



Flisz karpacki pod kontrolą – wyjątkowe zabezpieczenia skarp i nasypów na budowie drogi S1

mgr inż. Marcin Itczak

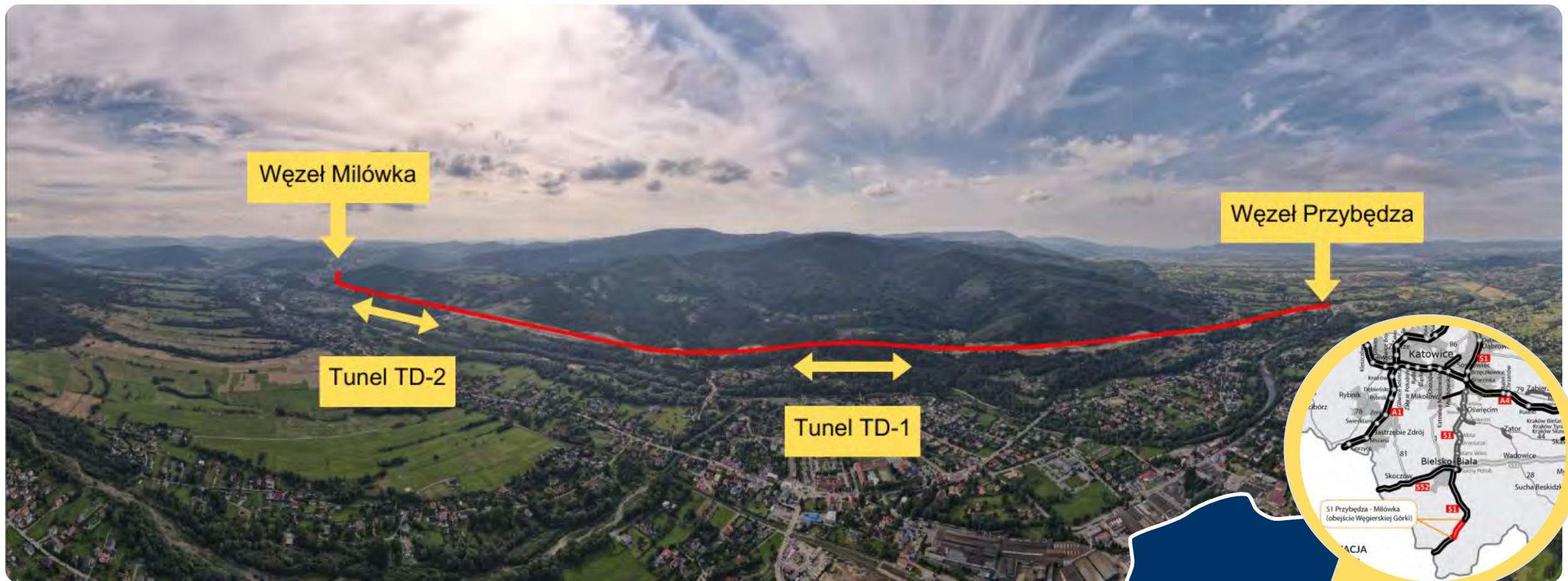
08.2025r.



Opis inwestycji

Realizacja odcinka S1 obejście Węgierskiej Górki o długości 8,5 km stanowi jedno z największych wyzwań geoinżynierskich w Polsce. W trudnych warunkach fliszu karpackiego przeprowadzono kompleksowe zabezpieczenia skarp nasypów, wykopów, murów oporowych oraz portali dwóch tuneli. Ten fragment ważnej trasy ekspresowej, wpisanej w europejski korytarz transportowy TEN-T, przyczyni się do poprawy komfortu i bezpieczeństwa podróży oraz skróci czas dojazdu do przejścia granicznego ze Słowacją. Zakres robót geotechnicznych był największy w kraju i wymagał zastosowania innowacyjnych rozwiązań projektowych oraz technologii dostosowanych do złożonych warunków geologicznych. Prezentacja koncentruje się na wyzwaniach związanych z fliszem karpackim, gdzie niezawodność konstrukcji odgrywa kluczową rolę w realizacji inwestycji. Projekt jest przykładem efektywnego połączenia wiedzy inżynierskiej, nowoczesnych technologii i najwyższych standardów bezpieczeństwa.

S1 – lokalizacja inwestycji



Czerwona linia obrazuje przebieg budowanej drogi, która prawie w całości prowadzi zboczem Baraniej Góry, wykorzystując estakady, tunele oraz zabezpieczone skarpy i mury oporowe, co pozwala uniknąć standardowych nasypów i wykopów. Trasa obejmuje dwa tunele położone blisko siebie, a ze względu na specyfikę terenu fliszowego konieczne było zastosowanie licznych robót geotechnicznych z wykorzystaniem różnorodnych technologii.

S1 podstawowe informacje



Inwestor: Generalna Dyrekcja Dróg Krajowych i Autostrad



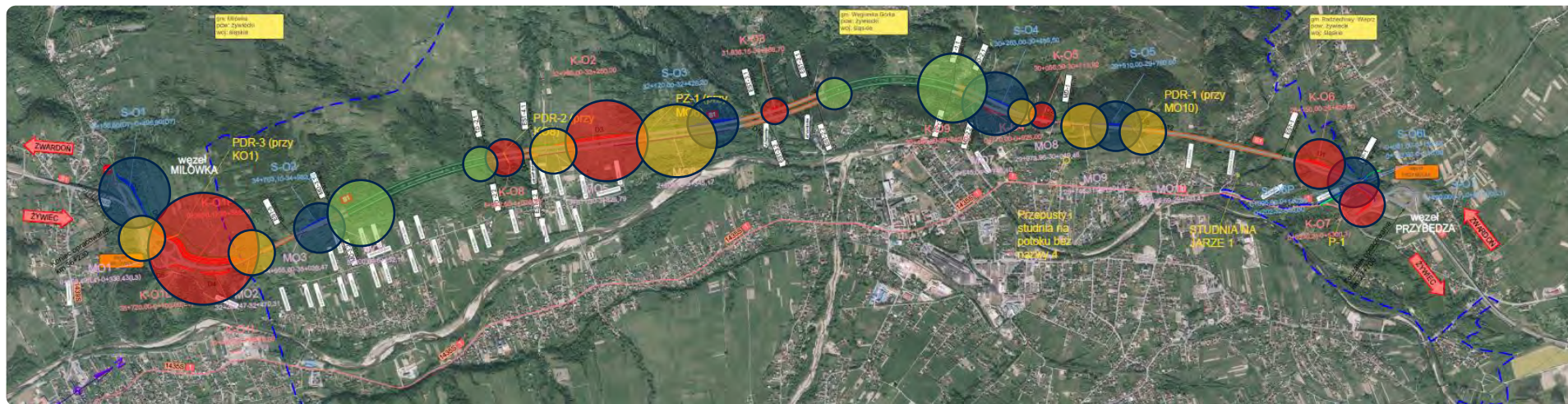
Rozpoczęcie robót geotechnicznych: VII 2020



Generalny Wykonawca: Mirbud S. A.



