



ZASTOSOWANIE MODELOWANIA INFORMACJI O BUDYNKU W KOMPUTEROWYCH OBLICZENIACH KONSTRUKCJI

BUILDING INFORMATION MODELING FOR STRUCTURAL ANALYSIS

Autor: inż. Wojciech Fleming

Promotor: dr hab. inż. Adam Glema, prof. PP

Promotor: prof. Markku Heinisuo, Tampereen Teknillinen Yliopisto, Finlandia

Promotor: dr Toni Tittinen, Tampereen Teknillinen Yliopisto, Finlandia

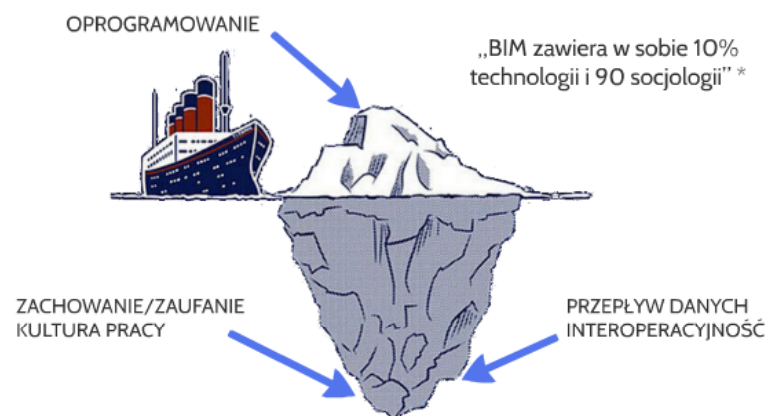
Praca magisterska została zrealizowana przy współpracy z Uniwersytetem
Technicznym w Tampere, Finlandia.



ZAKRES OPRACOWANIA

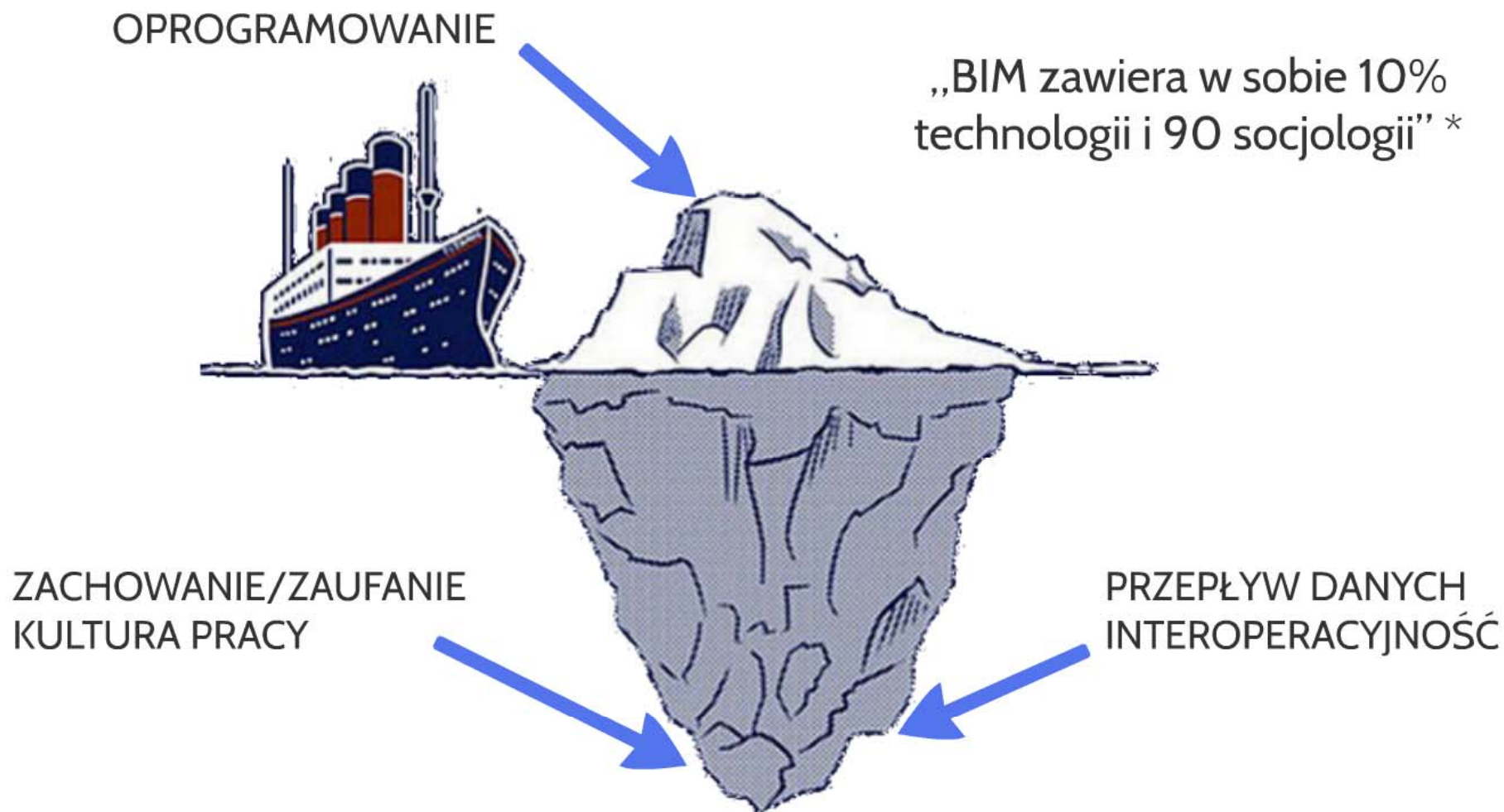


CEL PRACY



*B. Hardin, D. Mccool. BIM and Construction Management - proven tools, methods and workflows, 2nd ed. Indianapolis, Indiana 2015: WILEY

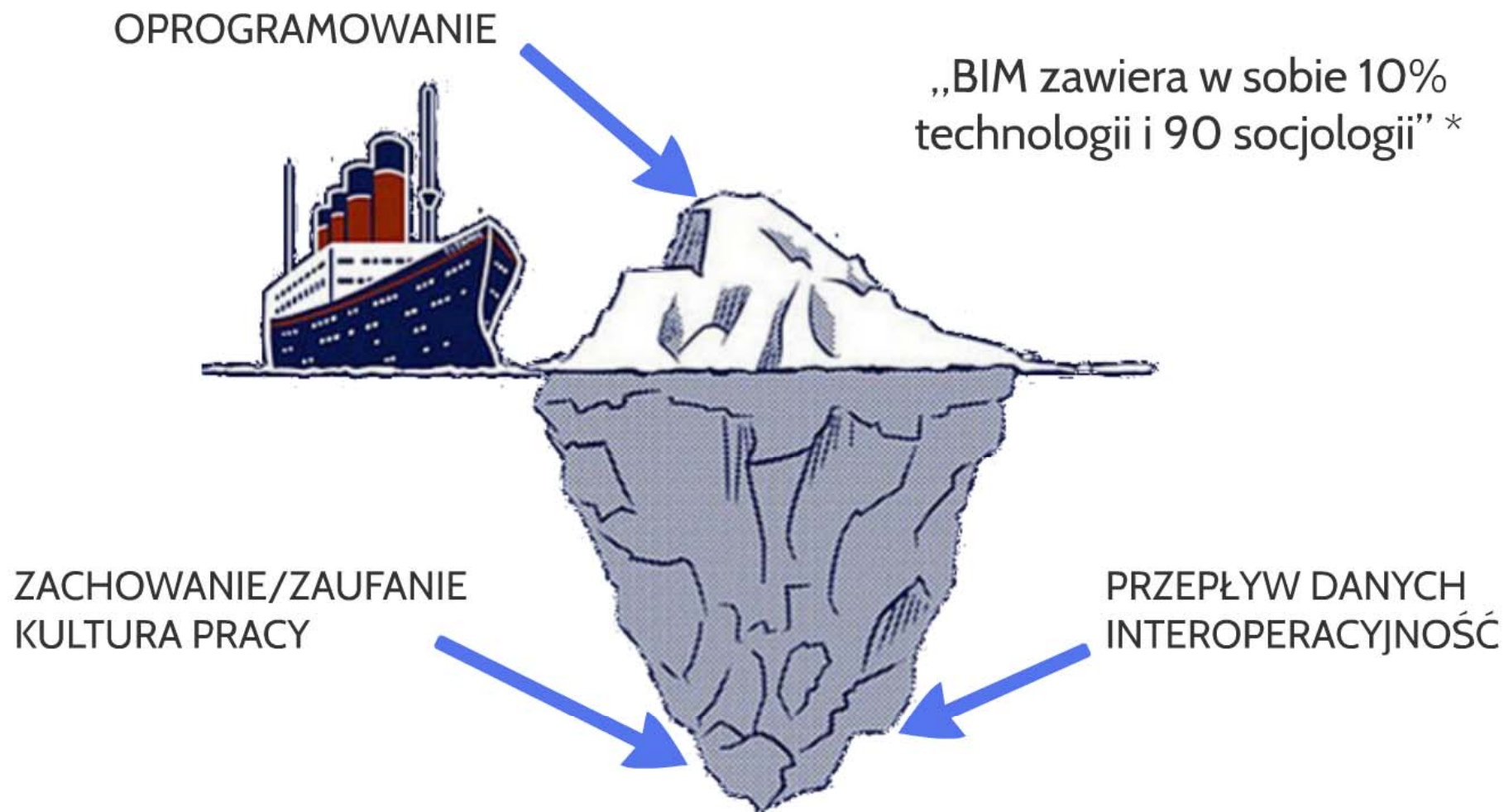
CEL PRACY

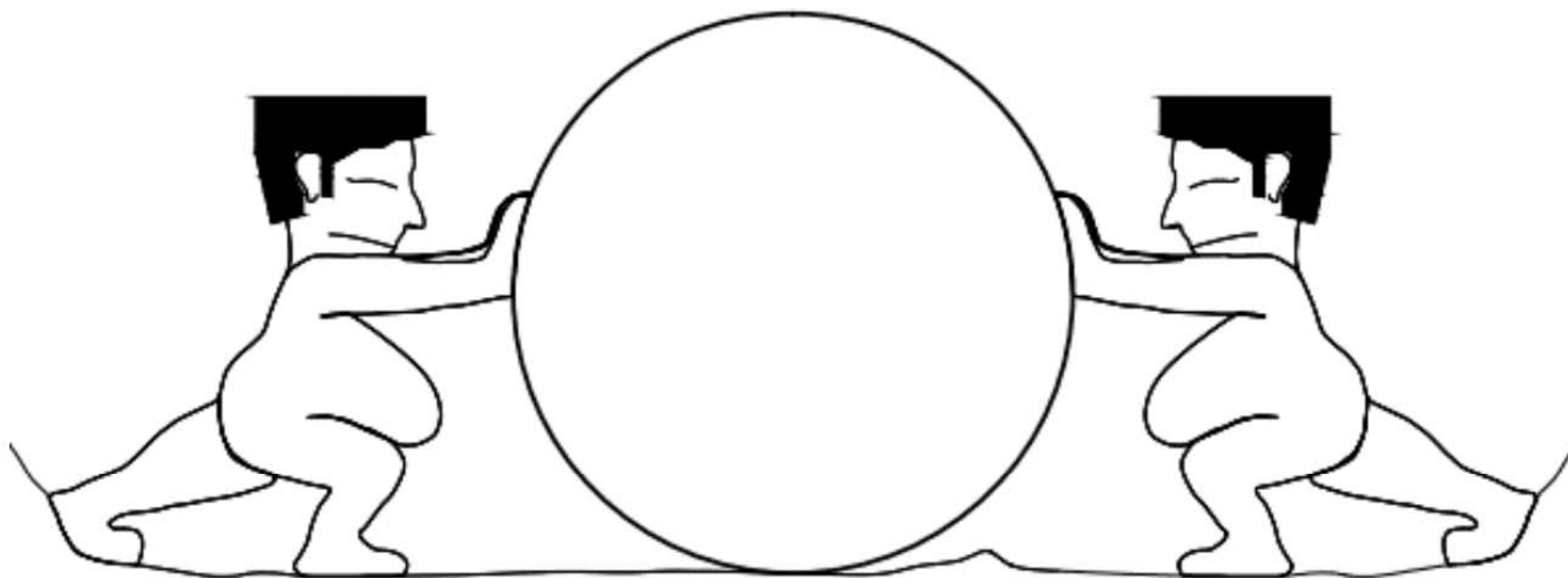




„Hollywood BIM”

