

# 8.WPGI 2024

## Zastosowanie georusztów do konstrukcji geotechnicznych w inwestycjach drogowych

**Remigiusz Duszyński**

Tensar Polska

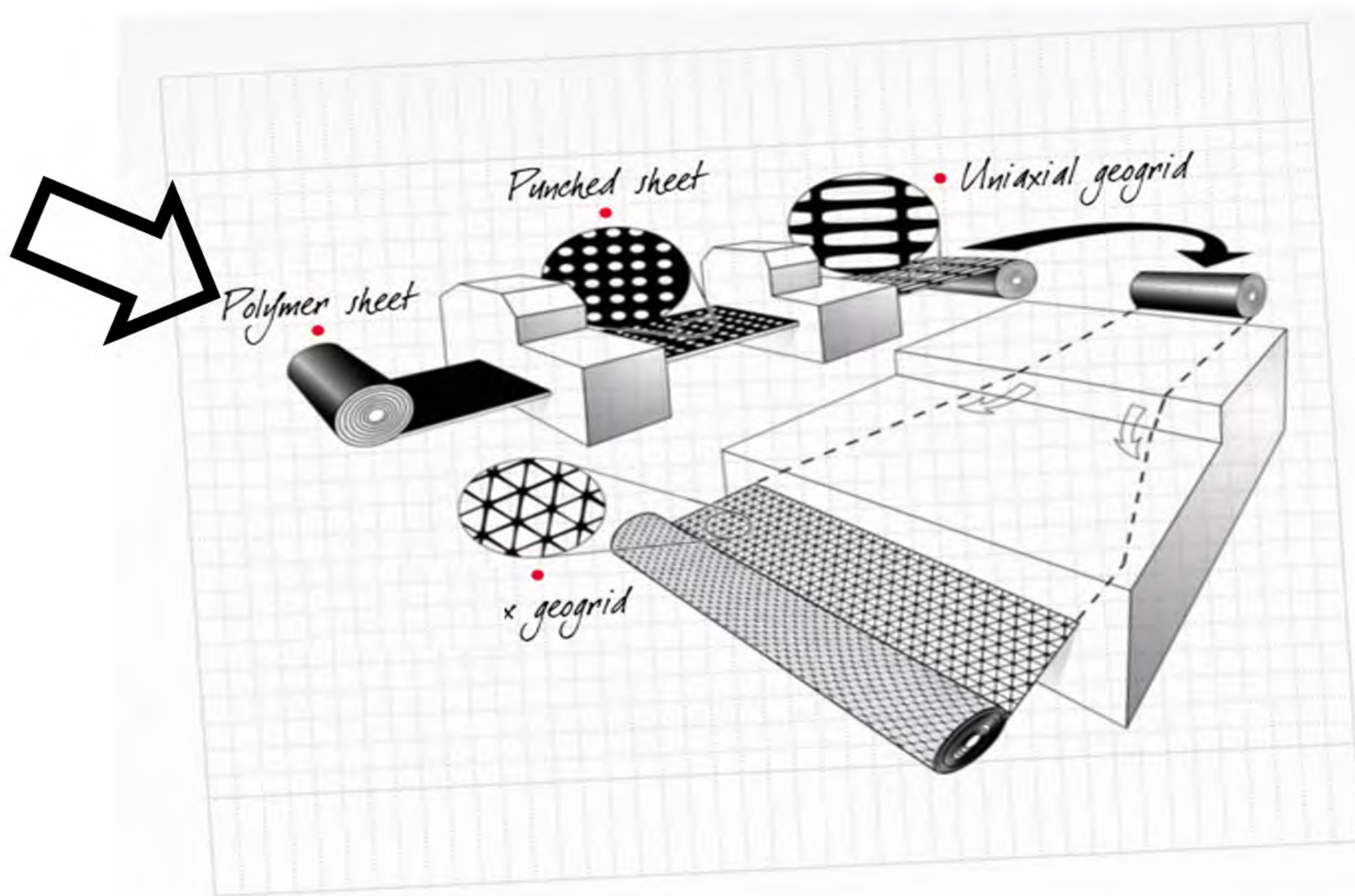


**8.WPGI 2024**

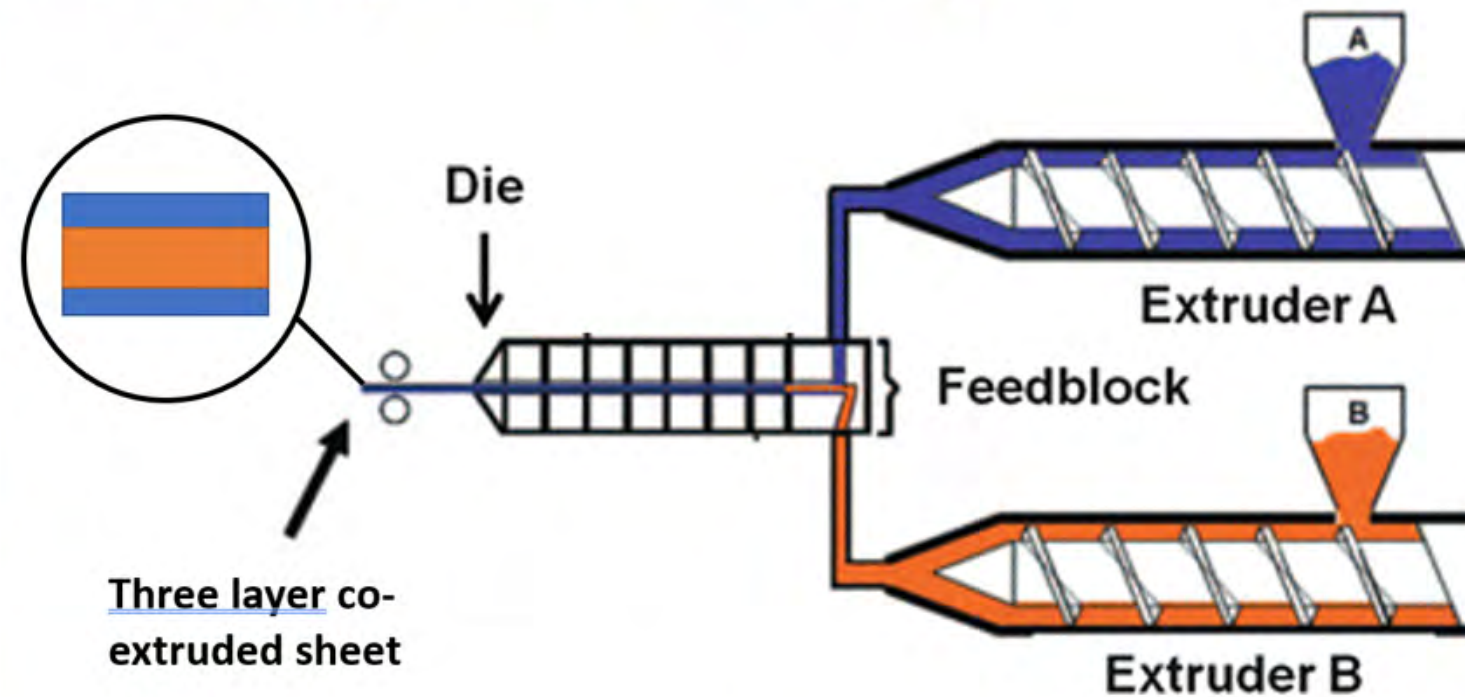
[wpgi.pgi.gov.pl](http://wpgi.pgi.gov.pl)

[pgi.gov.pl](http://pgi.gov.pl)

# Georuszty - proces produkcji



# Georuszty - proces produkcji



# Georuszty Tensar InterAx



## Koekstruzja

- Zintegrowany rdzeń strukturalny
  - Czarny rdzeń o wysokiej trwałości
- Zewnętrzne warstwy wspomagające interakcję z kruszywem:
  - Podwyższona szorstkość, zwiększająca tarcie
  - Materiał trwały, lecz bardziej elastyczny i ściśliwy, co wspomaga zazębienie ziaren kruszywa

## Zoptymalizowana geometria

- Poprawa zazębienia:
  - Zróżnicowane kształty i rozmiary oczek
  - *Uniesiony* wewnętrzny sześciokąt
  - Wysoki profil żebra



# Georuszty Tensor InterAx



## Koekstruzja

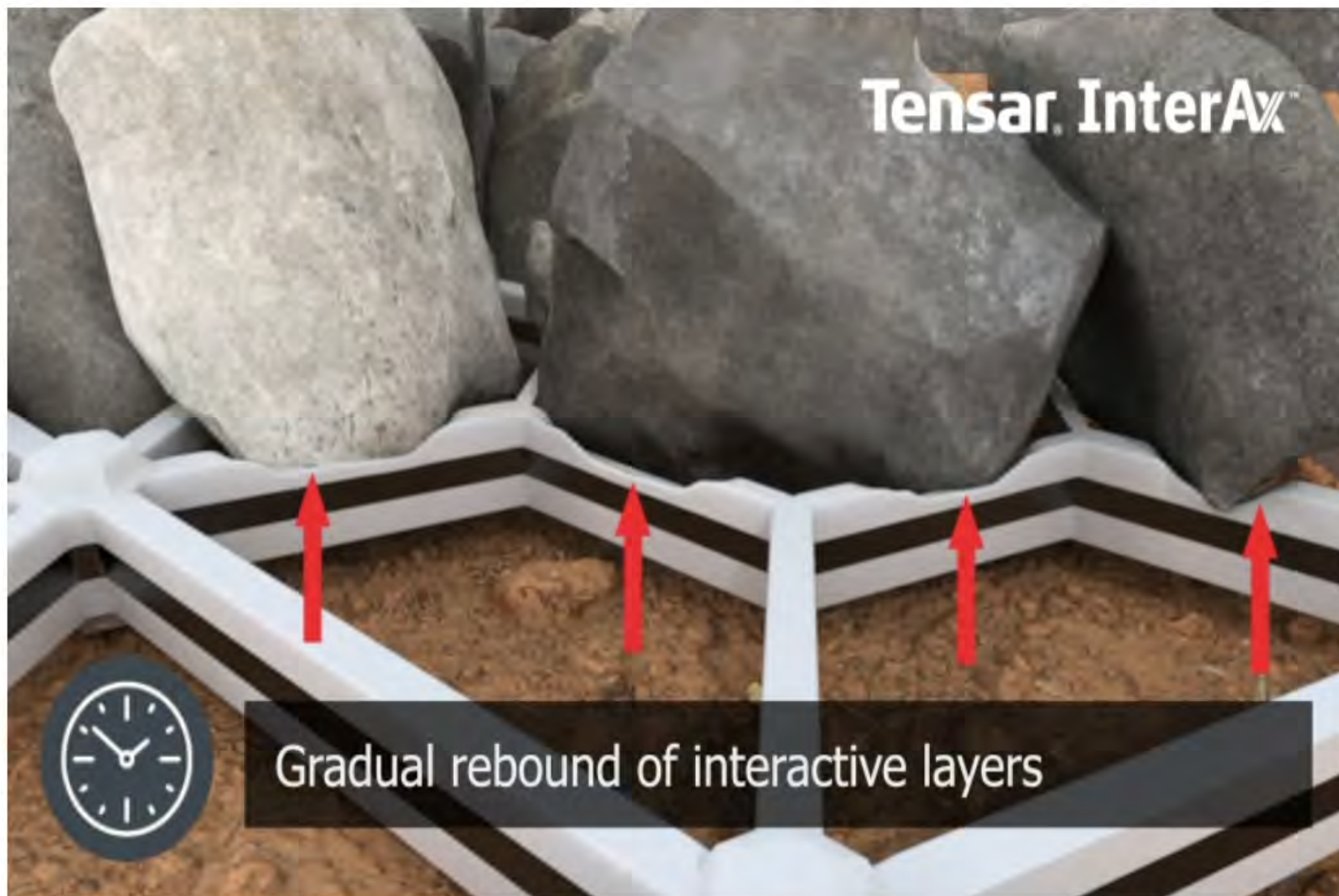
- Zintegrowany rdzeń strukturalny
  - Czarny rdzeń o wysokiej trwałości
- Zewnętrzne warstwy wspomagające interakcję z kruszywem:
  - Podwyższona szorstkość, zwiększająca tarcie
  - Materiał trwały, lecz bardziej elastyczny i ściśliwy, co wspomaga zazębienie ziaren kruszywa

## Zoptymalizowana geometria

- Poprawa zazębienia:
  - Zróżnicowane kształty i rozmiary oczek
  - *Uniesiony* wewnętrzny sześciokąt
  - Wysoki profil żebra



# Georuszty Tensar InterAx



## Koekstruzja

- Zintegrowany rdzeń strukturalny
  - Czarny rdzeń o wysokiej trwałości
- Zewnętrzne warstwy wspomagające interakcję z kruszywem:
  - Podwyższona szorstkość, zwiększająca tarcie
  - Materiał trwały, lecz bardziej elastyczny i ściśliwy, co wspomaga zazębienie ziaren kruszywa

## Zoptymalizowana geometria

- Poprawa zazębienia:
  - Zróżnicowane kształty i rozmiary oczek
  - *Uniesiony* wewnętrzny sześciokąt
  - Wysoki profil żebra



# Georuszty Tensor InterAx



## Koekstruzja

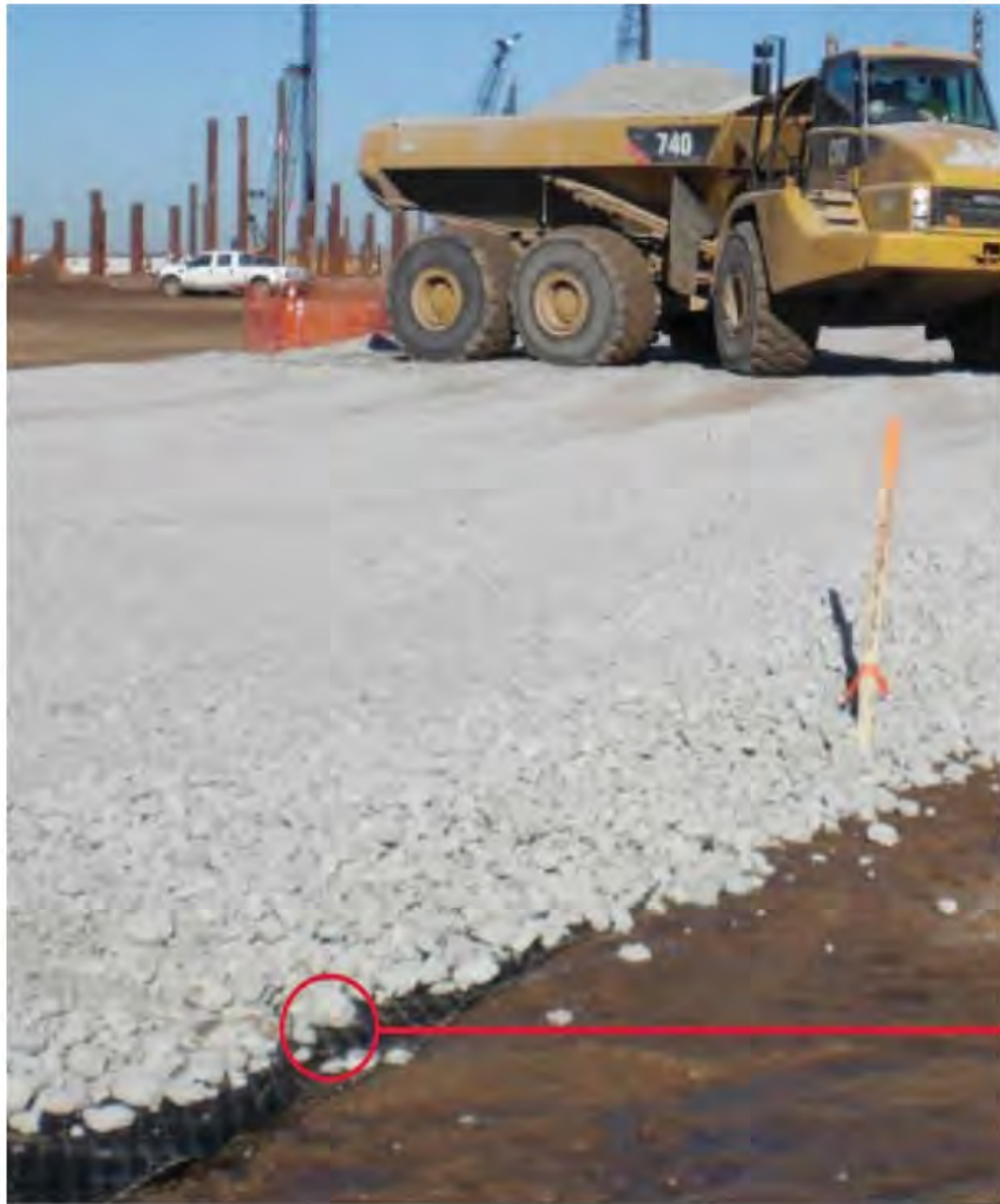
- Zintegrowany rdzeń strukturalny
  - Czarny rdzeń o wysokiej trwałości
- Zewnętrzne warstwy wspomagające interakcję z kruszywem:
  - Podwyższona szorstkość, zwiększająca tarcie
  - Materiał trwały, lecz bardziej elastyczny i ściśliwy, co wspomaga zazębienie ziaren kruszywa

## Zoptymalizowana geometria

- Poprawa zazębienia:
  - Zróżnicowane kształty i rozmiary oczek
  - *Uniesiony* wewnętrzny sześciokąt
  - Wysoki profil żebra



# Stabilizacja kruszywa georusztem

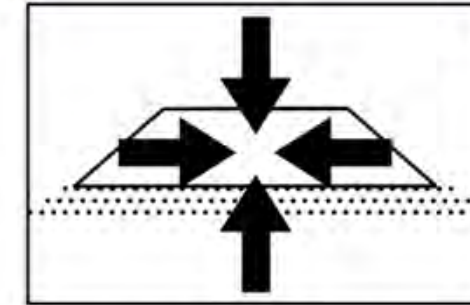


Stabilizacja kruszywa georusztem to poprawa parametrów (zagęszczenie, nośność) warstwy kruszywa niezwiązanego, uzyskiwana dzięki mechanicznemu zablokowaniu ziaren kruszywa w sztywnym oczku georusztu



# Stabilizacja kruszywa georusztem

Definicja zgodnie z normą ISO 10318-1:2015+A1:2018:



2.1.9 **Stabilization**: improvement of the mechanical behaviour of an unbound granular material by including one or more geosynthetic layers such that deformation under applied loads is reduced by minimizing movements of the unbound granular material

2.1.9 **Stabilizacja**: poprawa właściwości mechanicznych kruszywa niezwiązanego poprzez zastosowanie jednej lub więcej warstw geosyntetyków, w taki sposób, że deformacje pod obciążeniem zostają zredukowane dzięki zminimalizowaniu przemieszczeń ziarn kruszywa



