



POLITECHNIKA POZNAŃSKA

Budownictwo Drogowe II

ćwiczenia laboratoryjne

Ćwiczenia laboratoryjne nr 7

prowadzący: dr inż. Marcin Bilski

**Zakład Budownictwa Drogowego
Instytut Inżynierii Lądowej
pok. 324B (bud. A2)**

marcin.bilski@put.poznan.pl

marcin.bilski.pracownik.put.poznan.pl



POLITECHNIKA POZNAŃSKA

Oznaczanie modułu odkształcenia podłoża przez obciążenie płytą statyczną (badanie VSS)



Badanie nośności gruntu płytą VSS.



Nawierzchnie podatne doznają odkształceń trwałych pod wpływem obciążeń ruchem samochodowym.

Pionowe obciążenia od kół samochodowych powodują zginanie konstrukcji nawierzchni i wywołują w jej warstwach oraz w podłożu gruntowym stan naprężeń i odkształceń.

Pomiar nośności nawierzchni bitumicznej wykonuje się w najniekorzystniejszych warunkach, tzn. w czasie **silnego nawilgocenia podłoża gruntowego** (z reguły okres wiosny), wtedy nośność konstrukcji maleje.



- Metoda pomiarowa ugięcia podłoża pod wpływem nacisku płytą VSS (Verein Schwetzerischer Strassenfachmanner) została wprowadzona przez Szwajcarskie Stowarzyszenie Drogowców
- Stworzona głównie do pomiarów nośności gruntów i podłoża wzmocnionego. Może być również wyjątkowo stosowana dla pomiarów nawierzchni drogowych, przy ograniczeniu się do konstrukcji wykonanych kompleksowo z materiałów niezwiązanych lub konstrukcji z cienkiej warstwy związanej nawierzchni między warstwami niezwiązanymi



- Podczas badania płytą VSS, nawierzchnia zostaje poddana obciążeniu statycznemu poprzez siłownik hydrauliczny przykładając okrągłą stalową płytę o średnicy 30 cm (700 cm^2)
- W metodzie tej wykorzystuje się trzy czujniki rejestrujące przemieszczenia pionowe zlokalizowane w różnej odległości od osi obciążenia, na brzegu płyty



Moduł odkształcenia E jest to iloczyn przyrostu obciążeń jednostkowych do odkształcenia badanej warstwy nawierzchni lub podłoża w ustalonym zakresie obciążeń jednostkowych, pomnożony przez $0,75 D$ średnicy płyty obciążającej

$$E = 0,75 \cdot \frac{\Delta P}{\Delta S} \cdot D \quad (2.1)$$

[MPa]

gdzie:

E - moduł odkształcenia [MPa],

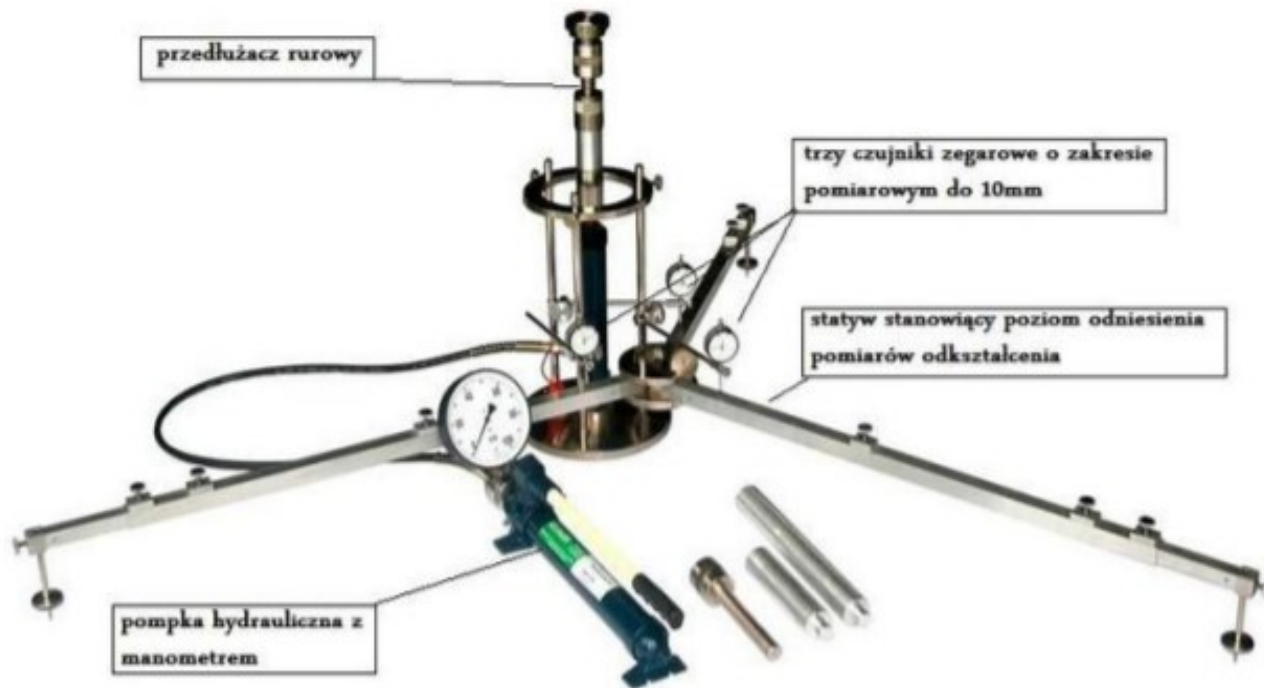
D - średnica płyty [mm],

ΔP - przyrost obciążenia jednostkowego [MPa],

ΔS - przyrost osiadań odpowiadający przyjętemu zakresowi obciążeń jednostkowych [mm].



POLITECHNIKA POZNAŃSKA



Aparat VSS



Pierwotny moduł odkształcenia E_1 , oznaczamy w pierwszym obciążeniu oraz wtórny moduł odkształcenia E_2 , oznaczony w powtórnym obciążeniu badanej warstwy

Stosunek wtórnego modułu odkształcenia do pierwotnego modułu odkształcenia wyraża wskaźnik odkształcenia I_0

Wskaźnik odkształcenia I_0 stanowi zastępcze kryterium oceny wymaganego zagęszczenia badanej warstwy



Oznaczenie pierwotnego modułu odkształcenia:

1. Płytę ustawić na poziomo na wyrównanej powierzchni badanej warstwy, docisnąć rękoma poprzez kilkukrotny jej obrót
2. Jeśli powierzchnia nie może być wyrównana, podsypać cienką warstwą suchego, drobnego piasku
3. Statyw należy ustawić tak, aby punkty jego podparcia były w jak największej odległości od płyty.
4. Montaż dźwignika oraz przedłużenia rurowe z górną płytą
5. Montaż czujników zegarowych
6. Po ustawieniu aparatury, stosuje się wstępne obciążenie 0,02 MPa; następnie ustawia czujniki zegarowe w pozycji 0,00 mm
7. Uruchamia się pompę na badaną warstwę do 0,05 MPa
8. Odczytuje się co 2 minuty wskazania czujników (jeżeli różnica dwóch kolejnych jest mniejsza niż 0,05 mm; można przystąpić do następnego obciążenia zwiększając o 0,05 MPa



9. Przy każdym odczycie należy zanotować czas odczytu, wskazanie manometru oraz wskazanie czujników przemieszczeń

10. Końcowe obciążenie doprowadza się do poziomu:

maksymalne wartości obciążenia są zależne od układu jaki zostaje poddany pomiarowi:

- 0,25 MPa – grunty podłoża i nasypu
- 0,35 MPa – podłoże ulepszone
- 0,45 MPa – warstwa podbudowy
- 0,55 MPa – nawierzchnia

11. Po uzyskaniu wymaganego obciążenia jednostkowego , należy przeprowadzać odciążenie, zmniejszając obciążenie jednostkowe o 0,1MPa do poziomu 0,00MPa



POLITECHNIKA POZNAŃSKA



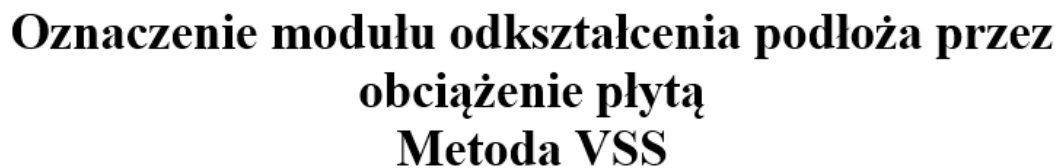
Badanie nośności gruntu płytą VSS.