Planowany termin oddania drogi: IX 2025

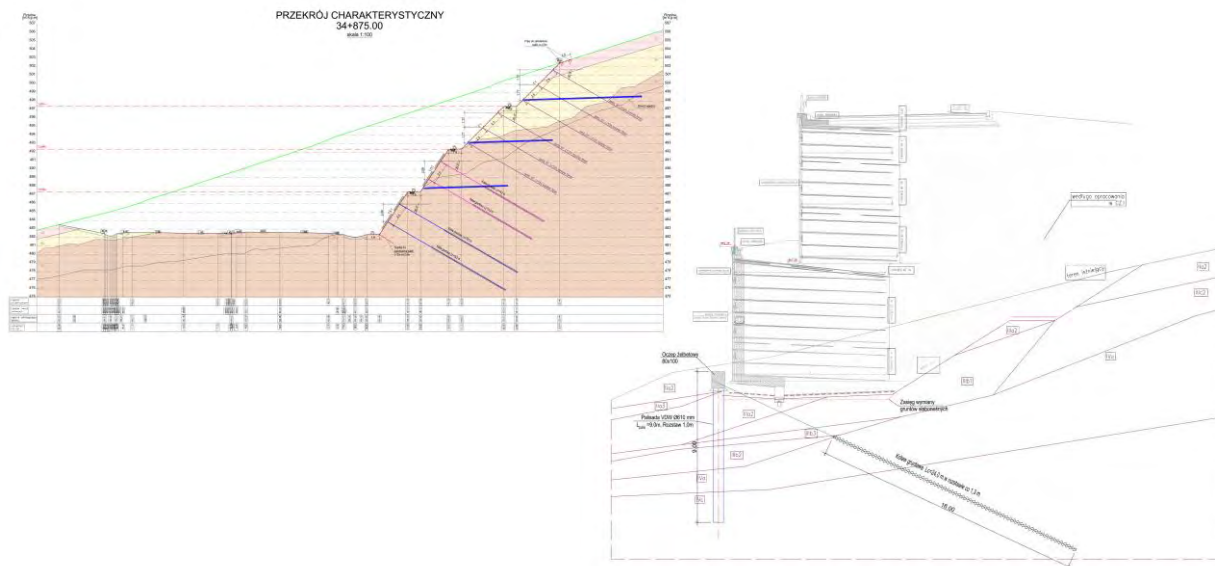


-  - Konstrukcje MO – mury oporowe – 10 obiektów
-  - Konstrukcje KO – konstrukcje oporowe – 8 obiektów
-  - Konstrukcje SO – ściany oporowe – 7 obiektów
-  - Konstrukcje TD – portale tunelowe – 4 obiekty

Kolorowe punkty na mapie oznaczają miejsca, gdzie Keller zrealizował swoje prace. Łącznie zaprojektowano i wykonano 29 konstrukcji, które wymagały zabezpieczenia skarp, zboczy lub murów oporowych. Każdy z tych obiektów miał indywidualnie opracowane rozwiązania, uwzględniające lokalne warunki, kąt nachylenia terenu oraz specyfikę geologiczną. Z mapy można zauważyć, że konieczność zabezpieczania skarp i zboczy występuje niemal równomiernie na całym odcinku drogi.

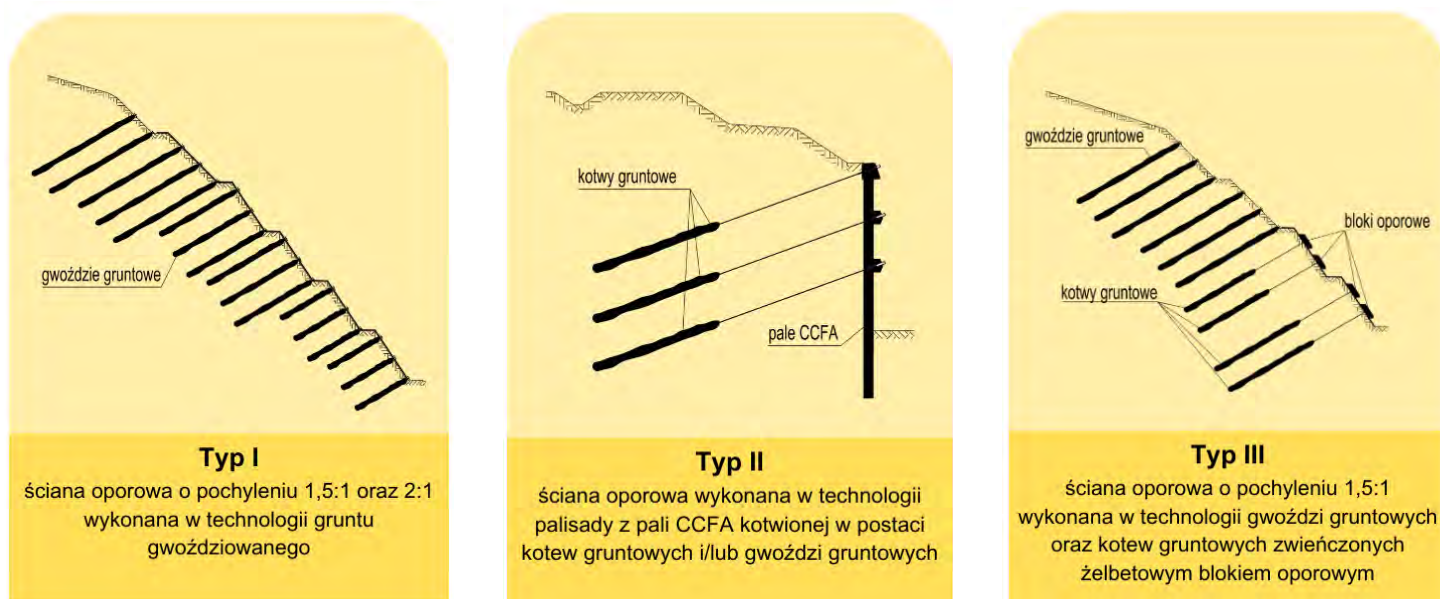
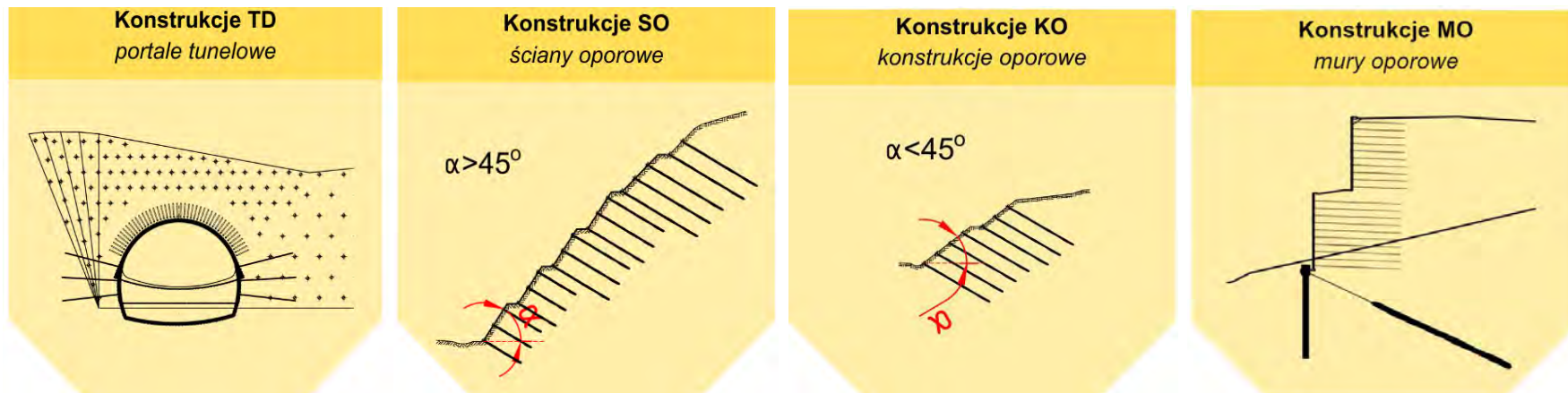
Zakres prac KELLER – kompleksowe zabezpieczenia skarp wykopów i nasypów