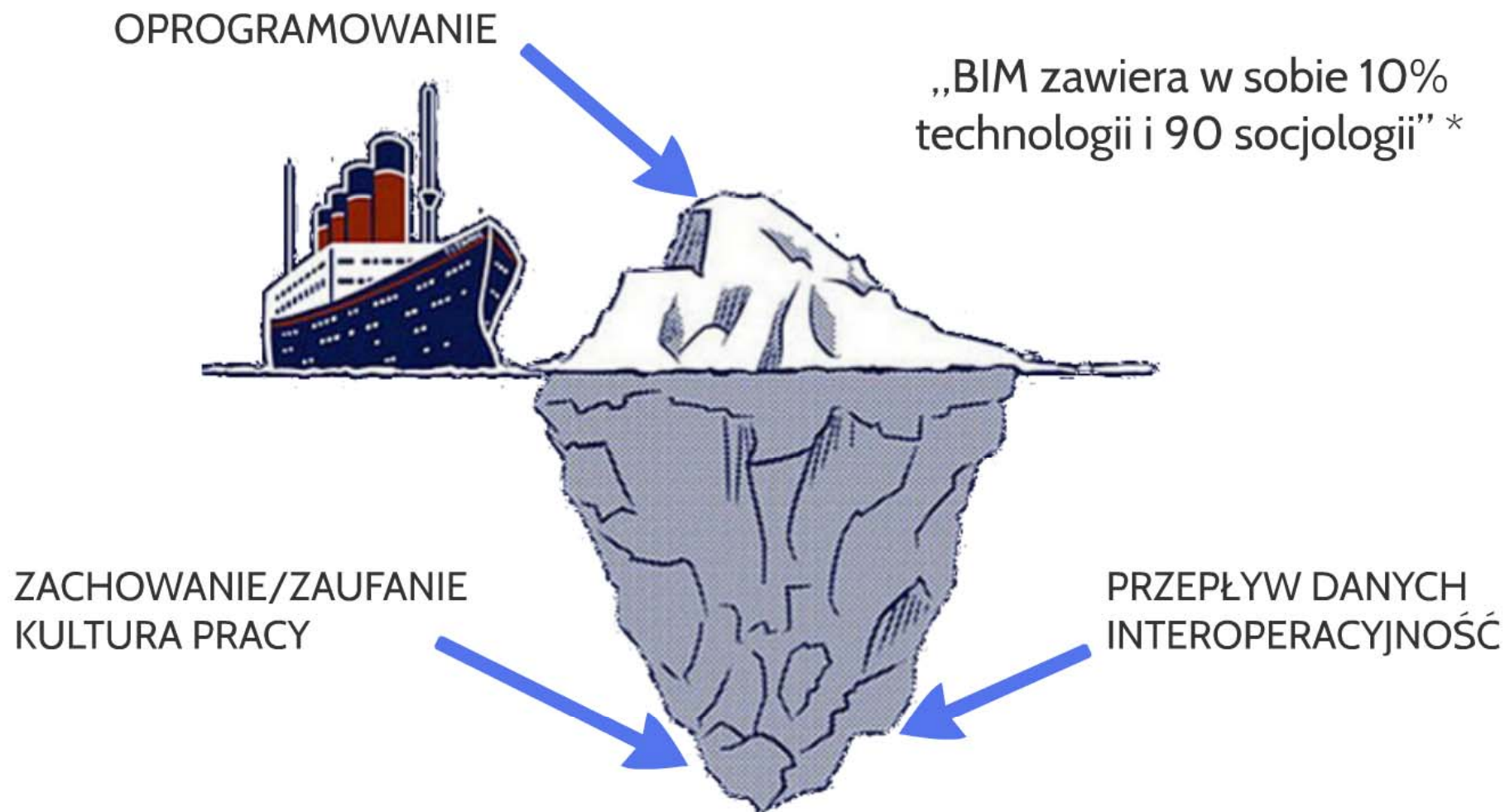
CEL PRACY





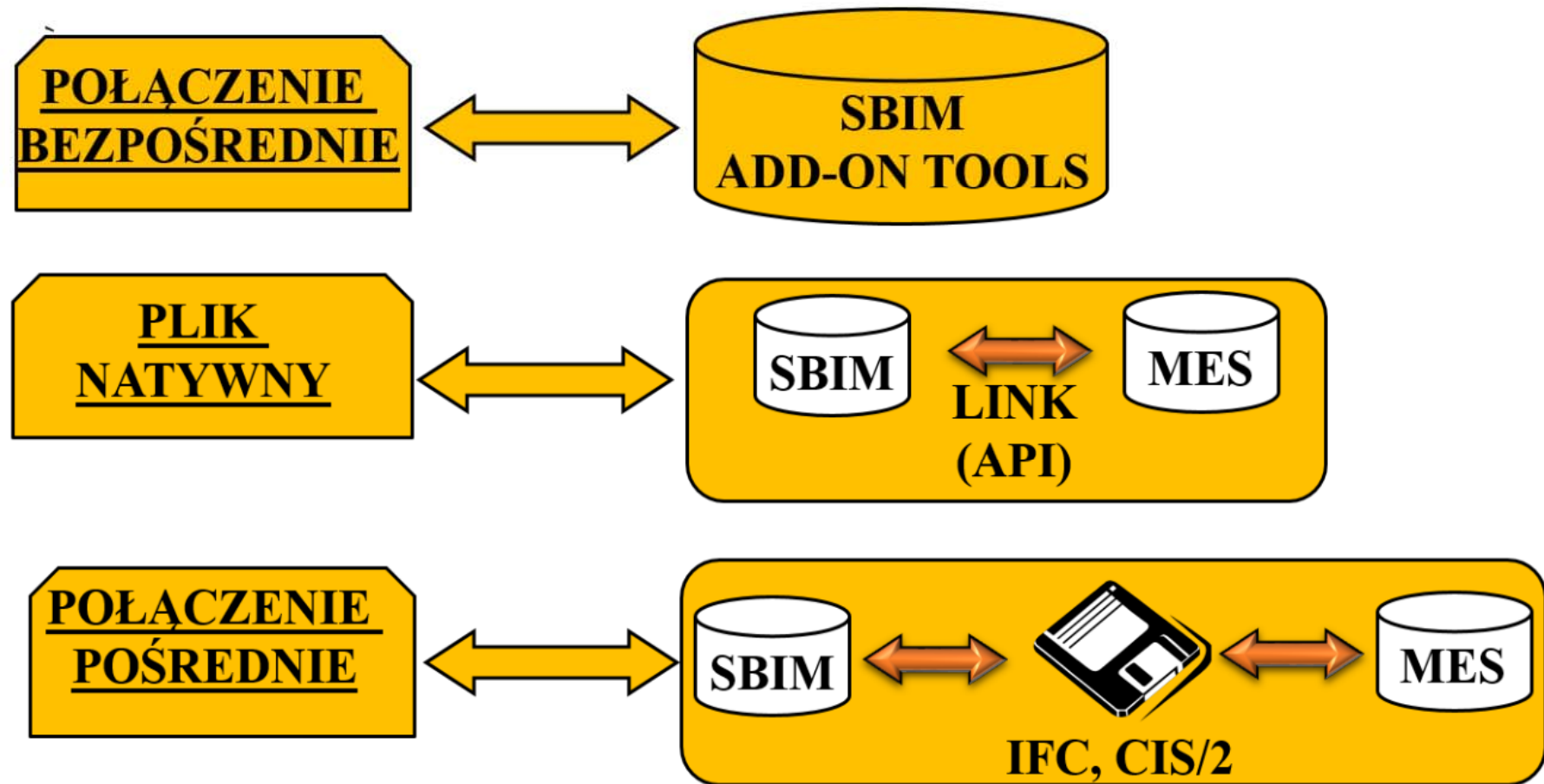
„Egoistyczny BIM”