# Warstwa MSL



**8. WPGI 2024**

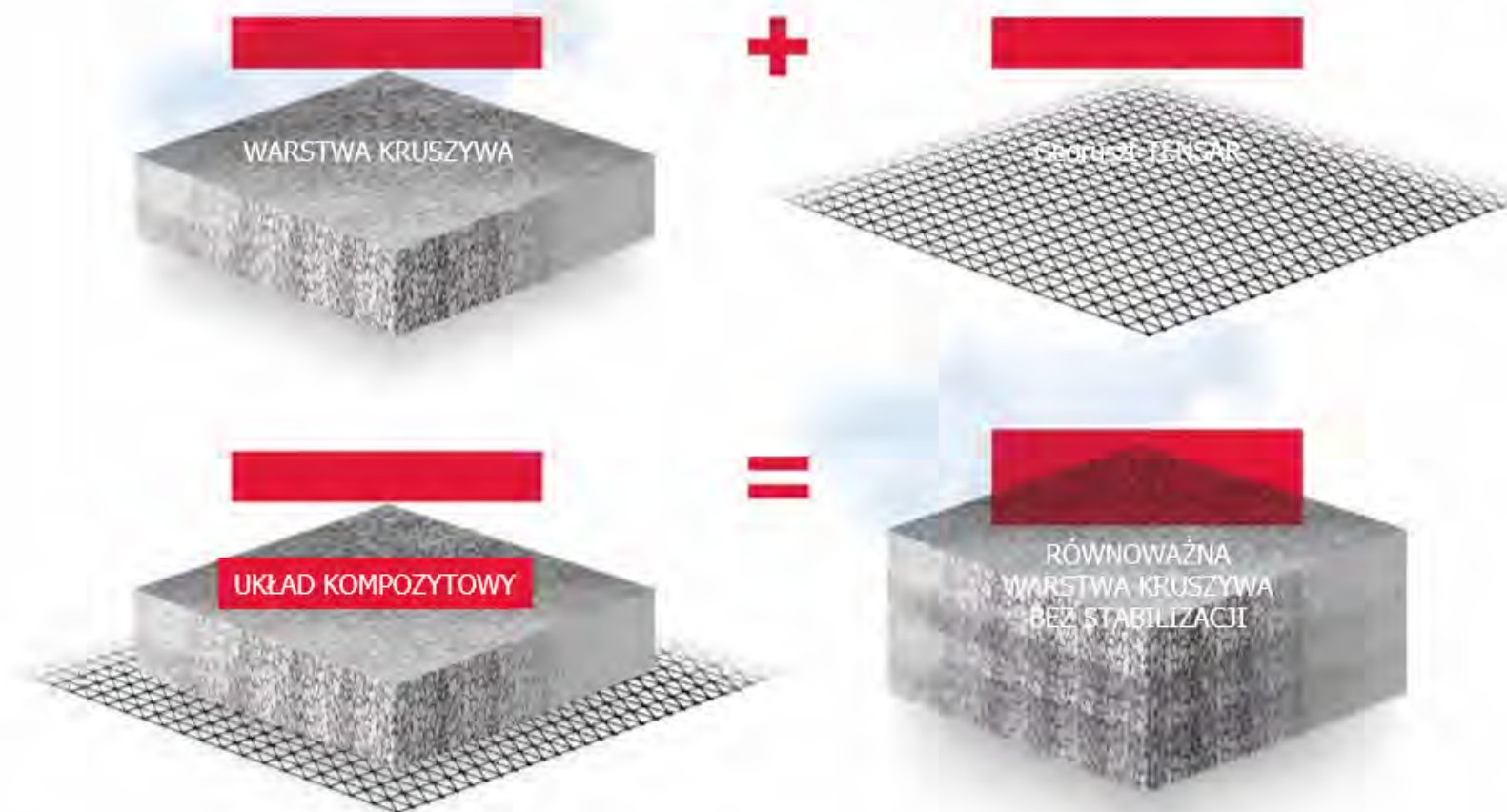
[wpgi.pgi.gov.pl](http://wpgi.pgi.gov.pl)



# Warstwa MSL

Georuszt i kruszywo tworzą kompozyt (Mechanically Stabilised Layer – MSL), o właściwościach jakich nie posiada ani sam georuszt, ani samo kruszywo.

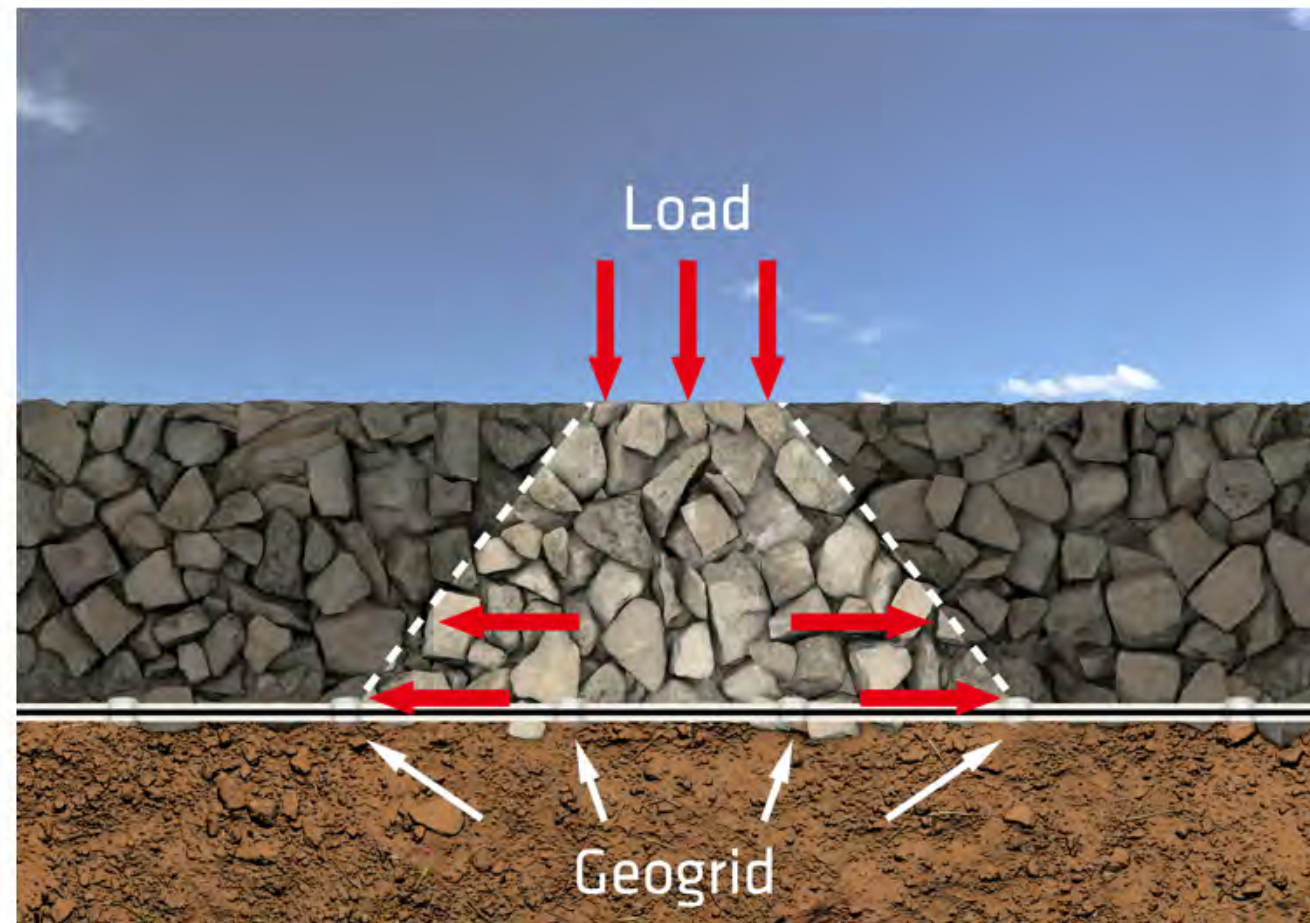
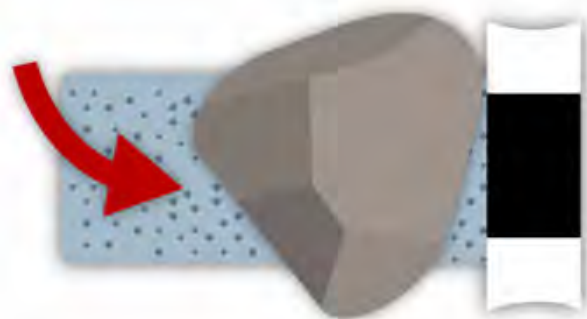
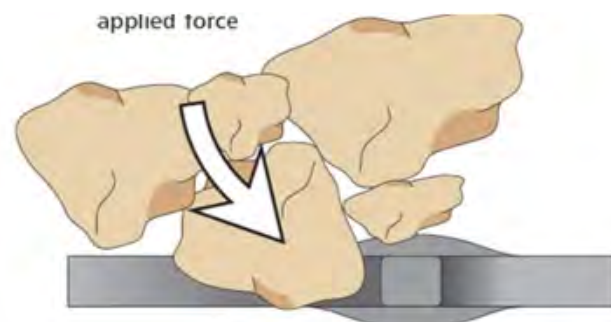
Warstwa kruszywa stabilizowanego georusztem może być pod względem nośności odpowiednikiem warstwy samego kruszywa grubszej o 50 do 100%.



# Warstwa MSL

## Zasada działania stabilizacji MSL

- mechaniczne zablokowanie ziarn kruszywa w sztywnym oczku georusztu
- ograniczenie lub wyeliminowanie możliwości przemieszczania się kruszywa na boki



**8. WPGI 2024**

[wpgi.pgi.gov.pl](http://wpgi.pgi.gov.pl)

[pgi.gov.pl](http://pgi.gov.pl)

# Warstwa MSL

Warstwy kruszywa stabilizowanego georusztami stosuje się do ulepszania podłoża najczęściej w sytuacjach występowania w podłożu:

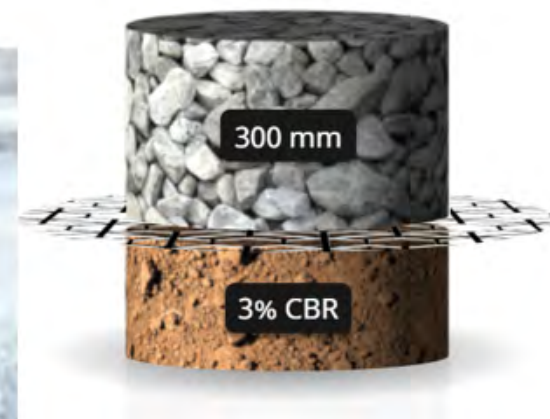
- gruntów spoistych w stanie plastycznym i miękkoplastycznym (bezpośrednio przy powierzchni),
- skonsolidowanych gruntów organicznych,
- nasypów niekontrolowanych,
- nieskonsolidowanych gruntów organicznych o znacznej miąższości (w połączeniu z innymi metodami posadowienia – kolumny, pale, dreny, itp.).



# Warstwa MSL



MSL z georusztem Tensar



# Warstwa MSL

Brak georusztu



# PRZYKŁADY REALIZACJI



**8. WPGI 2024**

[wpgi.pgi.gov.pl](http://wpgi.pgi.gov.pl)



# Szaflary – odwiert geotermalny L=7000 m



**8. WPGI 2024**

[wpgi.pgi.gov.pl](http://wpgi.pgi.gov.pl)

[pgi.gov.pl](http://pgi.gov.pl)

# Szaflary – odwiert geotermalny L=7000 m

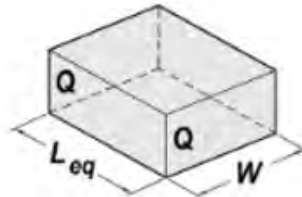
## Obciążenie

Rozkład obciążenia <sup>?</sup>   m

Efektywna długość obciążenia,  $L_{eq}$  <sup>?</sup>

Szerokość obciążenia, W <sup>?</sup>  m

Nacisk, Q <sup>?</sup>  kPa



## Platforma <sup>?</sup>

Materiał <sup>?</sup>   kN/m<sup>3</sup>

Ciężar jednostkowy <sup>?</sup>

Kąt tarcia wewnętrznego <sup>?</sup>  deg

Maks. wielkość ziarna <sup>?</sup>  mm

Współczynnik bezpieczeństwa w zakresie nośności <sup>?</sup>

## Wykop <sup>?</sup>

## Podłoże <sup>?</sup>

Rodzaj podłoża <sup>?</sup>   kPa

Wytrzymałość na ścinanie bez odpływu,  $S_u$

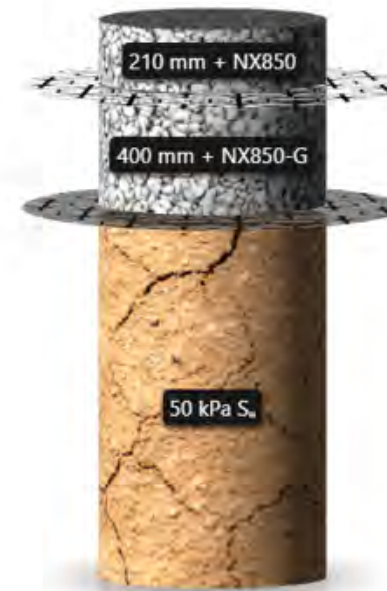
Geosyntetyk separacyjny <sup>?</sup>

## Woda gruntowa

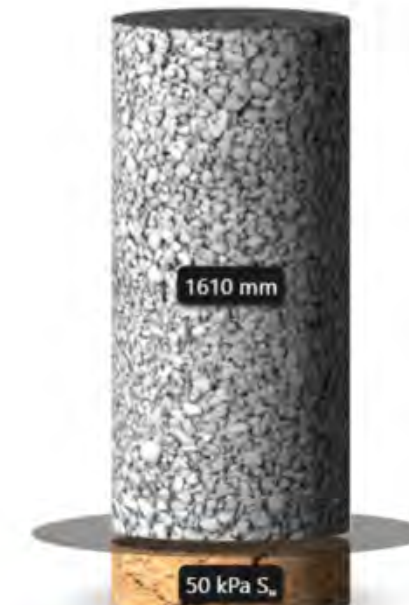
Stan

Głębokość <sup>?</sup>  m

Sekcja stabilizowana  
83,27 zł/m<sup>2</sup>



Sekcja niestabilizowana  
zł172,27/m<sup>2</sup>



	Sekcja stabilizowana	Sekcja niestabilizowana
Całkowita grubość platformy (mm)	610	1610
Geosiatka Tensar <sup>?</sup>	NX850-G, NX850	
Efektywna długość obciążenia, $L_{eq}$ (m) <sup>?</sup>	15	15
Szerokość obciążenia (m)	2,2	2,2
Nośność graniczna, $q_u$ (kPa)	421	421
Nacisk na platformę, Q (kPa) <sup>?</sup>	280	280
Współczynnik bezpieczeństwa w zakresie nośności	1,5	1,5
Nacisk na podłoże, $q_p$ (kPa) <sup>?</sup>	176	176
Odległość od krawędzi, $L_e$ (m) <sup>?</sup>	Większa 2 m lub połowa szerokości sprzętu	

# Szaflary – odwiert geotermalny L=7000 m



Koszt budowy

Save 51%

Sekcja stabilizowana 866 008 zł  
Sekcja niestabilizowana 1 791 608 zł

Czas budowy

Save 57%

Sekcja stabilizowana 36 dni  
Sekcja niestabilizowana 83,8 dni

Koszt środowiskowy

Save 54%

Sekcja stabilizowana 159 850 kgCO<sub>2</sub>e  
Sekcja niestabilizowana 348 030 kgCO<sub>2</sub>e

Dodatkowe koszty

Liczba przejazdów wywrotek

Wymagane paliwo

Wymagana woda

Te wartości są jedynie szacunkowe. Rzeczywiste wyniki będą się różnić w zależności od konkretnych okoliczności tej inwestycji.