- **4 obiekty** – portale tunelowe (TD)
- **7 obiektów** – ściany oporowe (SO)
- **8 obiektów** – konstrukcje oporowe (KO)
- **10 obiektów** – mury oporowe (MO)

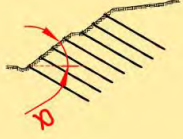


Rodzaj robót	Łączna wykonana ilość
Gwoździe gruntowe	180 371 mb
Kotwy linowe	29 530 mb
Kosze gabionowe	3 650 m2
Siatki stalowe	57 300 m2
Beton natryskowy - torkret	5 100 m3
Dreny wgłębne	23 900 mb
Materace gabionowe	19 850 m2
Pale CCFA i wielkośrednicowe	30 150 mb
Konstrukcje żelbetowe	5 525 m3
Wbudowany materiał w konstrukcje oporowe	250 000 ton
Mury oporowe - panele Macres	17 400 m2

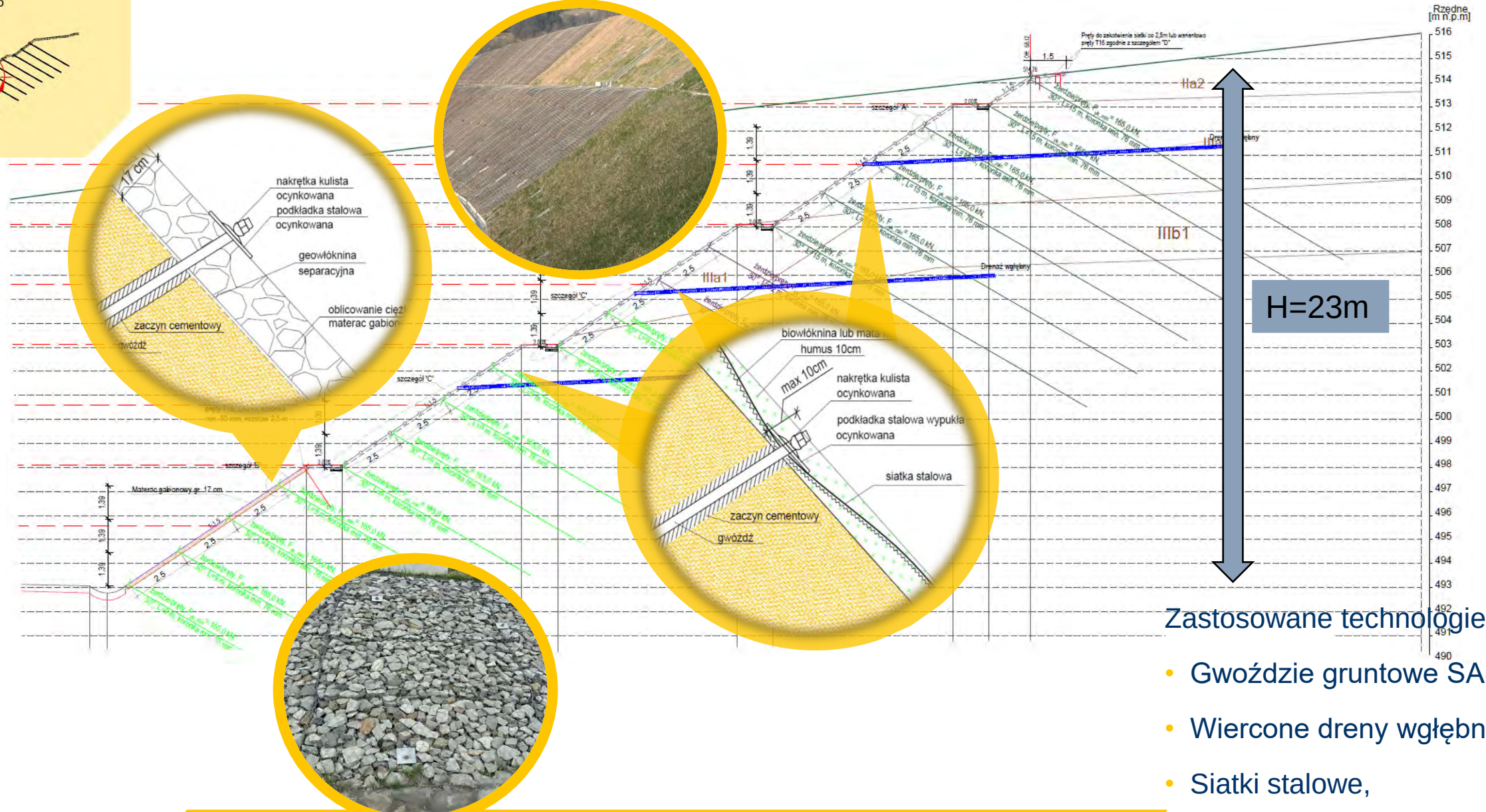
Typy zabezpieczeń głębokich wykopów i nasypów zastosowane podczas budowy



$\alpha < 45^\circ$



Konstrukcje oporowe



Zastosowane technologie:

- Gwoździe gruntowe SAS,
- Wiercone dreny wgłębne,
- Siatki stalowe,
- Materace gabionowe



