1	50000	765	515	325	262	219	176	156	151	125
10	482,6	9,5	10,1	50000	886	587	371	295	244	204	176	171	145
11	528,9	9,5	10,3	50000	823	554	344	281	235	191	174	168	142
12	577,4	10,1	10,7	50000	884	577	359	292	241	197	175	169	140
13	627,4	9,4	9,7	50000	630	405	243	203	168	137	120	119	98
14	679,1	10,7	10,9	50000	856	567	347	283	234	186	167	163	135
15	731,1	10,5	10,5	50000	1477	979	609	490	410	330	293	289	245
16	777,4	10,0	10,0	50000	1425	944	587	479	390	318	286	280	231
17	827,3	10,2	10,4	50000	1455	964	580	473	386	307	266	260	220
18	882,7	9,5	10,0	50000	1390	878	546	451	377	315	273	273	231
19	927,7	10,5	9,7	50000	1480	935	572	467	380	318	289	282	236
20	980,6	9,4	9,7	50000	901	588	371	303	247	201	181	179	151
21	1032,4	9,9	9,4	50000	831	542	332	277	232	191	166	162	137
22	1079,9	10,5	9,6	50000	1413	936	592	489	398	333	289	285	239
23	1131,0	9,7	10,8	50000	1505	997	620	512	423	345	309	309	261
24	1177,1	9,5	10,5	50000	1400	885	541	430	355	297	266	266	220
25	1228,5	9,9	9,5	50000	1283	837	529	442	361	294	264	261	215
26	1282,3	9,7	9,4	50000	878	573	362	299	247	201	174	172	144
27	1327,6	9,4	10,0	50000	1162	782	478	390	322	266	236	228	189
28	1382,8	10,4	10,5	50000	1572	994	608	489	399	325	295	292	247
29	1427,5	9,7	10,5	50000	1508	999	611	511	427	353	320	310	262
30	1479,6	10,5	10,1	50000	1344	863	519	434	354	285	250	247	206
31	1529,7	9,3	9,9	50000	1132	762	458	378	316	264	240	239	198
32	1580,0	10,2	10,4	50000	918	608	366	291	234	191	173	170	142
33	1632,8	10,1	10,2	50000	954	622	393	317	255	208	184	179	149
34	1681,1	9,4	9,7	50000	1491	942	567	468	386	323	280	271	224
35	1730,7	10,1	10,3	50000	1552	1028	618	498	416	344	312	312	264
36	1782,6	10,2	10,9	50000	1281	810	512	417	349	277	252	249	208

Dyrektor ds. Technicznych
Andrzej Osysko

Kontynuacja tabelarycznego zestawienia uzyskanych wyników

Lp.	Dystans [m]	T.pow [°C]	T.naw [°C]	Fmax [N]	S1 [um]	S2 [um]	S3 [um]	S4 [um]	S5 [um]	S6 [um]	S7 [um]	S8 [um]	S9 [um]
37	1828,8	10,6	10,6	50000	864	572	356	290	237	191	165	162	137
38	1880,0	10,1	10,8	50000	1044	692	430	346	282	225	199	195	165
39	1930,3	9,6	9,7	50000	1148	772	488	408	329	271	241	235	199
40	1980,2	9,8	9,4	50000	1052	697	419	333	275	227	199	193	159
41	2031,6	9,4	10,7	50000	1176	743	447	365	294	242	210	208	176
42	2079,2	10,7	10,2	50000	879	591	356	297	242	203	184	182	154
43	2132,1	10,2	9,8	50000	1304	851	529	437	361	290	258	252	208
44	2182,0	9,7	10,2	50000	1222	810	512	423	353	284	255	255	210
45	2227,4	10,5	10,3	50000	1133	762	466	390	326	259	230	222	186
46	2281,3	9,7	10,6	50000	1361	902	542	431	356	294	267	264	223
47	2327,5	9,3	10,6	50000	1205	762	458	364	293	239	207	205	171
48	2380,1	10,7	10,4	50000	897	576	352	295	246	196	172	168	139
49	2433,1	9,8	10,2	50000	1332	869	549	448	374	313	281	272	230
50	2477,4	10,6	10,1	50000	1468	928	558	461	376	306	272	271	230
51	2532,7	10,1	10,6	50000	942	615	370	301	252	211	189	183	155
52	2578,8	9,3	10,4	50000	798	529	334	273	225	181	164	161	134