8. WPGI 2024

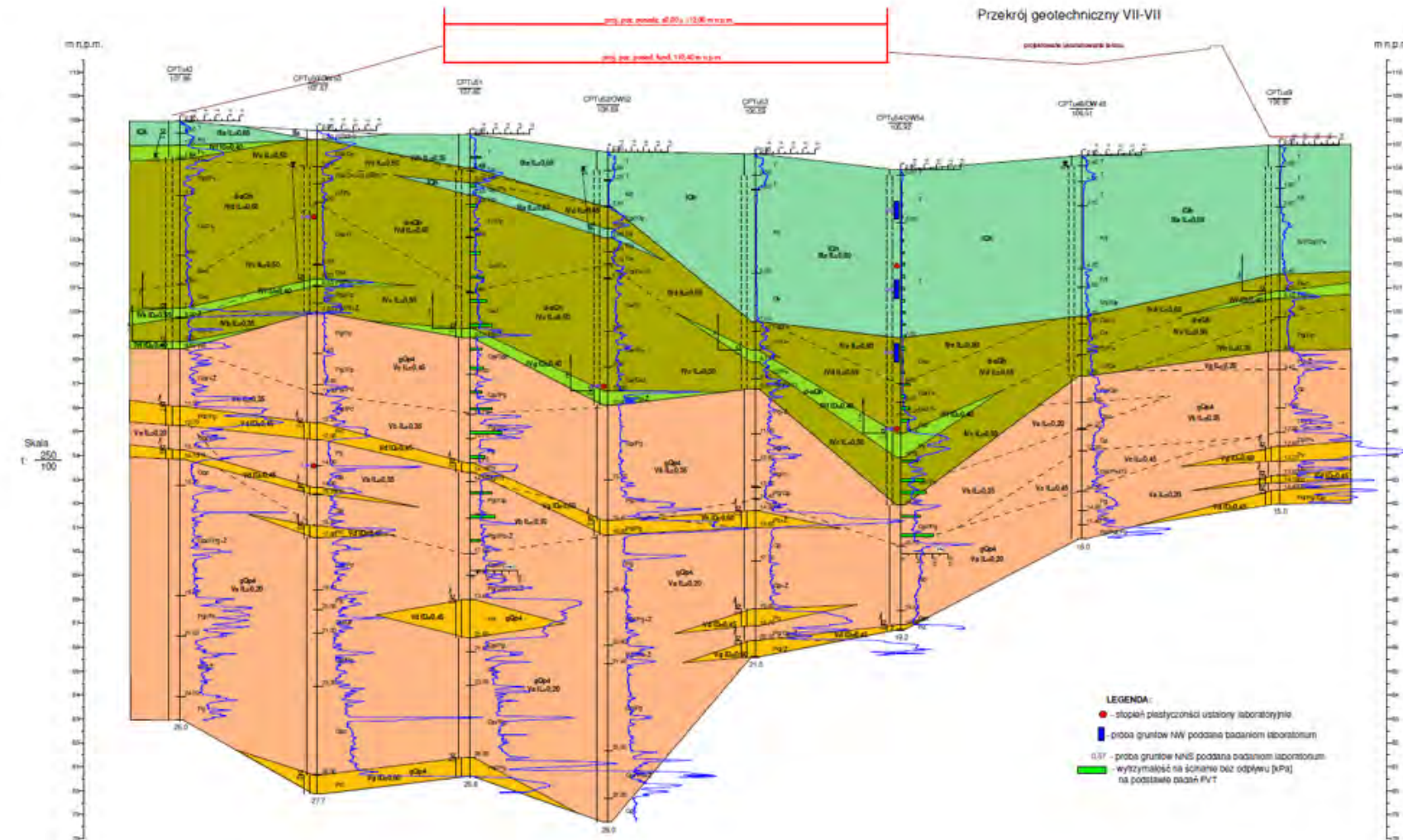
wpgi.pgi.gov.pl

pgi.gov.pl

# Agata Meble – Olsztyn (platformy robocze)

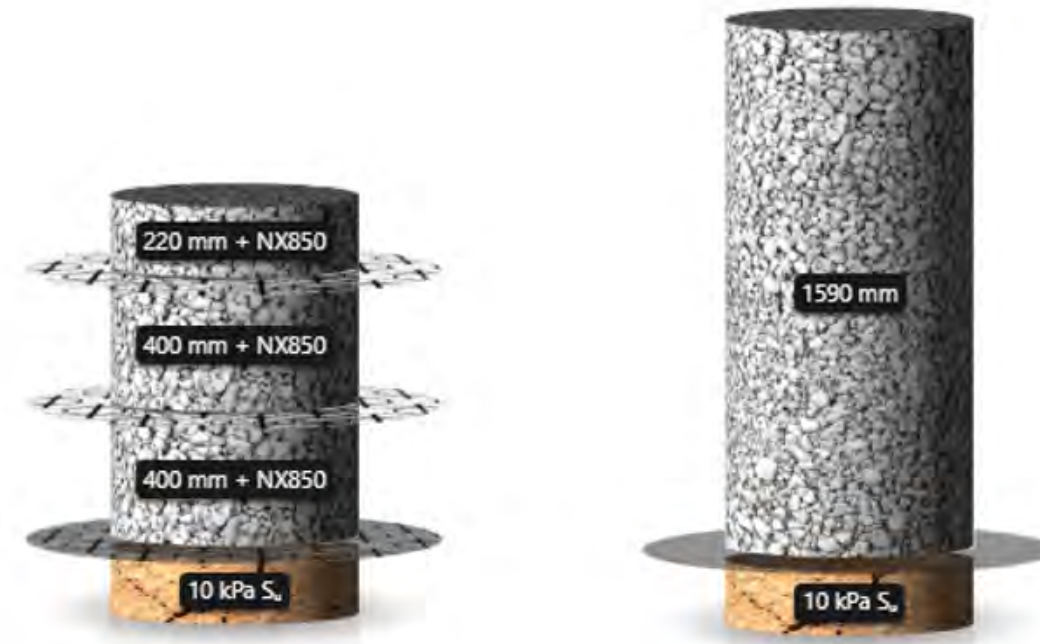
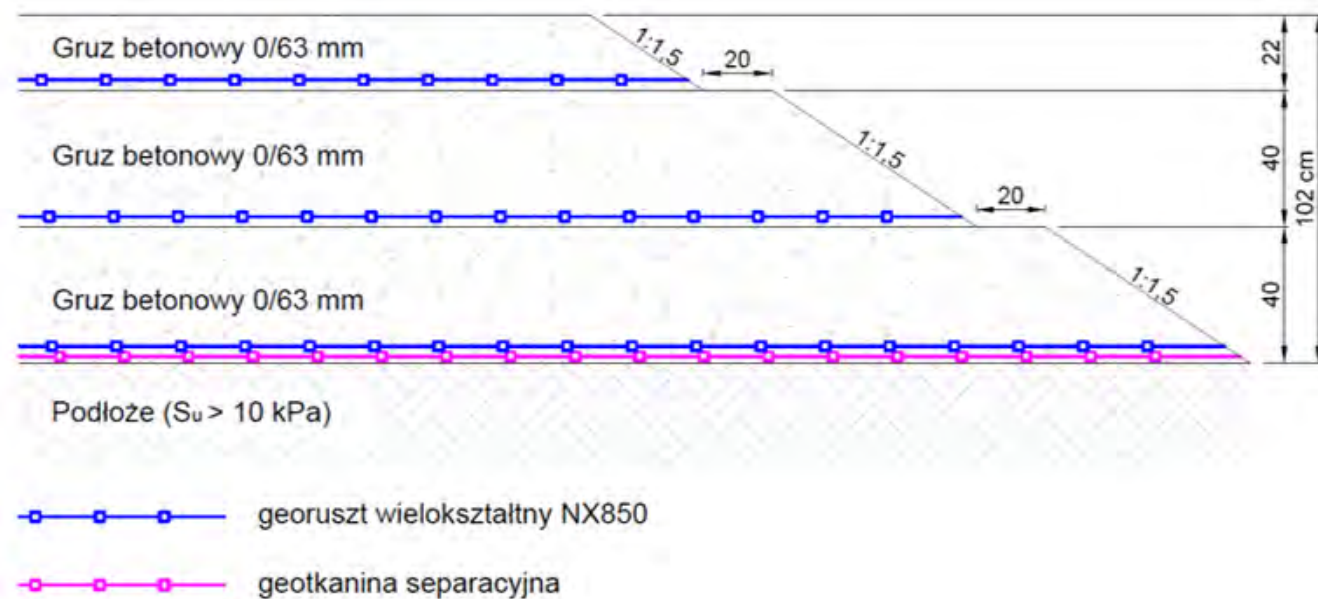
## Warunki gruntowe:

- grunty organiczne o miąższości do 5 m
- grunty spoiste (pl, mpl)  $c_u=10$  kPa
- ZWG na poziomie około 1 m ppt



# Agata Meble – Olsztyn (platformy robocze)

## Konstrukcja platformy:



- Dostosuj
  Pojedyncza warstwa
  Ukryj sekcję niestabilizowaną

	Sekcja stabilizowana	Sekcja niestabilizowana
Całkowita grubość platformy (mm)	1020	1590
Georuszt Tensar <sup>®</sup>	NX850	
Efektywna długość obciążenia, $L_{eq}$ (m) <sup>?</sup>	4,22	4,22
Szerokość obciążenia (m)	0,9	0,9
Nośność graniczna, $q_u$ (kPa)	408	410
Nacisk na platformę, $Q$ (kPa) <sup>?</sup>	271	271
Współczynnik bezpieczeństwa nośności	1,51	1,51
Odległość od krawędzi, $L_e$ (m) <sup>?</sup>	$\geq 6,3$	



# Agata Meble – Olsztyn (platformy robocze)

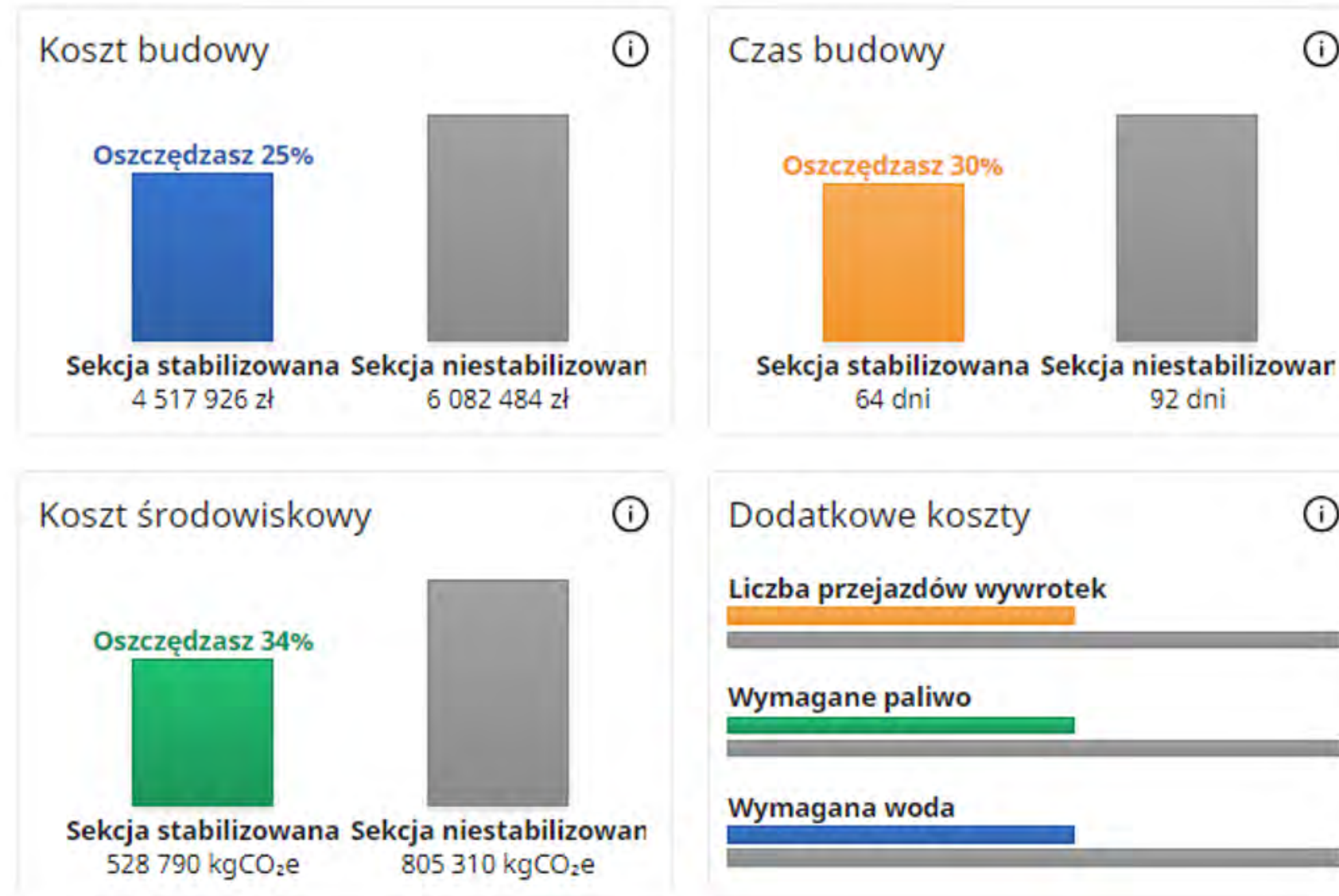


**8. WPGI 2024**

[wpgi.pgi.gov.pl](http://wpgi.pgi.gov.pl)

[pgi.gov.pl](http://pgi.gov.pl)

# Agata Meble – Olsztyn (platformy robocze)



# MOP Woźniki A1 – woj. śląskie

## Warunki gruntowe:

- nasypy niekontrolowane miąższości ok. 1,5 m (gliny, pyły, piaski pylaste, piaski próchnicze)
- wkładki gruntów organicznych w postaci namułów
- wysoki poziom wód gruntowych 0,85-2,3 m p.p.t.
- moduł odkształcenia podłoża  $E_2=15 \text{ Ma}$

## Wymagania:

- ulepszenie podłoża do:  
 $E_2 \geq 120 \text{ MPa}$  (drogi KR5),  $E_2 \geq 80 \text{ MPa}$  (ciągi piesze)
- zapewnienie nośności podłoża pod posadowienie budynku stacji paliw
- zapewnienie jednorodności osiadań



# MOP Woźniki A1 – woj. śląskie

Konstrukcja MSL – drogi, ciągi piesze

Drogi KR5  
E2 > 120 MPa



**8. WPGI 2024**

[wpgi.pgi.gov.pl](http://wpgi.pgi.gov.pl)

[pgi.gov.pl](http://pgi.gov.pl)

# MOP Woźniki A1 – woj. śląskie

Konstrukcja MSL – drogi KR5



Koszt budowy

Oszczędzasz 19%



Szekcja stabilizowana 2 019 332 zł  
Szekcja niestabilizo 2 510 082 zł

Czas budowy

Oszczędzasz 15%



Szekcja stabilizowana 20,4 dni  
Szekcja niestabilizo 24,2 dni

Koszt środowiskowy

Oszczędzasz 17%



Szekcja stabilizowana 141 710 kgCO<sub>2</sub>e  
Szekcja niestabilizo 171 380 kgCO<sub>2</sub>e

Dodatkowe koszty

Liczba przejazdów wywrotek



Wymagane paliwo



Wymagana woda



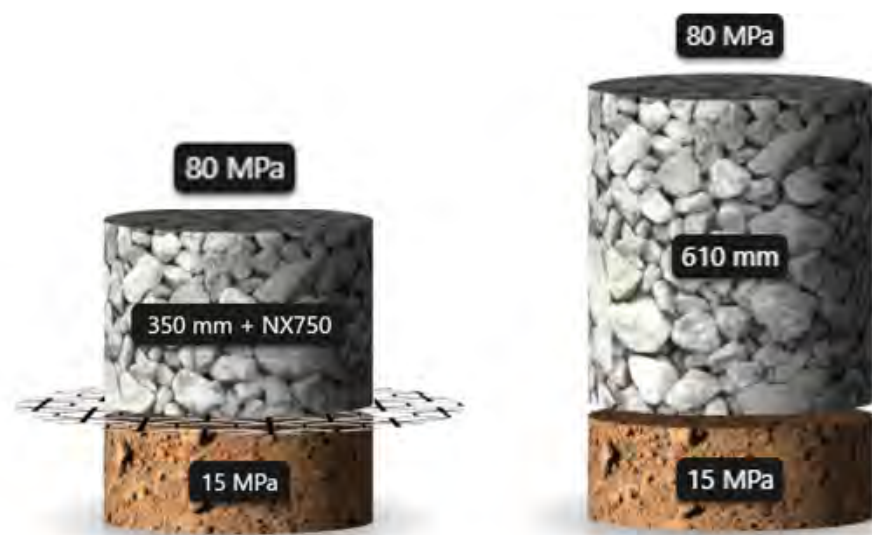
8. WPGI 2024

wpgi.pgi.gov.pl

pgi.gov.pl

# MOP Woźniki A1 – woj. śląskie

Konstrukcja MSL – ciągi piesze  $E_2 \geq 80$  MPa



Koszt budowy

Oszczędzasz 28%

Sekcja stabilizowana 213 608 zł  
Sekcja niestabilizo 299 913 zł

Czas budowy

Oszczędzasz 24%

Sekcja stabilizowana 2,2 dni  
Sekcja niestabilizo 2,9 dni

Koszt środowiskowy

Oszczędzasz 26%

Sekcja stabilizowana 14 970 kgCO<sub>2</sub>e  
Sekcja niestabilizo 20 480 kgCO<sub>2</sub>e

Dodatkowe koszty

Liczba przejazdów wywrotek

Wymagane paliwo

Wymagana woda

# MOP Woźniki A1 – woj. śląskie

Konstrukcja MSL – budynek stacji paliw



**8. WPGI 2024**

[wpgi.pgi.gov.pl](http://wpgi.pgi.gov.pl)

[pgi.gov.pl](http://pgi.gov.pl)

# Czempień, centrum logistyczne

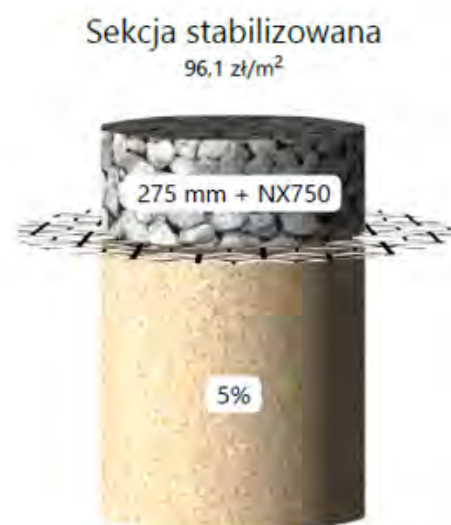
Problem:

- dojazd do powstającego centrum logistycznego
- optymalizacja konstrukcji nawierzchni



# Czempień, centrum logistyczne

## Drogi tymczasowe na terenie inwestycji



	Sekcja stabilizowana	Sekcja niestabilizowana
Całkowita grubość	275 mm	775 mm
Głębokość koleiny	10 mm	10 mm
Wymagana liczba równoważnych osi standardowych	1 000 498	1 001 375
Poziom zabezpieczenia podłoża	ZABEZPIECZONE	NIEZABEZPIECZONE
Krytyczny parametr	Poziom zabezpieczenia podłoża	Głębokość koleiny

Całkowity koszt	480 480 zł	1 054 080 zł
Koszt jednostkowy	96,1 zł/m <sup>2</sup>	210,82 zł/m <sup>2</sup>
Czas budowy	10,3 dni	22 dni
Liczba przejazdów wywrotek	517	1200
Wymagane paliwo	10 437 L	24 226 L
Wymagana woda	170 225 L	479 725 L
Emisja dwutlenku węgla	35 530 kgCO <sub>2</sub> e	81 470 kgCO <sub>2</sub> e

### Koszt budowy

OSZCZĘDZASZ  
573 600 zł (54%)

Sekcja stabilizowana: 480 480 zł

Sekcja niestabilizowana: 1 054 080 zł

### Czas budowy

OSZCZĘDZASZ  
11,6 dni (53%)

Sekcja stabilizowana: 10,3 dni

Sekcja niestabilizowana: 21,9 dni

### Koszt środowiskowy

OSZCZĘDZASZ  
45 940 kgCO<sub>2</sub>e (56%)

Sekcja stabilizowana: 35 530 kgCO<sub>2</sub>e

Sekcja niestabilizowana: 81 470 kgCO<sub>2</sub>e



8. WPGI 2024

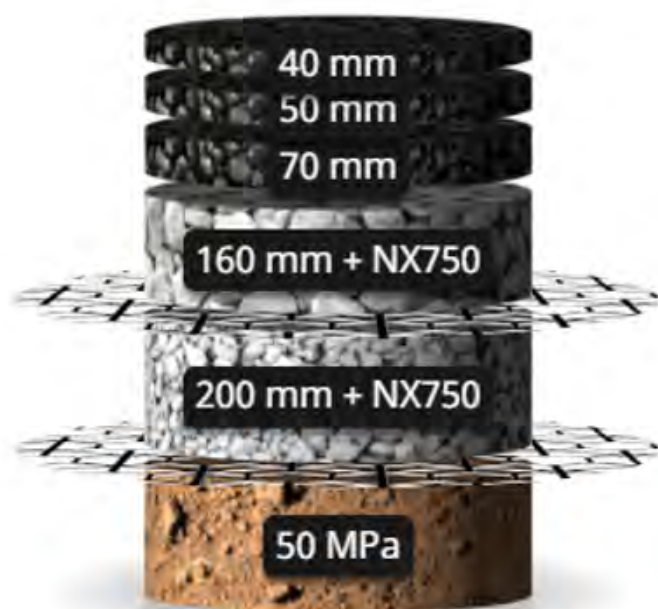
wpgi.pgi.gov.pl

pgi.gov.pl

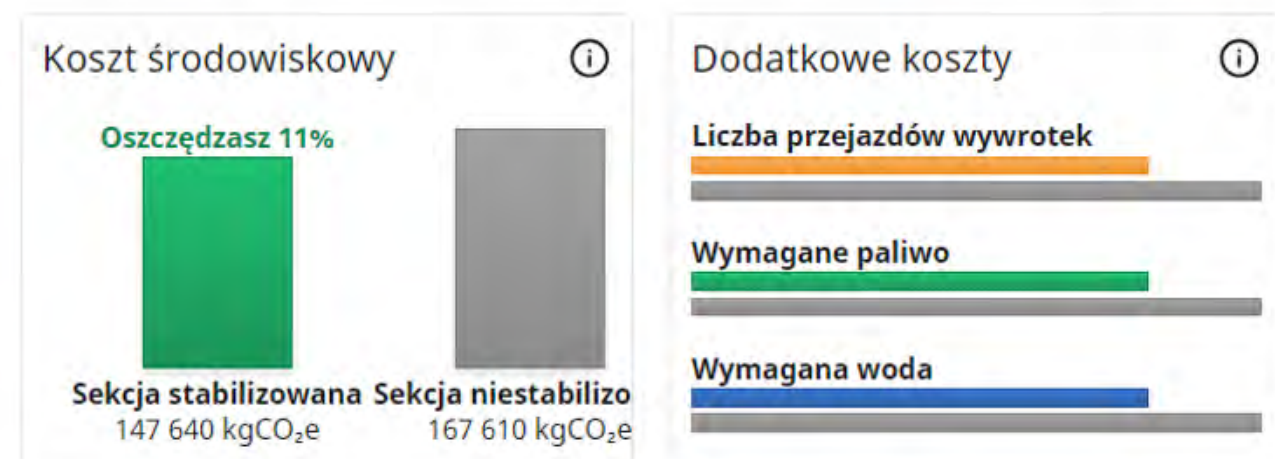
# Czempień, centrum logistyczne

## Droga gminna KR4

Sekcja stabilizowana  
27 967 100 ESALs  
402,55 zł/m<sup>2</sup>



Sekcja niestabilizowana  
18 238 300 ESALs  
457,95 zł/m<sup>2</sup>



Koszt cyklu życia	Sekcja stabilizowana	Sekcja niestabilizowana
Całkowity	4 254 466 zł	5 506 036 zł
Aktualna wartość netto	3 833 924 zł	4 800 381 zł