Ściany oporowe – typ I

$\alpha > 45^\circ$

zbrojenie betonowe natraskowego
zgodnie z opisem technicznym

beton natraskowy właściwy
gr. min 7 cm

pręt do odgięcia lub usunięcia

nakrętka kulista
ocynkowana
podkładka stalowa
ocynkowana

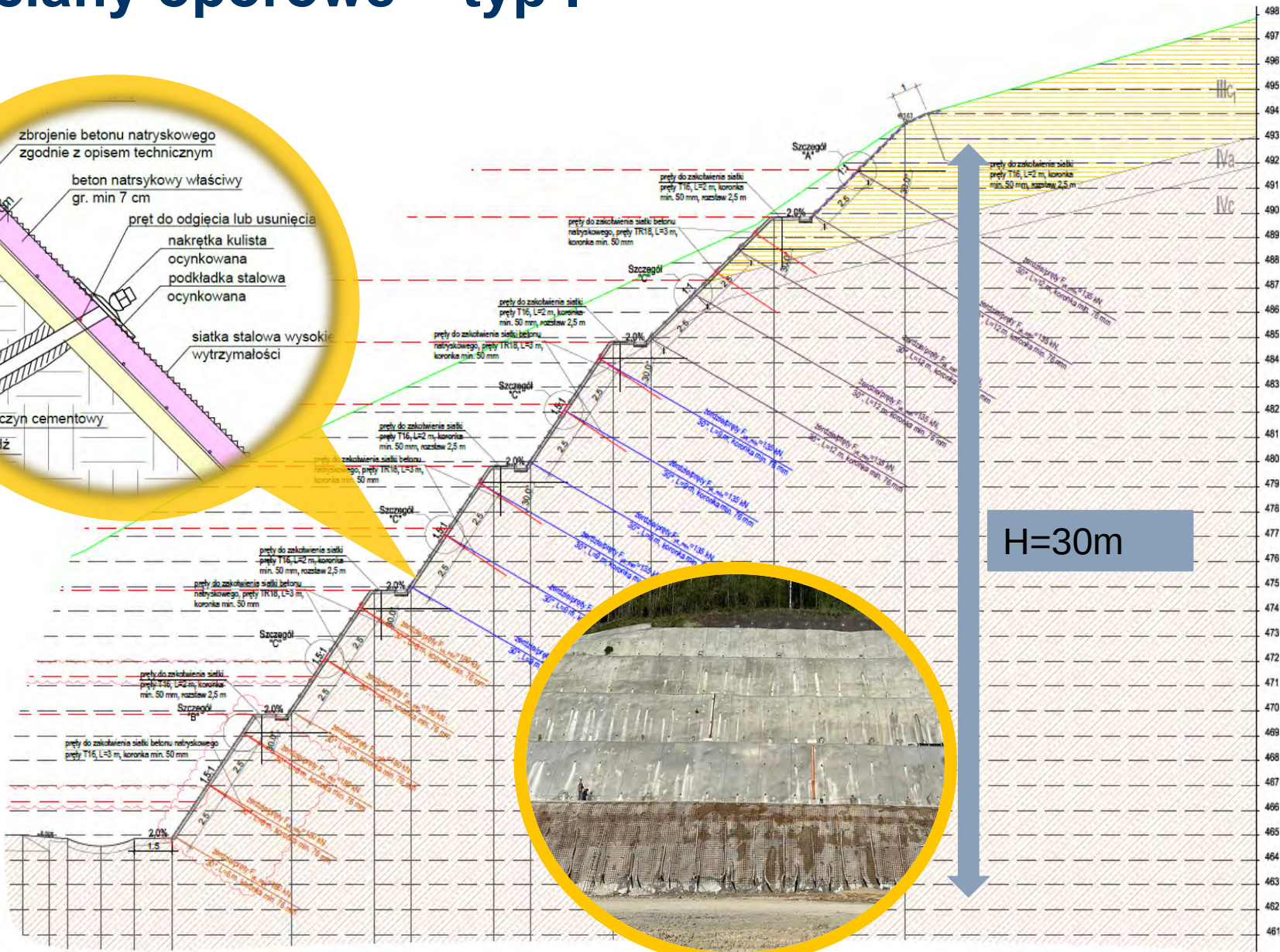
siatka stalowa wysokiej
wytrzymałości

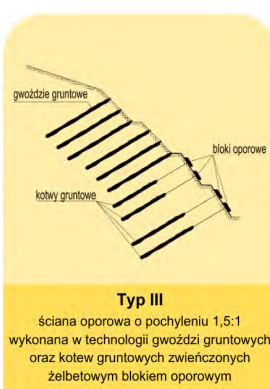
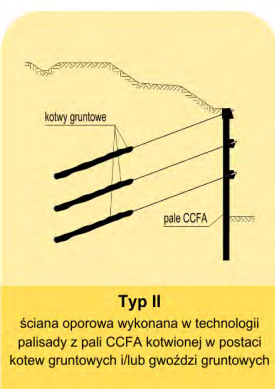
zaczyn cementowy

pręt

Zastosowane technologie:

- Gwoździe gruntowe SAS,
- Kotwy linowe,
- Siatki stalowe,
- Beton natryskowy – torkret,
- Wiercone dreny wgłębne