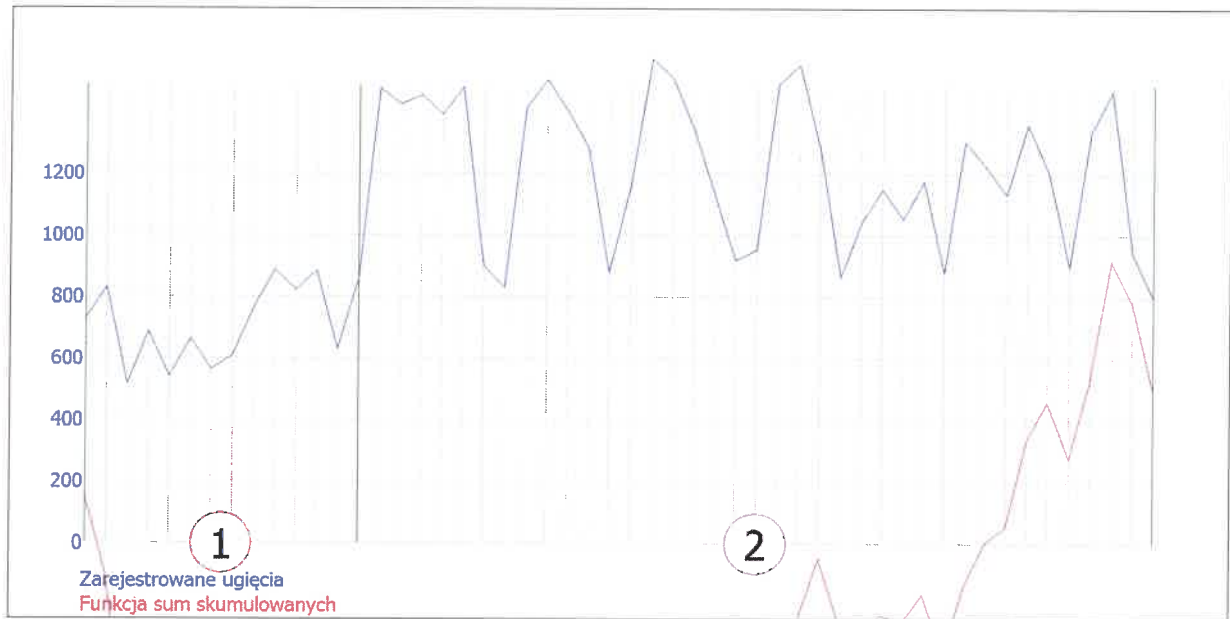
Scanlaser

Pracownia Badań i Technik Pomiarowych Sp. z o.o.
 ul. Lwowska 199A/113, 33-100 Tarnów
 tel. 14-634-63-12, tel. 535-488-728
 NIP 679-308-96-75 KRS 0000451463 REGON 122783051
www.scanlaser.com.pl
 e-mail: biuro@scanlaser.com.pl

Dyrektor ds. Technicznych
Andrzej Osysko

Analiza danych

Wykres całej trasy badań



Podział na odcinki jednorodne przedstawiono w poniższej tabeli

Nr odcinka	Lokalizacja [m]	Siła Fmax [kN]	U1 [um]	U2 [um]	U3 [um]	U4 [um]	U5 [um]	U6 [um]	U7 [um]	U8 [um]	U9 [um]
1	30,2 - 679,1	50,0	713	468	289	236	195	158	140	137	114
2	679,1 - 2578,8	50,0	1206	787	484	396	326	267	237	233	196

Scanlaser

Pracownia Badań i Technik Pomiarowych Sp. z o.o.
ul. Lwowska 199A/113, 33-100 Tarnów
tel. 14-634-63-12, tel. 535-488-728
NIP 679-308-96-75 KRS 0000451463 REGON 122783051
www.scanlaser.com.pl
e-mail: biuro@scanlaser.com.pl

