



**INSTYTUT BADAWCZY
DRÓG I MOSTÓW**
ROAD AND BRIDGE
RESEARCH INSTITUTE

www.ibdim.edu.pl

Trwałość konstrukcji nawierzchni drogowej a wzmocnienie podłoża gruntowego

dr hab. inż. Mirosław Graczyk, profesor
IBDiM

dr inż. Agata Kowalewska

13.06.2024 r. Poznań

Nośność podłoża gruntowego ma istotny wpływ na trwałość konstrukcji nawierzchni drogowej.

PROJEKT RID II: 2023-2024

Projekt naukowy pn.:

METODY PROWADZENIA BADAŃ I DOBORU ROZWIĄZAŃ GEOTECHNICZNYCH DOTYCZĄCYCH INWESTYCJI DROGOWYCH

Konsorcjum naukowe



rid2.pgi.gov.pl

Dofinansowano ze środków Budżetu Państwa

Projekt współfinansowany przez Narodowe Centrum Badań i Rozwoju w ramach wspólnego przedsięwzięcia NCBR i GDDKiA pn. Rozwój Innowacji Drogowych – RID

Projekt: „Metody prowadzenia badań i doboru rozwiązań geotechnicznych dotyczących inwestycji drogowych”. Dofinansowano ze środków Budżetu Państwa. Projekt współfinansowany przez narodowe centrum badań i rozwoju w ramach wspólnego przedsięwzięcia NCBR i GDDKiA pn. Rozwój innowacji drogowych – RID



NCBR
Narodowe Centrum Badań i Rozwoju

GDDKiA

RID
ROZWÓJ INNOWACJI DROGOWYCH

PROJEKT RID II: INFORMACJA O PROJEKCIE

FINANSOWANIE: Dofinansowano ze środków Budżetu Państwa

NAZWA PROGRAMU: Wspólne przedsięwzięcie NCBR-GDDKiA polegające na wsparciu badań naukowych lub prac rozwojowych w obszarze drogownictwa pn. Rozwój Innowacji Drogowych – RID

NAZWA PROJEKTU: Metody prowadzenia badań i doboru rozwiązań geotechnicznych dotyczących inwestycji drogowych

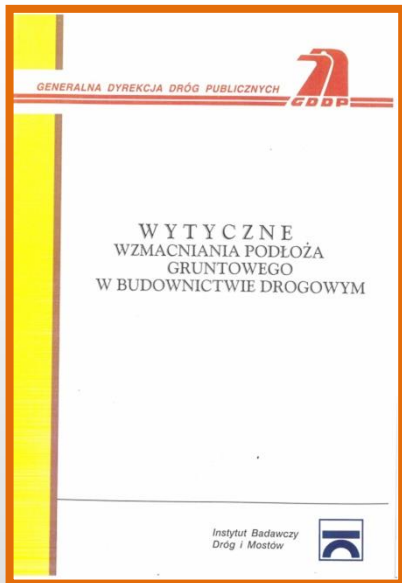
NAZWA BENEFICJENTA: Konsorcjum w składzie: Akademia Górniczo-hutnicza im. Stanisława Staszica w Krakowie, Wydział Inżynierii Lądowej i Gospodarki Zasobami - lider konsorcjum, Państwowy Instytut Geologiczny - Państwowy Instytut Badawczy, Instytut Badawczy Dróg i Mostów, Politechnika Gdańska, Wydział Inżynierii Lądowej i Środowiska.

CZAS TRWANIA: 18 m-cy (2023-2025)

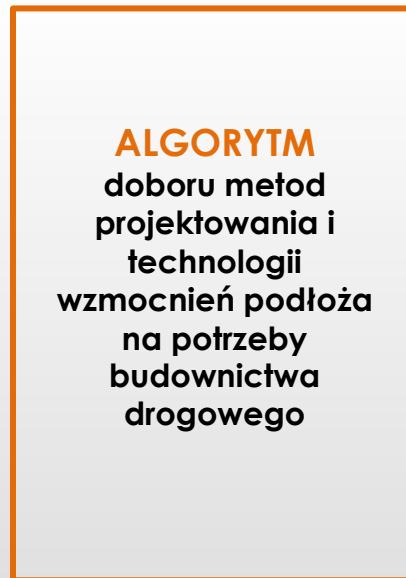
DOFINANSOWANIE: 842.500 PLN; wartość całkowita projektu: 1.685.000 pln

UMOWĘ PODPISANO: 22 sierpnia 2023 r.

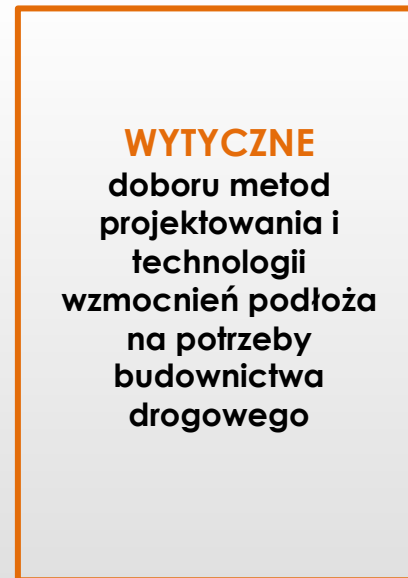
PROJEKT RID II: CEL I EFEKT



2002
Instrukcja GDDP



2025
Algorytm



2025
Wytyczne

PROJEKT RID II: REALIZACJA PROJEKTU – 10 ZADAŃ

Nr zadania	Tytuł zadania	Kategoria działań	Podmiot realizujący zadanie
1	Kwerenda metod projektowania i technologii wzmocnień podłoża ze szczególnym uwzględnieniem terenów osuwiskowych, zjawisk krasowych, gruntów zapadowych oraz wpływów eksploatacji górniczej	BP	AGH
2	Kwerenda metod projektowania i technologii wzmocnień podłoża na potrzeby budownictwa drogowego, na terenach występowania gruntów słabonośnych	BP	PG
3	Określenie wymagań w zakresie rozpoznania podłoża każdej z technologii w miejscach planowania wzmocnień w odniesieniu do wymagań projektowych	BP	PIG-PIB
4	Przeprowadzenie badania nad jakością oraz trwałością rozwiązań technologicznych stosowanych w przypadku budownictwa drogowego	BP	IBDiM
5	Wytyczne w zakresie wymagań dla każdej z technologii odnoszących się do ich trwałości i oceny jakości wykonanych wzmocnień	EBR	IBDiM
6	Wytyczne w zakresie rozpoznania podłoża dla każdej z technologii w miejscach planowania wzmocnień w odniesieniu do wymagań projektowych	EBR	PIG-PIB
7	Wymagania i algorytm doboru metod projektowania i technologii wzmocnień podłoża ze szczególnym uwzględnieniem osuwisk, zjawisk krasowych, gruntów zapadowych oraz wpływów eksploatacji górniczej	EBR	AGH
8	Opracowanie wymagań i algorytmu doboru metod projektowania i technologii wzmocnień podłoża na terenach występowania gruntów słabonośnych	EBR	PG
9	Opracowanie wytycznych doboru metod projektowania i technologii wzmocnień podłoża ze szczególnym uwzględnieniem gruntów słabonośnych	EBR	PG
10	Opracowanie wytycznych prowadzenia badań oraz doboru metod projektowania i technologii wzmocnień podłoża na potrzeby budownictwa drogowego	EBR	AGH