CEL PRACY

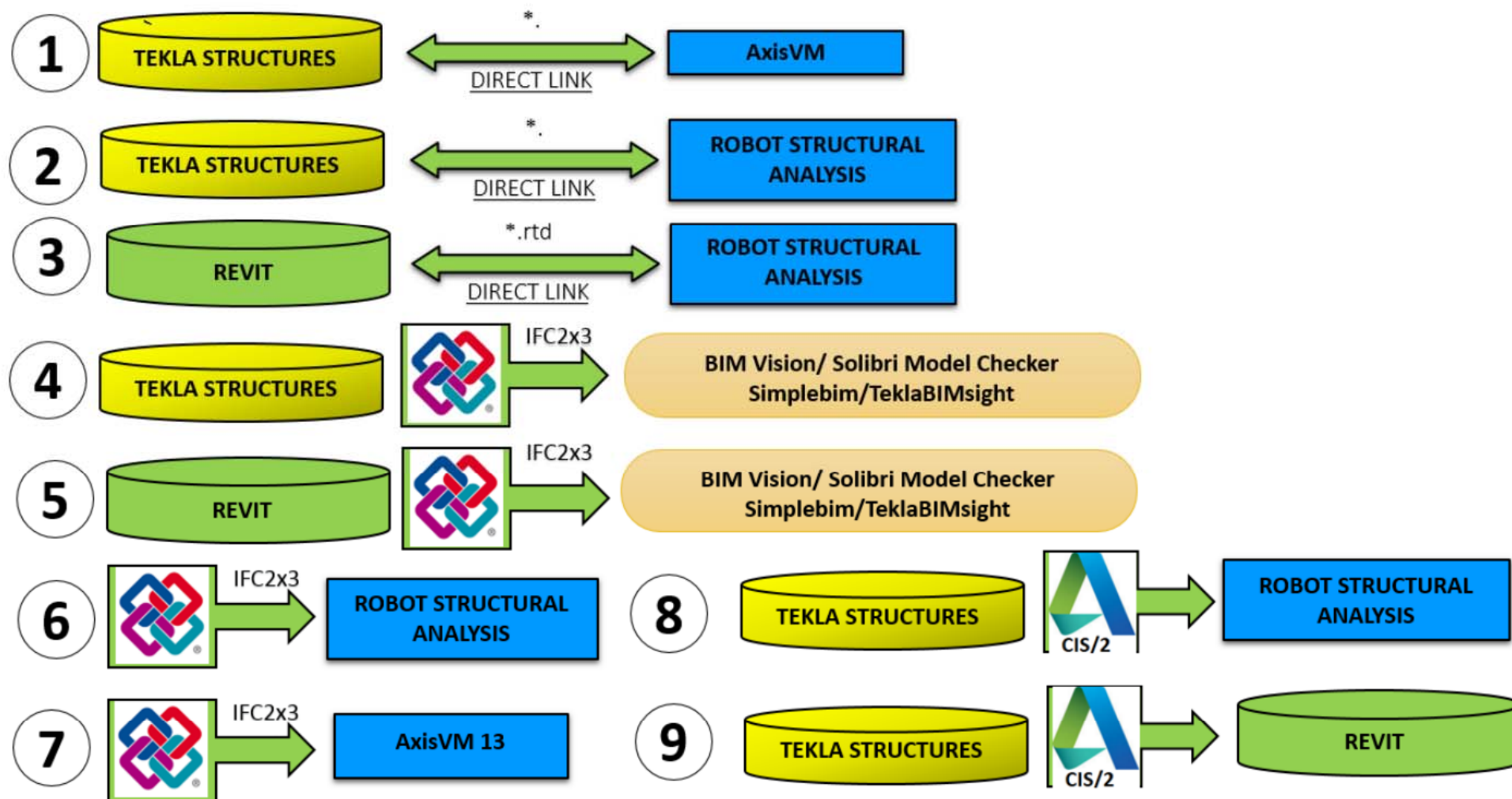


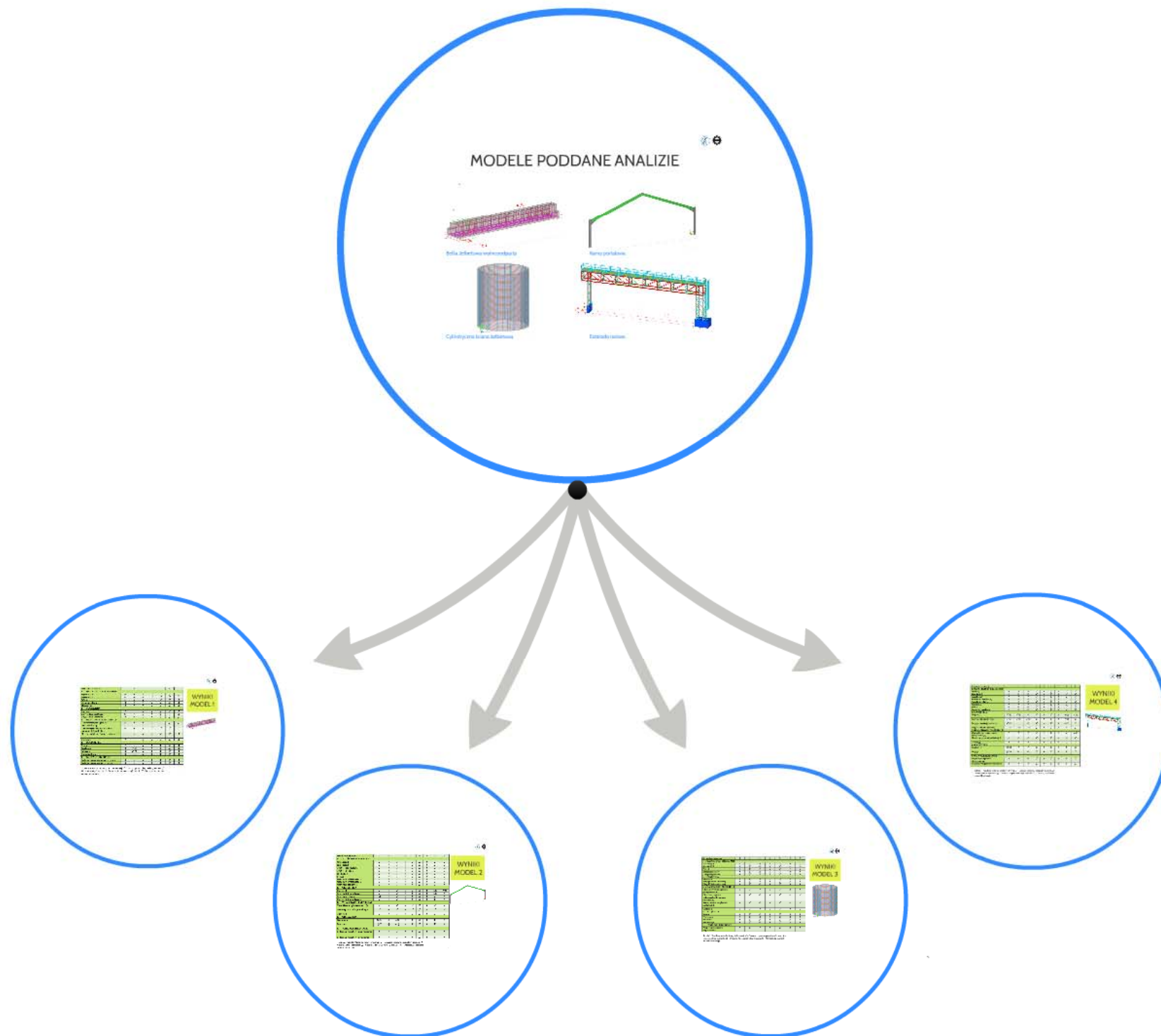


TRZY ŚCIEŻKI INTEROPERACYJNOŚCI

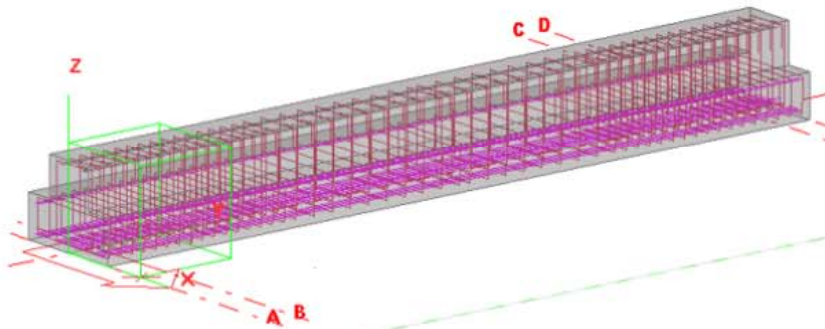


PRZETESTOWANE ŚCIEŻKI PRZESYŁU

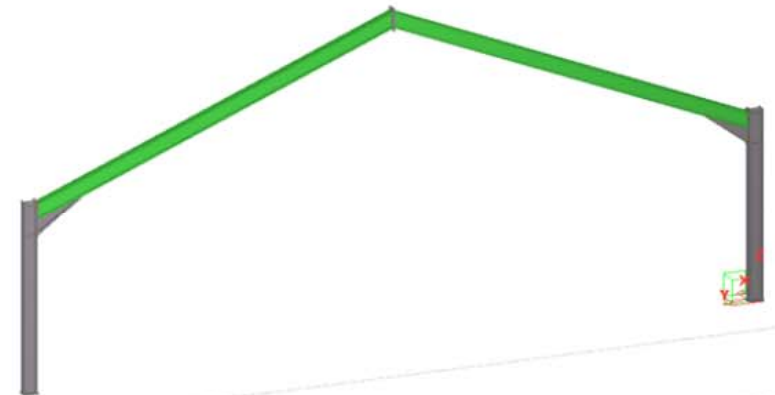




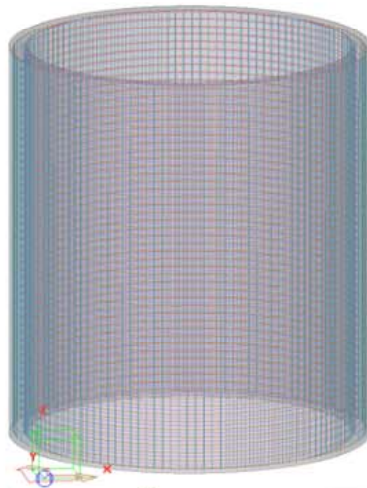
MODELE PODDANE ANALIZIE



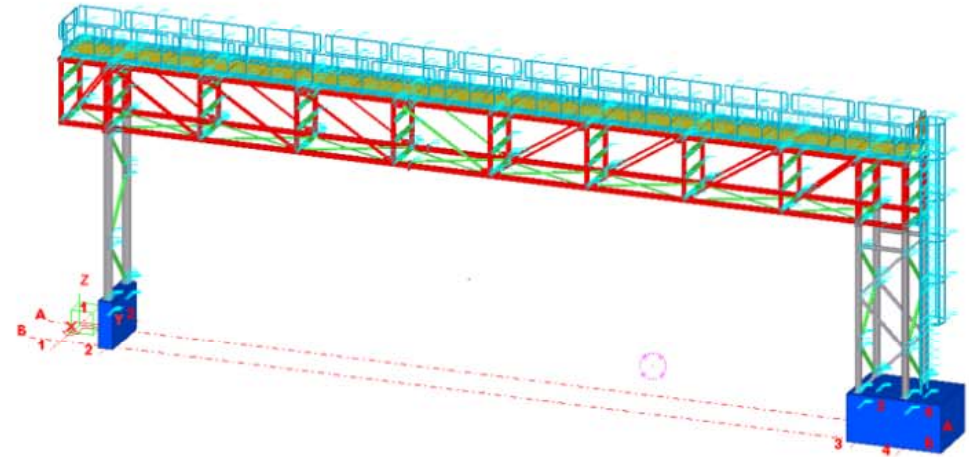
Belka żelbetowa wolnopodparta



Rama portalowa

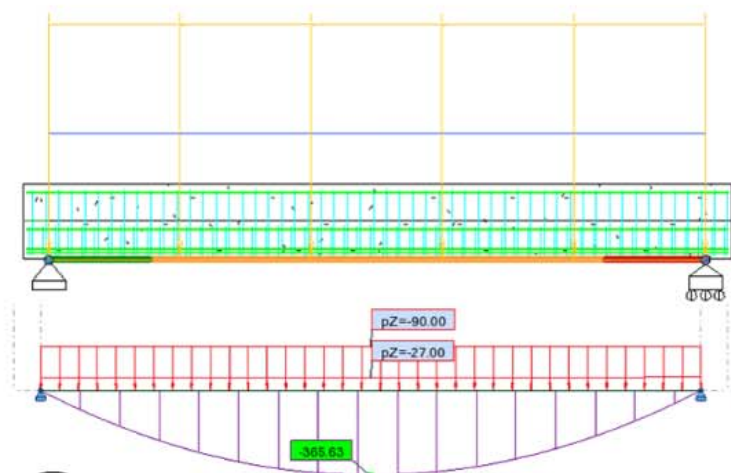


Cylindryczna ściana żelbetowa

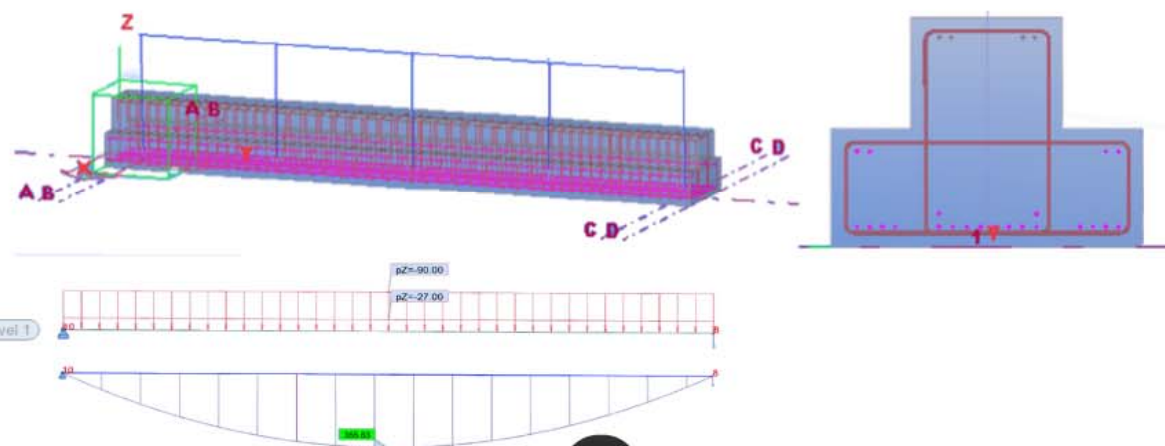


Estakada rurowa

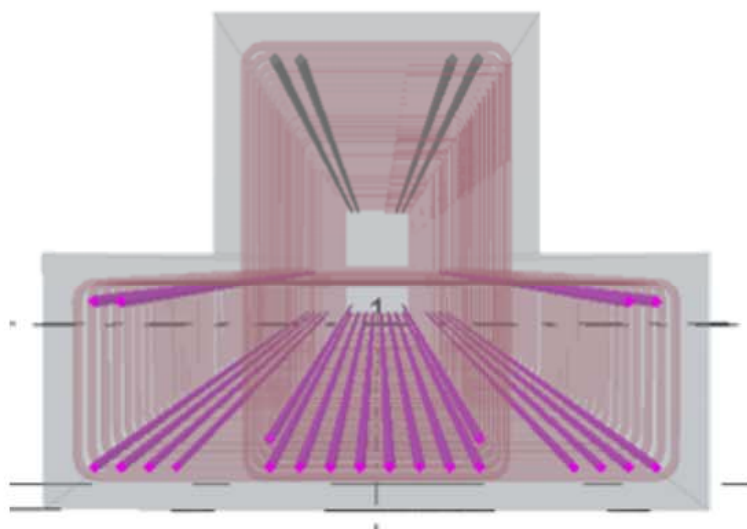
BELKA ŻELBETOWA WOLNOPODPARTA



1. REVIT STRUCTURE - AUTODESK ROBOT

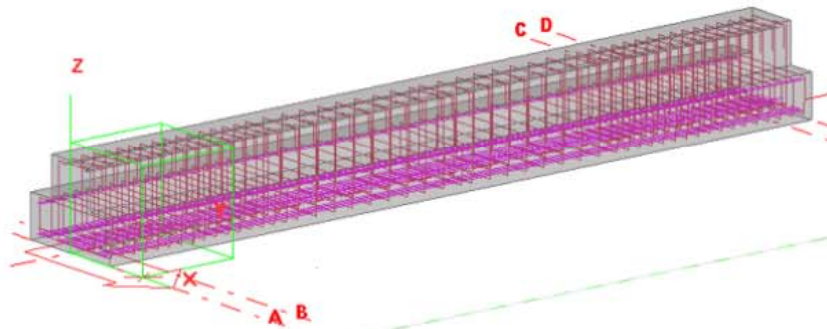


2. TEKLA STRUCTURES - AUTODESK ROBOT

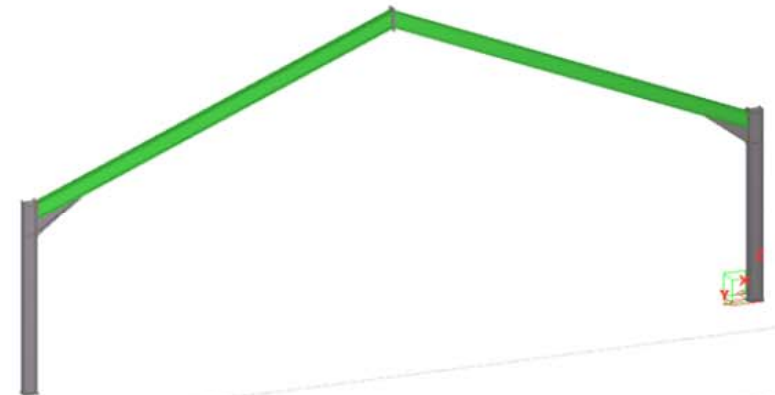


3. TEKLA BIMsight (IFC)

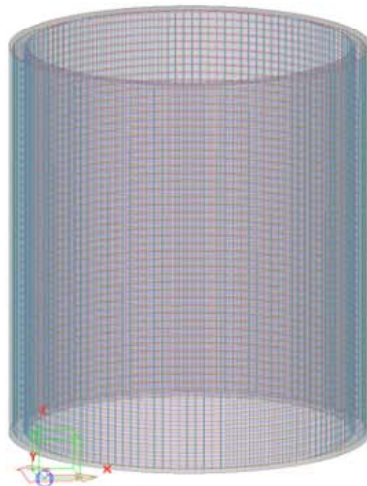
MODELE PODDANE ANALIZIE



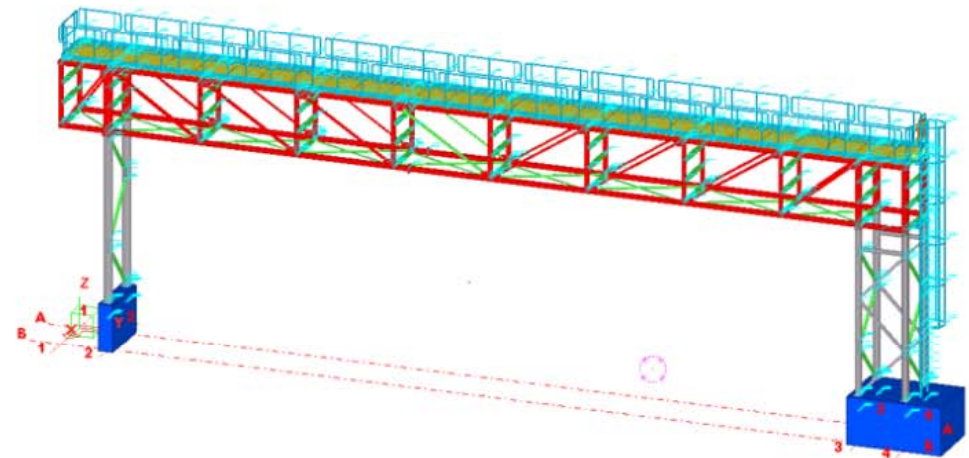
Belka żelbetowa wolnopodparta



Rama portalowa

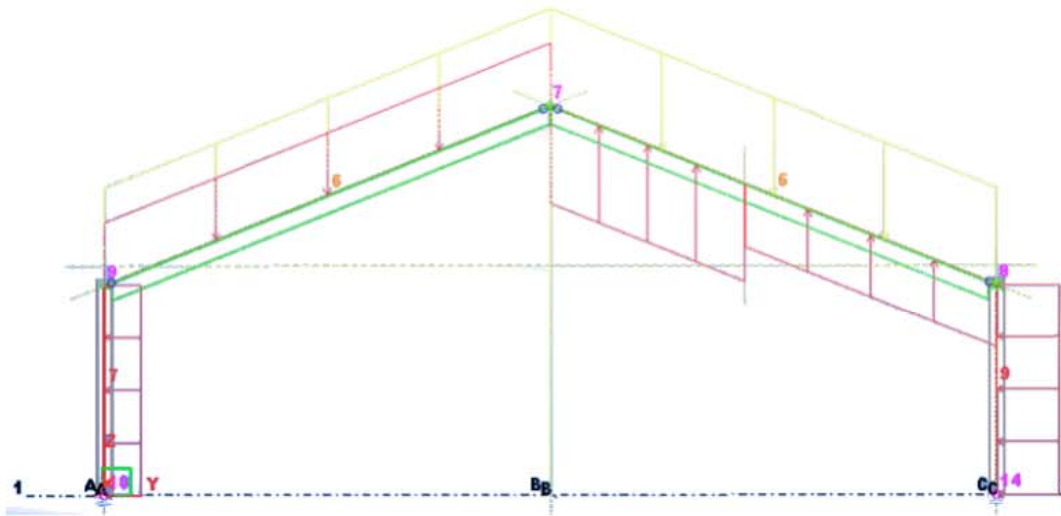


Cylindryczna ściana żelbetowa

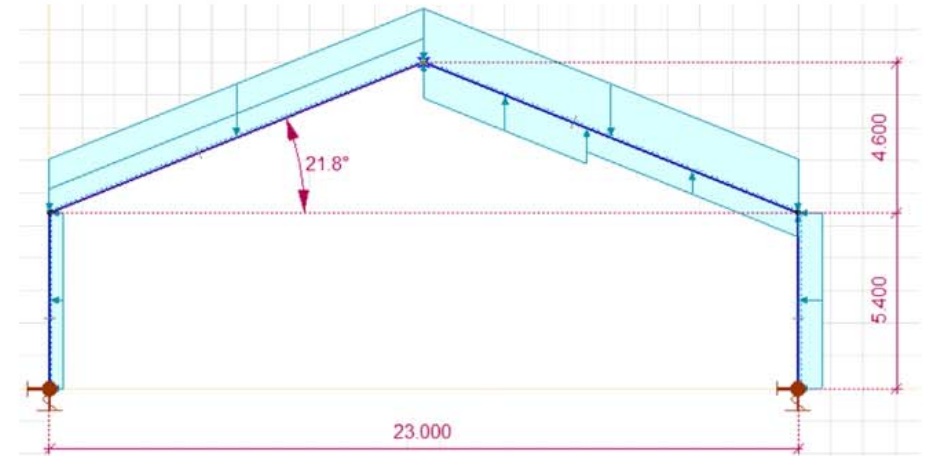


Estakada rurowa