Dyrektor ds. Technicznych
Andrzej Osysko

WYNIKI OBLICZEŃ MODUŁÓW SZTYWNOŚCI WARSTW KONSTRUKCJI NAWIERZCHNI

Droga Orchowo - Osówiec

w km: 0+000 ~ 2+600

ISTNIEJĄCA WARSTWA ŚCIERALNA

Strona PRAWA i LEWA

scanlaser

Pracownia Badań i Technik Pomiarowych Sp. z o.o.
Adres siedziby: ul. Lwowska 199A/113

Sprawozdanie opracował: Andrzej Osysko

e-mail: biuro@scanlaser.com.pl

Tel. (14) 634-63-12

e-mail: biuro@scanlaser.com.pl

Dyrektor ds. Technicznych
Andrzej Osysko

Zlecniodawca:

Biuro Projektów M. Rygowska i K. Siliński Sp. k.
Golina, ul. Asfaltowa 1,
63-200 Jarocin

Scanlaser

Pracownia Badań i Technik Pomiarowych Sp. z o.o.
ul. Lwowska 199A/113, 33-100 Tarnów
tel. 14-634-63-12, tel. 535-488-728
NIP 679-308-96-75 KRS 0000451463 REGON 122783051
www.scanlaser.com.pl
e-mail: biuro@scanlaser.com.pl



ZESTAWIENIE MODUŁÓW SZTYWNOŚCI

WARSTW KONSTRUKCJI NAWIERZCHNI
Droga Orchowo - Osówiec
w km: 0+000 ~ 2+600
ISTNIEJĄCA WARSTWA ŚCIERALNA
Strona PRAWA i LEWA

Odcinki jednorodne	STRONA	Odcinek	E1 [MPa]	E2 [MPa]	E3 [MPa]
			Bitum	podbudowa	podłoże
OJ nr 1	PRAWA	0+000 ~ 1+900	101,3	4.745,4	93,2
OJ nr 2	PRAWA	1+900 ~ 2+600	7.389,5	-	86,1
OJ nr 1	LEWA	0+000 ~ 1+900	210,5	3.828,5	53,8
OJ nr 2	LEWA	1+900 ~ 2+600	5.662,4	-	100,7

Uwagi.

- (1) Założone parametry dla obliczeń odwrotnych podano w załącznikach dla każdego odcinka jednorodnego dla strony prawej i lewej.
- (2) Dla odcinka drogi w km od 1+900 do 2+600 przyjęto łączną grubość warstwy dla części bitumicznej 9,5cm.
- (3) OJ oznacza wyodrębniony odcinek jednorodny na każdym pasie ruchu.

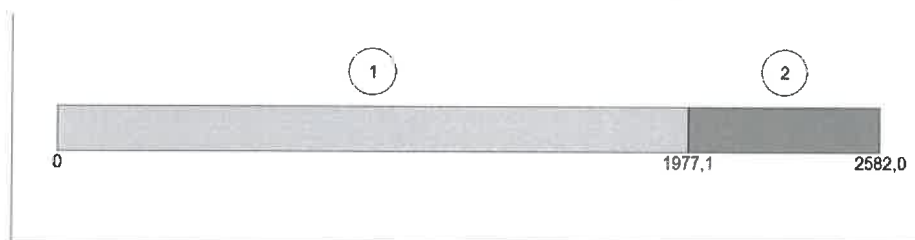
Scanlaser

Pracownia Badań i Technik Pomiarowych Sp. z o.o.
ul. Lwowska 199A/113, 33-100 Tarnów
tel. 14-634-63-12, tel. 535-488-728
NIP 679-308-96-75 KRS 0000451463 REGON 122783051
www.scanlaser.com.pl
e-mail: biuro@scanlaser.com.pl

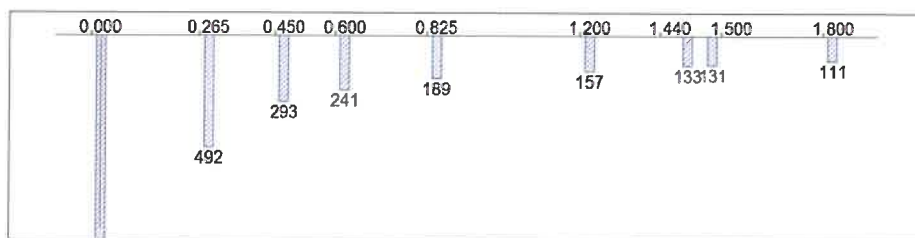
Dyrektor ds. Technicznych
Andrzej Osysko



