

# Zastosowanie zintegrowanego modelowania informacji o budynku i technik sztucznej inteligencji.

Analizy trendów i przykłady wykorzystania w budownictwie



Dr hab. inż. Krzysztof Zima, prof. PK  
Dr inż. Damian Wieczorek

# **PLAN PREZENTACJI**

**1. ANALIZA TRENDÓW WYKORZYSTANIA AI ORAZ  
BIM**

**2. PRZYKŁADY WYKORZYSTANIA AI  
WSPOMAGANEGO MODELEM BIM**

# „Building Information Modeling (BIM) Hasn't Progressed Much Because Artificial Intelligence (AI) Hasn't Been Fully Utilized”

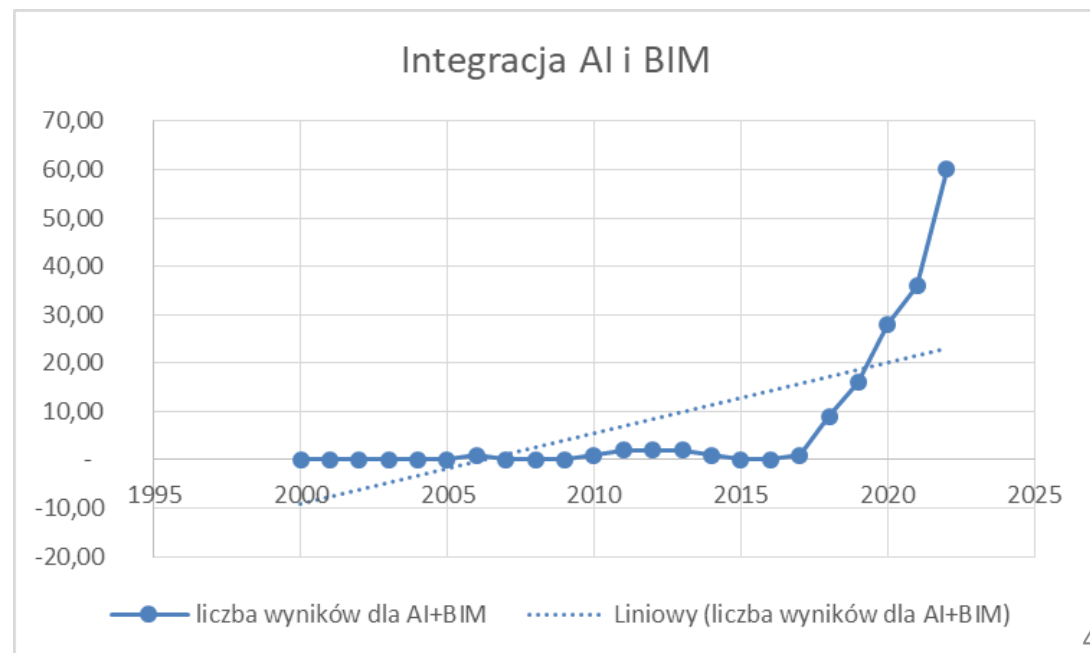
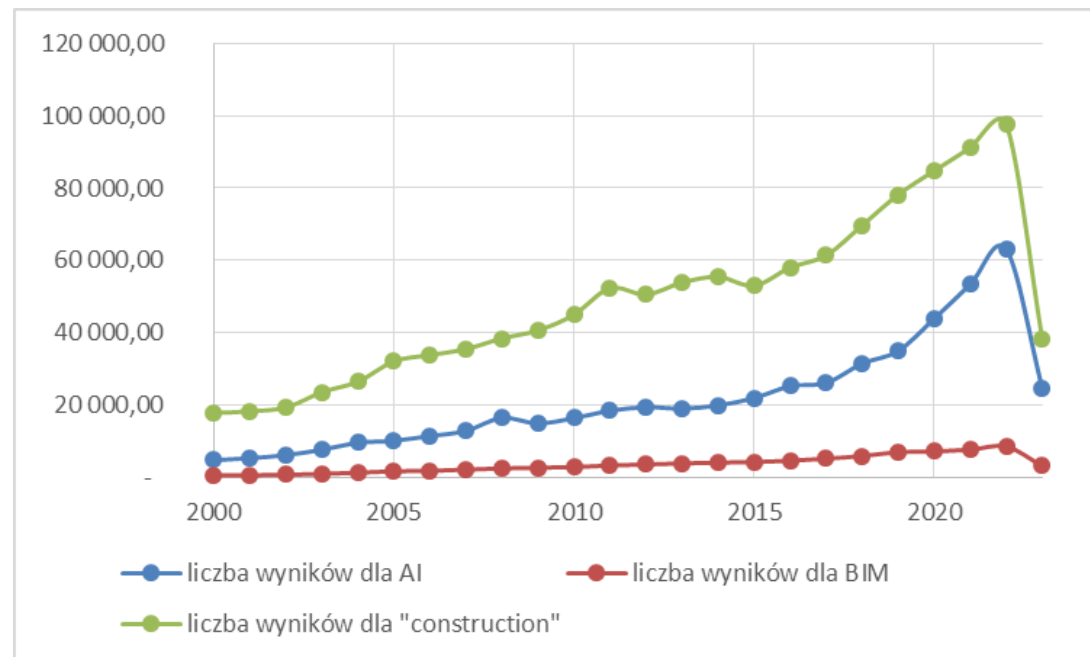
Valentin Milkov