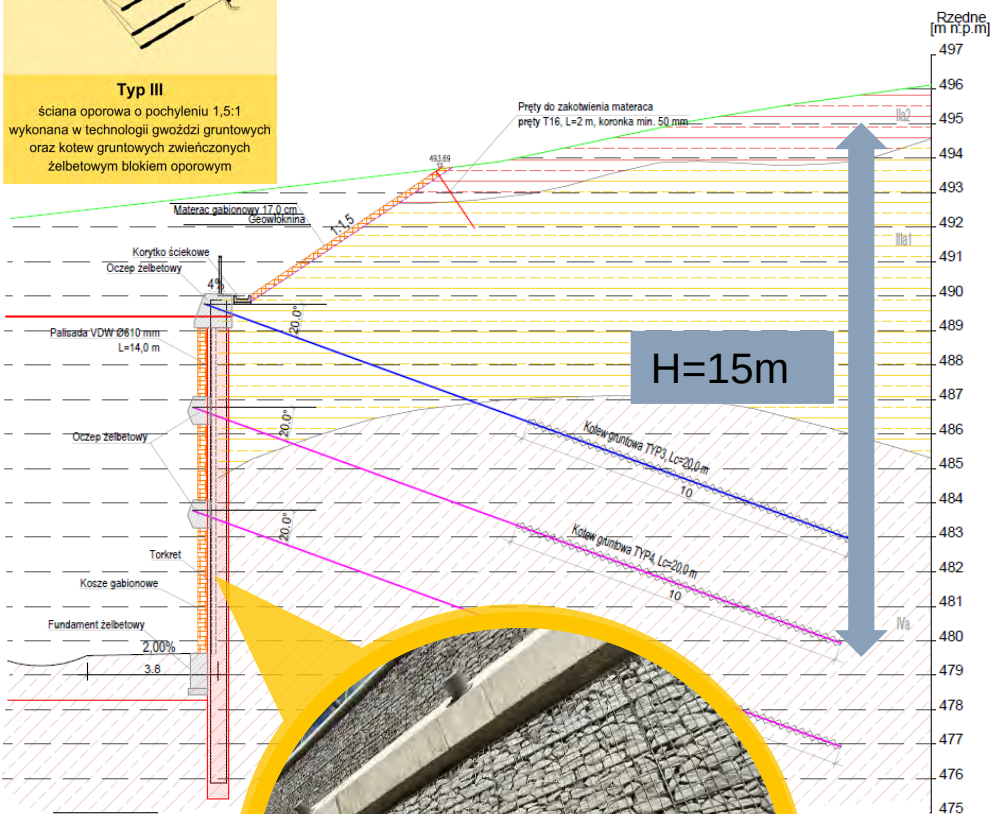




Ściany oporowe – typ II i III

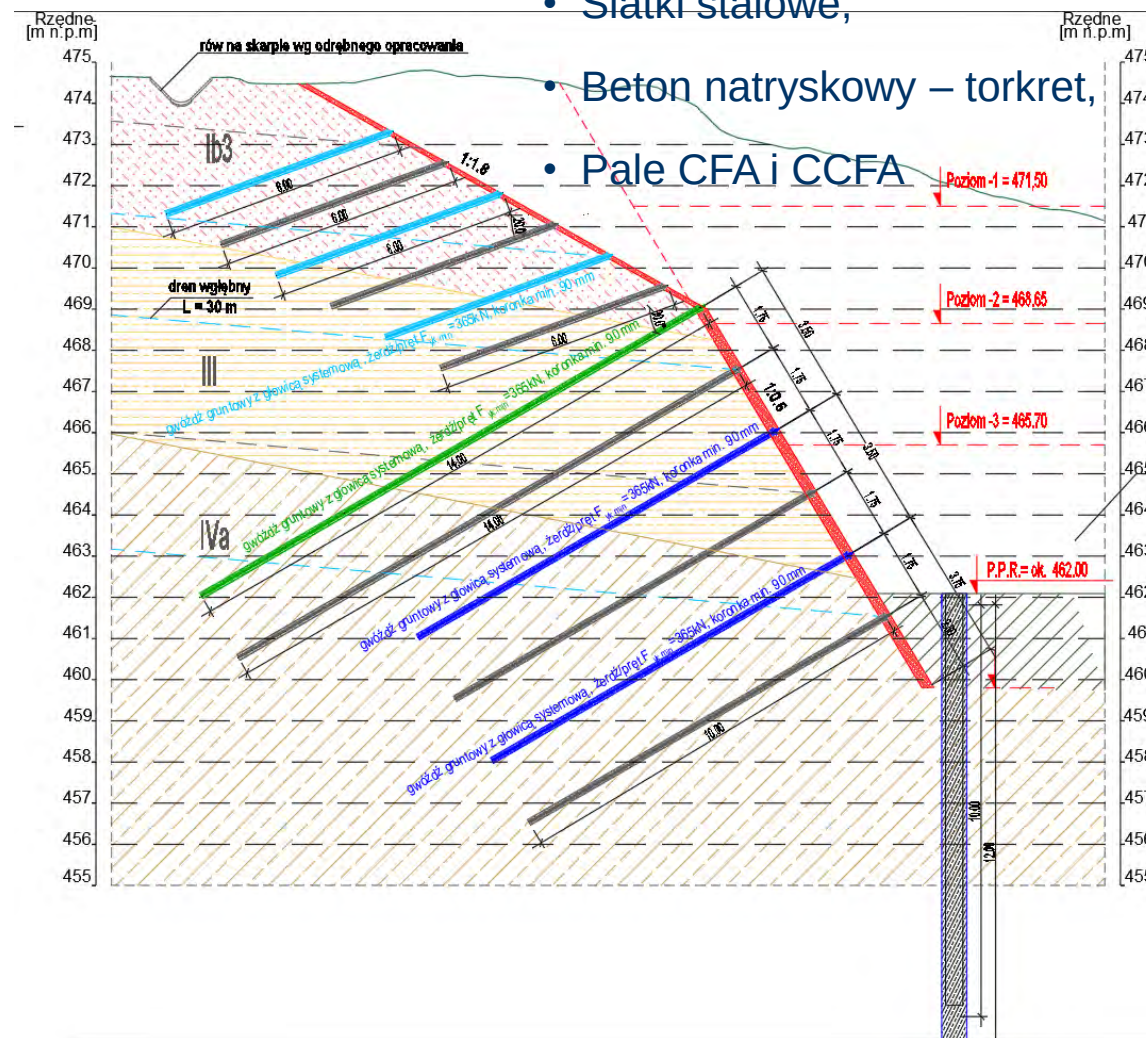
Zastosowane technologie:

- Pale wiercone w rurze – CCFA,
- Kotwy linowe,
- Gwoździe gruntowe
- Żelbetowe oczepy i bloki oporowe,
- Beton natryskowy – torkret,
- Kosze gabionowe



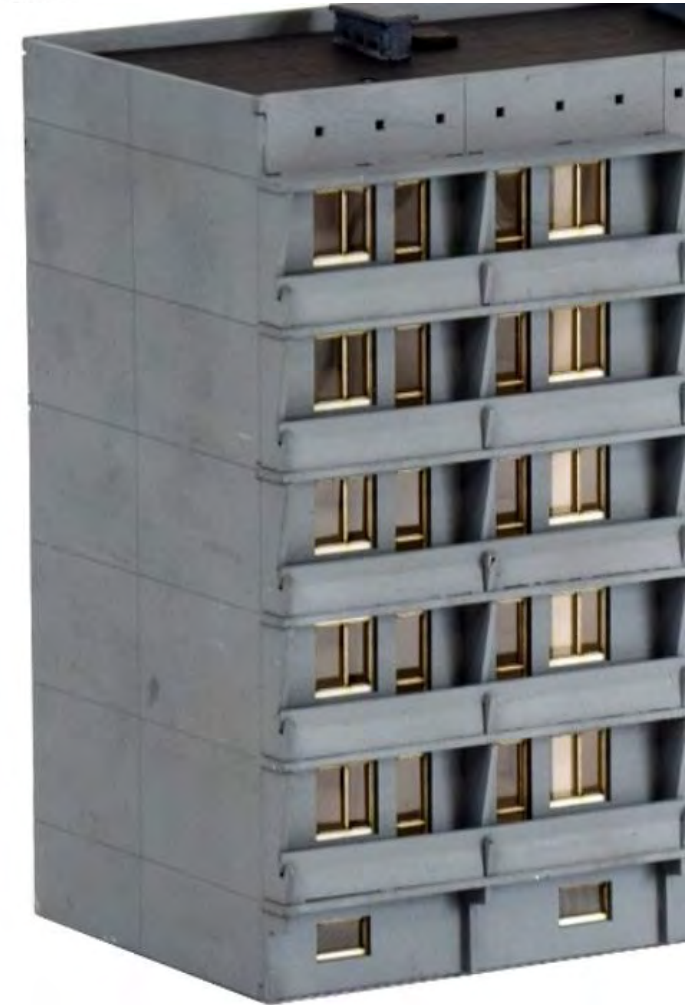
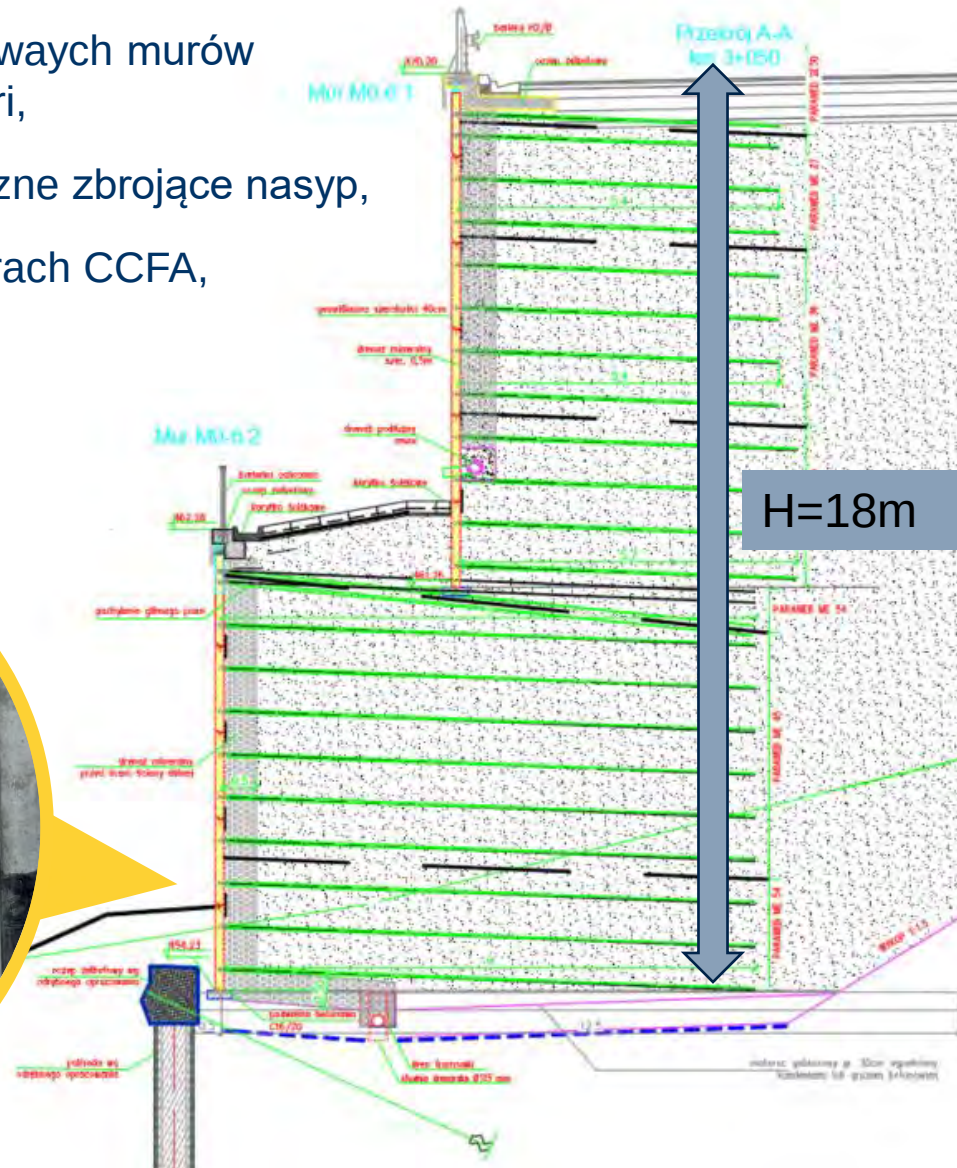