**8.WPGI 2024**

wpgi.pgi.gov.pl

pgi.gov.pl

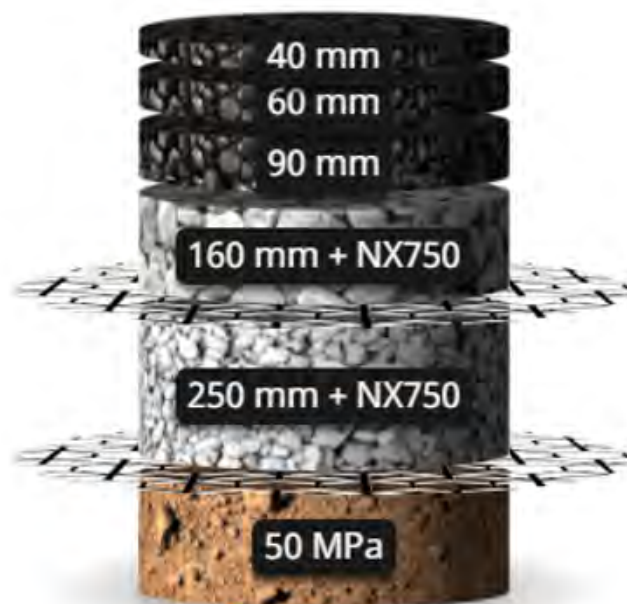
# Czempień, centrum logistyczne

## Skrzyżowanie DW 310 KR5

Sekcja stabilizowana

61 740 200 ESALs

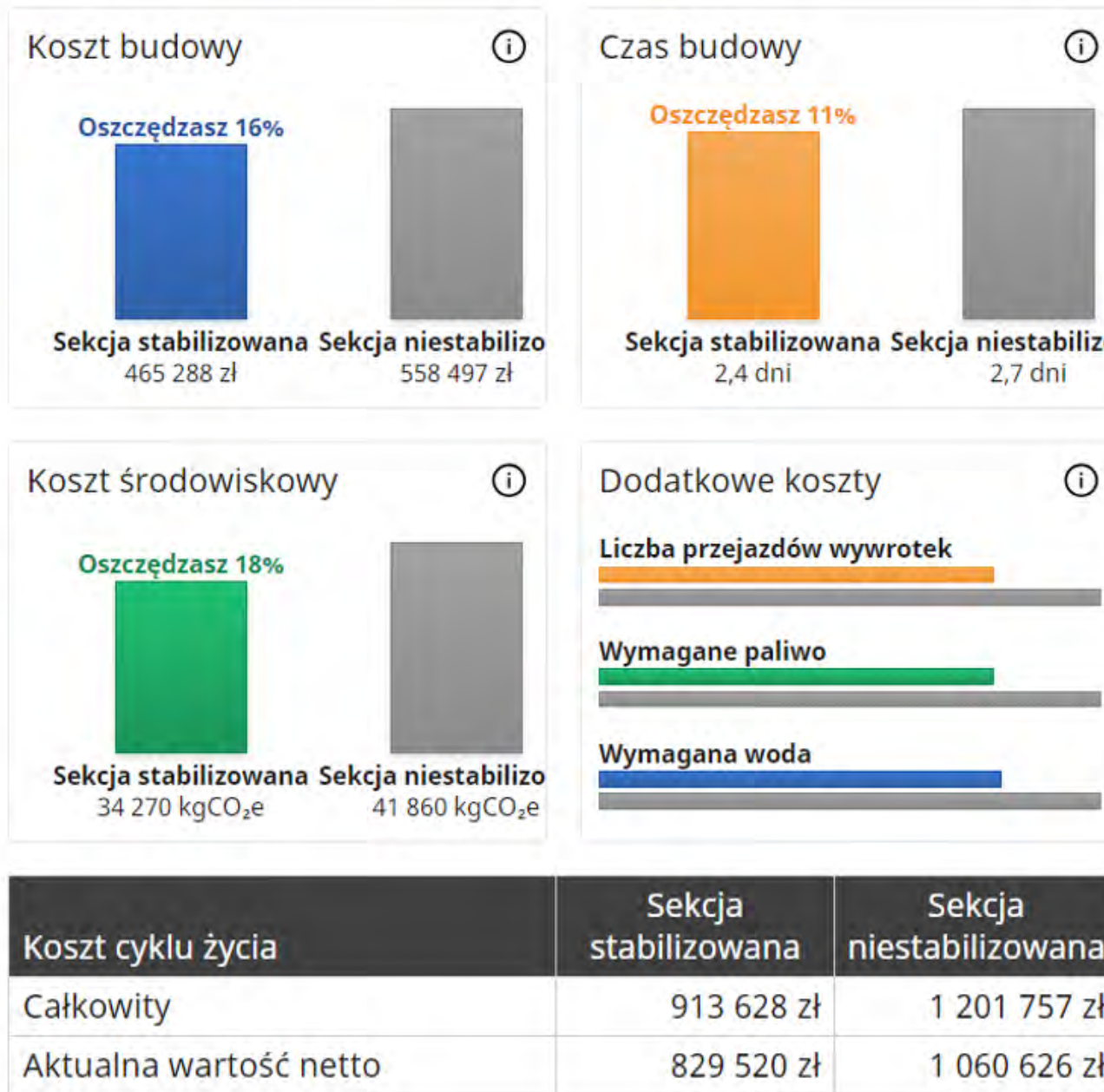
465,29 zł/m<sup>2</sup>



Sekcja niestabilizowana

61 295 000 ESALs

558,50 zł/m<sup>2</sup>



8.WPGI 2024

wpgi.pgi.gov.pl

pgi.gov.pl

# Czempień, centrum logistyczne

Korzyści:

- redukcja grubości warstw konstrukcyjnych w stosunku do rozwiązań katalogowych
- większa trwałość nawierzchni przy zachowaniu kosztów konstrukcji katalogowej



**8. WPGI 2024**

[wpgi.pgi.gov.pl](http://wpgi.pgi.gov.pl)

[pgi.gov.pl](http://pgi.gov.pl)

# Materace STARTUM®



**8. WPGI 2024**

[wpgi.pgi.gov.pl](http://wpgi.pgi.gov.pl)



# TensarTech STRATUM

Ciągła konstrukcja o strukturze komórkowej szybko montowana na placu budowy przy użyciu podstawy z georusztów InterAx oraz ścian komórek wykonanych z georusztów jednokierunkowych RE połączonych na przecięciu za pomocą prostych prętów polimerowych bodkin



**8. WPGI 2024**

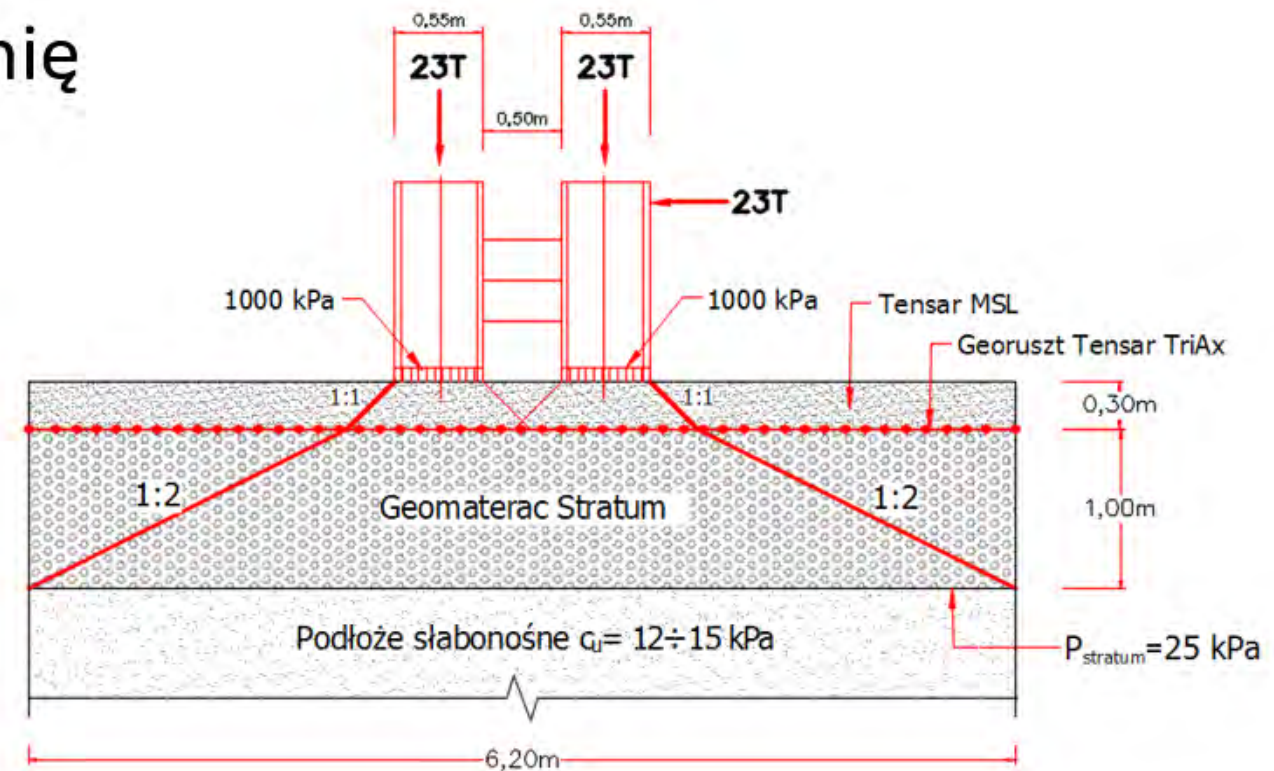
[wpgi.pgi.gov.pl](http://wpgi.pgi.gov.pl)

[pgi.gov.pl](http://pgi.gov.pl)

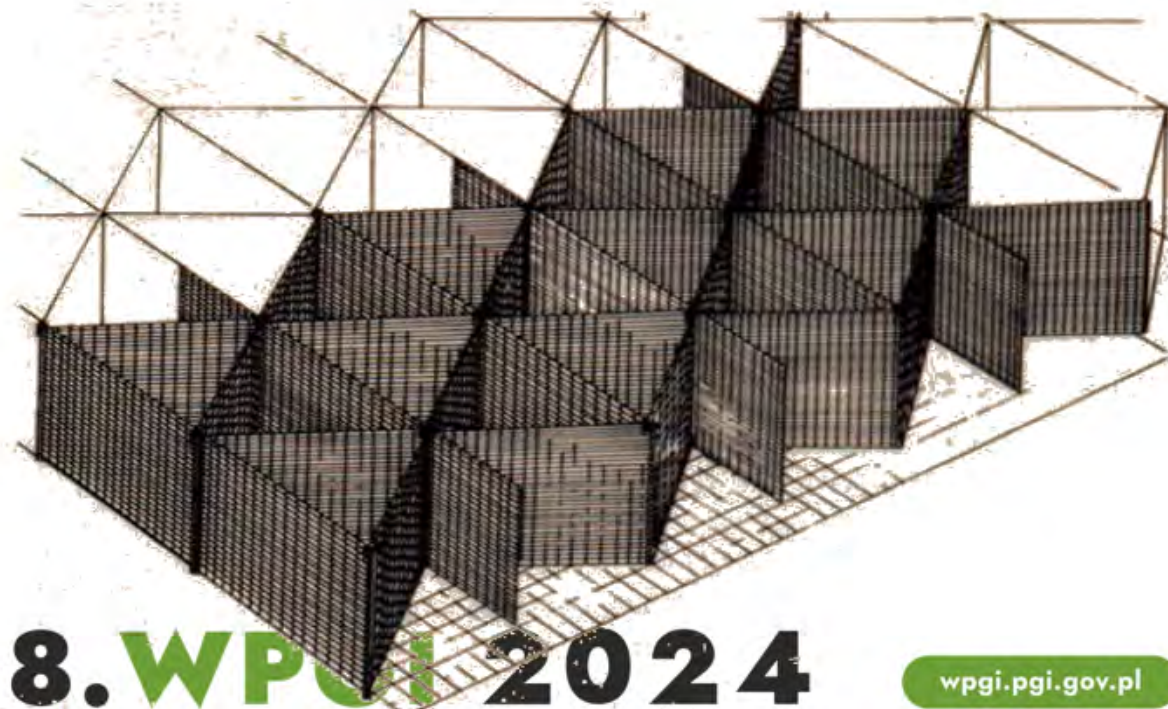
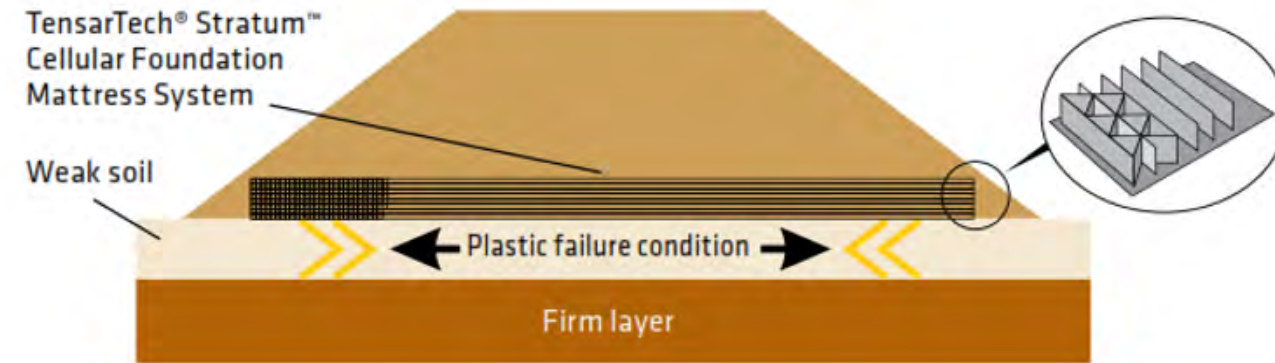
# TensarTech STRATUM

## Korzyści:

- materac stanowi platformę roboczą bez niszczenia struktury gruntów podłoża
- brak ingerencji w podłoże (np. brak palowania)
- skrócenie czasu realizacji robót w stosunku do tradycyjnych rozwiązań
- wyrównanie, ujednoczenie i redukcja osiadań słabego podłoża gruntowego
- rozkład naprężenia na większą powierzchnię