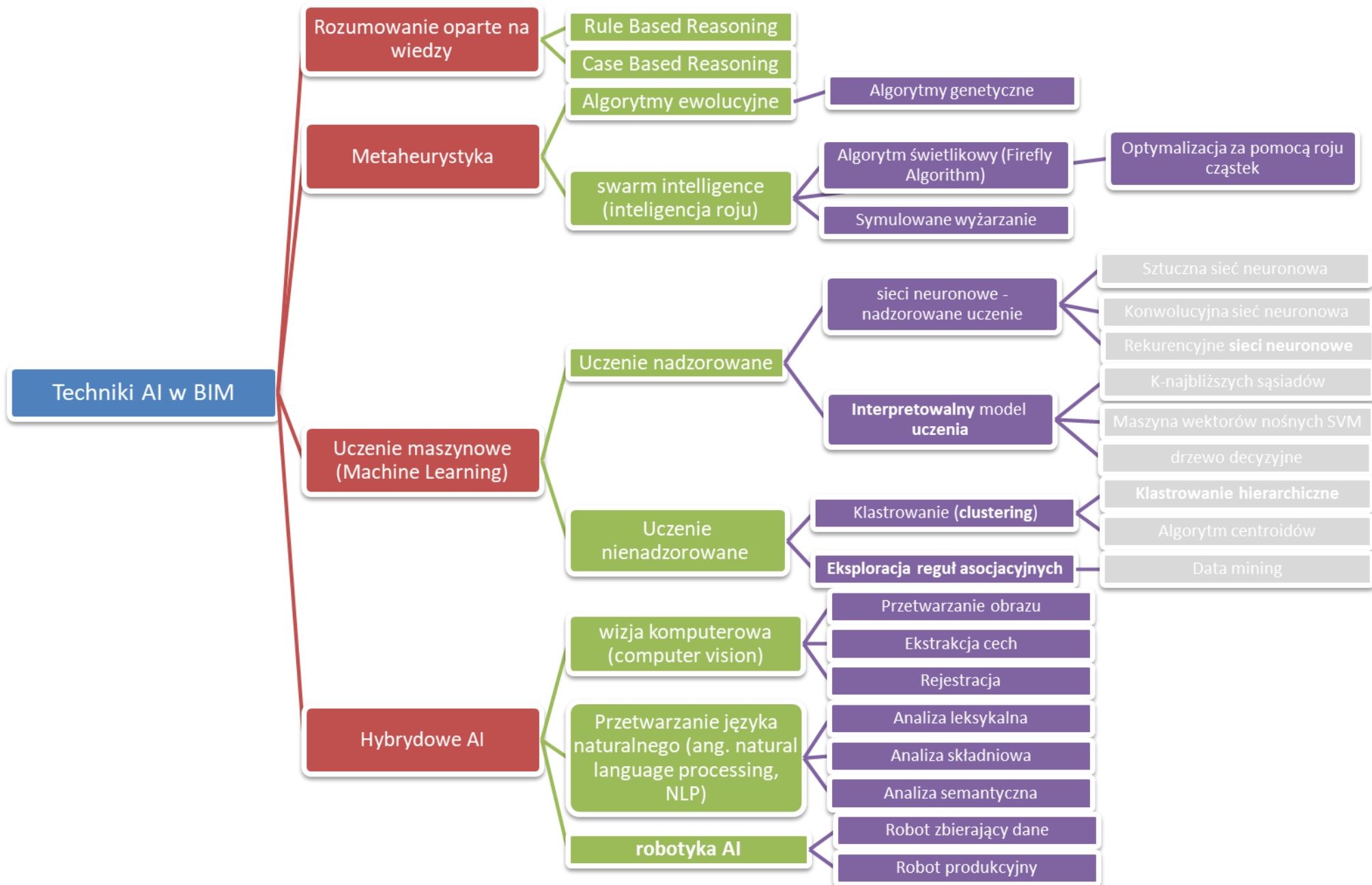
Perform IT Ltd

University of Manchester - Manchester Business School

*„Modelowanie informacji o budynku (BIM) nie poczyniło znacznych postępów, ponieważ sztuczna inteligencja (AI) nie została w pełni wykorzystana”*

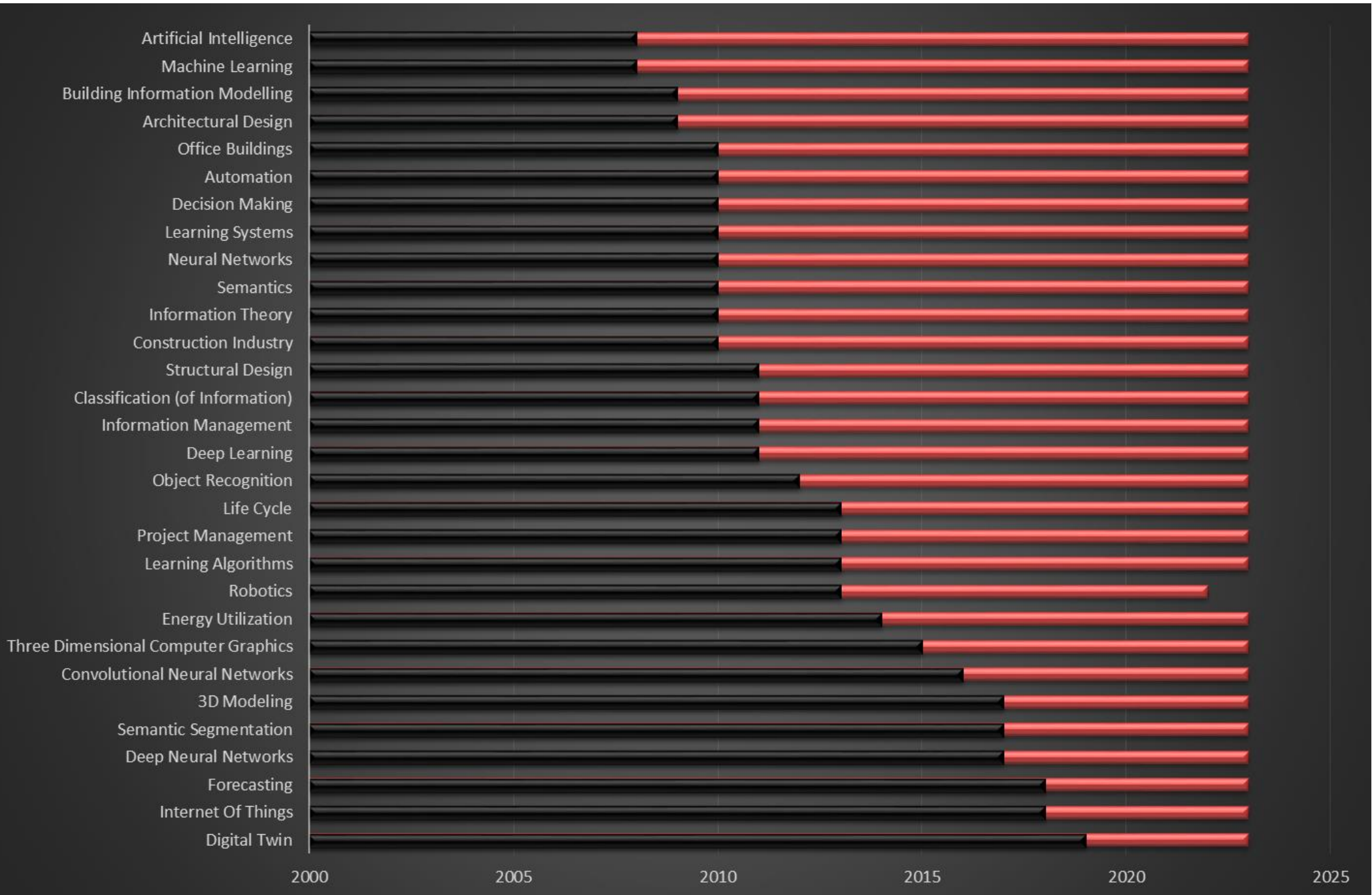
Rok	liczba wyników dla AI	liczba wyników dla BIM	liczba wyników dla "construction"	liczba wyników dla AI+BIM
2000	4 760,00	634,00	17 835,00	-
2001	5 335,00	601,00	18 299,00	-
2002	6 193,00	762,00	19 353,00	-
2003	7 672,00	995,00	23 586,00	-
2004	9 594,00	1 327,00	26 493,00	-
2005	10 152,00	1 717,00	32 100,00	-
2006	11 471,00	1 846,00	33 841,00	1
2007	12 884,00	2 158,00	35 505,00	-
2008	16 474,00	2 510,00	38 456,00	-
2009	14 951,00	2 698,00	40 676,00	-
2010	16 416,00	2 889,00	45 014,00	1
2011	18 453,00	3 322,00	52 327,00	2
2012	19 440,00	3 584,00	50 579,00	2
2013	19 046,00	3 886,00	53 890,00	2
2014	19 922,00	4 121,00	55 465,00	1
2015	21 955,00	4 263,00	53 033,00	-
2016	25 227,00	4 623,00	58 029,00	-
2017	26 136,00	5 225,00	61 400,00	1
2018	31 475,00	5 923,00	69 676,00	9
2019	34 972,00	7 018,00	78 166,00	16
2020	43 914,00	7 173,00	84 765,00	28
2021	53 374,00	7 683,00	91 129,00	36
2022	63 037,00	8 549,00	97 646,00	60
2023	24 775,00	3 197,00	38 404,00	25