Schemat podziału obszaru badanego na odcinki jednorodne



Schemat wartości zarejestrowanych przez geofony dla odcinka 1



=====

Dane wejściowe dla odcinka: 1

Rozstaw geofonów:

$r = [0, 265, 450, 600, 825, 1200, 1440, 1500, 1800]$ mm

Zarejestrowane średnie ugięcia pod geofonami:

$g = [1199, 492, 293, 241, 189, 157, 133, 131, 111]$ um

Siła uderzenia $P = 50\ 000.000$ N

Promień płyty dociskowej:

$a = 0.150$ m

Ciśnienie wywierane na płytę podczas zrzutu ciężaru:

$q = 707\ 355.303$ Pa

Liczba warstw = 3

Założone parametry dla warstwy 1:

$E = 9\ 000.000$ MPa

$\nu = 0.250$

$h = 0.103$ m

Założone parametry dla warstwy 2:

$E = 400.000$ MPa

$\nu = 0.300$

$h = 0.095$ m

Założone parametry dla warstwy 3:

$E = 100.000$ MPa

$\nu = 0.350$

h = 0.250 m

Temperatura powietrza: 10,1 °C

Temperatura nawierzchni: 9,9 °C

=====
Metoda MET

Dane wejściowe:

q = 707 355.303 Pa

a = 0.150 m

h = [0.103, 0.095] m

E = [9 000.000, 400.000, 100.000] MPa

nu = [0.250, 0.300, 0.350]

r = [0, 265, 450, 600, 825, 1200, 1440, 1500, 1800] mm

Wyniki:

Obliczenia ugięć pod geofonami dla założonych parametrów:

g(1) = 466.995 um

g(2) = 375.320 um

g(3) = 285.458 um

g(4) = 230.560 um

g(5) = 173.676 um

g(6) = 119.852 um

g(7) = 99.463 um

g(8) = 95.381 um

g(9) = 79.089 um

=====
Metoda MET_inverse

Dane wejściowe:

q = 707 355.303 Pa

a = 0.150 m

h = [0.103, 0.095] m

E = [9 000.000, 400.000, 100.000] MPa

nu = [0.250, 0.300, 0.350]

r = [0, 265, 450, 600, 825, 1200, 1440, 1500, 1800] mm

g = [1199, 492, 293, 241, 189, 157, 133, 131, 111] um

model = MET - model standardowy

resid = ABS - różnica ilościowa

Wyniki:

Obliczenia modułów dla poszczególnych warstw:

E(1) = 101.340 Mpa

E(2) = 4 745.422 Mpa

$E(3) = 93.235 \text{ Mpa}$

Różnice ugięć na poszczególnych geofonach:

$g(1) = -0.040 \text{ um}$

$g(2) = 10.200 \text{ um}$

$g(3) = -40.122 \text{ um}$

$g(4) = -15.206 \text{ um}$

$g(5) = 2.318 \text{ um}$

$g(6) = 29.789 \text{ um}$

$g(7) = 27.460 \text{ um}$

$g(8) = 29.773 \text{ um}$

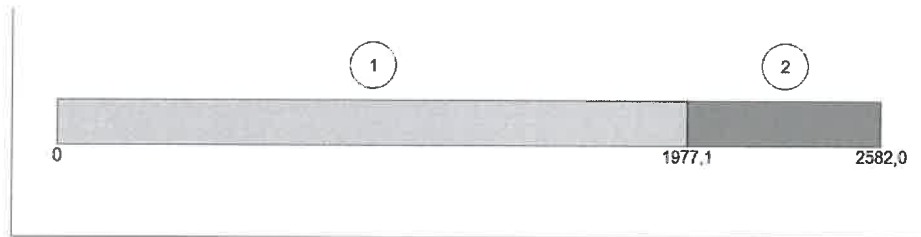
$g(9) = 26.943 \text{ um}$

Współczynnik RMS = 5.204

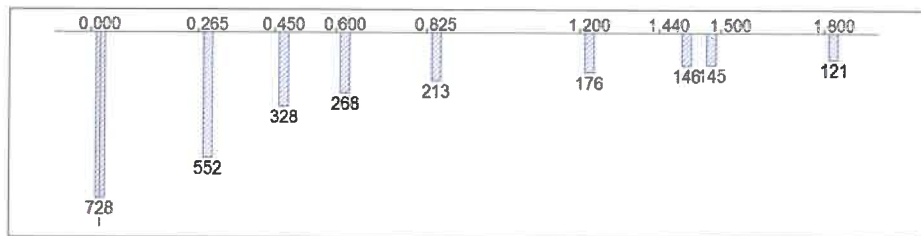
Warunek STOP funkcji Inverse = 3

Minimalna wartość gradientu.

Schemat podziału obszaru badanego na odcinki jednorodne



Schemat wartości zarejestrowanych przez geofony dla odcinka 2



=====
Dane wejściowe dla odcinka: 2

Rozstaw geofonów:

$r = [0, 265, 450, 600, 825, 1200, 1440, 1500, 1800]$ mm

Zarejestrowane średnie ugięcia pod geofonami:

$g = [728, 552, 328, 268, 213, 176, 146, 145, 121]$ um

Siła uderzenia $P = 50\ 000.000$ N

Promień płyty dociskowej:

$a = 0.150$ m

Ciśnienie wywierane na płytę podczas zrzutu ciężaru:

$q = 707\ 355.303$ Pa

Liczba warstw = 2

Założone parametry dla warstwy 1:

$E = 9\ 000.000$ MPa

$\nu = 0.250$

$h = 0.095$ m

Założone parametry dla warstwy 2:

$E = 400.000$ MPa

$\nu = 0.300$

$h = 0.095$ m

Temperatura powietrza: 10,0 °C

Temperatura nawierzchni: 10,2 °C

=====
Metoda MET

Dane wejściowe:

q = 707 355.303 Pa
a = 0.150 m
E = [9 000.000, 400.000] MPa
nu = [0.250, 0.300]
r = [0, 265, 450, 600, 825, 1200, 1440, 1500, 1800] mm

Wyniki:

Obliczenia ugięć pod geofonami dla założonych parametrów:

g(1) = 228.616 um
g(2) = 133.892 um
g(3) = 82.206 um
g(4) = 61.535 um
g(5) = 44.482 um
g(6) = 30.397 um
g(7) = 25.279 um
g(8) = 24.259 um
g(9) = 20.187 um

=====
Metoda MET_inverse

Dane wejściowe:

q = 707 355.303 Pa
a = 0.150 m
E = [9 000.000, 400.000] MPa
nu = [0.250, 0.300]
r = [0, 265, 450, 600, 825, 1200, 1440, 1500, 1800] mm
g = [728, 552, 328, 268, 213, 176, 146, 145, 121] um
model = MET - model standardowy
resid = ABS - różnica ilościowa

Wyniki:

Obliczenia modułów dla poszczególnych warstw:

E(1) = 7 389.519 Mpa
E(2) = 86.129 Mpa

Różnice ugięć na poszczególnych geofonach:

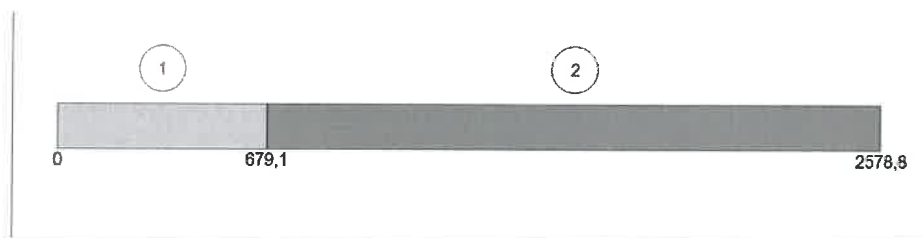
g(1) = 0.307 um
g(2) = 10.376 um
g(3) = -43.306 um
g(4) = -17.382 um
g(5) = 4.762 um