- Gwoździe gruntowe SAS,
- Wiercone dreny wgłębne,
- Siatki stalowe,
- Beton natryskowy – torkret
- Pale CFA i CCFA





- System prefabrykonowych murów
Macres – Maccaferri,
- Taśmy geosyntetyczne zbrojące nasyp,
- Pale wiercone w rurach CCFA,
- Kotwy linowe
- Oczepy żelbetowe





Wyzwania związane z fliszem karpackim i pracą w terenie górskim

Ograniczenia w wykonywaniu badań geologicznych w terenie górskim. Badania możliwe do wykonania etapowo podczas robót ziemnych

Trudności w ocenie rodzaju/twardości skał na podstawie odwiertów rdzeniowych – duża zmienność fliszu,

Brak możliwości oceny kruchości, upadów, spękań podczas badań geologicznych – ocena tych parametrów możliwa jedynie po odsłonięciu skarpy

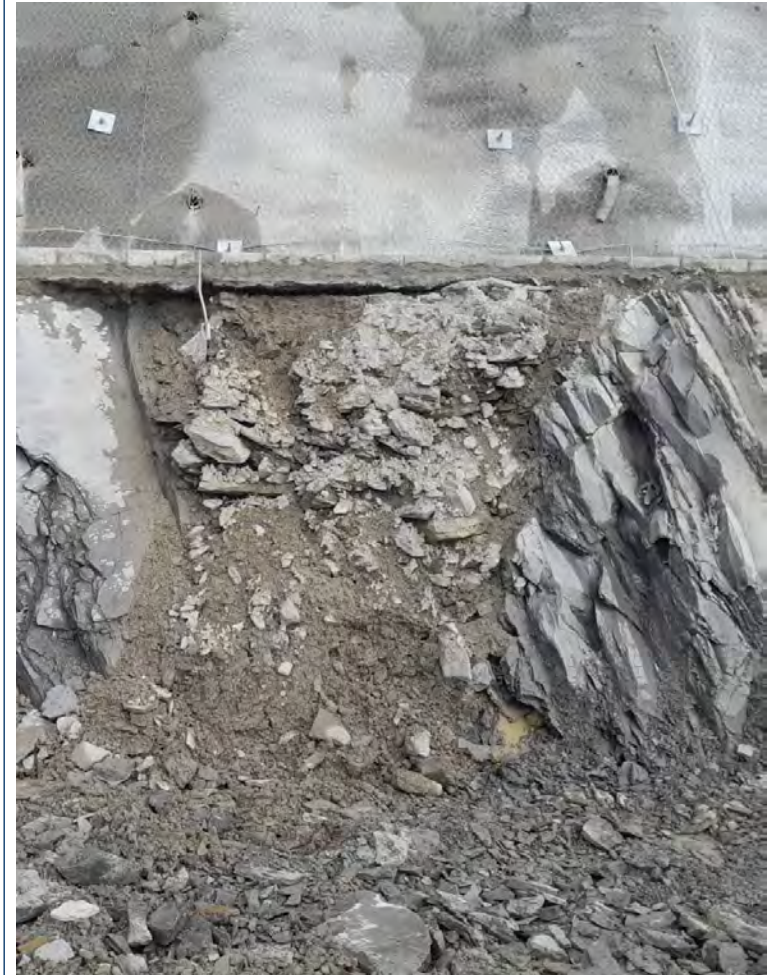
Częste zmiany kątów upadu, spękania ciosowe – silne zaangażowanie tektoniczne obszarów fliszowych powoduje zniszczenie struktury grunty i nieciągłości,

Sezonowość robót, trudności w prowadzeniu prac w okresie zimowym i silnych opadów deszczu - materiał fliszu w kontakcie z wodą podlega erozji,