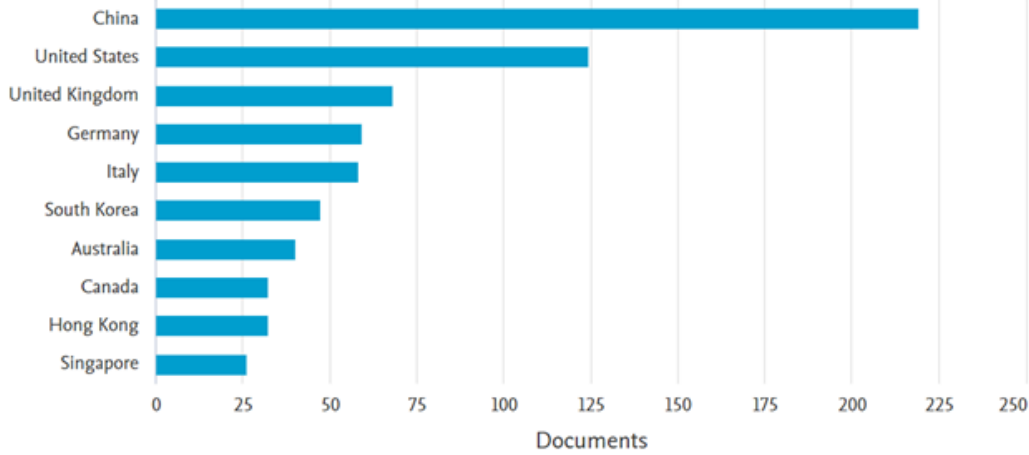
l.p.	keywords	liczba artykułów
1	Architectural Design	503
2	Building Information Modelling	492
3	Deep Learning	195
4	Machine Learning	187
5	Construction Industry	154
6	Artificial Intelligence	141
7	Information Theory	129
8	Semantics	122
9	Neural Networks	115
10	Learning Systems	102
11	Convolutional Neural Networks	78
12	Information Management	63
13	Decision Making	62
14	Learning Algorithms	61
15	Automation	55
16	Deep Neural Networks	53
17	Project Management	50
18	Object Recognition	48
19	Life Cycle	47
20	Internet Of Things	46
21	Semantic Segmentation	46
22	Office Buildings	46
23	Classification (of Information)	45
24	Digital Twin	41
25	Forecasting	39
26	3D Modeling	37
27	Three Dimensional Computer Graphics	37
28	Energy Utilization	35
29	Structural Design	35
30	Robotics	34