# TensarTech STRATUM



8. WPC 2024

wpgi.pgi.gov.pl

pgi.gov.pl

# Dartford, UK – 1992

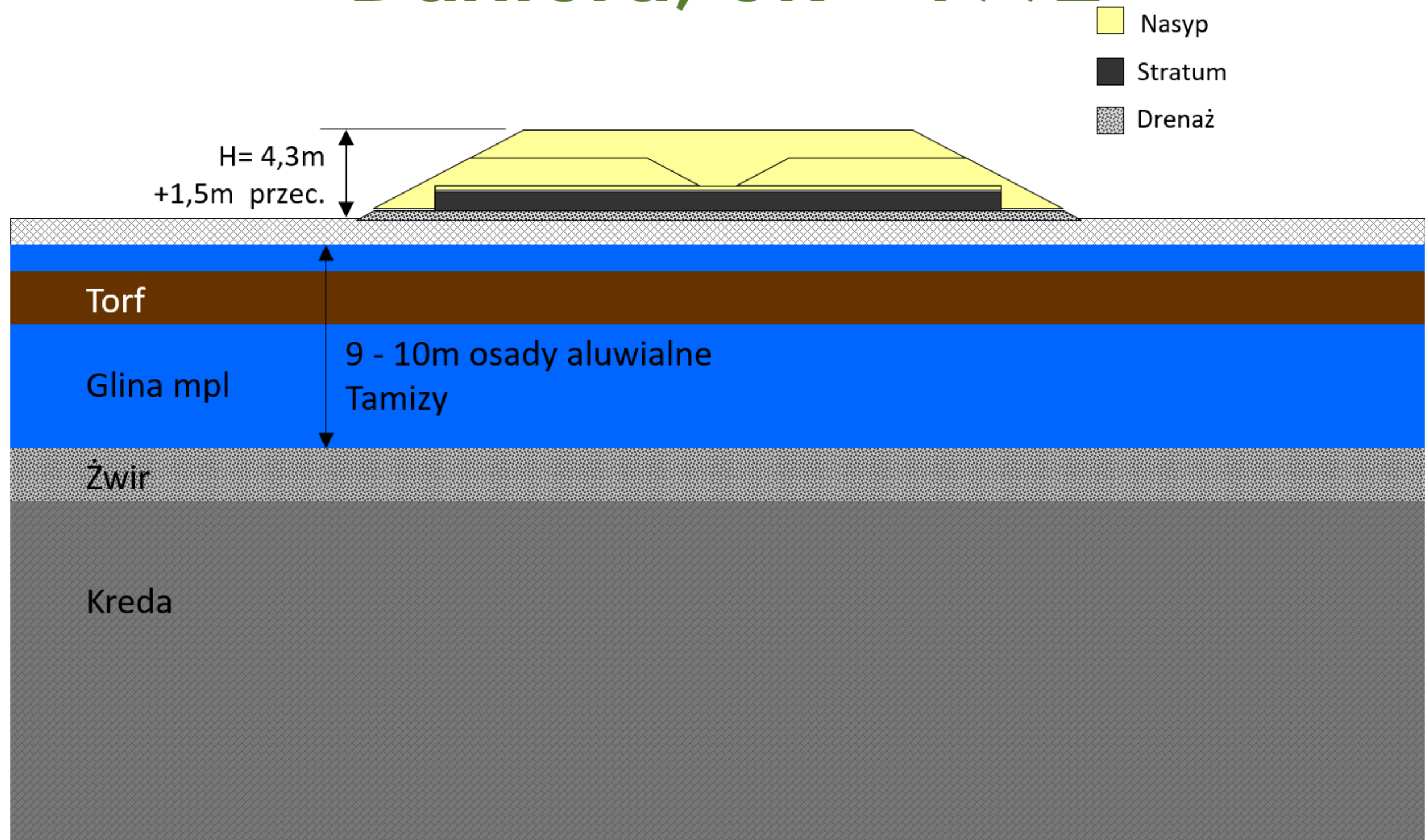


**8. WPGI 2024**

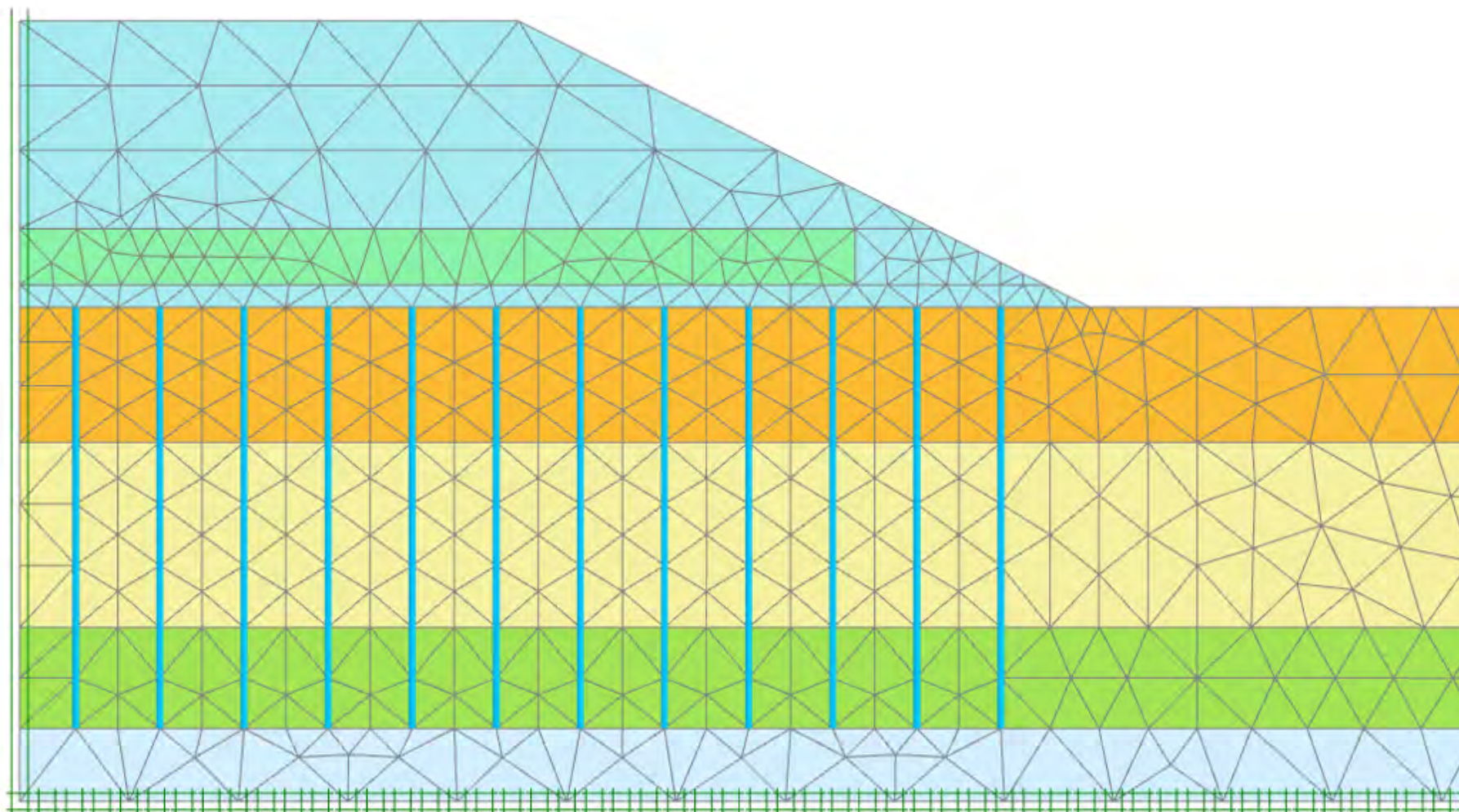
[wpgi.pgi.gov.pl](http://wpgi.pgi.gov.pl)

[pgi.gov.pl](http://pgi.gov.pl)

# Dartford, UK – 1992



# Dartford, UK – 1992

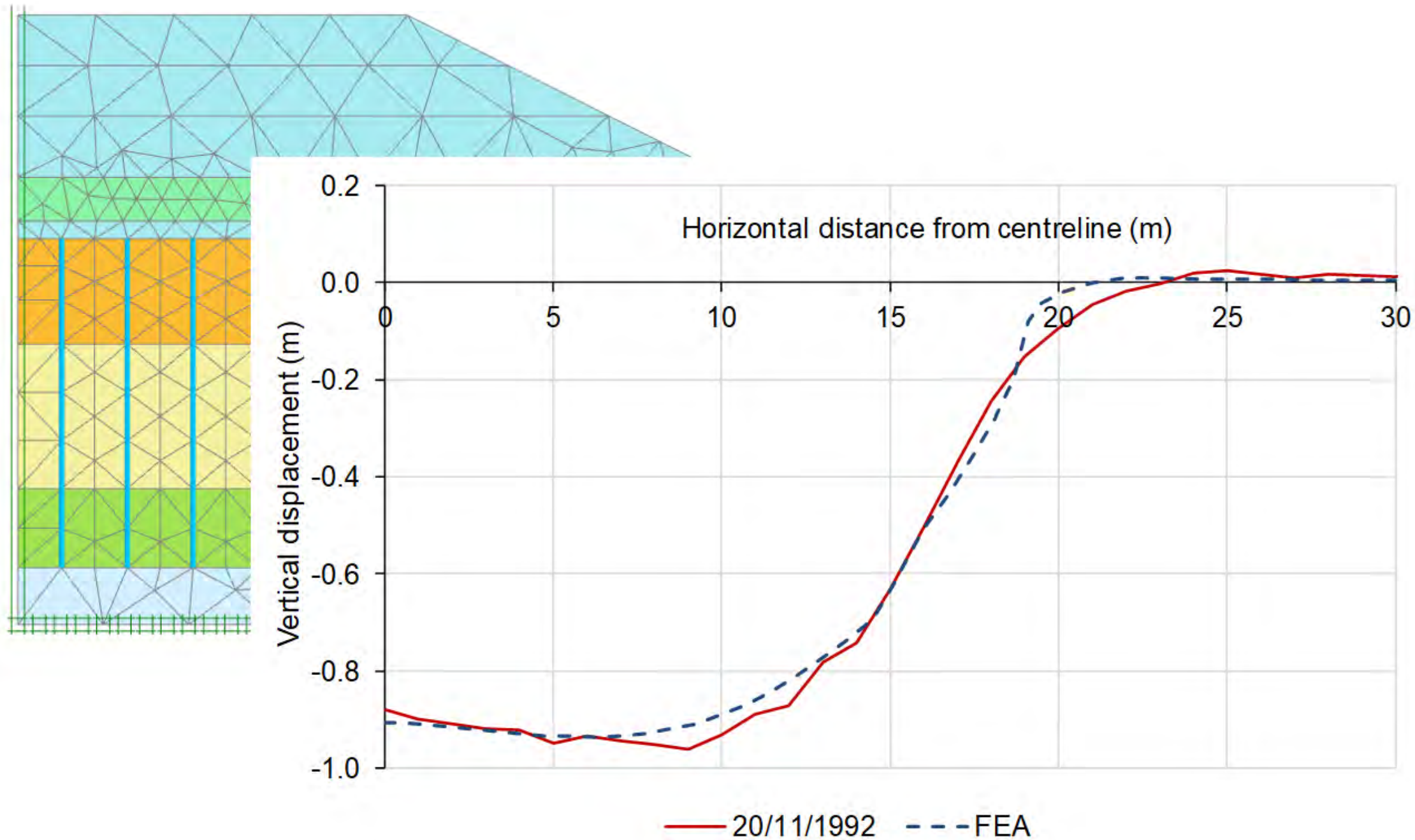


**8. WPGI 2024**

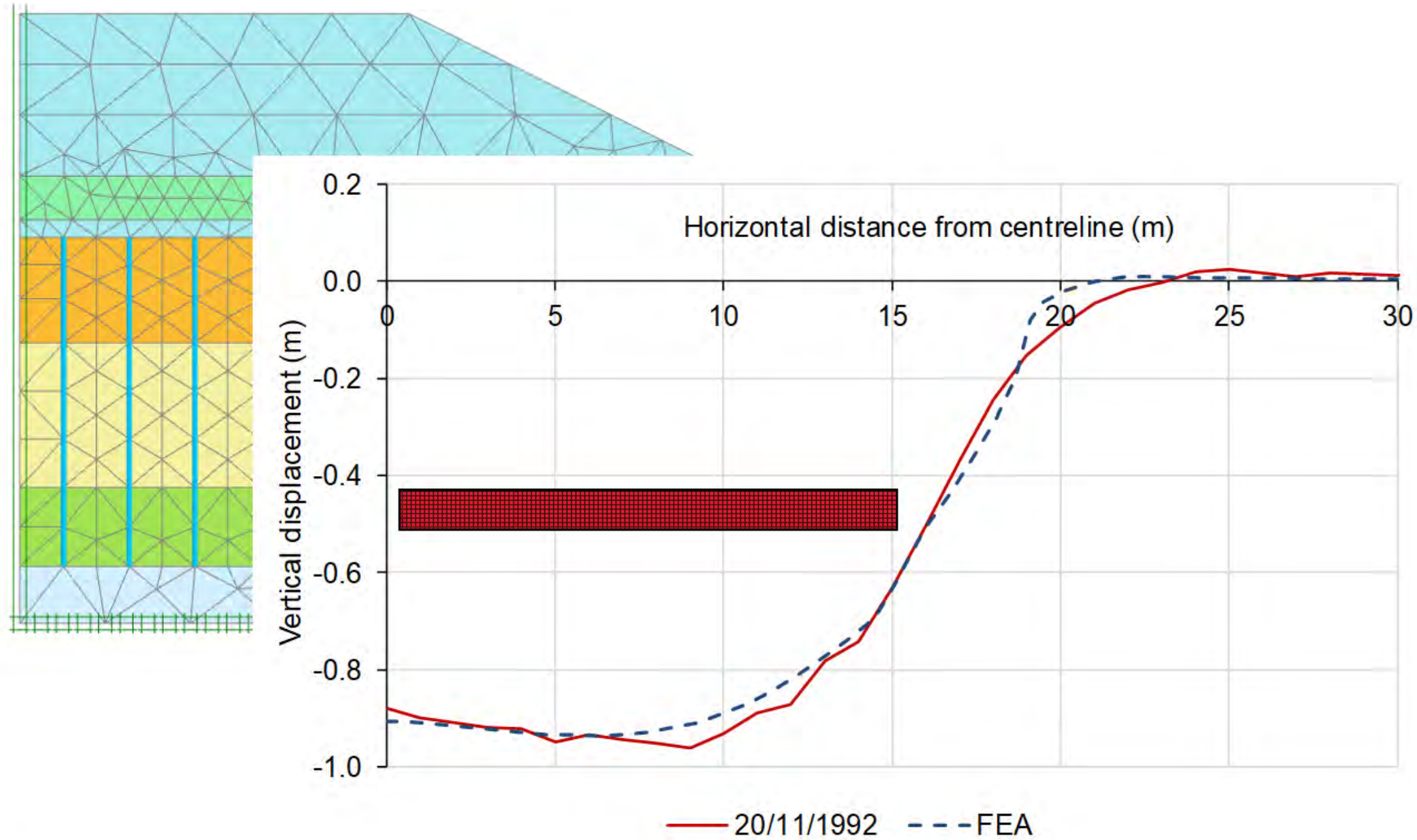
[wpgi.pgi.gov.pl](http://wpgi.pgi.gov.pl)

[pgi.gov.pl](http://pgi.gov.pl)

# Dartford, UK – 1992



# Dartford, UK – 1992

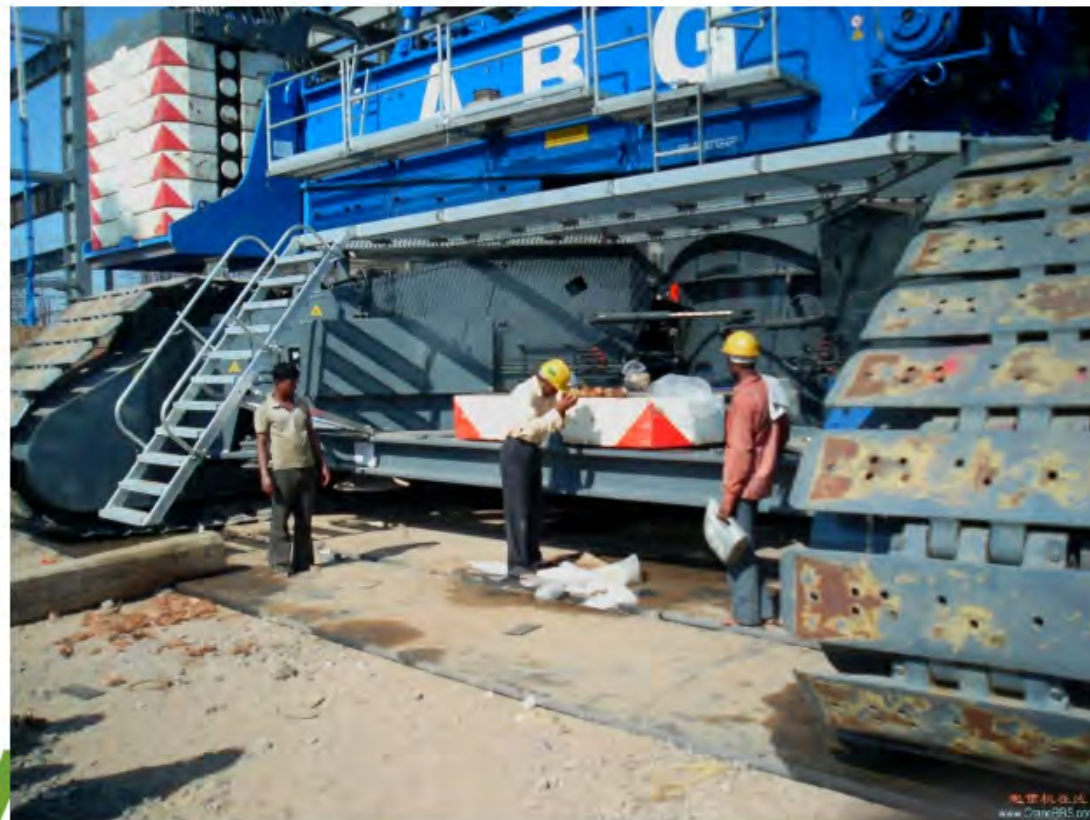


# Vung Tau - Wietnam

Platforma robocza dla żurawi w wytwórni elementów farm wiatrowych

maksymalne obciążenie projektowe żurawia  
27 400 kN

obciążenie przypadające na jedną gąsienicę  
13 700 kN



# Vung Tau - Wietnam



**8.WPGI 2024**

[wpgi.pgi.gov.pl](http://wpgi.pgi.gov.pl)

[pgi.gov.pl](http://pgi.gov.pl)

# Vung Tau - Wietnam



**8.WPGI 2024**

[wpgi.pgi.gov.pl](http://wpgi.pgi.gov.pl)

[pgi.gov.pl](http://pgi.gov.pl)

# Vung Tau - Wietnam



**8. WPGI 2024**

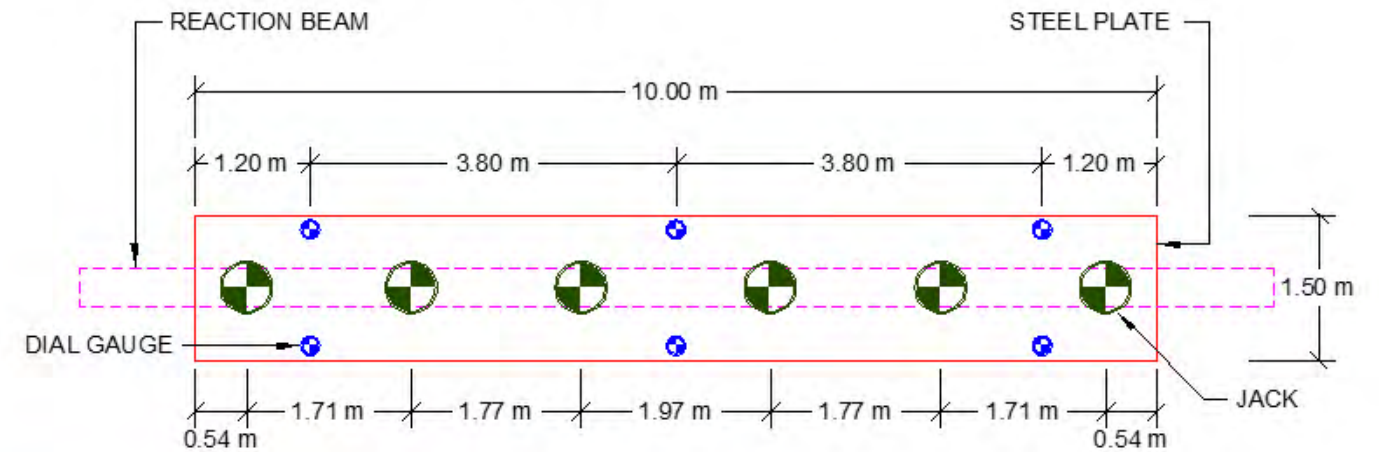
[wpgi.pgi.gov.pl](http://wpgi.pgi.gov.pl)

[pgi.gov.pl](http://pgi.gov.pl)