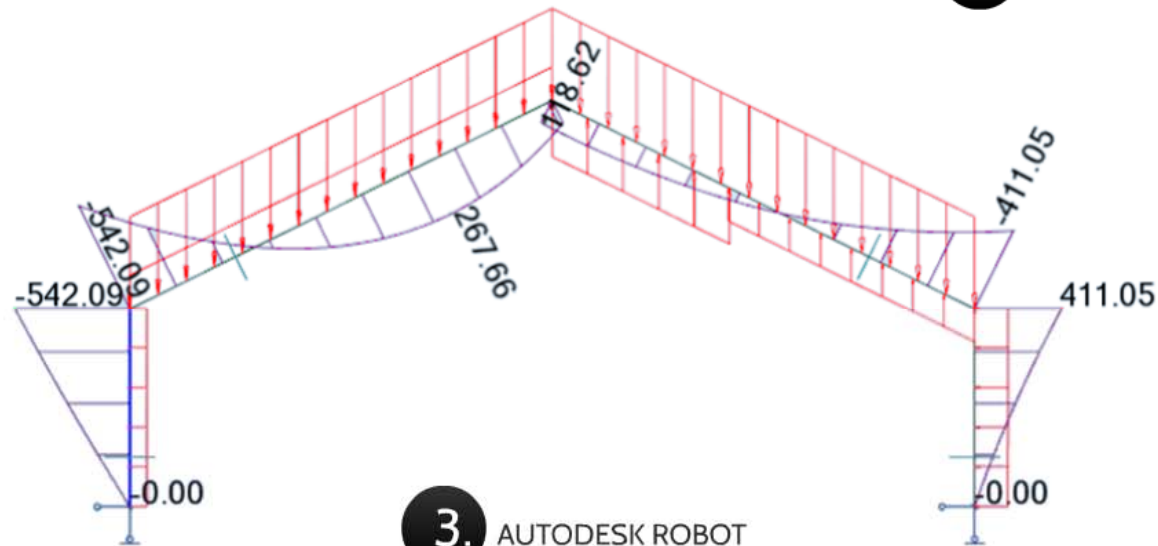
RAMA PORTALOWA



1. TEKLA STRUCTURES - MODEL ANALITYCZNY

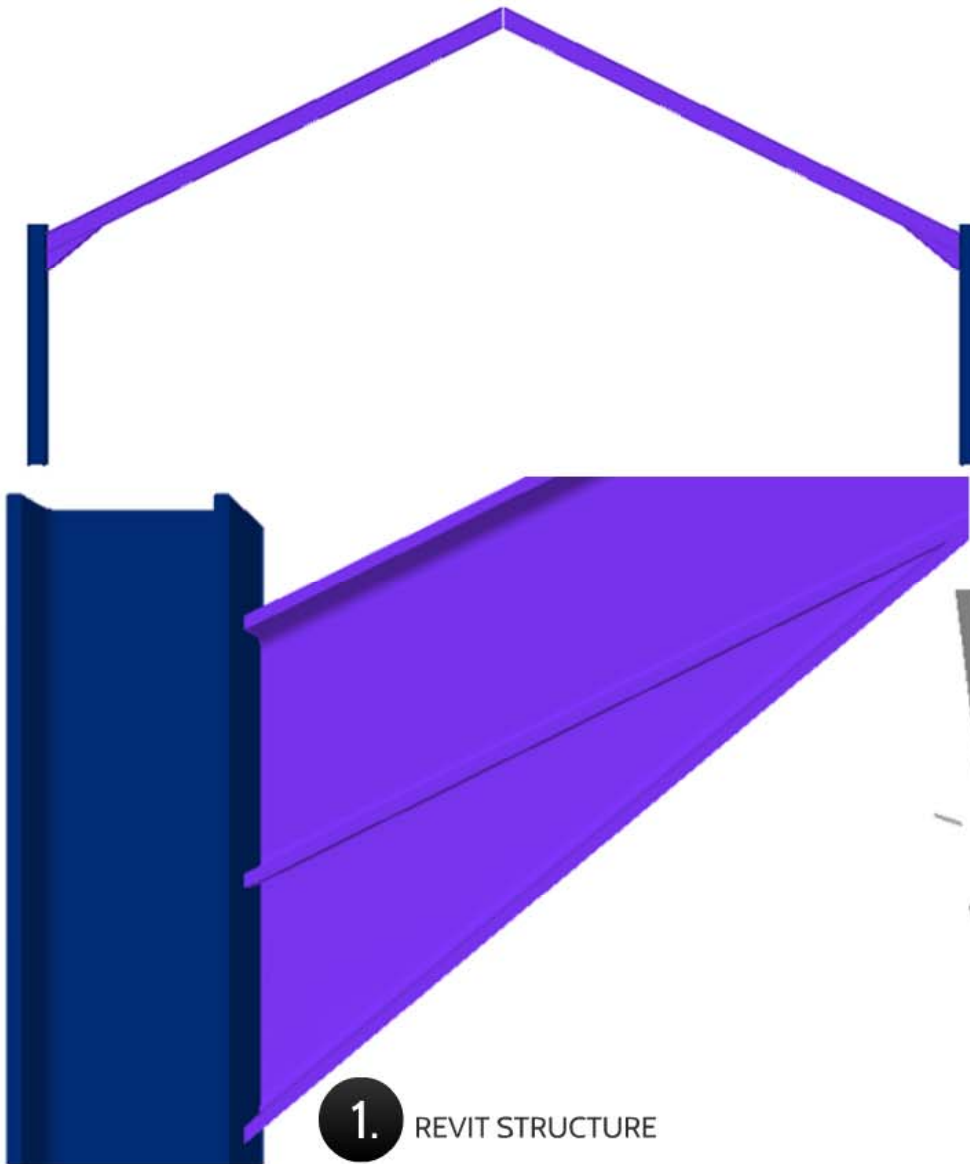


2. AxisVM

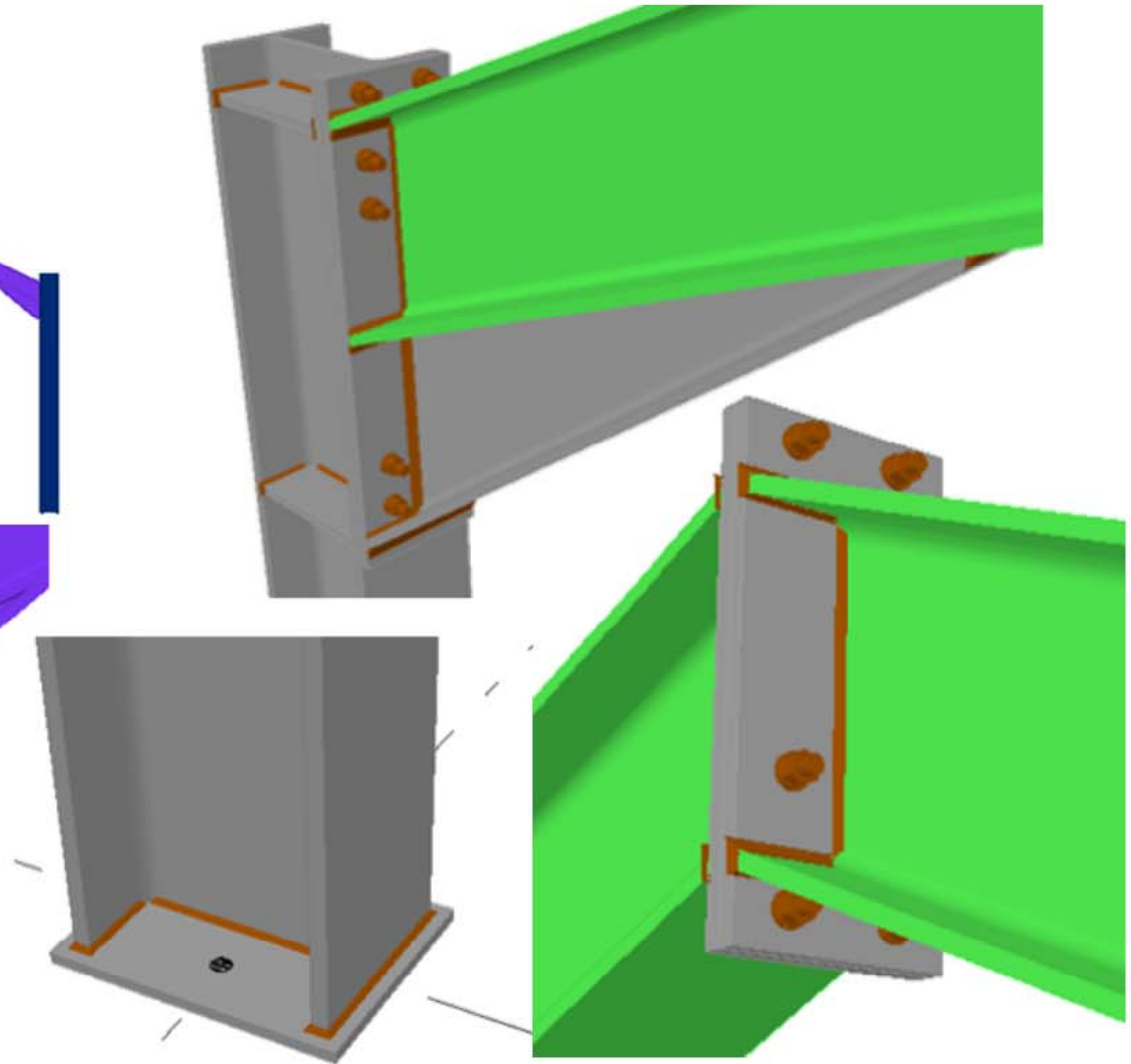


3. AUTODESK ROBOT

RAMA PORTALOWA

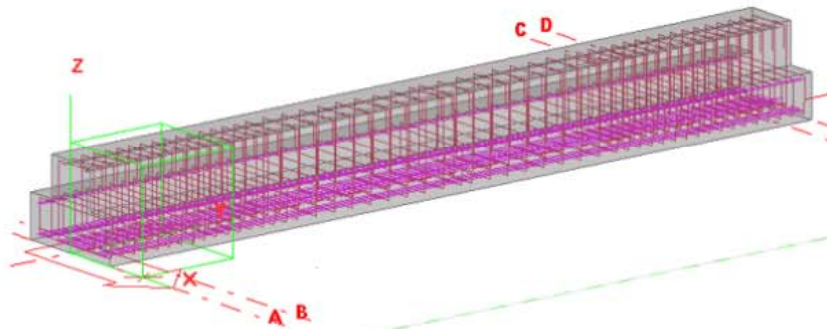


1. REVIT STRUCTURE

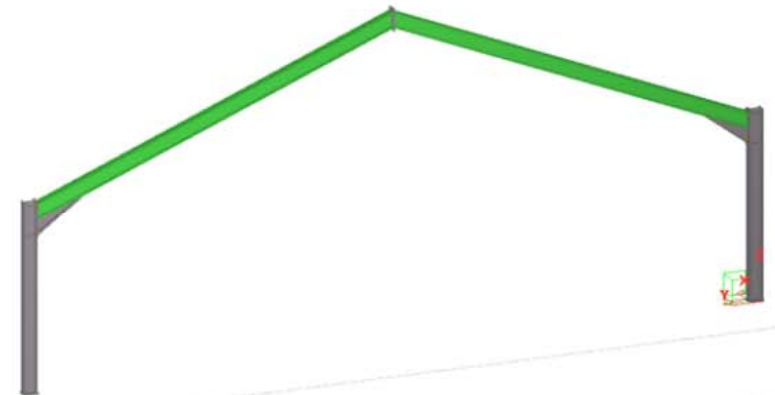


2. TEKLA STRUCTURES

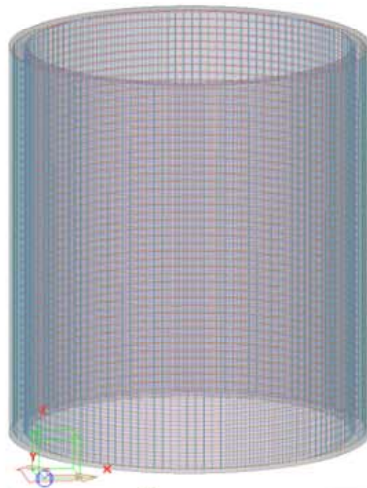
MODELE PODDANE ANALIZIE



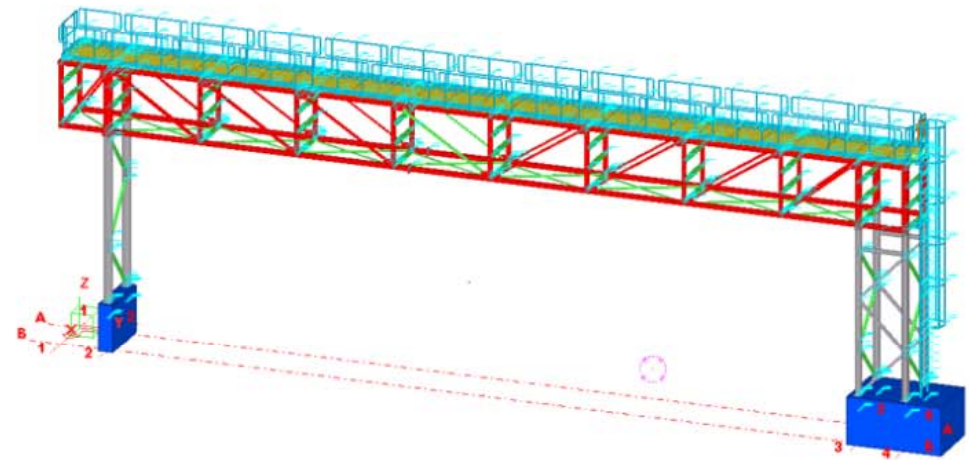
Belka żelbetowa wolnopodparta



Rama portalowa

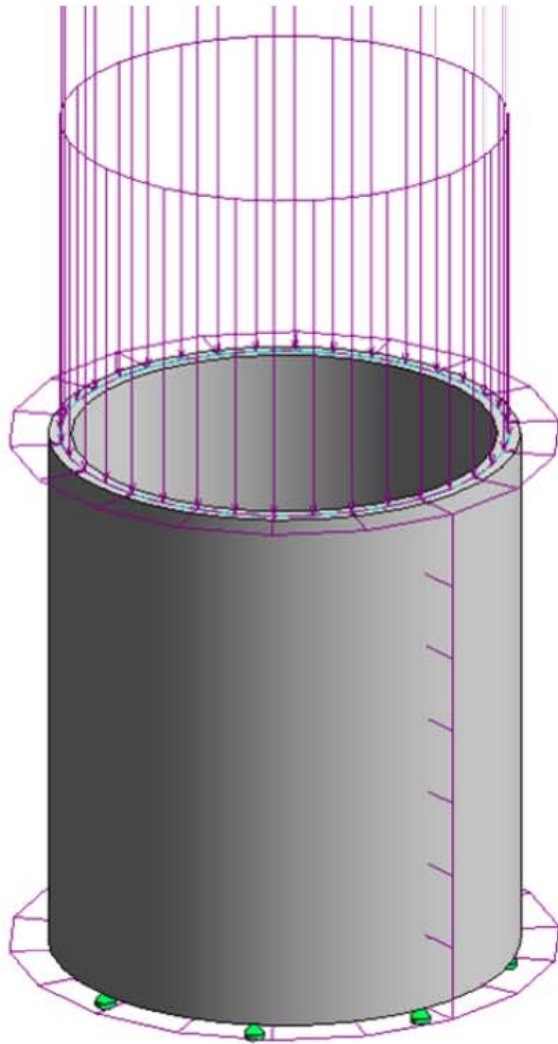


Cylindryczna ściana żelbetowa

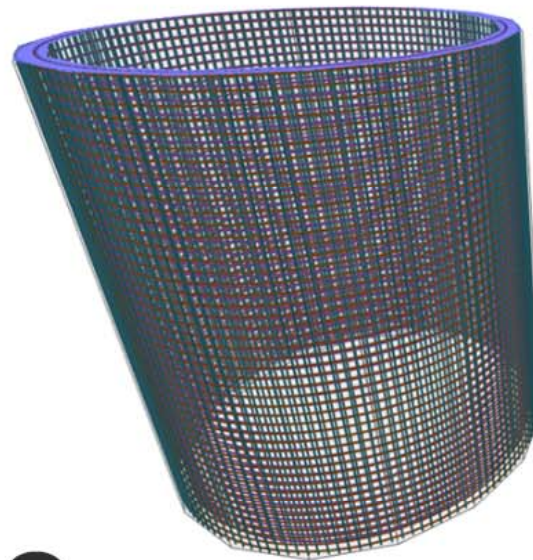


Estakada rurowa

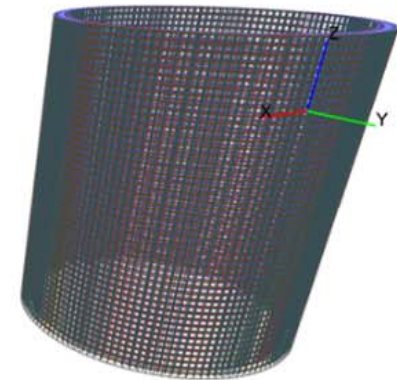
CYLINDRYCZNA ŚCIANA ŻELBETOWA



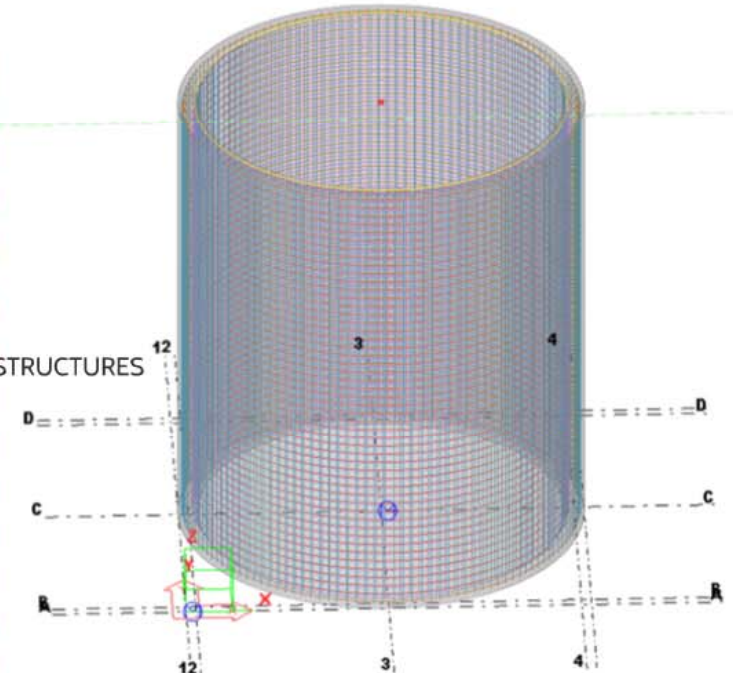
1. REVIT STRUCTURE - MODEL ANALITYCZNY



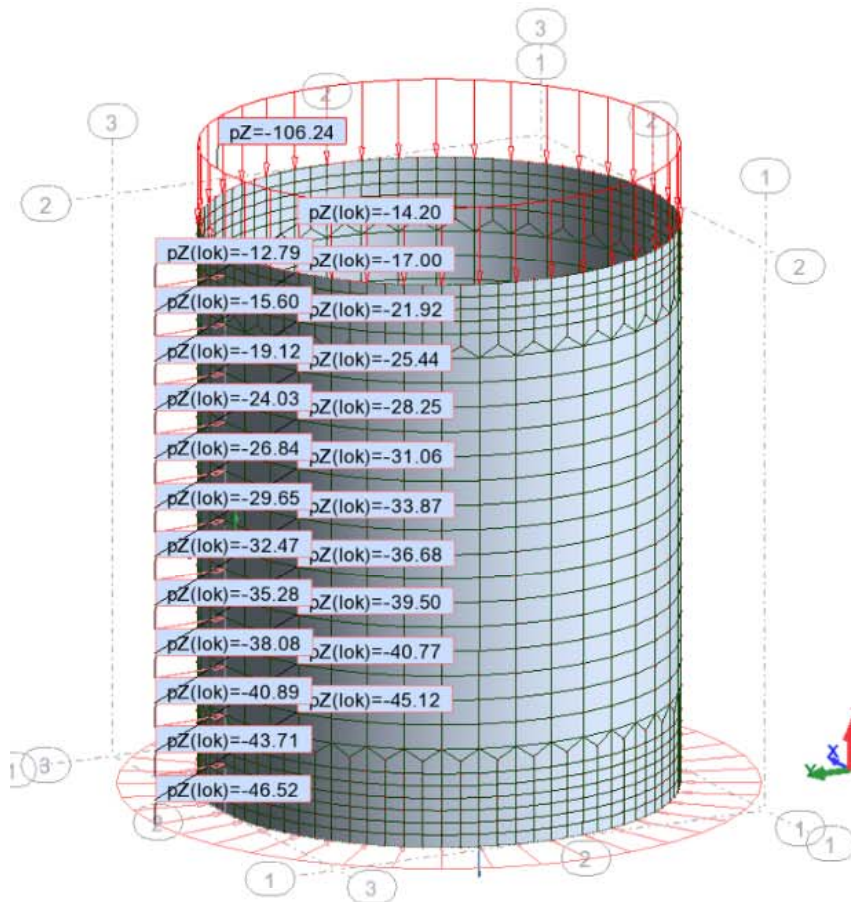
2. SOLIBRI MODEL CHECKER (IFC)



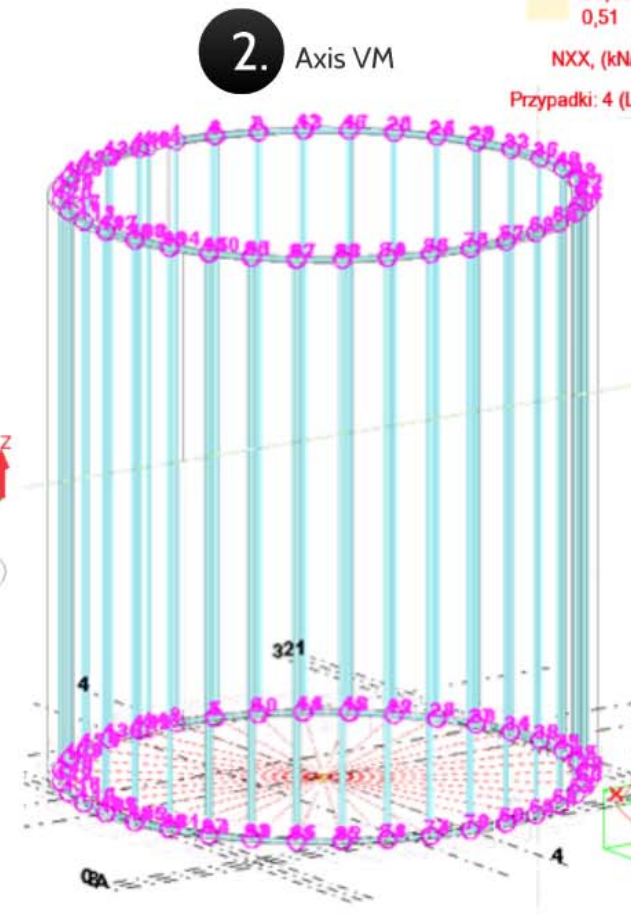
3. TEKLA STRUCTURES



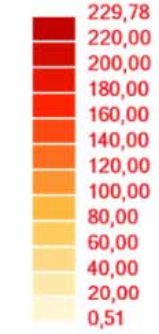
CYLINDRYCZNA ŚCIANA ŻELBETOWA



1. AUTODESK ROBOT



2. Axis VM

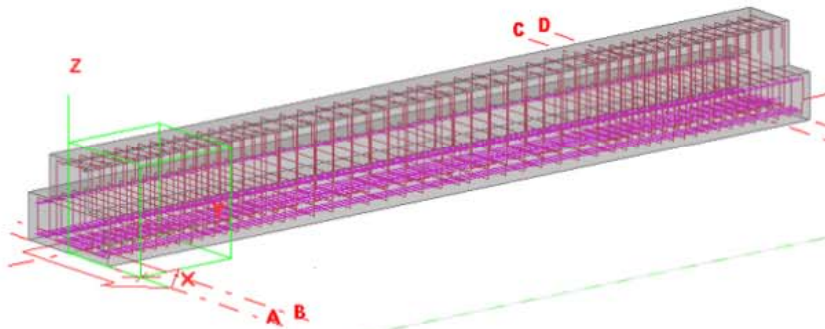


NXX, (kN/m)
Przypadki: 4 (LIQ)