<https://www.youtube.com/watch?v=n5e7vBYQlxs>



Oznaczenie wtórnego modułu odkształcenia

1. Po całkowitym odciążeniu płyty powtórnie zadaje się ciśnienie 0,05MPa i dalsze badanie przeprowadza zgodnie z oznaczeniem pierwotnego modułu odkształcenia



Szkic i opis badanego podłoża

[illegible]



Obliczenia wyników:

Wartość modułów odkształcenia pierwotnego oraz wtórnego oblicza się wg wzoru:

$$E = 0,75 \cdot \frac{\Delta P}{\Delta S} \cdot D \quad (2.1)$$

[MPa]

gdzie:

E - moduł odkształcenia [MPa],

D - średnica płyty [mm],

ΔP - przyrost obciążenia jednostkowego [MPa],

ΔS - przyrost osiadań odpowiadający przyjętemu zakresowi obciążeń jednostkowych [mm].

Przyjmuje się:

- Dla podłoża gruntowego $\Delta p = p_2 - p_1$, za przyrost obciążenia jednostkowego w zakresie od 0,05MPa do 0,15MPa,
- Dla ulepszonego podłoża Δp , przyrost obciążenia jednostkowego w zakresie od 0,15MPa do 0,25MPa
- Dla całej nawierzchni Δp , przyrost obciążenia jednostkowego w zakresie od 0,25MPa do 0,35MPa



Przykładowe wyniki badań
dla warstwy podbudowy

Faza	MODUŁ PIERWOTNY						
	Napężenie	czujnik			Odkształcenie [mm]		
	MPa	1	2	3	W1	W2	W3
Obciążenie	0,02	0,000	0,002	0,000	0,000	0,000	0,000
	0,05	-0,016	0,198	-0,023	-0,016	-0,196	-0,023
	0,10	-0,138	0,749	-0,236	-0,138	-0,747	-0,236
	0,15	-0,197	1,098	-0,411	-0,197	-1,096	-0,411
	0,20	-0,224	1,322	-0,558	-0,224	-1,320	-0,558
	0,25	-0,249	1,492	-0,732	-0,249	-1,490	-0,732
	0,30	-0,292	1,659	-0,909	-0,292	-1,657	-0,909
	0,35	-0,365	1,837	-1,078	-0,365	-1,835	-1,078
	0,40	-0,384	1,996	-1,197	-0,384	-1,994	-1,197
	0,45	-0,418	2,146	-1,353	-0,418	-2,144	-1,353
Odciążenie	0,35	-0,438	2,135	-1,352	-0,438	-2,133	-1,352
	0,25	-0,444	2,081	-1,279	-0,444	-2,079	-1,279
	0,15	-0,454	2,000	-1,167	-0,454	-1,998	-1,167
	0,05	-0,455	1,817	-1,015	-0,455	-1,815	-1,015
	0,02	-0,456	1,732	-0,968	-0,456	-1,730	-0,968



ODUŁ PIERWOTNY

Napężenie MPa	Odształcenie [mm]		
	W1	W2	W3
0,02	0,000	0,000	0,000
0,05	-0,016	-0,196	-0,023
0,10	-0,138	-0,747	-0,236
0,15	-0,197	-1,096	-0,411
0,20	-0,224	-1,320	-0,558
0,25	-0,249	-1,490	-0,732
0,30	-0,292	-1,657	-0,909
0,35	-0,365	-1,835	-1,078
0,40	-0,384	-1,994	-1,197
0,45	-0,418	-2,144	-1,353
0,35	-0,438	-2,133	-1,352
0,25	-0,444	-2,079	-1,279
0,15	-0,454	-1,998	-1,167
0,05	-0,455	-1,815	-1,015
0,02	-0,456	-1,730	-0,968