Country/Territory ↑	Documents ↓
China	219
United States	124
United Kingdom	68
Germany	59
Italy	58
South Korea	47
Australia	40
Canada	32
Hong Kong	32
Singapore	26

### Documents by country or territory

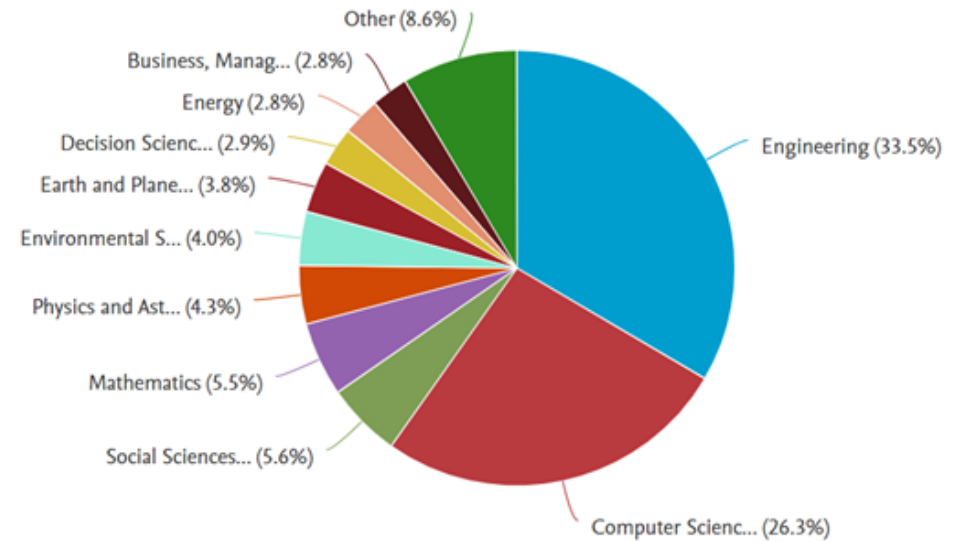
Compare the document counts for up to 15 countries/territories.



Subject area ↓	Documents ↓
----------------	-------------

Engineering	571
Computer Science	449
Social Sciences	95
Mathematics	94
Physics and Astronomy	74
Environmental Science	68
Earth and Planetary Sciences	65
Decision Sciences	49
Energy	48
Business, Management and Accounting	47

### Documents by subject area





# Przykłady zastosowania technik AI w BIM



W bardzo ogólnym sensie wizja komputerowa dotyczy zautomatyzowanych systemów nadających sens danym obrazowym poprzez wyodrębnienie z nich niektórych informacji wysokiego poziomu. Wizja komputerowa to poddziedzina sztucznej inteligencji, która działa na komputerach, aby widzieć, identyfikować i analizować obraz w podobny sposób, jak ludzki system wizyjny (człowiek widzi obiekt oczami i analizuje obiekty w polu widzenia za pomocą neuronów oceniających właściwości).