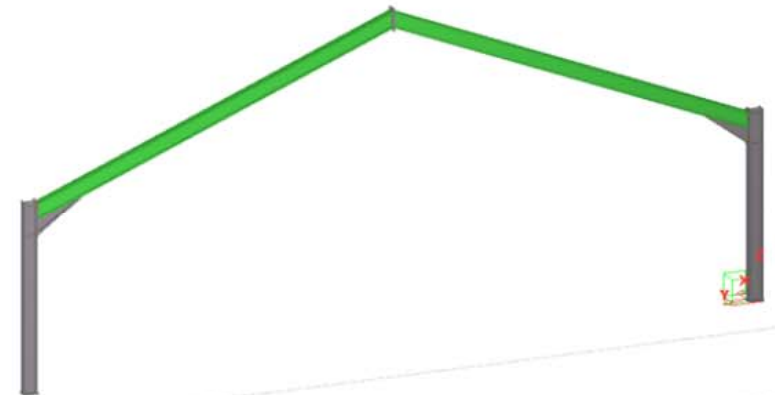
1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
3,03	3,03	3,03	3,03	3,03	3,03	3,03	3,03	3,03	3,03	3,03	3,03
17,49	17,49	17,49	17,49	17,49	17,49	17,49	17,49	17,49	17,49	17,49	17,49
34,53	34,53	34,53	34,53	34,53	34,53	34,53	34,53	34,53	34,53	34,53	34,53
54,10	54,10	54,10	54,10	54,10	54,10	54,10	54,10	54,10	54,10	54,10	54,10
73,81	73,81	73,81	73,81	73,81	73,81	73,81	73,81	73,81	73,81	73,81	73,81
93,55	93,55	93,55	93,55	93,55	93,55	93,55	93,55	93,55	93,55	93,55	93,55
113,23	113,23	113,23	113,23	113,23	113,23	113,23	113,23	113,23	113,23	113,23	113,23
132,78	132,78	132,78	132,78	132,78	132,78	132,78	132,78	132,78	132,78	132,78	132,78
152,10	152,10	152,10	152,10	152,10	152,10	152,10	152,10	152,10	152,10	152,10	152,10
171,46	171,46	171,46	171,46	171,46	171,46	171,46	171,46	171,46	171,46	171,46	171,46
192,73	192,73	192,73	192,73	192,73	192,73	192,73	192,73	192,73	192,73	192,73	192,73
209,83	209,83	209,83	209,83	209,83	209,83	209,83	209,83	209,83	209,83	209,83	209,83
229,78	229,78	229,78	229,78	229,78	229,78	229,78	229,78	229,78	229,78	229,78	229,78