# Vung Tau - Vietnam

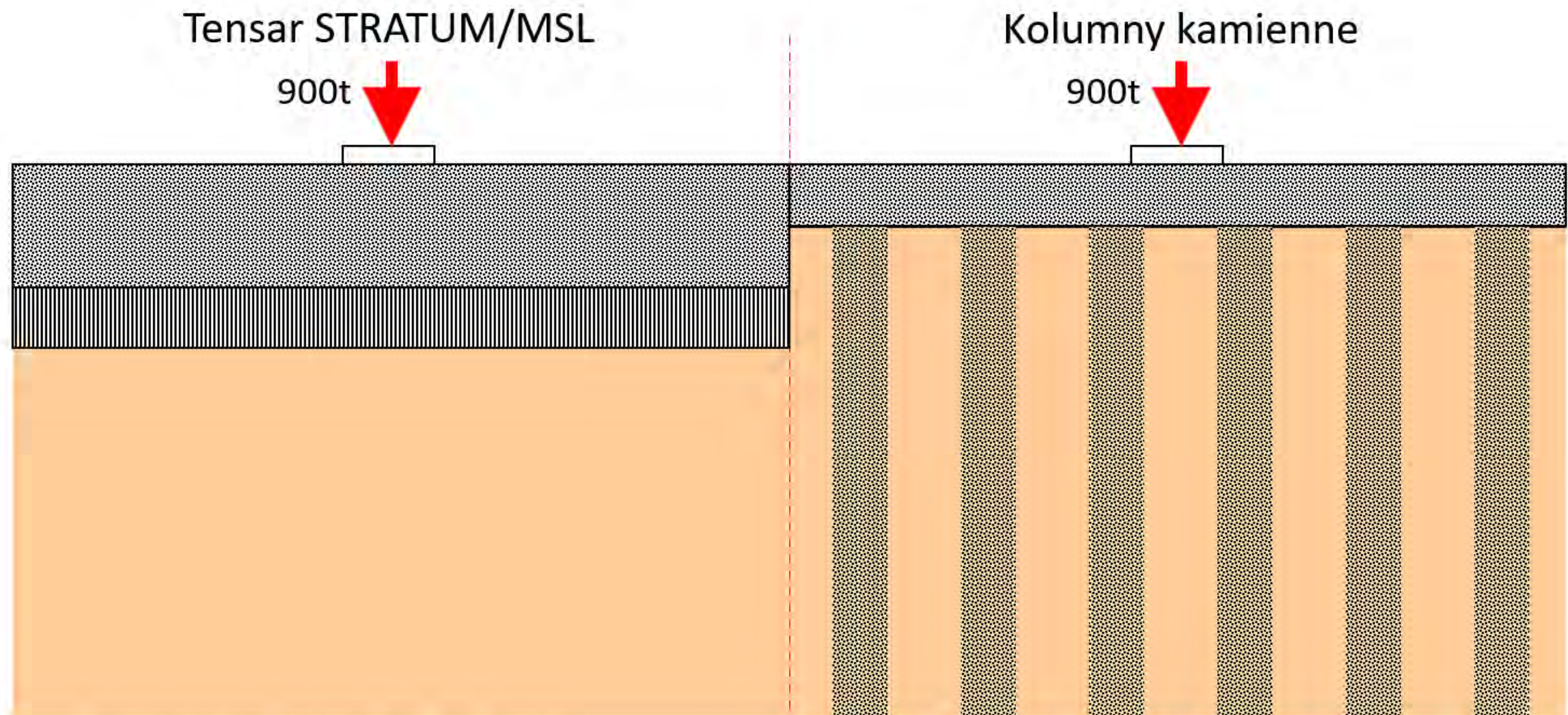
Próbné obciążenie - maksymalne obciążenie 9000 kN (600 kPa)

- balast o wadze 1100 ton
- płyta 1,5 x 10 m
- 6 siłowników hydraulicznych



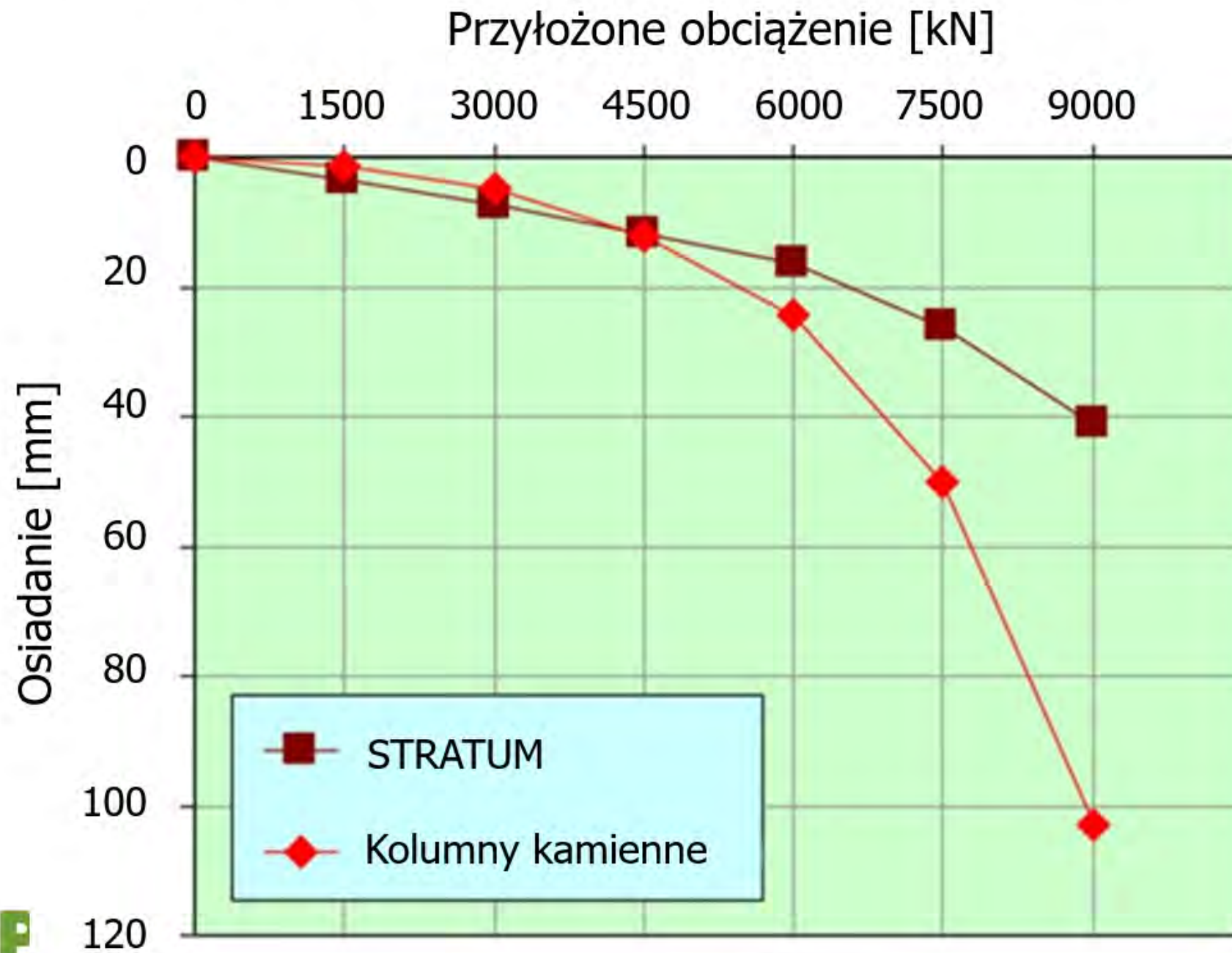
# Vung Tau - Wietnam

Badanie dla konstrukcji Tensar MSL oraz kolumn kamiennych



# Vung Tau - Wietnam

Badanie dla konstrukcji Tensar MSL oraz kolumn kamiennych



# Vung Tau - Wietnam

Awaria platformy na kolumnach żwirowych

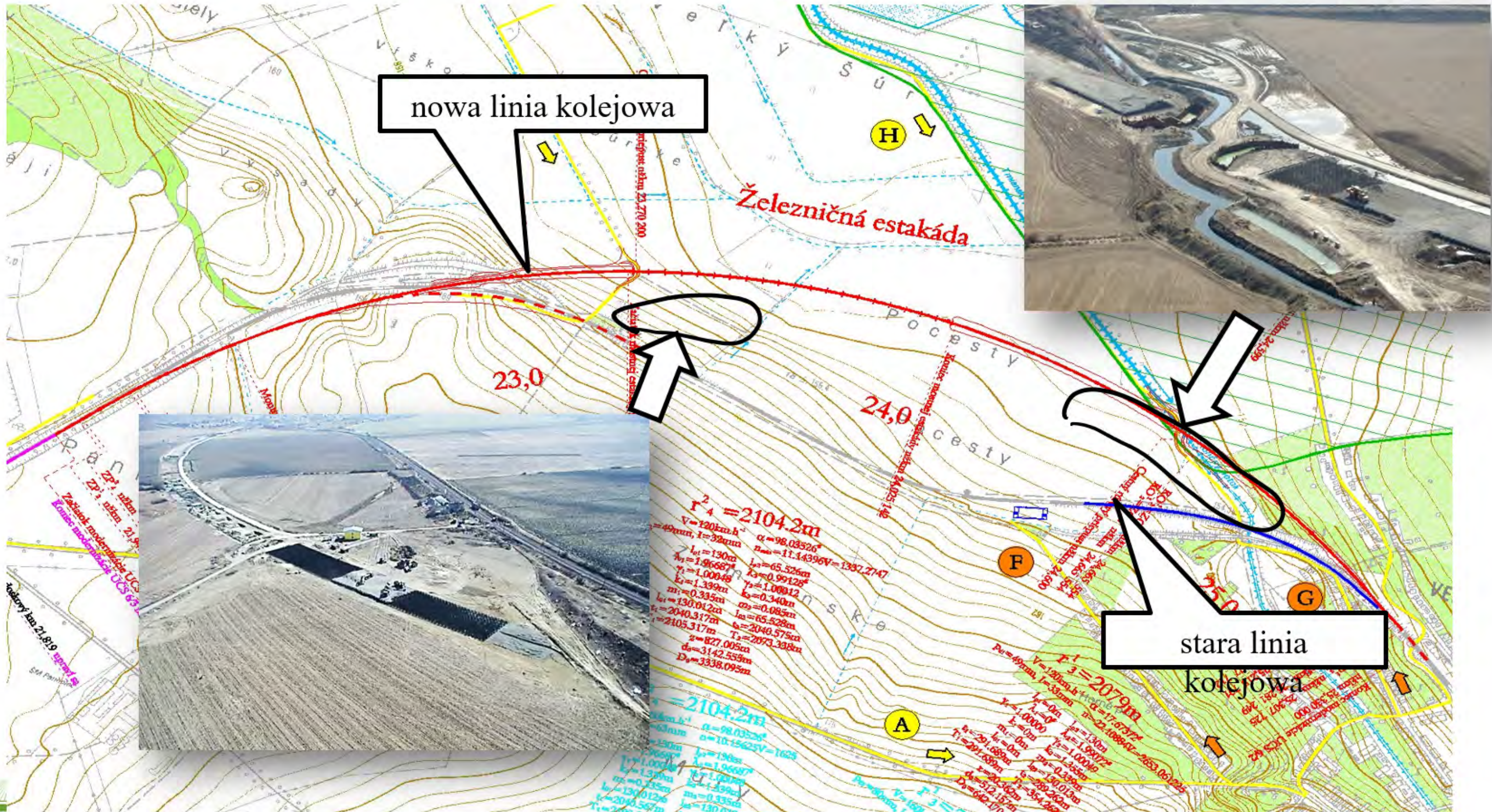


**8. WPGI 2024**

[wpgi.pgi.gov.pl](http://wpgi.pgi.gov.pl)

[pgi.gov.pl](http://pgi.gov.pl)

# Senkvica, Słowacja – nasyp kolejowy

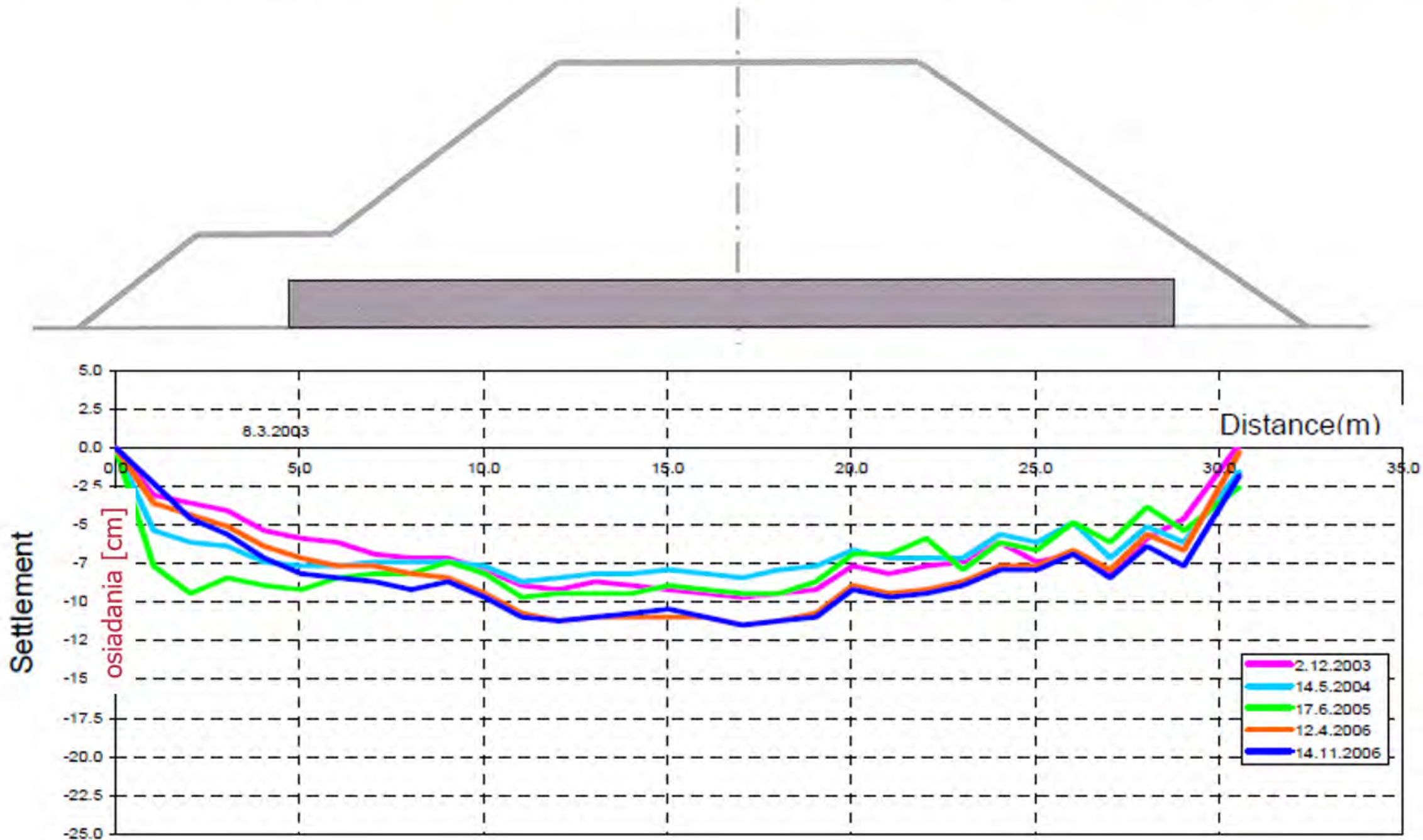


# Senkvice, Słowacja – nasyp kolejowy

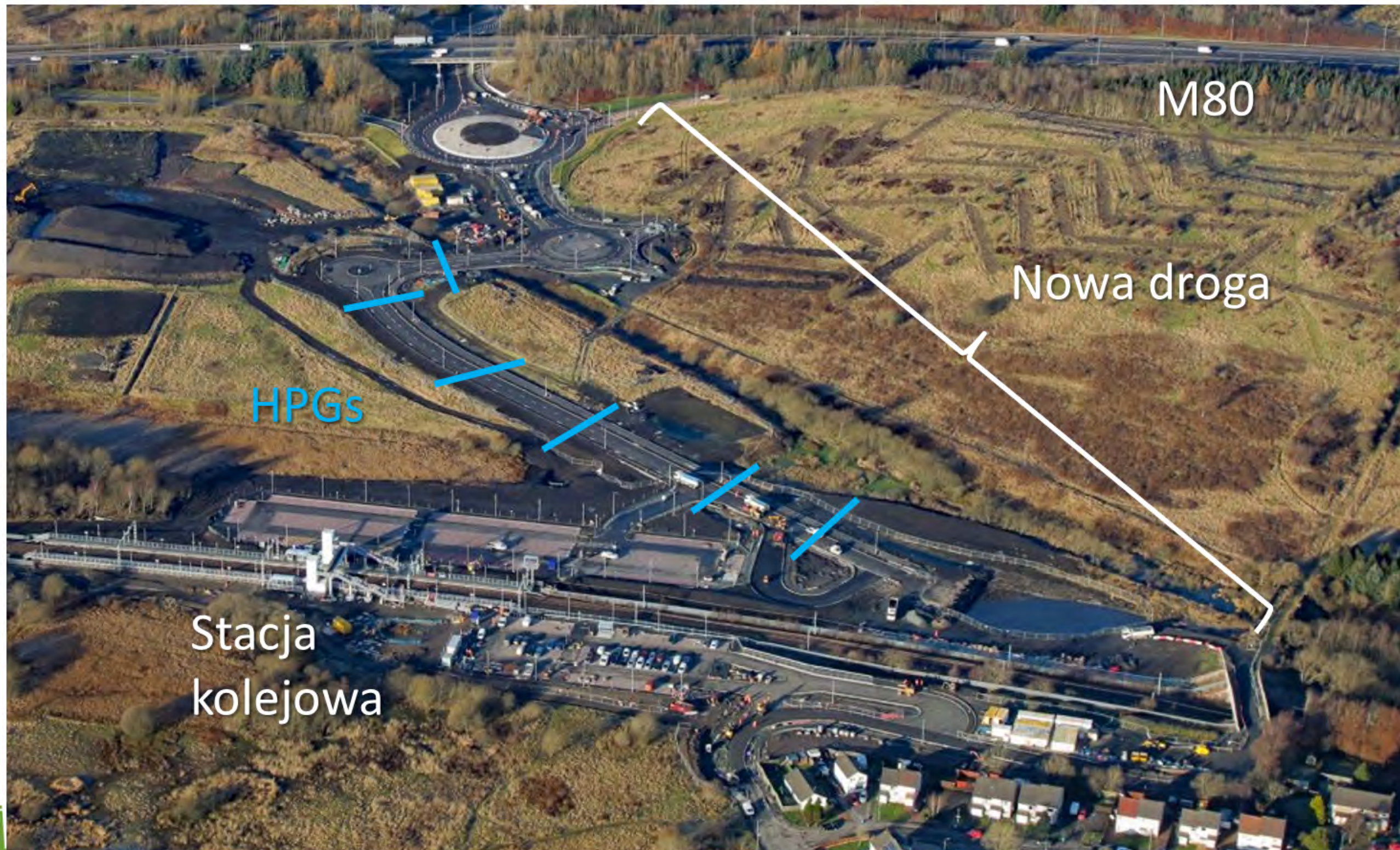


Projekt	Senkvice, Słowacja
Opis	Nowy nasyp kolejowy na słabym podłożu, wysoki poziom wód gruntowych
Cel	Redukcja osiadań, skrócenie czasu budowy, obniżenie kosztów inwestycji
Wymiary nasypu	H = 7,5m (8,0m max) W = 50 m
Warunki gruntowe	8m-11m ppt - ily, gliny (mpl) $C_u < 20$ kPa gliny piaszczyste (mpl) $C_u=30$ kPa woda gruntowa: 0,5 to 1,5m ppt