PROJEKT RID II: STRONA INTERNETOWA

Informacje o projekcie na stronie
internetowej

rid2.pgi.gov.pl



Projekt "Metody prowadzenia badań i doboru rozwiązań geotechnicznych dotyczących inwestycji drogowych". Dofinansowano za środków Budżetu Państwa. Projekt współfinansowany przez Narodowe Centrum Badań i Rozwoju w ramach wspólnego przedsięwzięcia NCBR i GDDKiA pn. Rozwój innowacji drogowych - RID.

Wyloguj

[AKTUALNOŚCI](#) | [O PROJEKCIE](#) | [KONSORCJUM](#) | [PARTNERZY](#) | [REALIZACJA](#) | [BADANIA](#) | [WSPÓLPRACA](#) | [PRZETARGI](#) | [KONTAKT](#)



Breadcrumbs

Jasność tła: [START](#)

RUSZA PROJEKT PN. „METODY PROWADZENIA BADAŃ I DOBORU ROZWIĄZAŃ GEOTECHNICZNYCH DOTYCZĄCYCH INWESTYCJI DROGOWYCH” (RID II)



Informujemy, że 22 sierpnia 2023 r. podpisaliśmy umowę na realizację projektu pn. "Metody prowadzenia badań i doboru rozwiązań geotechnicznych dotyczących inwestycji drogowych". Projekt ten uzyskał dofinansowanie w ramach wspólnego przedsięwzięcia Narodowego Centrum Badań i Rozwoju (NCBR) – Generalnej Dyrekcji Dróg Krajowych i Autostrad (GDDKiA), polegającego na wsparciu badań naukowych lub prac rozwojowych w obszarze drogowictwa pn. "Rozwój Innowacji Drogowych – RID".

[> Więcej](#)

KONSORCJUM:



Akademia Górniczo Hutnicza
Im. Stanisława Staszka w Krakowie



Państwowy Instytut Geologiczny -
Państwowy Instytut Badawczy



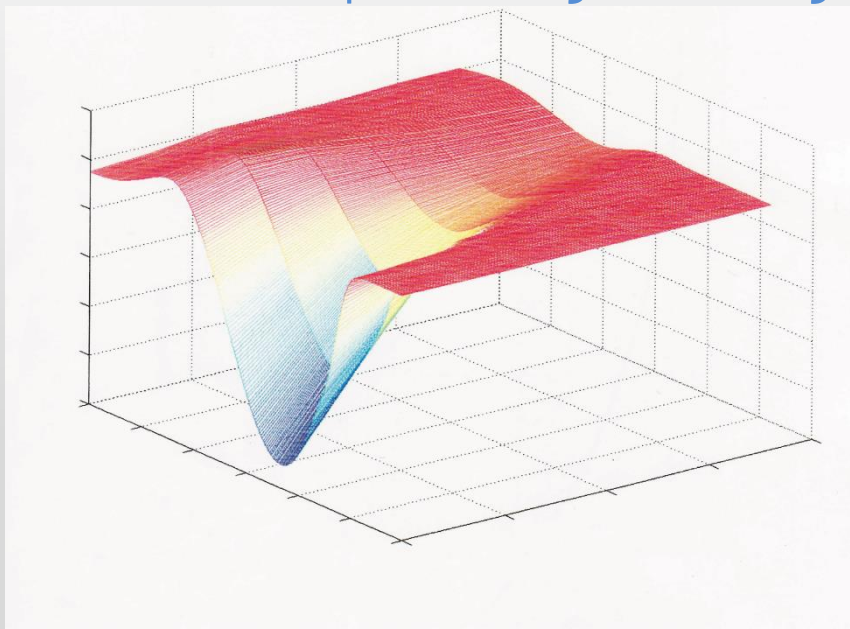
Instytut Badawczy Dróg
i Mostów



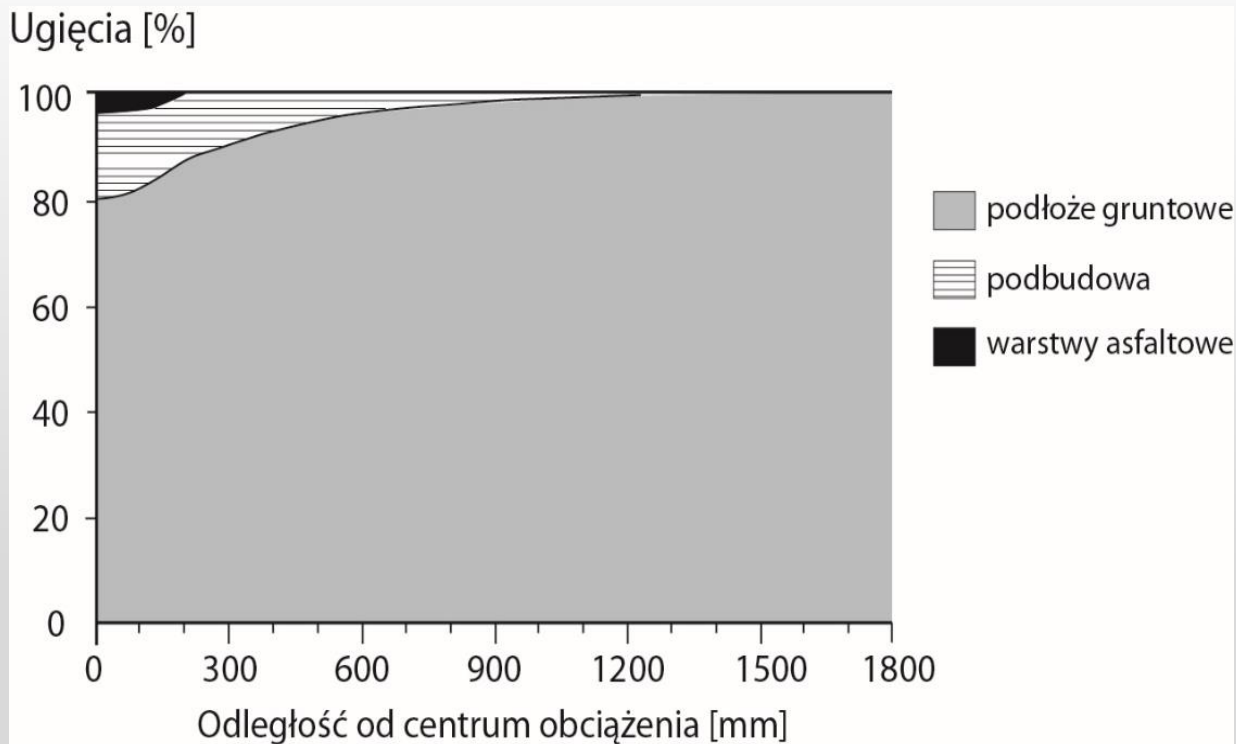
Politechnika Gdańska

Wpływ nośności podłoża gruntowego i oddziaływania wody na ugięcia nawierzchni

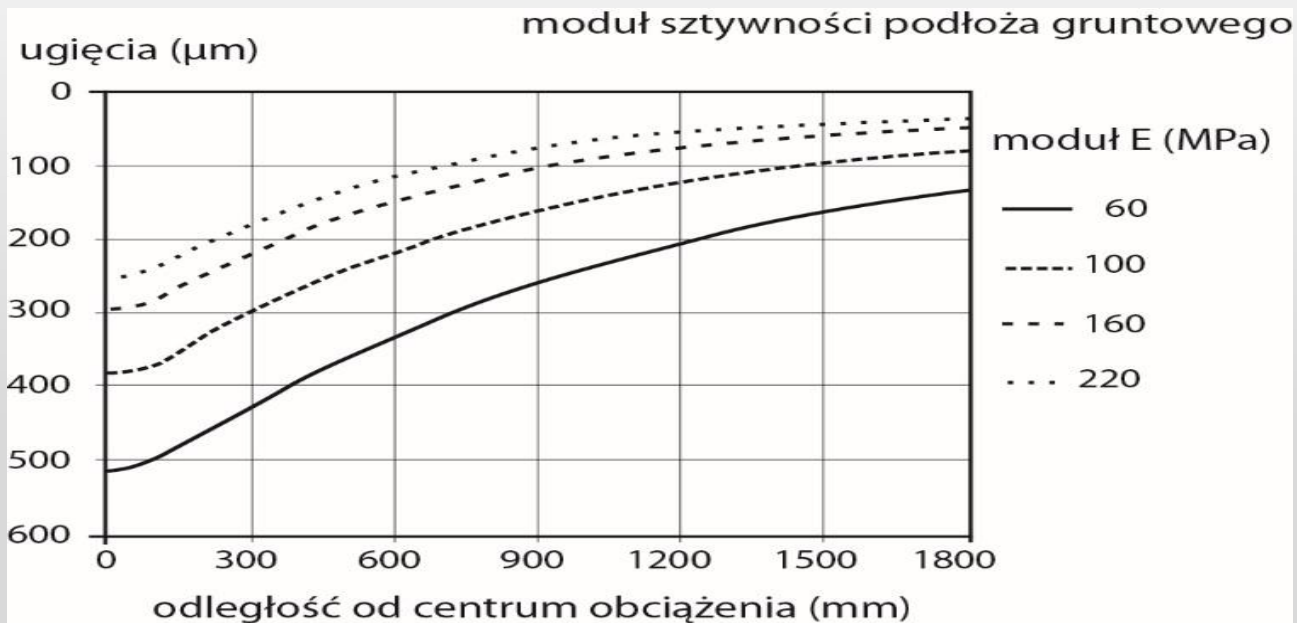
Rozkład ugięć powierzchni nawierzchni zmienia się wraz ze zmianą grubości, sztywności i współczynnika Poissona warstw konstrukcyjnych nawierzchni i podłoża gruntowego.



Podłoże gruntowe przeważa i ma decydujące znaczenie na wielkość maksymalnych ugięć powierzchni nawierzchni.