3. AUTODESK ROBOT
(kombinacja dla zbiornika
wypełnionego cieczą)

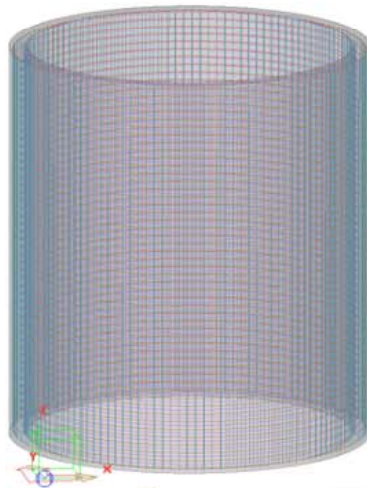
MODELE PODDANE ANALIZIE



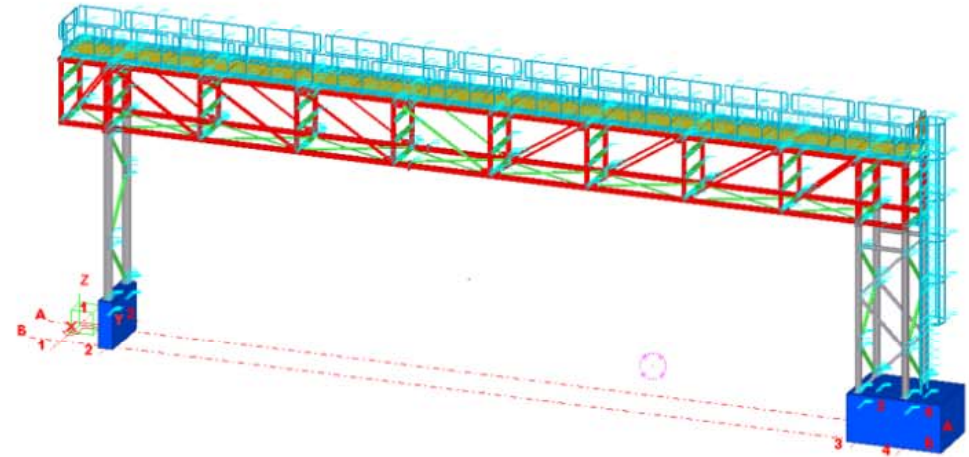
Belka żelbetowa wolnopodparta



Rama portalowa

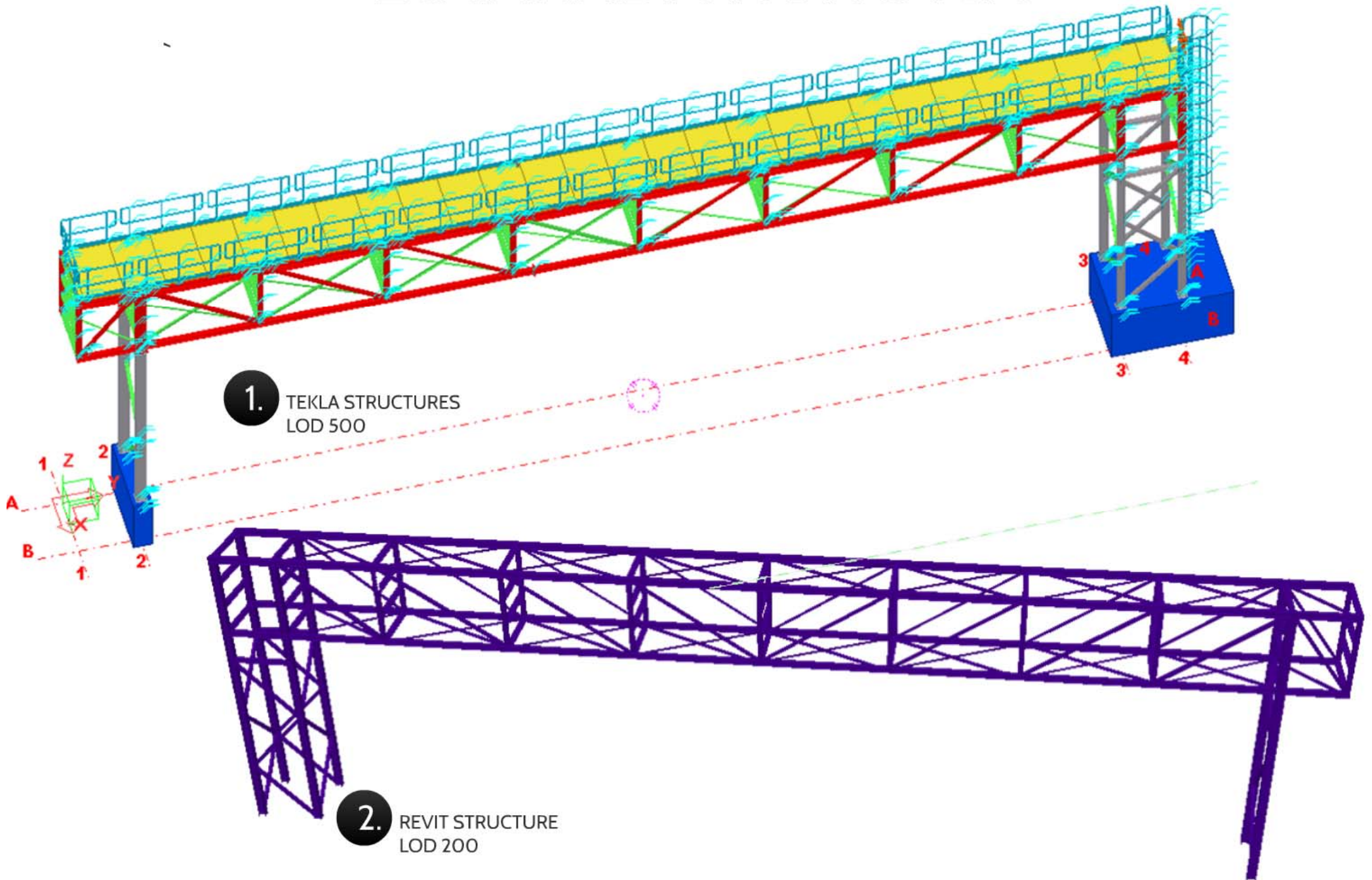


Cylindryczna ściana żelbetowa

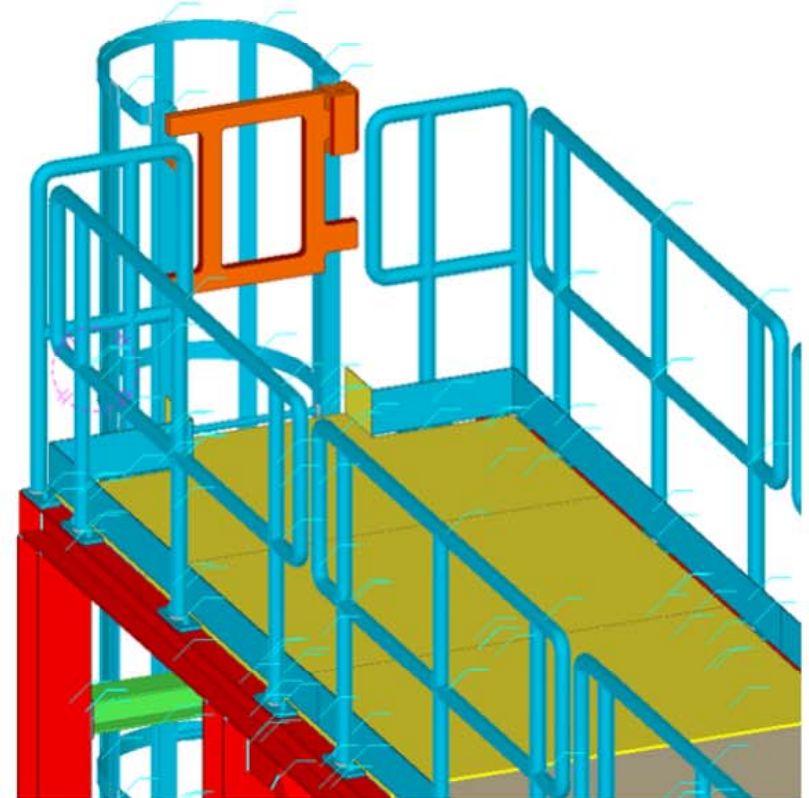
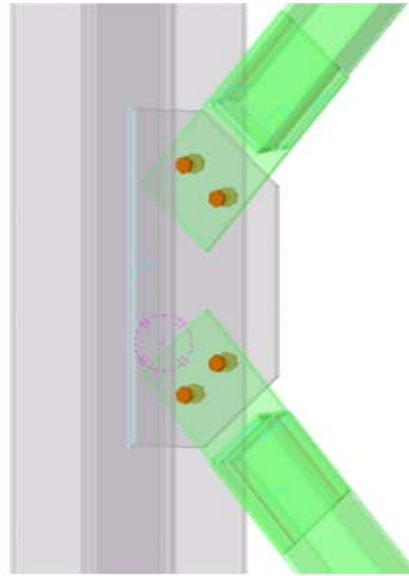
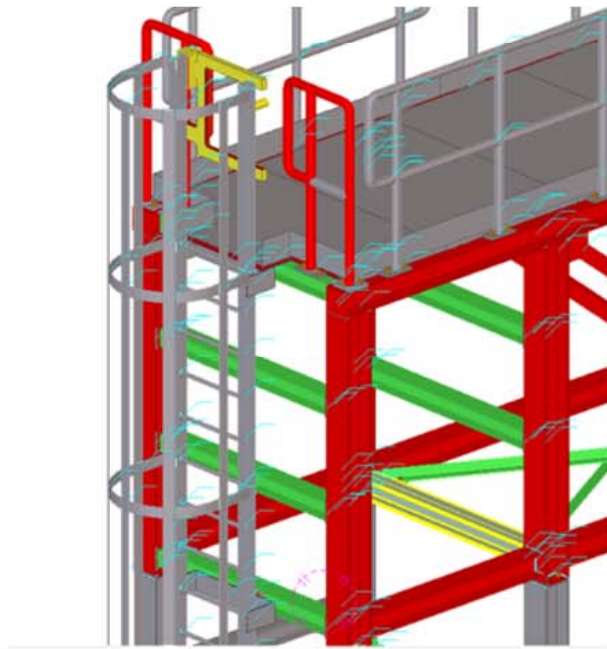


Estakada rurowa

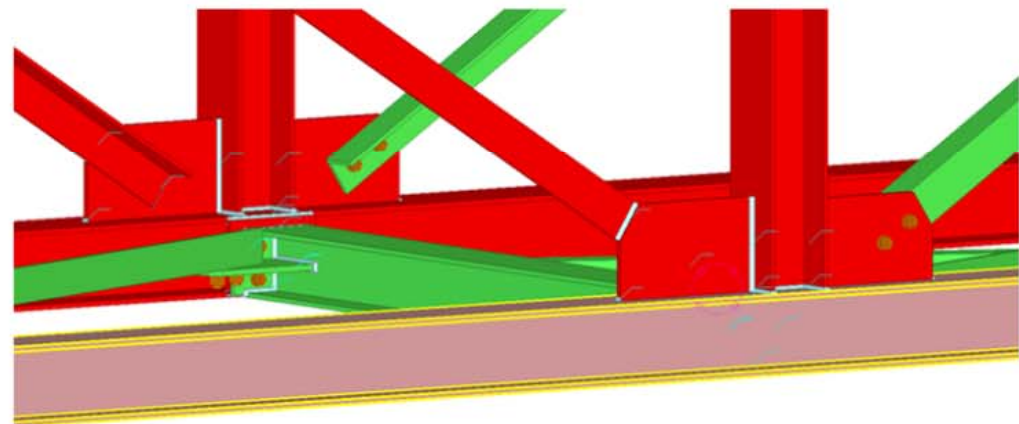
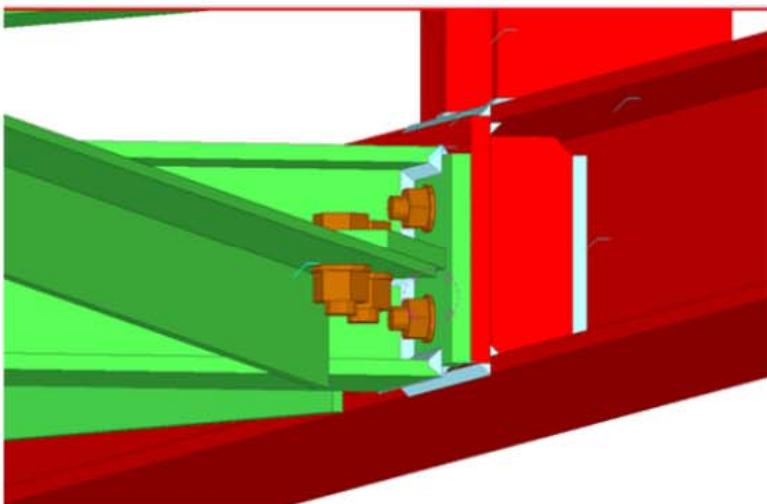
ESTAKADA RUROWA