g(6) = 33.763 um
g(7) = 27.878 um
g(8) = 31.683 um
g(9) = 26.832 um

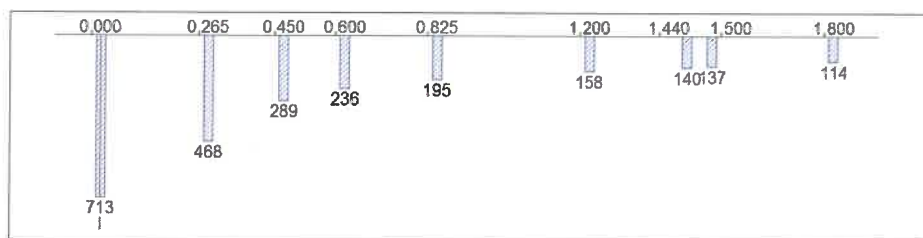
Współczynnik RMS = 5.949

Warunek STOP funkcji Inverse = 3
Minimalna wartość gradientu.

Schemat podziału obszaru badanego na odcinki jednorodne



Schemat wartości zarejestrowanych przez geofony dla odcinka 1



=====
Dane wejściowe dla odcinka: 1

Rozstaw geofonów:

$r = [0, 265, 450, 600, 825, 1200, 1440, 1500, 1800]$ mm

Zarejestrowane średnie ugięcia pod geofonami:

$g = [713, 468, 289, 236, 195, 158, 140, 137, 114]$ um

Siła uderzenia $P = 50\ 000.000$ N

Promień płyty dociskowej:

$a = 0.150$ m

Ciśnienie wywierane na płytę podczas zrzutu ciężaru:

$q = 707\ 355.303$ Pa

Liczba warstw = 2

Założone parametry dla warstwy 1:

$E = 9\ 000.000$ MPa

$\nu = 0.250$

$h = 0.095$ m

Założone parametry dla warstwy 2:

$E = 400.000$ MPa

$\nu = 0.300$

$h = 0.060$ m

Temperatura powietrza: 9,9 °C

Temperatura nawierzchni: 10,2 °C

=====
Metoda MET

Dane wejściowe:

q = 707 355.303 Pa
a = 0.150 m
E = [9 000.000, 400.000] MPa
nu = [0.250, 0.300]
r = [0, 265, 450, 600, 825, 1200, 1440, 1500, 1800] mm

Wyniki:

Obliczenia ugięć pod geofonami dla założonych parametrów:

g(1) = 228.616 um
g(2) = 133.892 um
g(3) = 82.206 um
g(4) = 61.535 um
g(5) = 44.482 um
g(6) = 30.397 um
g(7) = 25.279 um
g(8) = 24.259 um
g(9) = 20.187 um

=====
Metoda MET_inverse

Dane wejściowe:

q = 707 355.303 Pa
a = 0.150 m
E = [9 000.000, 400.000] MPa
nu = [0.250, 0.300]
r = [0, 265, 450, 600, 825, 1200, 1440, 1500, 1800] mm
g = [713, 468, 289, 236, 195, 158, 140, 137, 114] um
model = MET - model standardowy
resid = ABS - różnica ilościowa

Wyniki:

Obliczenia modułów dla poszczególnych warstw:

E(1) = 5 662.426 Mpa
E(2) = 100.688 Mpa

Różnice ugięć na poszczególnych geofonach:

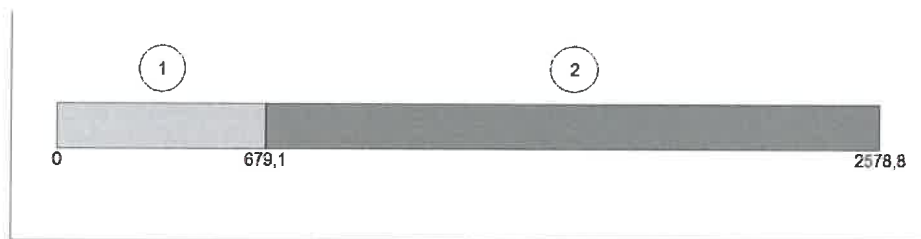
g(1) = 8.483 um
g(2) = -22.413 um
g(3) = -33.599 um
g(4) = -8.942 um
g(5) = 17.228 um