Problemy z wodą, przepływ przez laminacje

Obszar fliszu karpackiego charakteryzuje się występowaniem licznych osuwisk

Problematyka fliszu karpackiego – zmiany kąta i kierunku upadu warstw skalnych



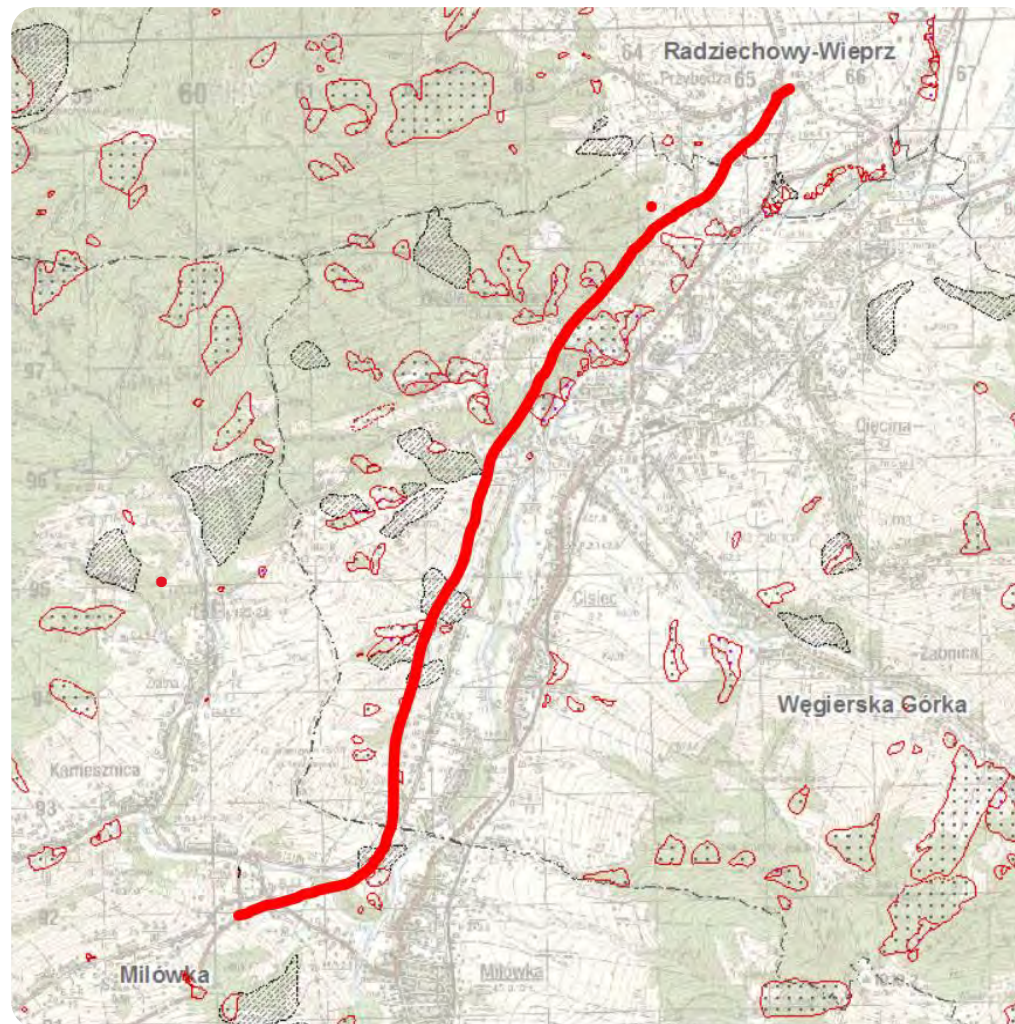
Tereny osuwiskowe

Stopień aktywności osuwisk wzdłuż drogi S1:

- nieaktywne
- aktywne
- okresowe

Uwagi:

- konieczne wykonanie odwodnienia przed przystąpieniem do robót ziemnych oraz sukcesywnie wraz z postępem wykonywania skarp wykopów
- podcinanie skarp może spowodować uaktywnienie ruchów osuwiskowych
- płytkie ruchy geodynamiczne – pełzanie pokrywy deluwialnej
- potencjalne powierzchnie poślizgu na granicy wietrzelina / strop skał



- osuwiska aktywne



- osuwiska nieaktywne



- przebieg projektowanej drogi S1

Systemy odprowadzania wody zastosowane na budowie

Starannie zaprojektowany i zrealizowany system odprowadzania wód jest niezbędny dla skutecznego działania zabezpieczeń wykopów i nasypów w fliszu karpackim. Elementy tego systemu obejmują:

- rowów w koronie projektowanych skarp głębokich wykopów (wykonanie przed rozpoczęciem prac ziemnych),
- Wiercone dreny wgłębne,
- otwory drenażowe w torkrecie,
- pasy drenażowe,
- drenaż francuski,
- korytka ściekowe, rury spustowe, studnie.



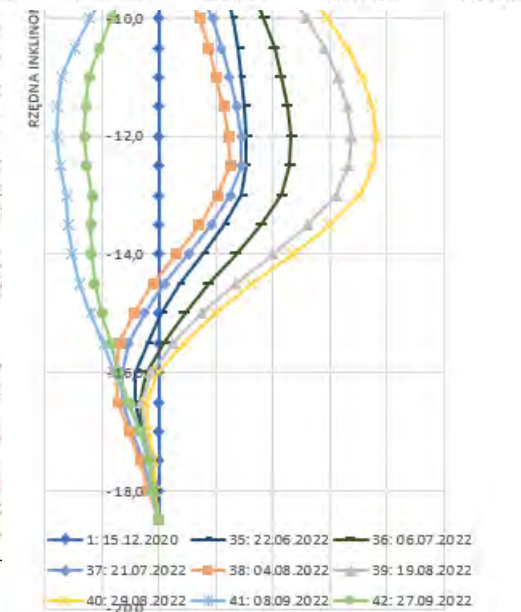
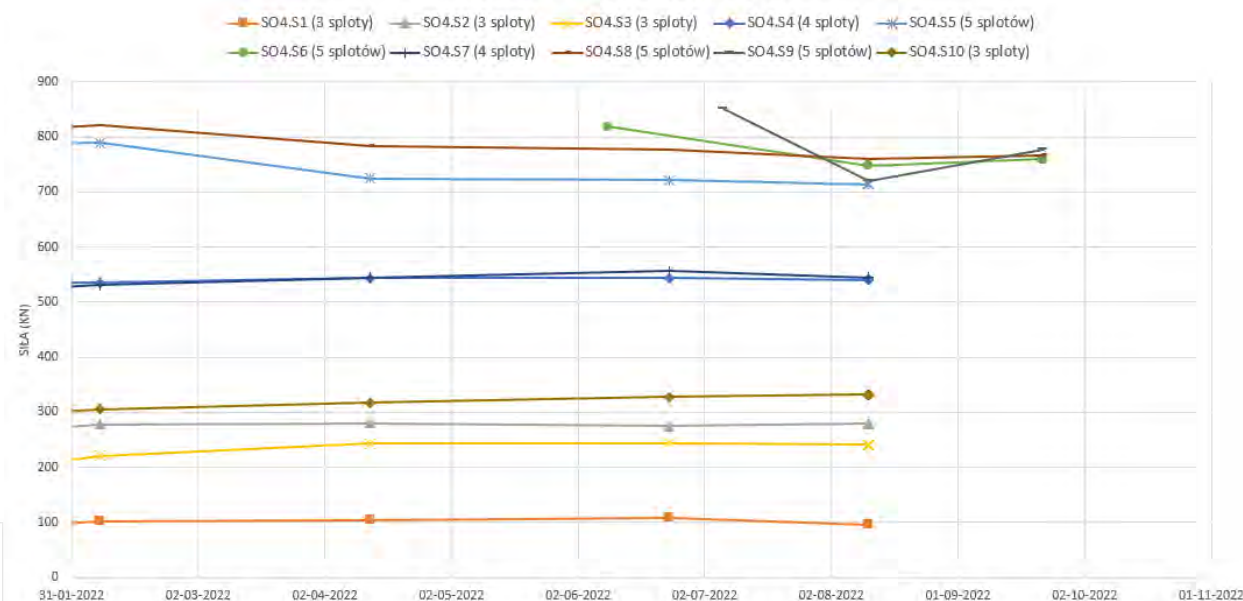
Monitoring konstrukcji i kontrola robót

Rodzaj pomiarów	Ilość razem	Częstotliwość pomiarów [min]
	[szt]	
Pomiary geodezyjne	ok. 700	1 x / tydzień
Inklinometry	52 + 1 automatyczny	1 x / tydzień
Piezometry	35	1 x / miesiąc
Siłomierze	45	1 x / miesiąc

POZIOM PIEZOMETRYCZNY WÓD KO1 - WYSOKOŚĆ BEZWZGLĘDNA



OBIEKT SO4 - SIŁOMIERZE



Monitoring konstrukcji



Każda skarpa była objęta monitoringiem podczas prowadzenia prac i będzie nadal kontrolowana w trakcie eksploatacji.

Na górnym poziomie zamontowano inklinometry oraz piezometry.

Na dolnym poziomie belki żelbetowej zainstalowano siłomierze na kotwach linowych.

Każdy z obiektów wyposażony jest w analogiczne systemy pomiarowe.