E_2 na poziomie gumy **90 MPa**

gr. gumy **144 mm**

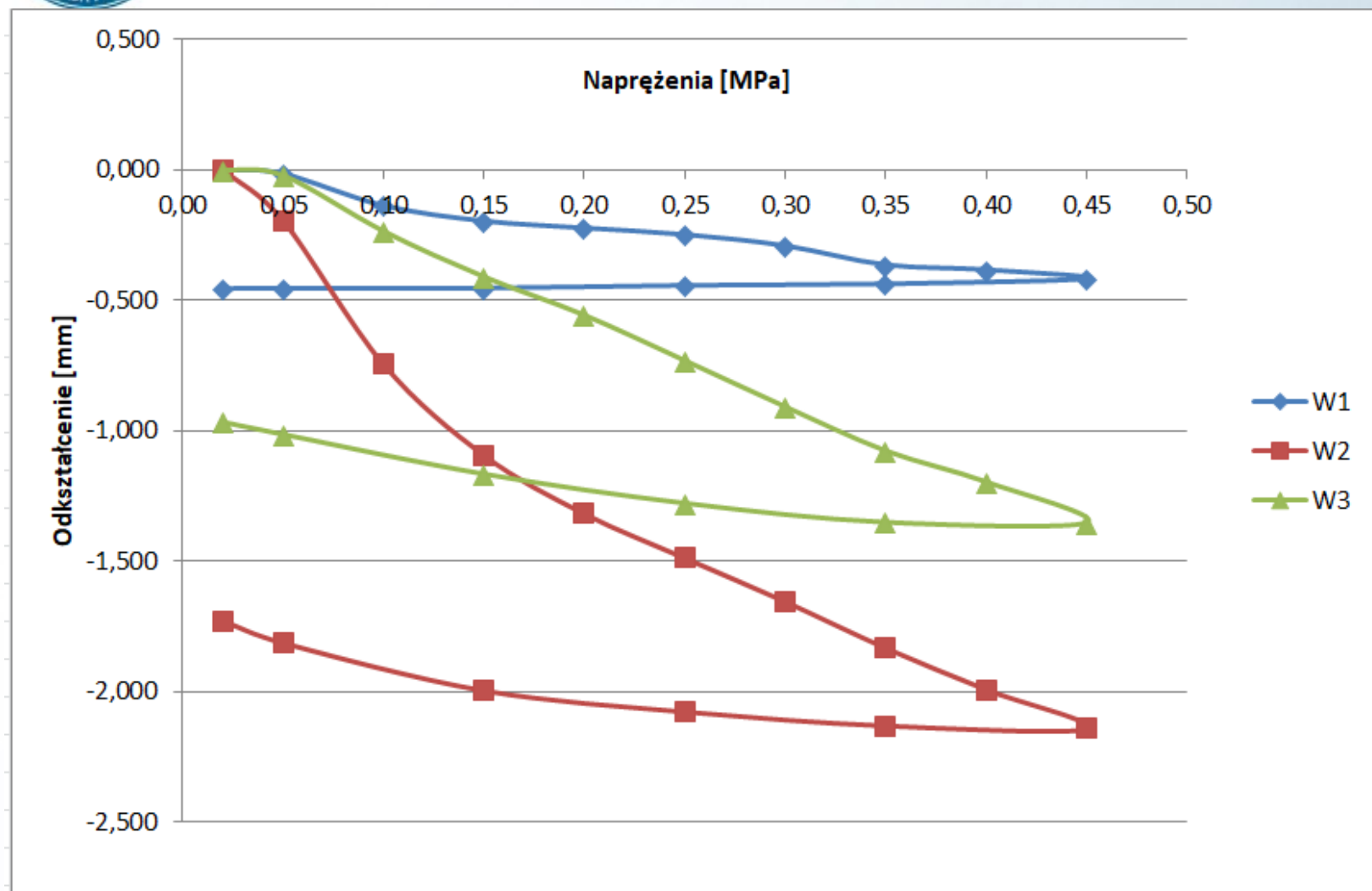
gr. kruszywa

wysokość pierścienia 518; 510 -> średnia 514

$\Delta_{p1}=0,45-0,25$	0,20
Δ_{s1}	0,621
D [mm]	300
E_{v1} [MPa]	72,5

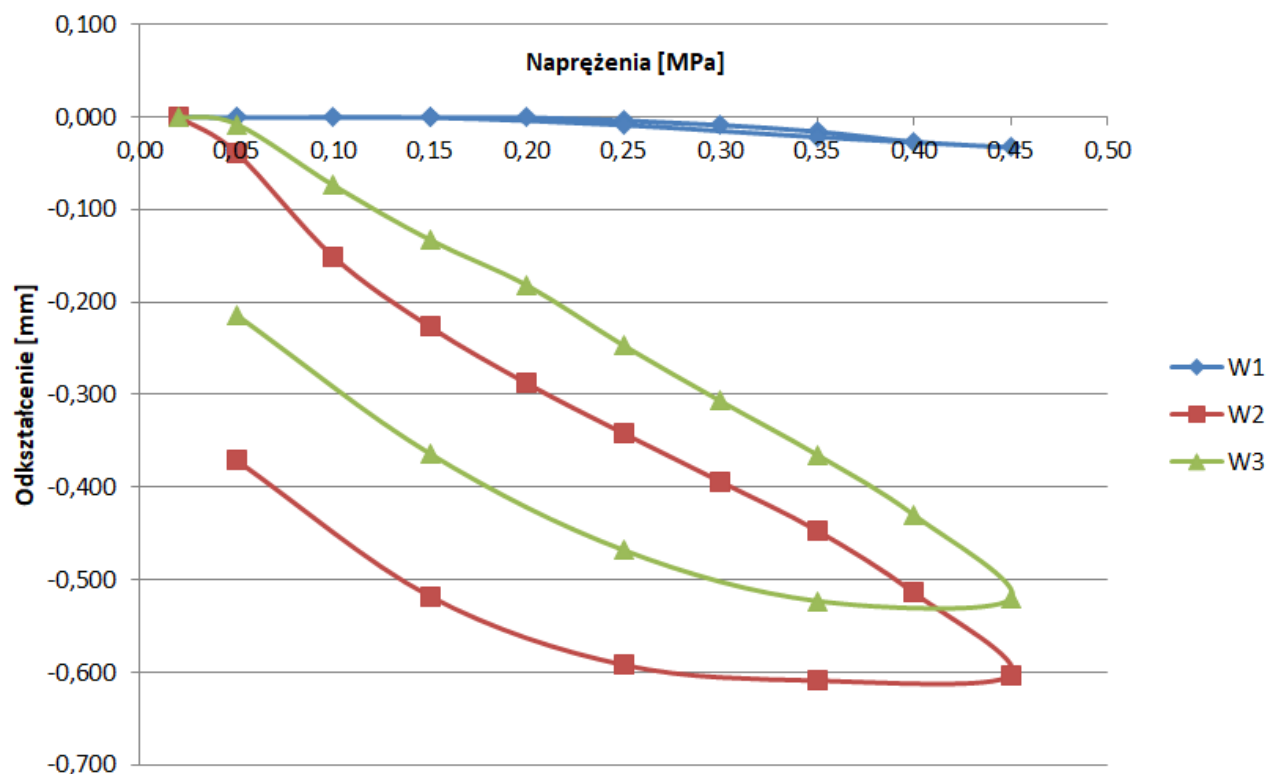


POLITECHNIKA POZNAŃSKA





Moduł odkształcenia wtórny



$\Delta_{p2}=0,45-0,35$	0,10
Δ_{s2}	0,156
D [mm]	300
E_{v2} [MPa]	144,2
E_{v1} [MPa]	72,5
l_0	2,0



Jeśli w badaniu VSS wtórny moduł odkształcenia ($E2$) jest mniejszy od pierwotnego ($E1$), to jest to nieprawidłowy wynik, który wskazuje na niską jednorodność lub konsolidację podłoża lub błędy w wykonaniu badania.

Przykładowe wartości modułu odkształcenia ($E2$) w badaniu VSS dla różnych warstw konstrukcyjnych drogi:

- grunt rodzimy (nienaruszony): $E2 \geq 30$ MPa
- grunt nasypowy (zagęszczony): $E2 \geq 50$ MPa
- podłoże ulepszone: $E2 \geq 60$ MPa

Interpretacja wartości I_0 :

- $I_0 < 1,0$: nieprawidłowy wynik, podłoże traci nośność lub nastąpił błąd
- $I_0 = 1,0 \div 1,3$: słabe zagęszczenie
- $I_0 = 1,3 \div 2,0$: akceptowalne zagęszczenie
- $I_0 \geq 2,0$: wymagane wartość wg np. WT-4



W sprawozdaniu należy zamieścić:

- rysunek badanego przekroju
- wyniki badań
- zestawienie tabelaryczne wyników
- wykresy





POLITECHNIKA POZNAŃSKA

DZIĘKUJĘ ZA UWAGĘ