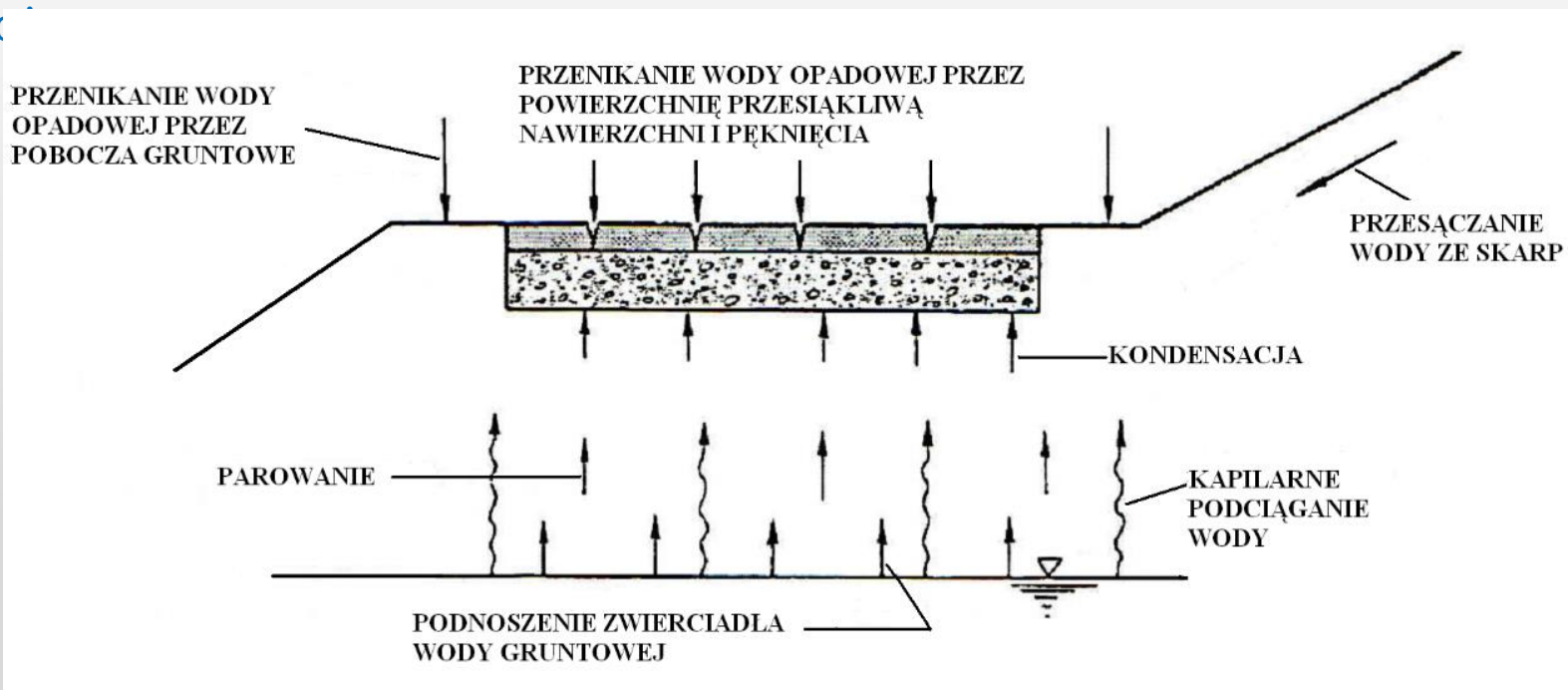


Największy wpływ na kształt całej czaszy ugięć ma nośność podłoża gruntowego. Zmiany nośności podłoża istotnie rzutują na wartości ugięć powierzchni nawierzchni. Zmiany sztywności warstwy górnej asfaltowej i podbudowy zmieniają kształt czaszy odkształcenia w niewielkiej odległości od centrum obciążenia, natomiast zmiany sztywności podłoża gruntowego powodują przesunięcie całej czaszy w górę lub w dół.

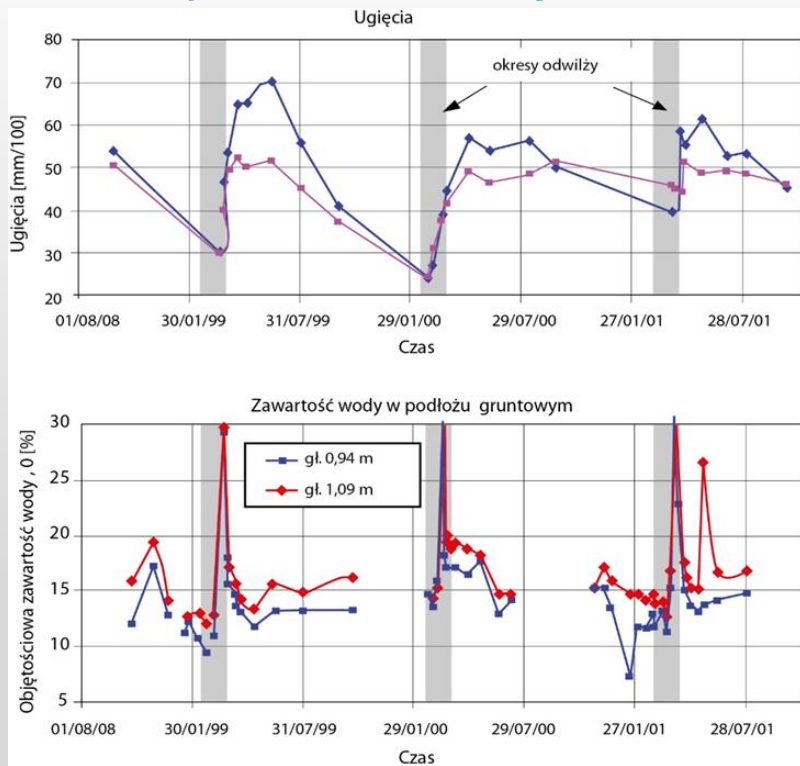


Wpływ oddziaływania wody na konstrukcję drogi jest wielostronny i mocno destrukcyjny, który może doprowadzić do drastycznego obniżenia nośności i w konsekwencji lawinowego niszczenia nawierzchni.

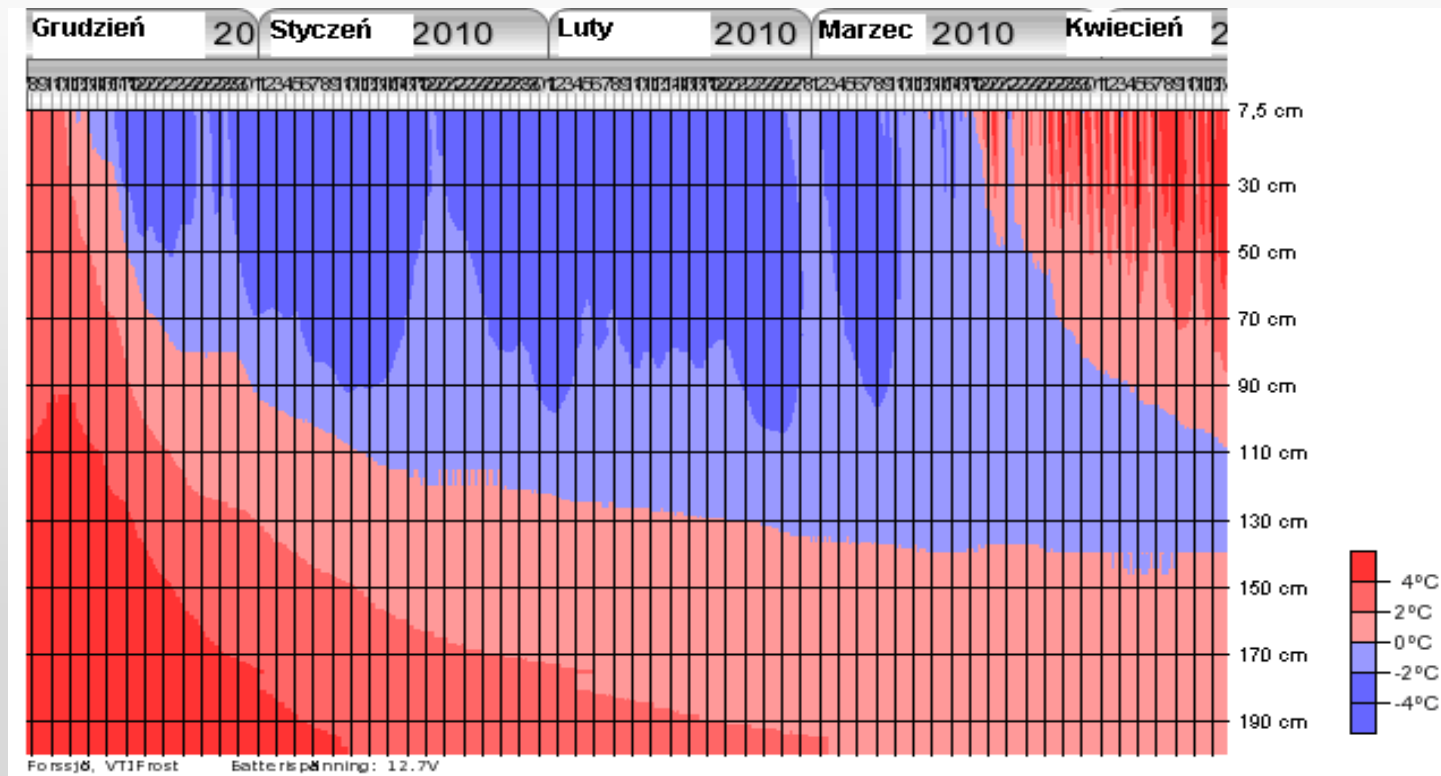
Na rysunku pokazano możliwe drogi penetracji wody w strukturę nawierzchni i podłoża.