# Senkvice, Słowacja – nasyp kolejowy



# Robroyston, Glasgow, UK – 2019



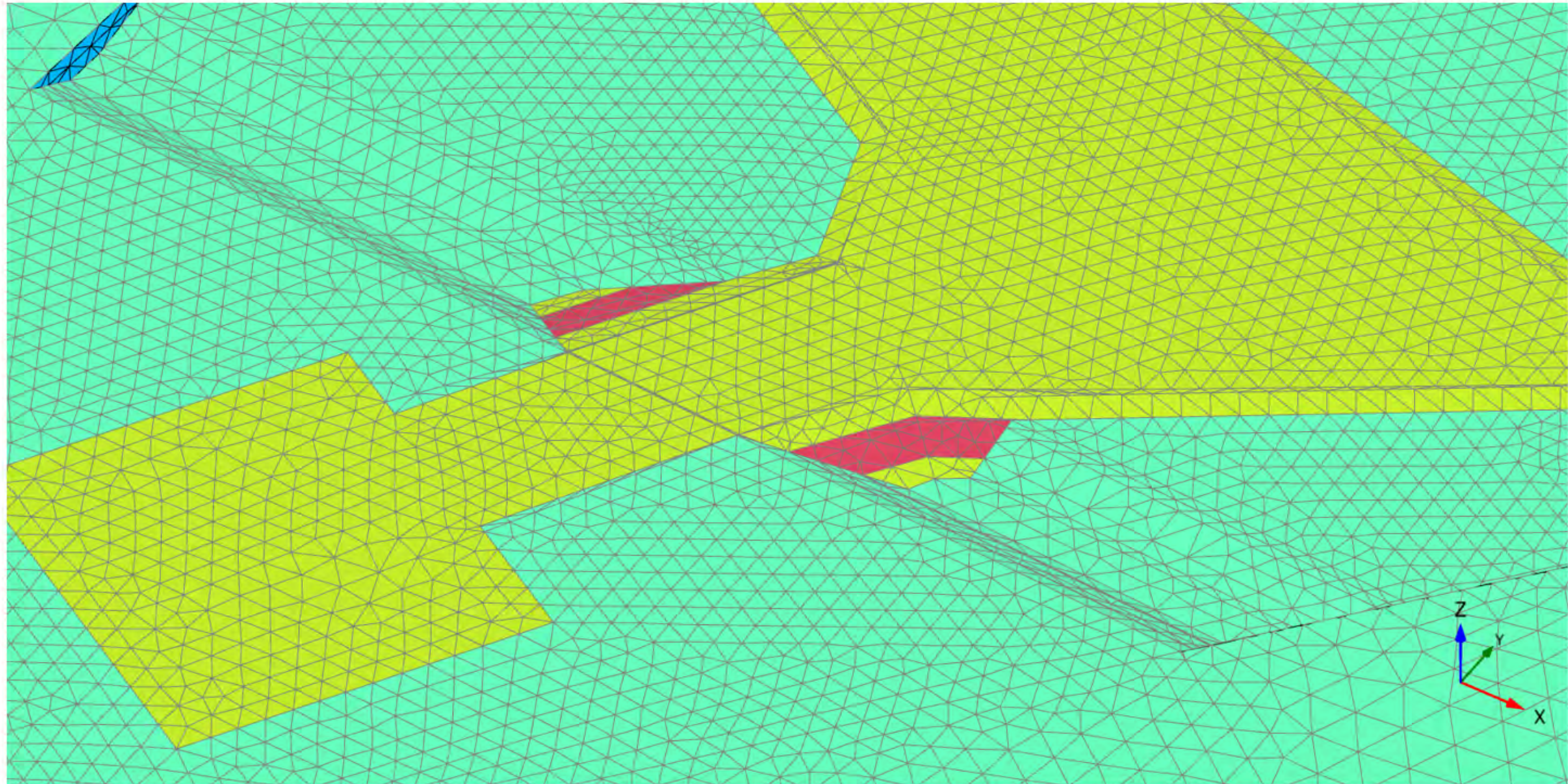
# Robroyston, Glasgow, UK – 2019



# Robroyston, Glasgow, UK – 2019



# Robroyston, Glasgow, UK – 2019

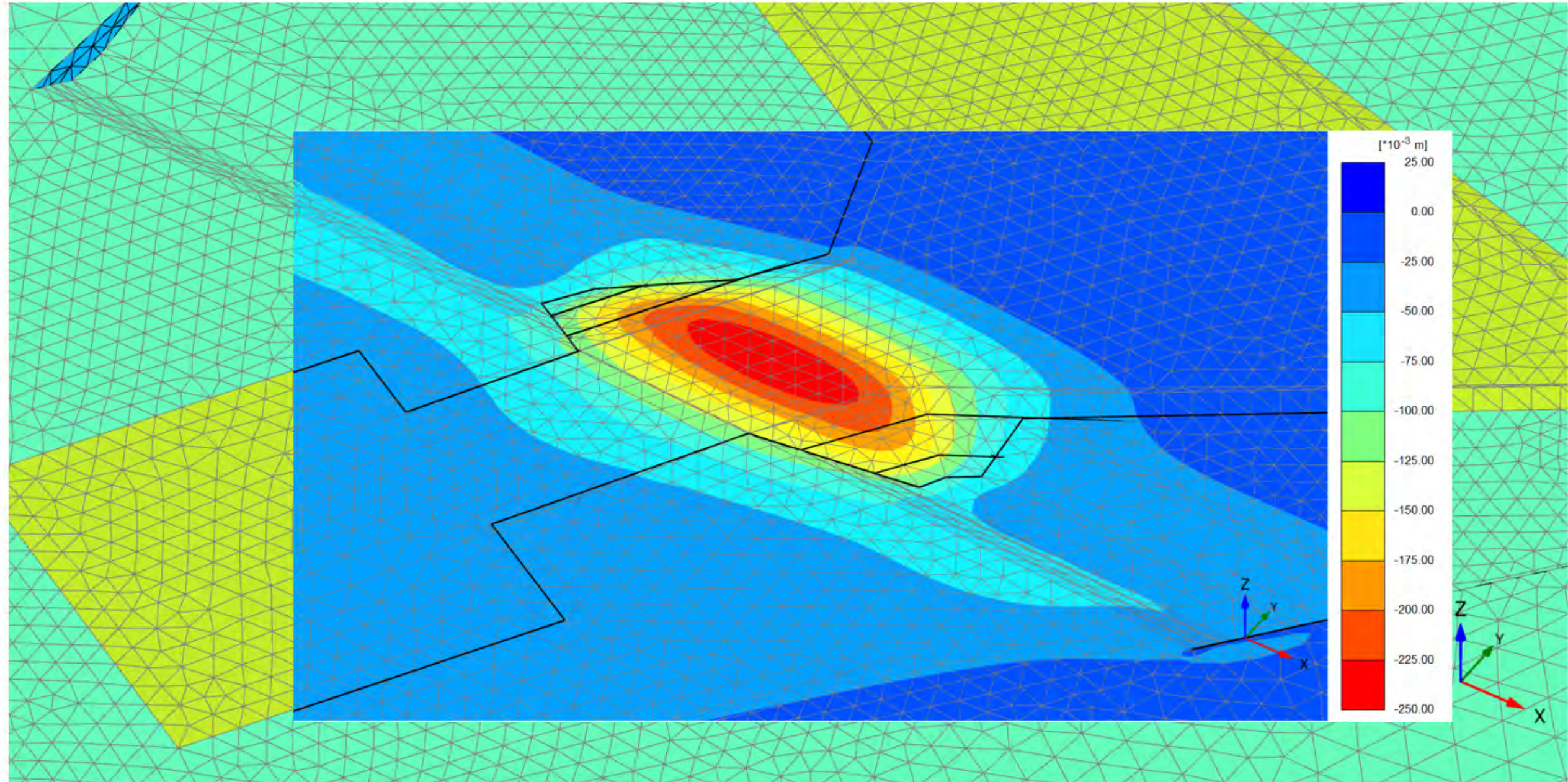


**8. WPGI 2024**

[wpgi.pgi.gov.pl](http://wpgi.pgi.gov.pl)

[pgi.gov.pl](http://pgi.gov.pl)

# Robroyston, Glasgow, UK – 2019



Osiadania natychmiastowe



**8. WPGI 2024**

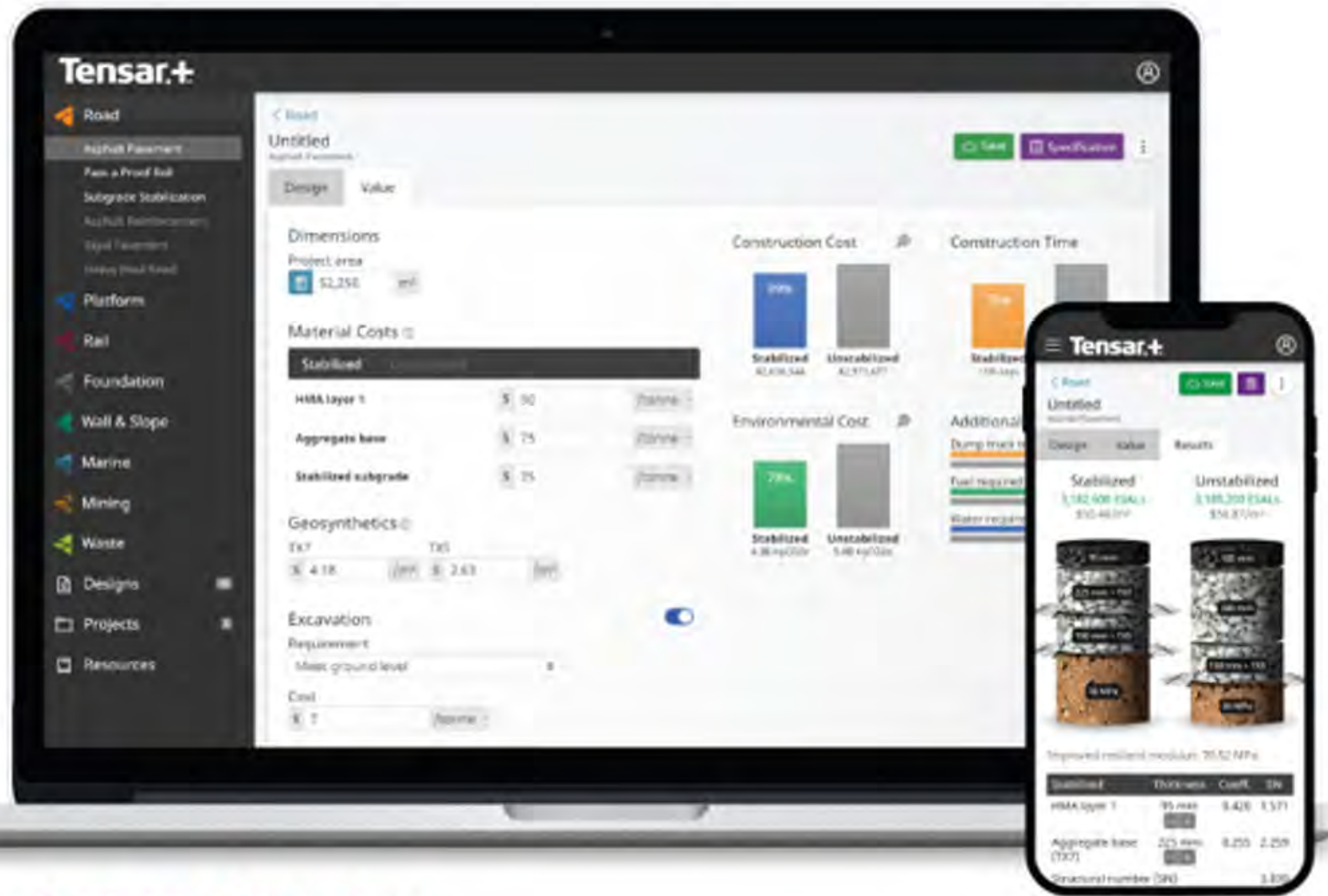
[wpgi.pgi.gov.pl](http://wpgi.pgi.gov.pl)

[pgi.gov.pl](http://pgi.gov.pl)

# Platforma projektowa Tensar+

# Tensar+

Oprogramowanie Tensar w chmurze



[tensarplus.com](https://tensarplus.com)

**8. WPGI 2024**

[wpgi.pgi.gov.pl](https://wpgi.pgi.gov.pl)

[pgi.gov.pl](https://pgi.gov.pl)

# Platforma projektowa Tensar+

NX850  
 Brak projektu

Zapisano [Specyfikacja](#)

Projekt **Wartość**

Ruch budowlany  
 Na podstawie  Powierzchnia inwestycji  
 Powierzchnia inwesty  5000 m<sup>2</sup>

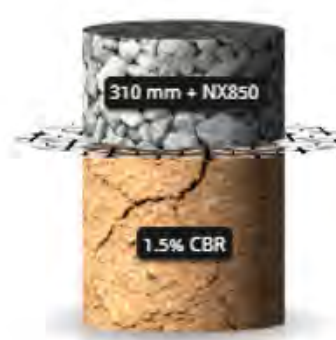
Rodzaj ciężarówki  
 Standardowa 20-tonowa ciężarówka  
Czynniki dynamiczne: Brak


Ruch eksploatacyjny  
 Na podstawie  Brak

Kruszywo  
 Ciężar jednostkowy  20 kN/m<sup>3</sup> Głębokość koleiny  25 mm D<sub>100</sub>  75 mm  
 D<sub>50</sub>  30 mm

Podłoże  
 Rodzaj gruntu  Glina Plastyczność  Wysoki (CH) CBR  1,5 %  
 Geosyntezyk separacyjny  Nie Poziom zabezpieczenia podłoża  Ulepszone (Lepsza) Projekt dla efektu "łóżka wodnego"  Nie

Geosyntezyk  NX850 (Zalecane) [Porównaj](#)

Sekcja stabilizowana 104,05 zł/m<sup>2</sup>  


Sekcja niestabilizowana 170,71 zł/m<sup>2</sup>  


Dostosuj  Pojedyncza warstwa  Ukryj sekcję niestabilizowaną

Sekcja stabilizowana		Sekcja niestabilizowana
310 mm	Całkowita grubość	615 mm
NX850	Georuszt Tensar	
14 mm	Głębokość koleiny	25 mm
852	Wymagane wartości ESAL 80 kN	1690
<b>ULEPSZONE</b>	Poziom zabezpieczenia podłoża	<b>NIEZABEZPIECZONE</b>
Poziom zabezpieczenia podłoża	Krytyczny parametr	Głębokość koleiny



# Platforma projektowa Tensar+

NX850  
Brak projektu

Zapisano Specyfikacja

Projekt Wartość

### Ruch budowlany

Na podstawie: Powierzchnia inwestycji  
Powierzchnia inwesty: 5000 m<sup>2</sup>

Rodzaj ciężarówki: Standardowa 20-tonowa ciężarówka  
Czynniki dynamiczne: Brak

### Ruch eksploatacyjny

Na podstawie: Brak

### Kruszywo

Ciężar jednostkowy: 20 kN/m<sup>3</sup>  
Głębokość koleiny: 25 mm  
D<sub>100</sub>: 75 mm  
D<sub>50</sub>: 30 mm

### Podłoże

Rodzaj gruntu: Gлина  
Plastyczność: Wysoki (CH)  
CBR: 1,5 %  
Geosyntezyk separacyjny: Nie  
Poziom zabezpieczenia podłoża: Ulepszone (Lepsza)  
Projekt dla efektu "łóżka wodnego": Nie

Geosyntezyk: NX850 (Zalecane) Porównaj

Sekcja stabilizowana 104,05 zł/m<sup>2</sup>  
Sekcja niestabilizowana 170,71 zł/m<sup>2</sup>

Dostosuj  Pojedyncza warstwa  Ukryj sekcję niestabilizowaną

Sekcja stabilizowana		Sekcja niestabilizowana
310 mm	Całkowita grubość	615 mm
NX850	Georuszt Tensar	
14 mm	Głębokość koleiny	25 mm
852	Wymagane wartości ESAL 80 kN	1690
<b>ULEPSZONE</b>	Poziom zabezpieczenia podłoża	<b>NIEZABEZPIECZONE</b>
Poziom zabezpieczenia podłoża	Krytyczny parametr	Głębokość koleiny



# Platforma projektowa Tensar+

NX850 Brak projektu Zapisano Specyfikacja

Projekt **Wartość**

Ruch budowlany

Na podstawie ? Powierzchnia inwestycji

Powierzchnia inwesty ▼ 5000 m<sup>2</sup>

Rodzaj ciężarówki ?

Standardowa 20-tonowa ciężarówka  
Czynniki dynamiczne: Brak

Ruch eksploatacyjny

Na podstawie ?

Brak ▼

**Kruszywo ?**

Ciężar jednostkowy 20 kN/m<sup>3</sup> Głębokość koleiny ? 25 mm D<sub>100</sub> ? 75 mm

D<sub>50</sub> ? 30 mm

Podłoże

Rodzaj gruntu ▼ Glina ? Plastyczność ? Wysoki (CH) ▼ CBR ? 1,5 %

Geosyntezyk separacyjny ? ▼ Nie ? Poziom zabezpieczenia podłoża ? Ulepszone (Lepsza) ▼ Projekt dla efektu "łóżka wodnego" ? ▼ Nie ▼

Geosyntezyk ? NX850 (Zalecane) ▼ ▶ Porównaj

Sekcja stabilizowana 104,05 zł/m<sup>2</sup>

Sekcja niestabilizowana 170,71 zł/m<sup>2</sup>

Dostosuj ?  Pojedyncza warstwa  Ukryj sekcję niestabilizowaną

Sekcja stabilizowana		Sekcja niestabilizowana
310 mm	Całkowita grubość <span>?</span>	615 mm
NX850	Georuszt Tensar	
14 mm	Głębokość koleiny <span>?</span>	25 mm
852	Wymagane wartości ESAL 80 kN <span>?</span>	1690
<b>ULEPSZONE</b>	Poziom zabezpieczenia podłoża	<b>NIEZABEZPIECZONE</b>
Poziom zabezpieczenia podłoża	Krytyczny parametr <span>?</span>	Głębokość koleiny



# Platforma projektowa Tensar+

NX850 Brak projektu Zapisano Specyfikacja

Projekt **Wartość**

**Ruch budowlany**  
 Na podstawie ? Powierzchnia inwestycji  
 Powierzchnia inwesty ▼ 5000 m<sup>2</sup>  
 Rodzaj ciężarówki ?  
 Standardowa 20-tonowa ciężarówka  
 Czynniki dynamiczne: Brak

**Ruch eksploatacyjny**  
 Na podstawie ?  
 Brak ▼

**Kruszywo** ?  
 Ciężar jednostkowy 20 kN/m<sup>3</sup> Głębokość koleiny ? 25 mm D<sub>100</sub> ? 75 mm  
 D<sub>50</sub> ? 30 mm

**Podłoże**  
 Rodzaj gruntu ▼ Glina ? ▼ Wysoki (CH) ? ▼ CBR ? 1,5 %  
 Geosyntezyk separacyjny ? ▼ Nie ? ▼ Poziom zabezpieczenia podłoża ? ▼ Ulepszone (Lepsza) ? ▼ Projekt dla efektu "łóżka wodnego" ? ▼ Nie ?