g(6) = 36.660 um
g(7) = 39.192 um
g(8) = 40.283 um
g(9) = 33.589 um

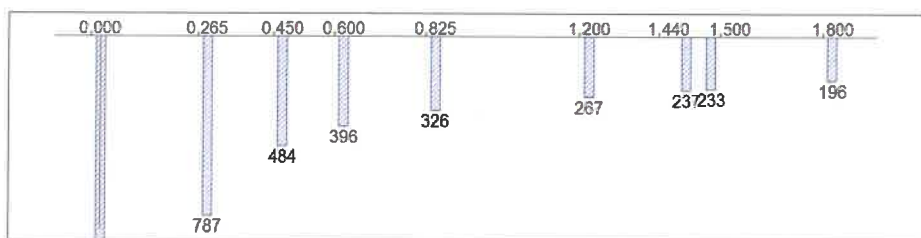
Współczynnik RMS = 7.711

Warunek STOP funkcji Inverse = 3
Minimalna wartość gradientu.

Schemat podziału obszaru badanego na odcinki jednorodne



Schemat wartości zarejestrowanych przez geofony dla odcinka 2



=====
Dane wejściowe dla odcinka: 2

Rozstaw geofonów:

$r = [0, 265, 450, 600, 825, 1200, 1440, 1500, 1800]$ mm

Zarejestrowane średnie ugięcia pod geofonami:

$g = [1206, 787, 484, 396, 326, 267, 237, 233, 196]$ μm

Siła uderzenia $P = 50\,000.000$ N

Promień płyty dociskowej:

$a = 0.150$ m

Ciśnienie wywierane na płytę podczas zrzutu ciężaru:

$q = 707\,355.303$ Pa

Liczba warstw = 3

Założone parametry dla warstwy 1:

$E = 9\,000.000$ MPa

$\nu = 0.250$

$h = 0.103$ m

Założone parametry dla warstwy 2:

$E = 400.000$ MPa

$\nu = 0.300$

$h = 0.095$ m

Założone parametry dla warstwy 3:

$E = 100.000$ MPa

$\nu = 0.350$

h = 0.250 m

Temperatura powietrza: 10,0 °C

Temperatura nawierzchni: 10,2 °C

=====
Metoda MET

Dane wejściowe:

q = 707 355.303 Pa

a = 0.150 m

h = [0.103, 0.095] m

E = [9 000.000, 400.000, 100.000] MPa

nu = [0.250, 0.300, 0.350]

r = [0, 265, 450, 600, 825, 1200, 1440, 1500, 1800] mm

Wyniki:

Obliczenia ugięć pod geofonami dla założonych parametrów:

g(1) = 466.995 um

g(2) = 375.320 um

g(3) = 285.458 um

g(4) = 230.560 um

g(5) = 173.676 um

g(6) = 119.852 um

g(7) = 99.463 um

g(8) = 95.381 um

g(9) = 79.089 um

=====
Metoda MET_inverse

Dane wejściowe:

q = 707 355.303 Pa

a = 0.150 m

h = [0.103, 0.095] m

E = [9 000.000, 400.000, 100.000] MPa

nu = [0.250, 0.300, 0.350]

r = [0, 265, 450, 600, 825, 1200, 1440, 1500, 1800] mm

g = [1206, 787, 484, 396, 326, 267, 237, 233, 196] um

model = MET - model standardowy

resid = ABS - różnica ilościowa

Wyniki:

Obliczenia modułów dla poszczególnych warstw:

E(1) = 210.541 Mpa

E(2) = 3 828.518 Mpa

E(3) = 53.847 Mpa

Różnice ugięć na poszczególnych geofonach:

g(1) = 0.052 um

g(2) = 29.432 um

g(3) = -73.398 um

g(4) = -43.289 um

g(5) = 1.583 um

g(6) = 45.241 um

g(7) = 53.144 um

g(8) = 56.697 um

g(9) = 49.763 um

Współczynnik RMS = 18.692

Warunek STOP funkcji Inverse = 3

Minimalna wartość gradientu.