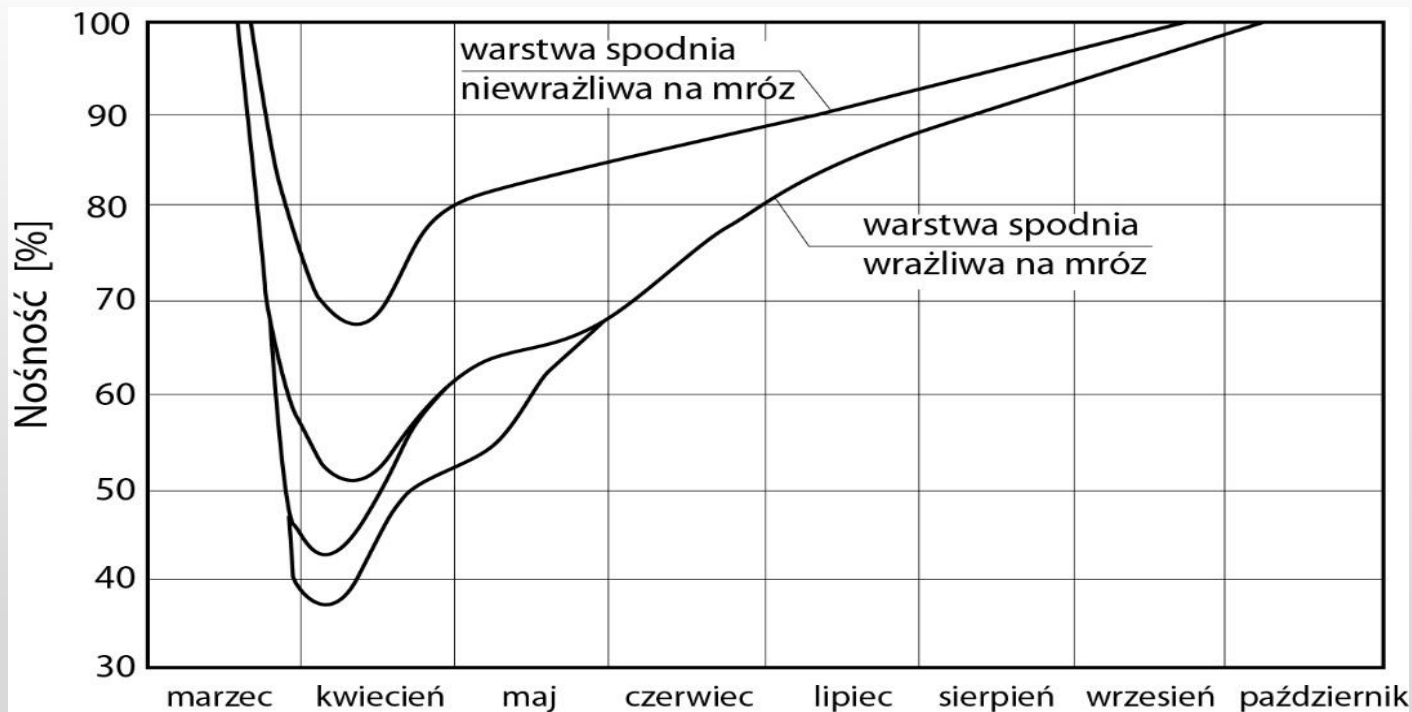
Poniżej przedstawiono przykład zmiany ugięć nawierzchni w porach roku wynikające ze zmian wilgotności podłoża gruntowego. Widać wpływ wilgotności podłoża gruntowego na ugięcia, maksymalna zmiana ugięć dochodzi do 2,5.



Zamarzanie i rozmarzanie gruntu w aspekcie nawilgocenia podłoża gruntowego.



Przykład zmian nośności warstwy podłoża gruntowego w cyklu całorocznym.



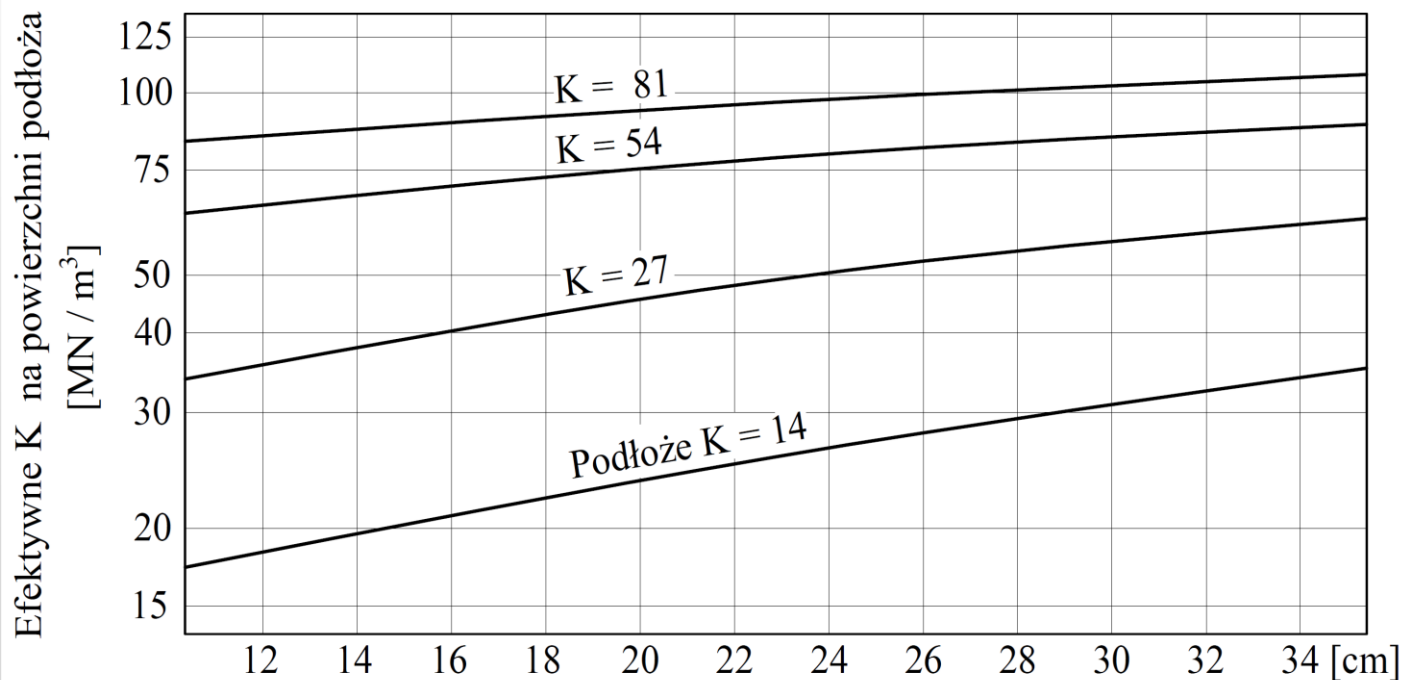
Wnioski:

- Na ugięcia nawierzchni ma bardzo duży wpływ nośność podłoża gruntowego
- Zabezpieczenie podłoża gruntowego od oddziaływania wody poprzez zastosowanie warstw nośnych wpływa na zminimalizowanie maksymalnych ugięć nawierzchni w okresach wczesno wiosennych.

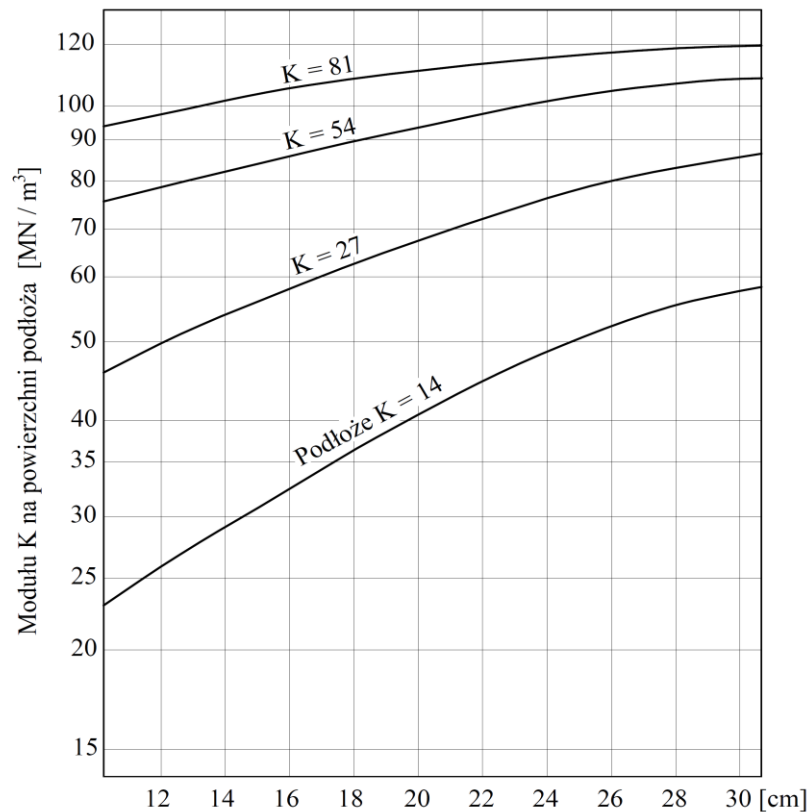
Nośność podłoża gruntowego

1. Nośność podłoża gruntowego jest zależna od rodzaju, stanu i miąższości warstw gruntu rodzimego.
2. Nośność gruntu można istotnie zwiększyć poprzez wzmocnienie podłoża gruntowego.
3. Wzmocnienia podłoża gruntowego. Do wzmacniania gruntów stosowane są metody powierzchniowe i wgłębne.

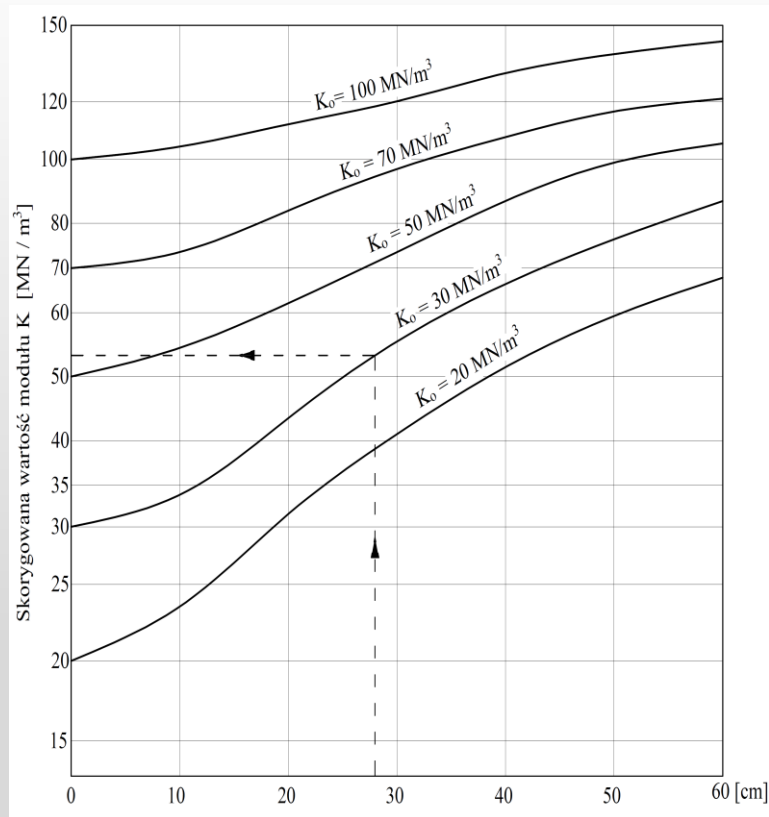
Wpływ grubości wzmocnienia górnej warstwy podłoża gruntowego na współczynnik odporu gruntu k przy zastosowaniu stabilizacji mechanicznej z doziarnieniem kruszywem (USA)