Geosyntezyk ? NX850 (Zalecane) ▼ ▶ ▶ Porównaj

**Sekcja stabilizowana**  
 104,05 zł/m<sup>2</sup>  
 310 mm + NX850  
 1.5% CBR

**Sekcja niestabilizowana**  
 170,71 zł/m<sup>2</sup>  
 615 mm  
 1.5% CBR

Dostosuj ?  Pojedyncza warstwa  Ukryj sekcję niestabilizowaną

Sekcja stabilizowana		Sekcja niestabilizowana
310 mm	Całkowita grubość <span>?</span>	615 mm
NX850	Georuszt Tensar	
14 mm	Głębokość koleiny <span>?</span>	25 mm
852	Wymagane wartości ESAL 80 kN <span>?</span>	1690
<b>ULEPSZONE</b>	Poziom zabezpieczenia podłoża	<b>NIEZABEZPIECZONE</b>
Poziom zabezpieczenia podłoża	Krytyczny parametr <span>?</span>	Głębokość koleiny



# Platforma projektowa Tensar+

NX850  
 Brak projektu

Zapisano [Specyfikacja](#)

Projekt **Wartość**

Ruch budowlany  
 Na podstawie  Powierzchnia inwestycji  m<sup>2</sup>  
 Rodzaj ciężarówki   
 Czynniki dynamiczne: Brak

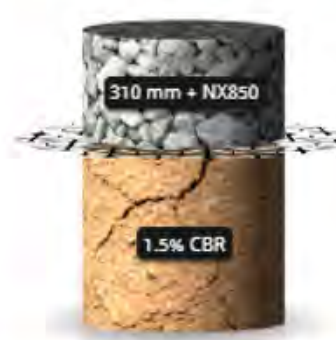
Ruch eksploatacyjny  
 Na podstawie

Kruszywo  
 Ciężar jednostkowy  kN/m<sup>3</sup> Głębokość koleiny  mm D<sub>100</sub>  mm  
 D<sub>50</sub>  mm


Podłoże  
 Rodzaj gruntu  Plastyczność  CBR  %  
 Geosyntezyk separacyjny  Poziom zabezpieczenia podłoża  Projekt dla efektu "łóżka wodnego"

Geosyntezyk  [Porównaj](#)

Sekcja stabilizowana 104,05 zł/m<sup>2</sup>



Sekcja niestabilizowana 170,71 zł/m<sup>2</sup>



Dostosuj  Pojedyncza warstwa  Ukryj sekcję niestabilizowaną

Sekcja stabilizowana		Sekcja niestabilizowana
310 mm	Całkowita grubość	615 mm
NX850	Georuszt Tensar	
14 mm	Głębokość koleiny	25 mm
852	Wymagane wartości ESAL 80 kN	1690
<b>ULEPSZONE</b>	Poziom zabezpieczenia podłoża	<b>NIEZABEZPIECZONE</b>
Poziom zabezpieczenia podłoża	Krytyczny parametr	Głębokość koleiny



# Platforma projektowa Tensar+

NX850  
 Brak projektu

Zapisano [Specyfikacja](#)

Projekt **Wartość**

Ruch budowlany  
 Na podstawie  Powierzchnia inwestycji  m<sup>2</sup>  
 Rodzaj ciężarówki   
 Czynniki dynamiczne: Brak

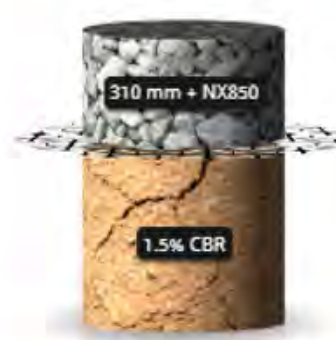
Ruch eksploatacyjny  
 Na podstawie

Kruszywo  
 Ciężar jednostkowy  kN/m<sup>3</sup> Głębokość koleiny  mm D<sub>100</sub>  mm  
 D<sub>50</sub>  mm

Podłoże  
 Rodzaj gruntu  Plastyczność  CBR  %  
 Geosyntezyk separacyjny  Poziom zabezpieczenia podłoża  Projekt dla efektu "łóżka wodnego"


Geosyntezyk  [Porównaj](#)

Sekcja stabilizowana 104,05 zł/m<sup>2</sup>



310 mm + NX850  
1.5% CBR

Sekcja niestabilizowana 170,71 zł/m<sup>2</sup>



615 mm  
1.5% CBR

Dostosuj  Pojedyncza warstwa  Ukryj sekcję niestabilizowaną

Sekcja stabilizowana		Sekcja niestabilizowana
310 mm	Całkowita grubość	615 mm
NX850	Georuszt Tensar	
14 mm	Głębokość koleiny	25 mm
852	Wymagane wartości ESAL 80 kN	1690
<b>ULEPSZONE</b>	Poziom zabezpieczenia podłoża	<b>NIEZABEZPIECZONE</b>
Poziom zabezpieczenia podłoża	Krytyczny parametr	Głębokość koleiny



# Platforma projektowa Tensar+

NX850  
 Brak projektu

Zapisano Specyfikacja

Projekt **Wartość**

**Wymiary**  
Powierzchnia inwestycji  
5000 m<sup>2</sup>

**Kruszywo**  
Koszt wraz z wbudowaniem  
zł 109,21 /t

**Geosyntetyki (Zainstalowany)**  
NX850  
zł 18 /m<sup>2</sup>

Wykop

**Odległości**  
Miejsce pozyskania kruszywa: 20 km  
Dystrybutor Tensar: 20 km

**Koszt budowy**  
Oszczędzasz 37%  
Sekcja stabilizowana: 455 974 zł  
Sekcja niestabilizowana: 726 044 zł

**Czas budowy**  
Oszczędzasz 36%  
Sekcja stabilizowana: 4,9 dni  
Sekcja niestabilizowana: 7,7 dni

**Koszt środowiskowy**  
Oszczędzasz 37%  
Sekcja stabilizowana: 34 260 kgCO<sub>2</sub>e  
Sekcja niestabilizowana: 54 470 kgCO<sub>2</sub>e

**Dodatkowe koszty**  
Liczba przejazdów wywrotek  
Wymagane paliwo  
Wymagana woda

Poproś o wsparcie projektowe

Te wartości są jedynie szacunkowe. Rzeczywiste wyniki będą się różnić w zależności od konkretnych okoliczności tej inwestycji.



8. WPGI 2024

wpgi.pgi.gov.pl

pgi.gov.pl

# Platforma projektowa Tensar+

NX850  
 Brak projektu

Zapisano Specyfikacja

Projekt **Wartość**

**Wymiary**  
Powierzchnia inwestycji  
5000 m<sup>2</sup>

**Kruszywo**  
Koszt wraz z wbudowaniem  
zł 109,21 /t

**Geosyntetyki (Zainstalowany)**  
NX850  
zł 18 /m<sup>2</sup>

Wykop

**Odległości**  
Miejsce pozyskania kruszywa: 20 km  
Dystrybutor Tensar: 20 km

[Poproś o wsparcie projektowe](#)

**Koszt budowy**  
Oszczędzasz 37%  
Sekcja stabilizowana: 455 974 zł  
Sekcja niestabilizowar: 726 044 zł

**Czas budowy**  
Oszczędzasz 36%  
Sekcja stabilizowana: 4,9 dni  
Sekcja niestabilizowar: 7,7 dni

**Koszt środowiskowy**  
Oszczędzasz 37%  
Sekcja stabilizowana: 34 260 kgCO<sub>2</sub>e  
Sekcja niestabilizowar: 54 470 kgCO<sub>2</sub>e

**Dodatkowe koszty**  
Liczba przejazdów wywrotek  
Wymagane paliwo  
Wymagana woda

Te wartości są jedynie szacunkowe. Rzeczywiste wyniki będą się różnić w zależności od konkretnych okoliczności tej inwestycji.



8. WPGI 2024

wpgi.pgi.gov.pl

pgi.gov.pl

# Platforma projektowa Tensar+

NX850  
 Brak projektu

Zapisano Specyfikacja

Projekt | Wartość

**Wymiary**  
Powierzchnia inwestycji  
 m<sup>2</sup>

**Kruszywo**  
Koszt wraz z wbudowaniem  
 /t

**Geosyntetyki (Zainstalowany)**  
NX850  
 /m<sup>2</sup>

Wykop

**Odległości**  
Miejsce pozyskania kruszywa:  km  
Dystrybutor Tensar:  km

[Poproś o wsparcie projektowe](#)

**Koszt budowy**

Typ sekcji	Koszt	Oszczędzono
Sekcja stabilizowana	455 974 zł	37%
Sekcja niestabilizowana	726 044 zł	

**Czas budowy**

Typ sekcji	Czas	Oszczędzono
Sekcja stabilizowana	4,9 dni	36%
Sekcja niestabilizowana	7,7 dni	

**Koszt środowiskowy**

Typ sekcji	Koszt	Oszczędzono
Sekcja stabilizowana	34 260 kgCO <sub>2</sub> e	37%
Sekcja niestabilizowana	54 470 kgCO <sub>2</sub> e	

**Dodatkowe koszty**

- Liczba przejazdów wywrotek
- Wymagane paliwo
- Wymagana woda

Te wartości są jedynie szacunkowe. Rzeczywiste wyniki będą się różnić w zależności od konkretnych okoliczności tej inwestycji.



8. WPGI 2024

wpgi.pgi.gov.pl

pgi.gov.pl

# Platforma projektowa Tensar+

NX850  
 Brak projektu

Zapisano Specyfikacja

Projekt **Wartość**

**Wymiary**  
Powierzchnia inwestycji  
5000 m<sup>2</sup>

**Kruszywo**  
Koszt wraz z wbudowaniem  
zł 109,21 /t

**Geosyntetyki (Zainstalowany)**  
NX850  
zł 18 /m<sup>2</sup>

Wykop

**Odległości**  
Miejsce pozyskania kruszywa: 20 km  
Dystrybutor Tensar: 20 km

[Poproś o wsparcie projektowe](#)

**Koszt budowy**

Oszczędzasz 37%

Sekcja stabilizowana	Sekcja niestabilizowar
455 974 zł	726 044 zł

**Czas budowy**

Oszczędzasz 36%

Sekcja stabilizowana	Sekcja niestabilizowar
4,9 dni	7,7 dni

**Koszt środowiskowy**

Oszczędzasz 37%

Sekcja stabilizowana	Sekcja niestabilizowar
34 260 kgCO <sub>2</sub> e	54 470 kgCO <sub>2</sub> e

**Dodatkowe koszty**

Liczba przejazdów wywrotek

Wymagane paliwo

Wymagana woda

Te wartości są jedynie szacunkowe. Rzeczywiste wyniki będą się różnić w zależności od konkretnych okoliczności tej inwestycji.



# Platforma projektowa Tensar+

NX850  
 Brak projektu

Zapisano Specyfikacja

Projekt **Wartość**

**Wymiary**  
Powierzchnia inwestycji  
5000 m<sup>2</sup>

**Kruszywo**  
Koszt wraz z wbudowaniem  
zł 109,21 /t

**Geosyntetyki (Zainstalowany)**  
NX850  
zł 18 /m<sup>2</sup>

Wykop

**Odległości**  
Miejsce pozyskania kruszywa: 20 km  
Dystrybutor Tensar: 20 km

**Koszt budowy**  
Oszczędzasz 37%  
Sekcja stabilizowana: 455 974 zł  
Sekcja niestabilizowana: 726 044 zł

**Czas budowy**  
Oszczędzasz 36%  
Sekcja stabilizowana: 4,9 dni  
Sekcja niestabilizowana: 7,7 dni

**Koszt środowiskowy**  
Oszczędzasz 37%  
Sekcja stabilizowana: 34 260 kgCO<sub>2</sub>e  
Sekcja niestabilizowana: 54 470 kgCO<sub>2</sub>e

**Dodatkowe koszty**  
Liczba przejazdów wywrotek  
Wymagane paliwo  
Wymagana woda

Poproś o wsparcie projektowe

Te wartości są jedynie szacunkowe. Rzeczywiste wyniki będą się różnić w zależności od konkretnych okoliczności tej inwestycji.

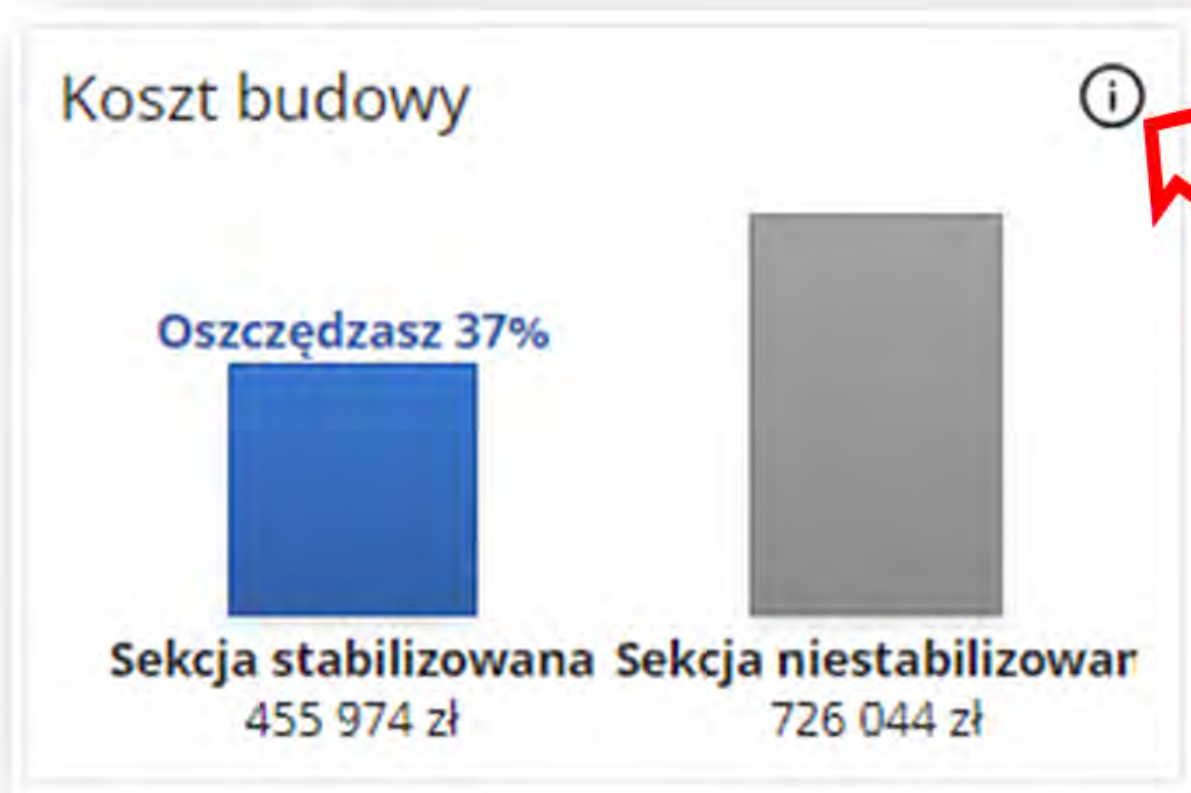


8. WPGI 2024

wpgi.pgi.gov.pl

pgi.gov.pl

# Platforma projektowa Tensar+



Koszt budowy ✕

	Sekcja stabilizowana	Sekcja niestabilizowana
Kruszywo	365 974 zł	726 044 zł
Georuszt	90 000 zł	
Całkowity	455 974 zł	726 044 zł
Koszt jednostkowy	91,19 zł/m <sup>2</sup>	145,21 zł/m <sup>2</sup>
Oszczędności	270 071 zł (37%)	



# Platforma projektowa Tensar+

NX850

Brak projektu

Zapisano

Specyfikacja

Projekt

Wartość

## Wymiary

Powierzchnia inwestycji

m<sup>2</sup>

## Kruszywo

Koszt wraz z wbudowaniem

/t

## Geosyntetyki (Zainstalowany)

NX850

/m<sup>2</sup>

Wykop

## Odległości<sup>Ⓜ</sup>

Miejsce pozyskania kruszywa

km

Dystrybutor Tensar

km

## Koszt budowy

Oszczędzasz 37%



Sekcja stabilizowana 455 974 zł    Sekcja niestabilizowana 726 044 zł

## Czas budowy

Oszczędzasz 36%



Sekcja stabilizowana 4,9 dni    Sekcja niestabilizowana 7,7 dni

## Koszt środowiskowy

Oszczędzasz 37%



Sekcja stabilizowana 34 260 kgCO<sub>2</sub>e    Sekcja niestabilizowana 54 470 kgCO<sub>2</sub>e

## Dodatkowe koszty

Liczba przejazdów wywrotek

Wymagane paliwo

Wymagana woda

Te wartości są jedynie szacunkowe. Rzeczywiste wyniki będą się różnić w zależności od konkretnych okoliczności tej inwestycji.

[Poproś o wsparcie projektowe](#)

**8. WPGI 2024**

[wpgi.pgi.gov.pl](http://wpgi.pgi.gov.pl)

[pgi.gov.pl](http://pgi.gov.pl)

# Platforma projektowa Tensar+



Czas budowy

	Sekcja stabilizowana	Sekcja niestabilizowana
Kruszywo	3,9	7,7
Georuszt	1	
Całkowity	4,9 dni	7,7 dni
Oszczędności	2,8 dni (36%)	



8. WPGI 2024

wpgi.pgi.gov.pl

pgi.gov.pl

# Platforma projektowa Tensar+

NX850

Brak projektu

Zapisano

Specyfikacja

Projekt

Wartość

## Wymiary

Powierzchnia inwestycji

5000 m<sup>2</sup>

## Kruszywo

Koszt wraz z wbudowaniem

zł 109,21 /t

## Geosyntetyki (Zainstalowany)

NX850

zł 18 /m<sup>2</sup>

Wykop

## Odległości

Miejsce pozyskania kruszywa

20 km

Dystrybutor Tensar

20 km

## Koszt budowy

Oszczędzasz 37%



Sekcja stabilizowana 455 974 zł  
Sekcja niestabilizowana 726 044 zł

## Czas budowy

Oszczędzasz 36%



Sekcja stabilizowana 4,9 dni  
Sekcja niestabilizowana 7,7 dni

## Koszt środowiskowy

Oszczędzasz 37%



Sekcja stabilizowana 34 260 kgCO<sub>2</sub>e  
Sekcja niestabilizowana 54 470 kgCO<sub>2</sub>e

## Dodatkowe koszty

Liczba przejazdów wywrotek

Wymagane paliwo

Wymagana woda

Te wartości są jedynie szacunkowe. Rzeczywiste wyniki będą się różnić w zależności od konkretnych okoliczności tej inwestycji.

Poproś o wsparcie projektowe

8. WPGI 2024

wpgi.pgi.gov.pl

pgi.gov.pl

# Zalety technologii MSL i STRATUM



Oszczędności finansowe – mniejsze koszty w stosunku do wymiany gruntu lub ulepszanie podłoża kruszywami niezwiązanymi bez stabilizacji georusztem.



Skrócenie czasu realizacji robót  
mniejsze ilości kruszywa, szybsze uzyskanie założonych parametrów odbiorowych, krótki czas realizacji w porównaniu do stabilizacji chemicznej.



Redukcja emisji CO<sub>2</sub>  
niski ślad węglowy georusztów Tensar InterAx,  
mniejsze ilości kruszywa,  
ograniczenie transportu i pracy sprzętu na budowie.



# 8. WPGI

# 2024

Dziękuję za uwagę

Remigiusz Duszyński



**8. WPGI 2024**

[wpgi.pgi.gov.pl](http://wpgi.pgi.gov.pl)

[pgi.gov.pl](http://pgi.gov.pl)