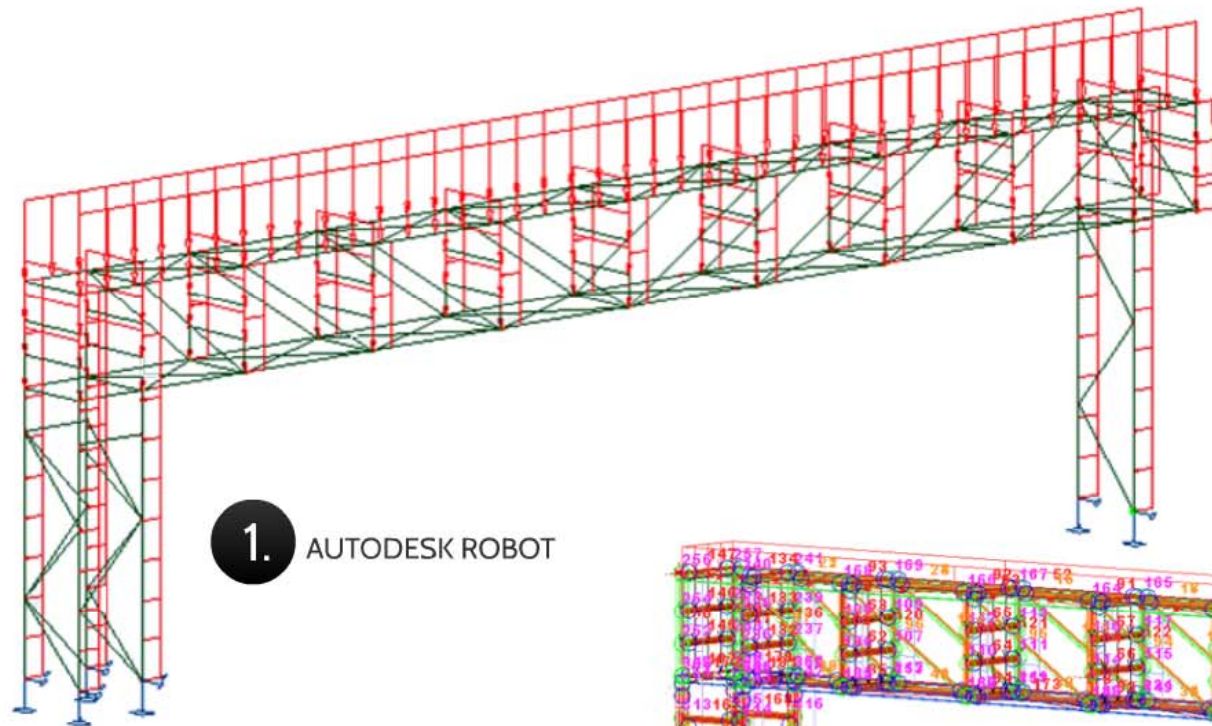
ESTAKADA RUROWA



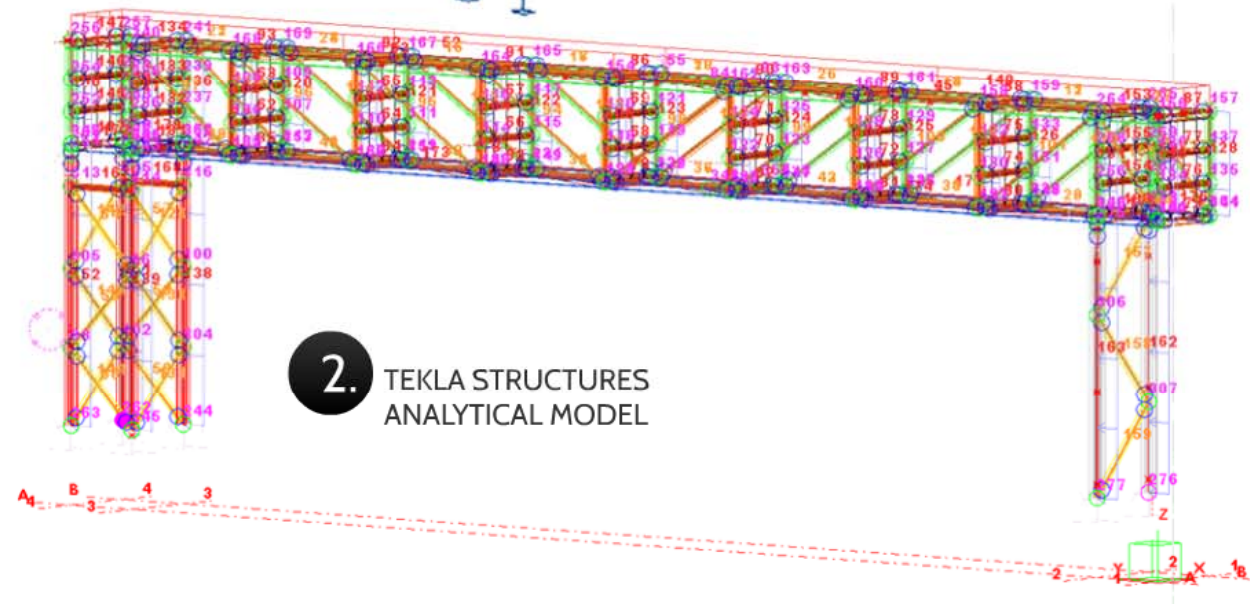
1. TEKLA STRUCTURES



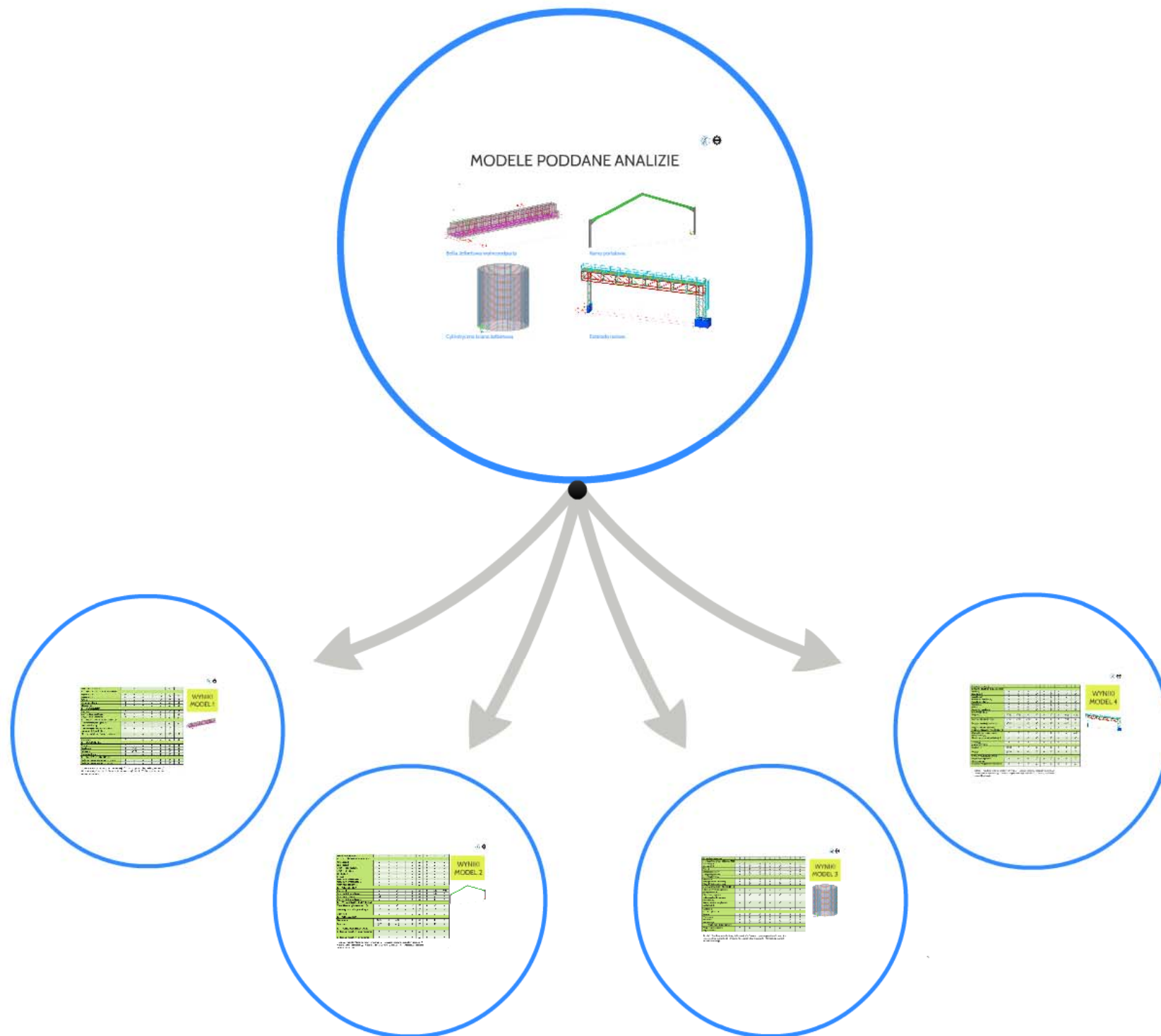
ESTAKADA RUROWA



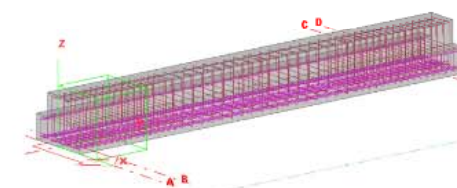
1. AUTODESK ROBOT



2. TEKLA STRUCTURES
ANALYTICAL MODEL



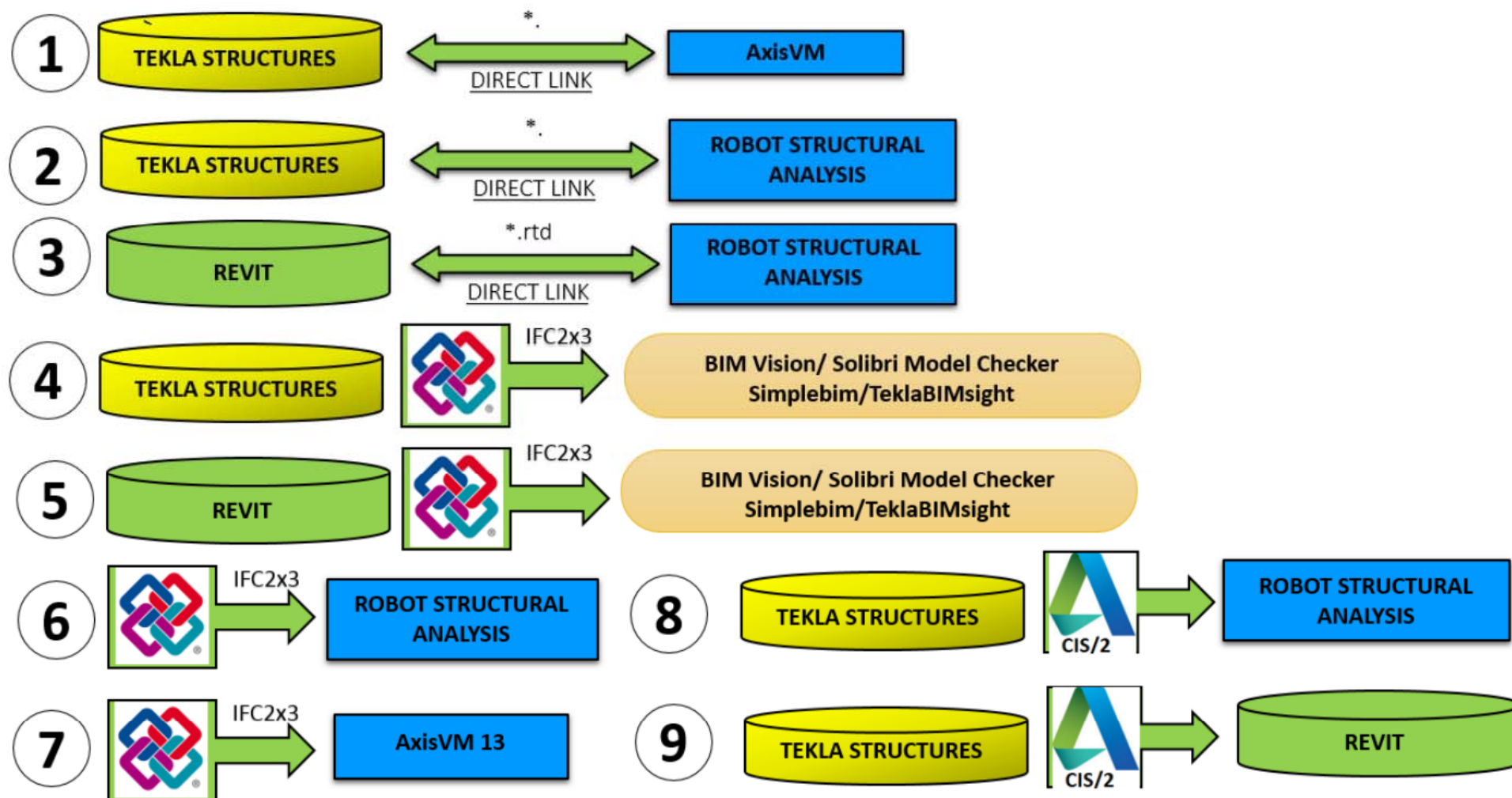
WYNIKI MODEL 1



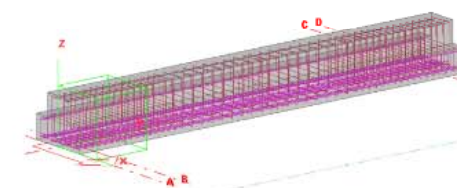
Scenariusz wymiany	1	2	3	4	5	6	7
1. WŁAŚCIWOŚCI PRZEKROJU							
Wysokość, h	✓	✓	✓	✓	✓	X	X
Szerokość, b	✓	✓	✓	✓	✓	X	X
Pole, A	✓	✓	✓	✓	✓	X	X
Zbrojenie główne	X	X	X	✓	✓	X	X
Strzemiona	X	X	X	✓	✓	X	X
1. GEOMETRIA							
Długość, l	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Pozycja linii analitycznej	☒	✓	✓	X	X	✓	X
Długość linii analitycznej	✓	✓	✓	X	X	X	X
1. WŁAŚCIWOŚCI MATERIAŁU							
Charakterystyczna granica plastyczności, f_{yk}	X	X	X	✓	✓	X	X
Charakterystyczna wytrzymałość betonu na ściskanie, f_{ck}	✓	✓	✓	✓	✓	X	X
Sieczny moduł sprężystości podłużnej, E	✓	✓	✓	✓	✓	X	X
Gęstość, ρ	✓	✓	✓	✓	✓	X	X
1. OBCIĄŻENIA							
Nazwa	✓	✓	✓	X	X	X	X
Wartość, q	X	✓/⊗	✓	X	X	X	X
Położenie	X	✓/☒	✓	X	X	X	X
Kombinacje obc.	X	✓	✓	X	X	X	X
1. WARUNKI BRZEGOWE							
Podpora przegubowo nieprzesuwna	X	✓	✓	X	X	X	X
Podpora przegubowo przesuwna	X	✓	✓	X	X	X	X