Wpływ grubości wzmocnienia górnej warstwy podłoża gruntowego na współczynnik odporu gruntu k przy zastosowaniu stabilizacji gruntu cementem



Wpływ grubości wzmocnienia górnej warstwy podłoża gruntowego na współczynnik odporu gruntu k przy zastosowaniu stabilizacji gruntu cementem



Doświadczenia zagraniczne

- Doświadczenia francuskie pokazują, że właściwym rozwiązaniem jest wykonanie w gruncie rodzimym platformy nośnej, która jest w stanie przenieść ruch technologiczny oraz zachować stałą nośność powiązaną z okresem trwałości konstrukcji nawierzchni drogi. Nośność platformy mieści się w granicach od 50 do 200 MPa. Platformę wykonuje się poprzez stabilizację wapnem lub wapnem a następnie cementem. Grubość platformy dochodzi do 50 cm (z dodatkiem wapna i cementu) i 70 cm (z dodatkiem tylko wapna) a bez dodatku spoiwa do 80 cm.
- W Hiszpanii grubość wzmocnienia podłoża dochodzi do 60 cm realizowanych w dwóch warstwach. Wymagany moduł wtórny przy wyższych kategoriach ruchu to 160 MPa.

- W Wielkiej Brytanii maksymalne grubości warstw wzmacniających podłoża gruntowe przy zastosowaniu mieszanki niezwiązanej do 45 cm a przy mieszance związanej C3/4 lub C5/6 do 34 cm. Na tak wzmocnionym podłożu oczekiwany moduł odkształcenia wynosi 100 MPa wg metody brytyjskiej. Wymiana gruntu na głębokość 0,5 do 1 m zalecana jest w sytuacji gdy $CBR < 2,5\%$, w innych przypadkach stabilizacja spoiwami na miejscu, zastosowanie geosyntetyków.
- W Niemczech wykorzystywane są trzy sposoby wzmocnienia słabego podłoża gruntowego: poprzez wymieszanie gruntu rodzimego z kruszywem typu piasek czy pospółka; wymianę częściową lub całkowitą wymianę gruntu; metody geotechniczne. Najczęściej stosowane są metody wzmocniania gruntów poprzez stabilizację spoiwami hydraulicznymi lub wapnem albo przez stabilizację mechaniczną. Wymagana wytrzymałość na ścislenie gruntów i mieszanek związanych spoiwami hydraulicznymi wynosi 6 MPa.

W Polsce

W kraju grubość wzmocnienia podłoża dochodzi do 50 cm realizowanych w dwóch warstwach przy konstrukcjach nawierzchni obciążonych ruchem od KR7 do KR5.

Wymagany na powierzchni wzmocnionego podłoża moduł wtórny E_2 :

- Przy najwyższych kategoriach ruchu KR7 do KR5 to 120 MPa.
- Przy KR4 i KR3 wymagany moduł wtórny to 100 MPa
- Przy KR1 i KR2 wymagany moduł wtórny to 80 MPa

Przykład:

Szczególnie istotna jest wysoka nośność podłoża gruntowego w konstrukcjach okresowo mocno obciążonych dla kategorii ruchu KR1 do KR3, gdzie naprężenia i odkształcenia powodowane obciążeniem pojazdów ciężarowych na poziomie podłoża gruntowego są dużo wyższe niż w przypadku KR6 i KR7. Wynika to z mniejszej miąższości warstw konstrukcyjnych w przypadku konstrukcji dla kategorii ruchu KR1 do KR3.

Można oszacować, że w przypadku konstrukcji dla ruchu KR2 -grubość warstw konstrukcyjnych 32 cm to $z/d = 32/29,34 = 1,09$, co powoduje naprężenia pionowe na poziomie podłoża ok. 0,23 MPa.

Natomiast w przypadku KR7 -grubość warstw konstrukcyjnych 52 cm to $z/d = 52/29,34 = 1,77$, co daje naprężenia pionowe na poziomie podłoża ok. 0,09 MPa.

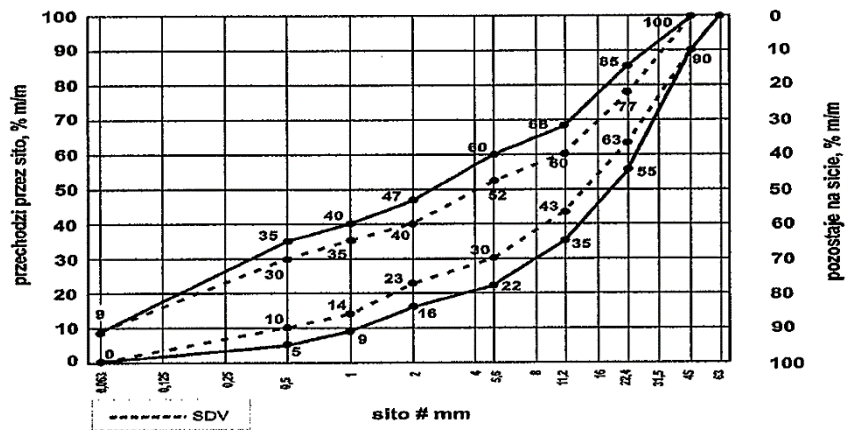
Oznacza to, że naprężenia na poziomie podłoża gruntowego przy konstrukcji dla ruchu KR2 są większe 2,5 razy od przypadku dla KR7.

Wnioski:

- Trwałość nawierzchni drogowej jest istotnie zależna od rodzaju i stanu podłoża gruntowego:
- Na ugięcia i trwałość nawierzchni ma bardzo duży wpływ nośność podłoża gruntowego
- Zabezpieczenie podłoża gruntowego od oddziaływania wody poprzez zastosowanie warstw nośnych wpływa na zminimalizowanie maksymalnych ugięć nawierzchni w okresach wczesno wiosennych.