Podsumowanie oparte na doświadczeniach

Odcinek S1 tzw. „obejścia Węgierskiej Górki” to jedno z największych wyzwań geoinżynierskich w Polsce i największa budowa geotechniczna ostatnich lat.

Zaprojektowano i wykonano 29 indywidualnych konstrukcji geotechnicznych, w tym mury oporowe, zabezpieczenia skarp i portale, wykorzystując zaawansowane technologie geotechniczne.

Wykorzystano nowoczesne technologie, m.in. gwoździe gruntowe SAS, wiercone dreny, kotwy linowe, beton natryskowy, pale CFA, CCFA i wielkośrednicowe, prefabrykowane mury Macres oraz oblicowanie siatką stalową i gabionami.

Wyzwania geologiczne związane z fliszem karpackim obejmowały zmienność warstw skalnych, silne tektoniczne zaangażowanie i obecność terenów osuwiskowych

Wdrożono kompleksowy monitoring konstrukcji z pomiarami geodezyjnymi, inklinometrami, piezometrami i siłomierzami, zapewniając pełną kontrolę na etapie realizacji i eksploatacji

Projekt stanowi przykład integracji wiedzy inżynierskiej, nowoczesnych technologii i najwyższych standardów bezpieczeństwa w polskim budownictwie geotechnicznym



Zrealizowane prace

Portale Tunelowe



TD1 - N



TD1 - S



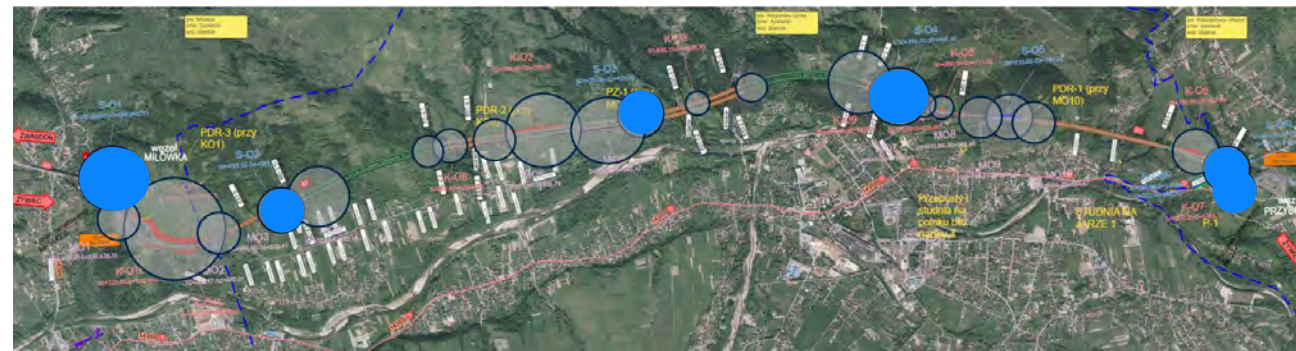
TD2 - S



TD2 - N



Zrealizowane prace Ściany Oporowe



SO1



SO2



SO3



SO4



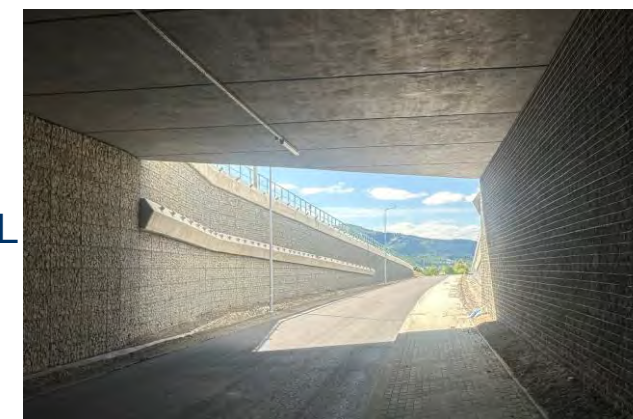
SO7

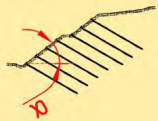


SO6P



SO6L





Zrealizowane prace Konstrukcje Oporowe

KO1P + KO1L



KO2



KO4



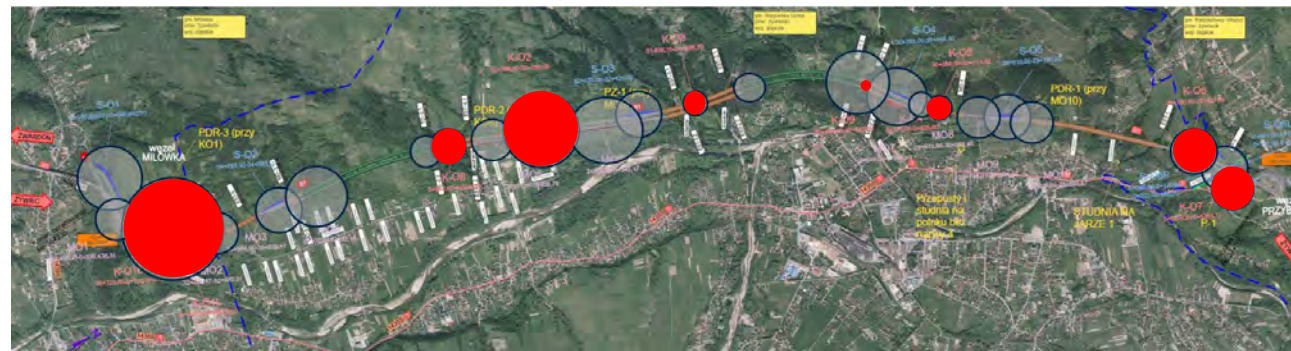
KO5



KO6

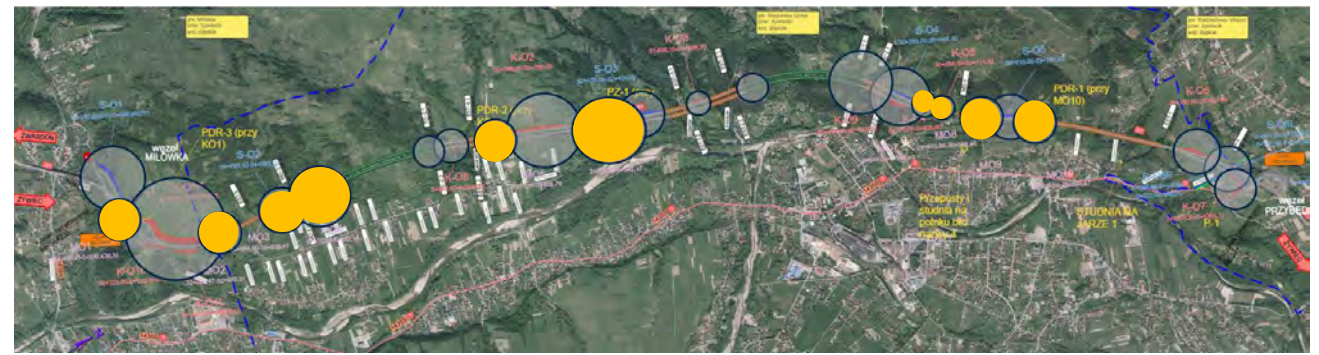


KO7



Zrealizowane prace

Mury Oporowe



MO4



MO7



MO9



MO5



MO8



MO10



MO6





Dziękujemy
za uwagę!