Tabela 1. Rezultaty testu dla belki żelbetowej. ✓ - Oznacza poprawnie przesłany element, X - Oznacza utratę elementu, ⊗ - Oznacza, że parametr uległ zmianie, ☒ - Oznacza, że element zmienił lokalizację

PRZETESTOWANE ŚCIEŻKI PRZESYŁU



WYNIKI MODEL 1



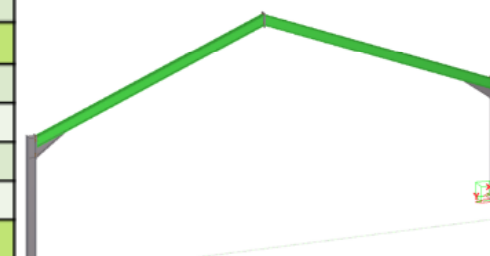
Scenariusz wymiany	1	2	3	4	5	6	7
1. WŁAŚCIWOŚCI PRZEKROJU							
Wysokość, h	✓	✓	✓	✓	✓	X	X
Szerokość, b	✓	✓	✓	✓	✓	X	X
Pole, A	✓	✓	✓	✓	✓	X	X
Zbrojenie główne	X	X	X	✓	✓	X	X
Strzemiona	X	X	X	✓	✓	X	X
1. GEOMETRIA							
Długość, l	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Pozycja linii analitycznej	☒	✓	✓	X	X	✓	X
Długość linii analitycznej	✓	✓	✓	X	X	X	X
1. WŁAŚCIWOŚCI MATERIAŁU							
Charakterystyczna granica plastyczności, f_{yk}	X	X	X	✓	✓	X	X
Charakterystyczna wytrzymałość betonu na ściskanie, f_{ck}	✓	✓	✓	✓	✓	X	X
Sieczny moduł sprężystości podłużnej, E	✓	✓	✓	✓	✓	X	X
Gęstość, ρ	✓	✓	✓	✓	✓	X	X
1. OBCIĄŻENIA							
Nazwa	✓	✓	✓	X	X	X	X
Wartość, q	X	✓/⊗	✓	X	X	X	X
Położenie	X	✓/☒	✓	X	X	X	X
Kombinacje obc.	X	✓	✓	X	X	X	X
1. WARUNKI BRZEGOWE							
Podpora przegubowo nieprzesuwna	X	✓	✓	X	X	X	X
Podpora przegubowo przesuwna	X	✓	✓	X	X	X	X

Tabela 1. Rezultaty testu dla belki żelbetowej. ✓ - Oznacza poprawnie przesłany element, X - Oznacza utratę elementu, ⊗ - Oznacza, że parametr uległ zmianie, ☒ - Oznacza, że element zmienił lokalizację

WYNIKI MODEL 2

Scenariusz wymiany	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1. WŁAŚCIWOŚCI PRZEKROJU									
Wysokość, h	✓	✓	✓	✓	✓	X	X	✓	✓
Szerokość, b	✓	✓	✓	✓	✓	X	X	✓	✓
Grubość środnika, t_w	✓	✓	✓	✓	✓	X	X	✓	✓
Grubość półki, t_f	✓	✓	✓	✓	✓	X	X	✓	✓
Promień, r	✓	✓	✓	✓	✓	X	X	✓	✓
Pole, A	✓	✓	✓	✓	✓	X	X	✓	✓
Moment bezwładności, I_y	✓	✓	✓	✓	✓	X	X	✓	✓
Moment bezwładności, I_z	✓	✓	✓	✓	✓	X	X	✓	✓
Wszystkie przekroje	✓	✓	✓	✓	X	X	X	✓	X
1. GEOMETRIA									
Długość, l	✓	✓	✓	✓	✓	X	X	✓/⊗	✓/⊗
Pozycja linii analitycznej	✓	✓	✓	X	X	X	X	✓/⊗	X
Pozycja przekroju	☒	✓	✓	✓	X	X	X	✓	X
Długość linii analitycznej	✓	✓	✓	X	X	X	X	X	X
1. WŁAŚCIWOŚCI MATERIAŁU									
Char. Granica plastyczności, f_{yk}	✓	✓	✓	✓	✓	X	X	✓	✓
Moduł sprężystości podłużnej, E	✓	✓	✓	✓	✓	X	X	✓	✓
Gęstość, ρ	✓	✓	✓	✓	✓	X	X	✓	✓
1. OBCIĄŻENIA									
Wartość, q	⊗/☒	⊗	✓/⊗	X	X	X	X	X	X
Położenie	⊗/☒	⊗	✓/⊗	X	X	X	X	X	X
1. WARUNKI BRZEGOWE									
Podpora przegubowo nieprzesuwna	X	✓	✓	X	X	X	X	X	X
Podpora przegubowo przesuwna	X	✓	✓	X	X	X	X	X	X

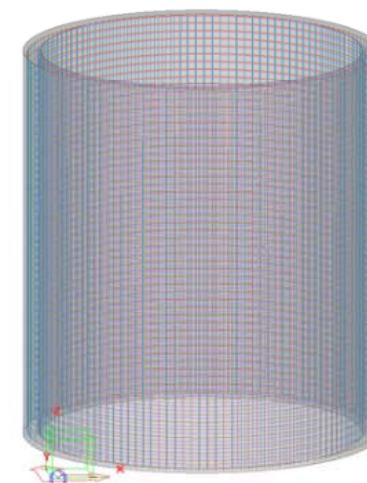
Tabela 2. Rezultaty testu dla ramy portalowej. ✓ - Oznacza poprawnie przesłany element, X - Oznacza utratę elementu, ⊗ - Oznacza, że parametr uległ zmianie, ☒ - Oznacza, że element zmienił lokalizację



Scenariusz wymiany	1	2	3.	4	5.	6	7
1. WŁAŚCIWOŚCI PRZEKROJU							
Wysokość, h	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Szerokość, b	X	X	✓	✓	✓	✓	✓
Pole, A	X	X	✓	✓	✓	✓	✓
Zbrojenie pionowe	X	X	X	✓	✓	X	X
Zbrojenie poziome	X	X	X	✓	✓	X	X
2. GEOMETRIA							
Długość, l	X	X	✓	✓	✓	✓	✓
Pozycja linii analitycznej	X	X	✓	X	X	X	X
Długość linii analitycznej	X	X	✓	X	X	X	X
3. WŁAŚCIWOŚCI MATERIAŁU							
Charakterystyczna granica plastyczności, f_{yk}	✓	✓	✓	✓	✓	X	X
Charakterystyczna wytrzymałość betonu na ściskanie, f_{ck}	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Sieczny moduł sprężystości podłużnej, E	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Gęstość, ρ	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
4. OBCIĄŻENIA							
Nazwa	X	X	✓	X	X	X	X
Wartość, q	X	X	X	X	X	X	X
Położenie	X	X	X	X	X	X	X
Kombinacje	X	X	✓	X	X	X	X
1. WARUNKI BRZEGOWE							
Podpora przegubowo nieprzesuwna	X	X	✓	X	X	X	X

Tabela 3. Rezultaty testu dla ściany żelbetowej. ✓ - Oznacza poprawne przesłany element, X - Oznacza utratę elementu, ☼ - Oznacza, że parametr uległ zmianie, ☒ - Oznacza, że element zmienił lokalizację

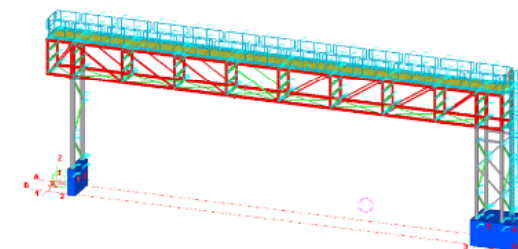
WYNIKI MODEL 3



Scenariusz wymiany	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.
1. WŁAŚCIWOŚCI PRZEKROJU									
Przekrój	✓	✓	✓	✓	✓	X	✓	✓	✓
Wysokość, h	✓	✓	✓	✓	✓	X	X	✓	✓
Szerokość, b	✓	✓	✓	✓	✓	X	X	✓	✓
Szerokość środka, t_w	✓	✓	✓	✓	✓	X	X	✓	✓
Szerokość półki, t_f	✓	✓	✓	✓	✓	X	X	✓	✓
Promień, r	✓	✓	✓	✓	✓	X	X	✓	✓
Pole, A	✓	✓	✓	✓	✓	X	X	✓	✓
Wszystkie przekroje	✓	✓	✓	✓	✓	X	X	✓	X
2. GEOMETRIA									
Długość, l	✓/⊗	✓/⊗	✓	✓	✓	X	X	✓/⊗	✓/⊗
Pozycja linii analitycznej	✓/☒	✓/☒	✓/☒	X	X	X	X	✓/☒	X
Pozycja przekroju/orientacja	✓/☒		✓	✓	✓	X	X	✓/☒	☒
Długość linii analitycznej	✓/☒	✓/☒	✓/☒	X	X	X	X	X	X
3. WŁAŚCIWOŚCI MATERIAŁU									
Charakterystyczna granica plastyczności, f_y	✓	✓	✓	✓	✓	X	✓	✓	✓/⊗
Moduł sprężystości podłużnej, E	✓	✓	✓	✓	✓	X	✓	✓	✓
Gęstość, ρ	✓	✓	✓	✓	✓	X	✓	✓	✓
4. OBCIĄŻENIA									
Wartość, q	⊗/☒	✓	✓	X	X	X	X	X	X
Pozycja	⊗/☒	✓	✓	X	X	X	X	X	X
5. WARUNKI BRZEGOWE									
Podpora przegubowo nieprzesuwna	X	✓	✓	X	X	X	X	X	X
Podpora przegubowo przesuwna	X	✓	✓	X	X	X	X	X	X

Tabela 4. Rezultaty testu dla estakady rurowej. ✓ - Oznacza poprawne przesłany element, X - Oznacza utratę elementu, ⊗ - Oznacza, że parametr uległ zmianie, ☒ - Oznacza, że element zmienił lokalizację

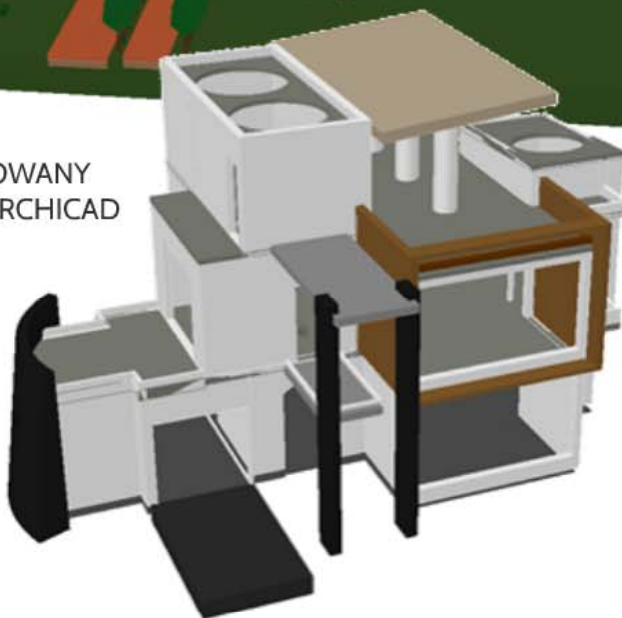
WYNIKI MODEL 4



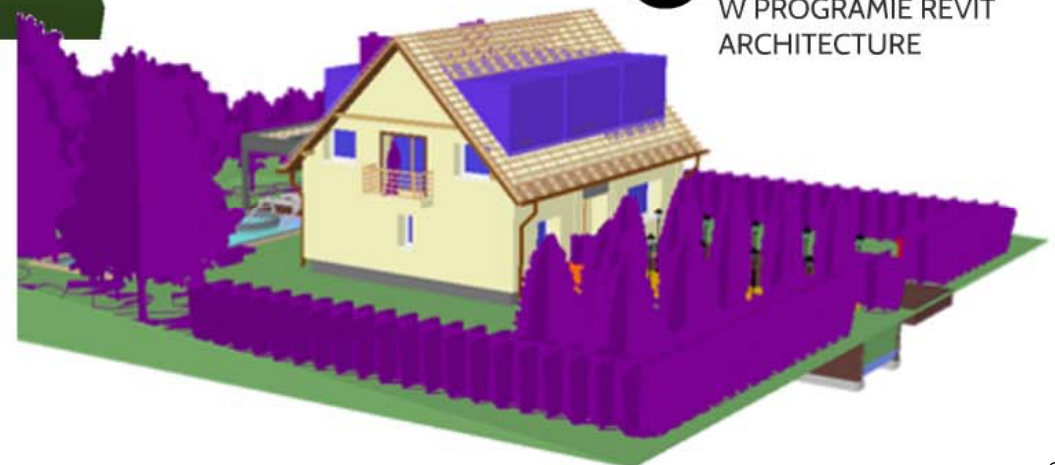
FORMAT IFC



1. DOM ZAMODELOWANY
W PROGRAMIE ARCHICAD



2. DOM ZAMODELOWANY
W PROGRAMIE REVIT
ARCHITECTURE



WNIOSKI

- ❖ Przepływ danych dla ścieżki nr 1 wymaga za każdym razem korekty manualnej
- ❖ Ścieżka nr 2 oraz 3 pomiędzy TS, Revit do ARSAP uzyskała najlepszy rezultat. Uzyskanie przepływu jednostronnego dla konstrukcji stalowych jest możliwe oraz bez zbrojenia dla konstrukcji żelbetowej.
- ❖ Przepływ danych w kierunku powrotnym jest niekompatybilny w porównaniu z pierwszym przepływem. Niektóre elementy ulegają zmianie, a niektóre nie. W wyniku jesteśmy skazani na dokładną kontrolę każdego elementu.
- ❖ Wyniki uzyskane przy wykorzystaniu formatu IFC są porównywalne/ identyczne do wyników uzyskanych przez międzynarodową organizację Building Smart(CV V2.0). W przypadku TS oraz REVIT eksport modelu analitycznego do formatu IFC jest niemożliwy. Natomiast sam format ma zdolność do przechowywania modelu analitycznego.
- ❖ Format CIS/2 przechowuje poprawnie dane związane z geometrią, materiałem konstrukcji . Format ten dotyczy tylko konstrukcji stalowych.