Głębokość wzmocnienia podłoża gruntowego wpływa istotnie na trwałość konstrukcji nawierzchni i zastosowanego rozwiązania technologicznego

DOZIARNIANIE GRUNTU



Rys. 13. Mieszanka niezwiązana 0/45 do warstw podbudowy zasadniczej



STABILIZACJA MECHANICZNA →
ZAGĘSZCZANIE



STABILIZACJA SPOIWAMI

WYMIESZANIE GRUNTU RODZIMEGO
Z ODPOWIEDNIO DOBRANYMI
ŚRODKAMI CHEMICZNYMI, JAK:

- WAPNO
- CEMENT
- AKTYWNE POPIOŁY LOTNE
- ŻUŻLE



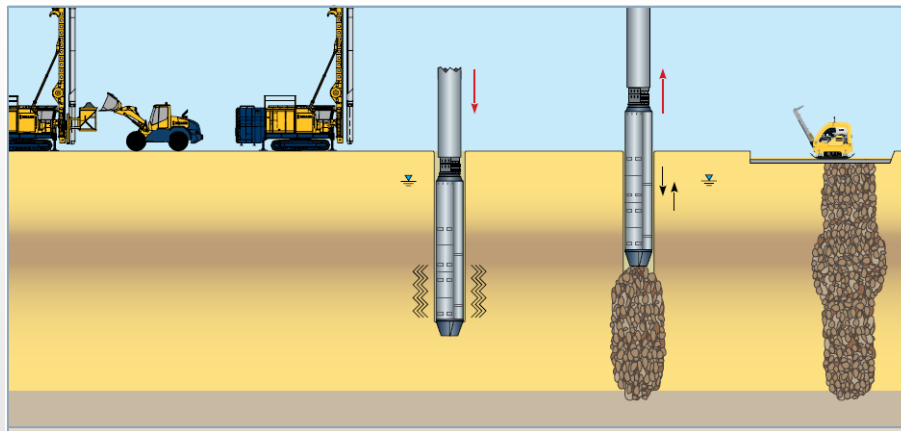
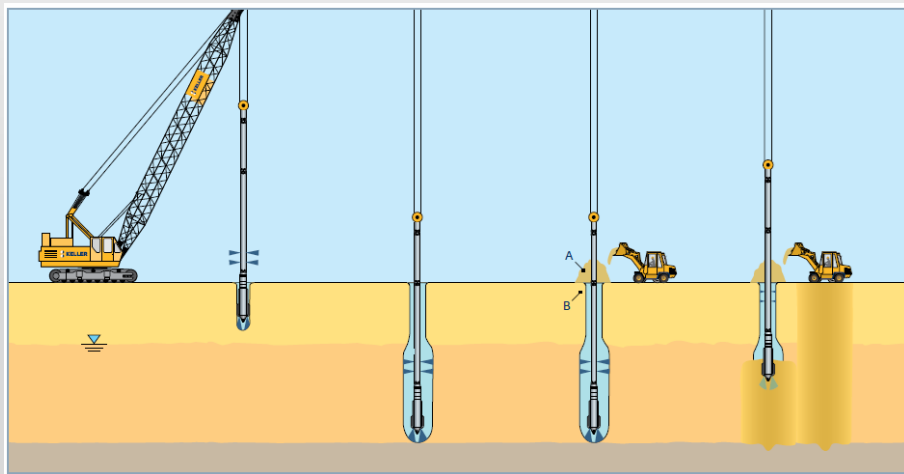
WYMIANA GRUNTU



PEŁNA LUB CZĘŚCIOWA → GRUNTY SŁABONOŚNE

METODY WIBRACYJNE

WIBROFLOTACJA

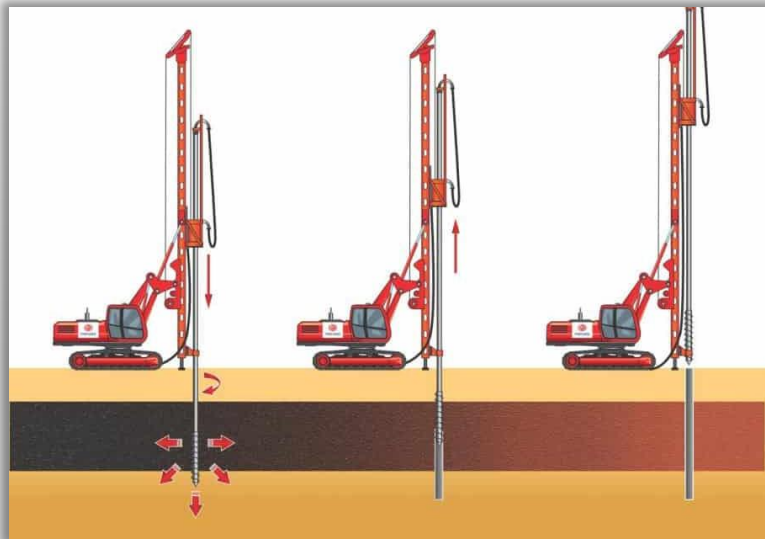


WIBROWYMIANA

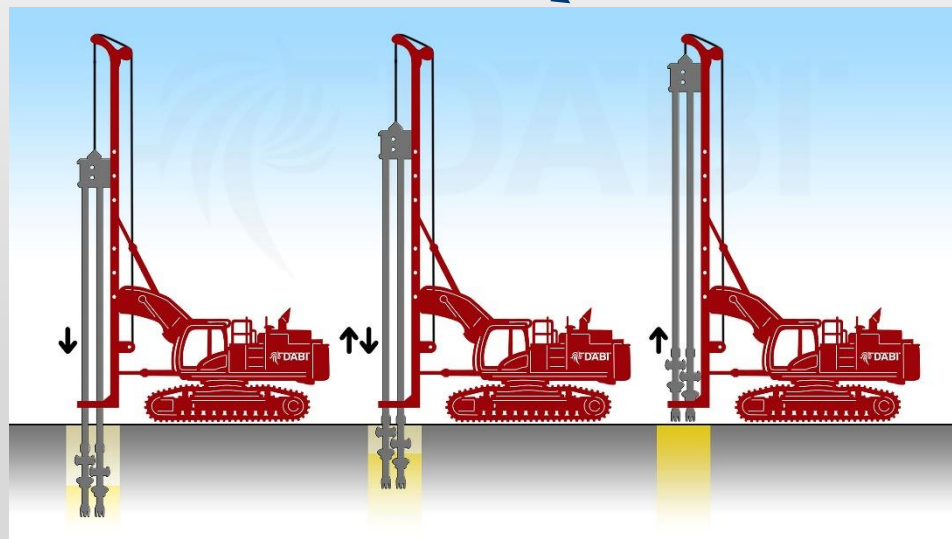
WZMACNIANIE WGŁĘBNE

BETONOWE KOLUMNY PRZEMIESZCZENIOWE

CMC



DSM



Dziękuję za uwagę



**INSTYTUT BADAWCZY
DRÓG I MOSTÓW**
ROAD AND BRIDGE
RESEARCH INSTITUTE

Mirosław Graczyk
mgraczyk@ibdim.edu.pl

Agata Kowalewska
akowalewska@ibdim.edu.pl