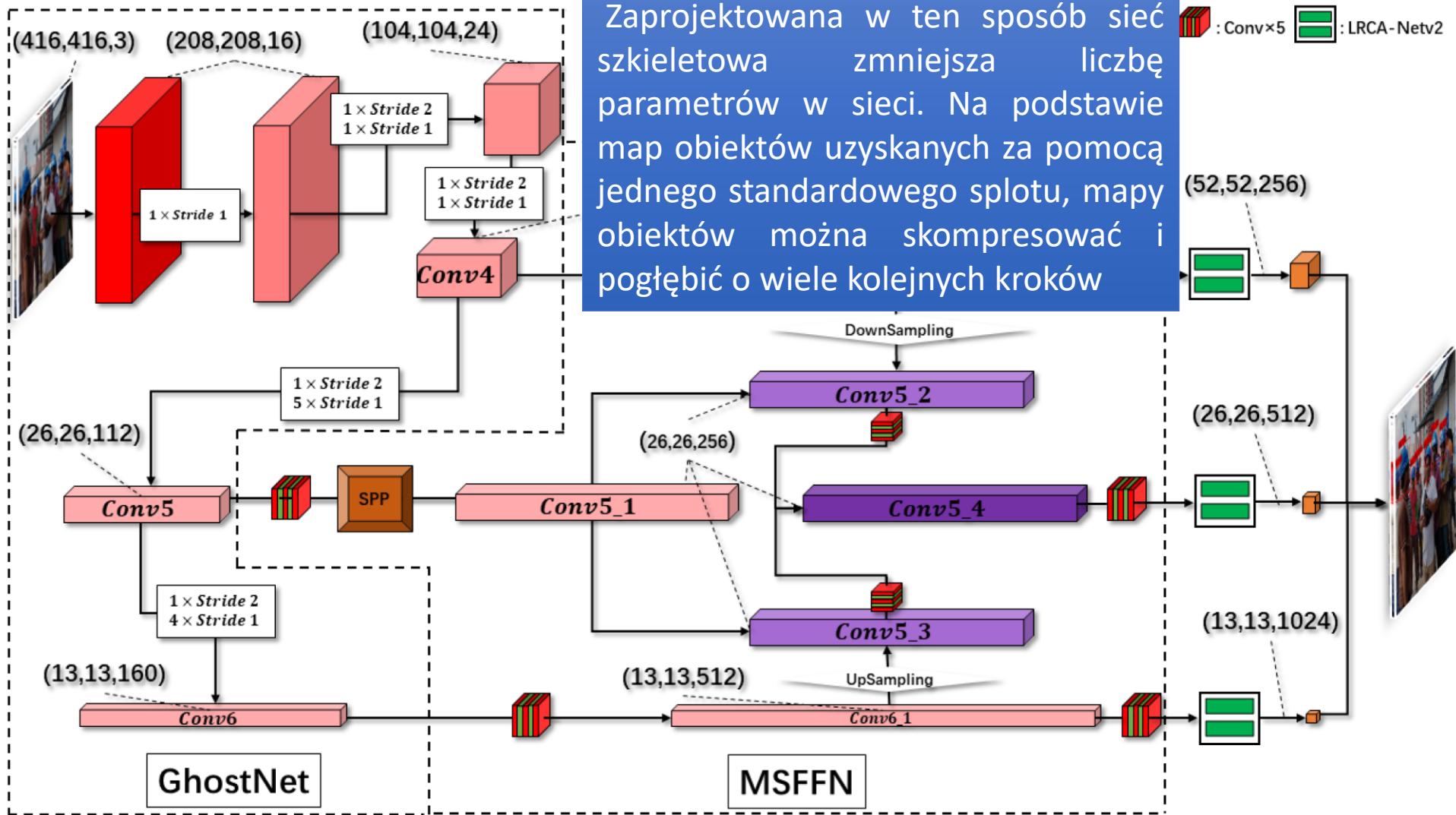
Zdolność analizowania i interpretowania rzeczy, które widzimy, jest wynikiem ciągłego uczenia się rzeczy przez mózg od naszych narodzin. W związku z tym nasza biologiczna koncepcja wizualna jest sztucznie stosowana do komputerów, aby dać im możliwość widzenia i uczenia się analizowania obrazu podobnie jak ludzie. Proces ten obejmuje etapy przetwarzania obrazu i przetwarzanie różnych algorytmów uczenia maszynowego w zsynchronizowany sposób.

Analiza obrazu to automatyczna ekstrakcja algorytmiczna i analiza logiczna informacji znalezionych w obrazie za pomocą technik cyfrowego przetwarzania obrazu. Wraz z eksplozją danych obrazowych, które stanowią około 80 procent wszystkich nieustrukturyzowanych dużych zbiorów danych, rośnie zapotrzebowanie na systemy analityczne do interpretacji obrazów, czyli przekształcania danych nieustrukturyzowanych w format nadający się do odczytu maszynowego.



# I. Szkieletowa sieć ekstrakcji cech – GhostNet

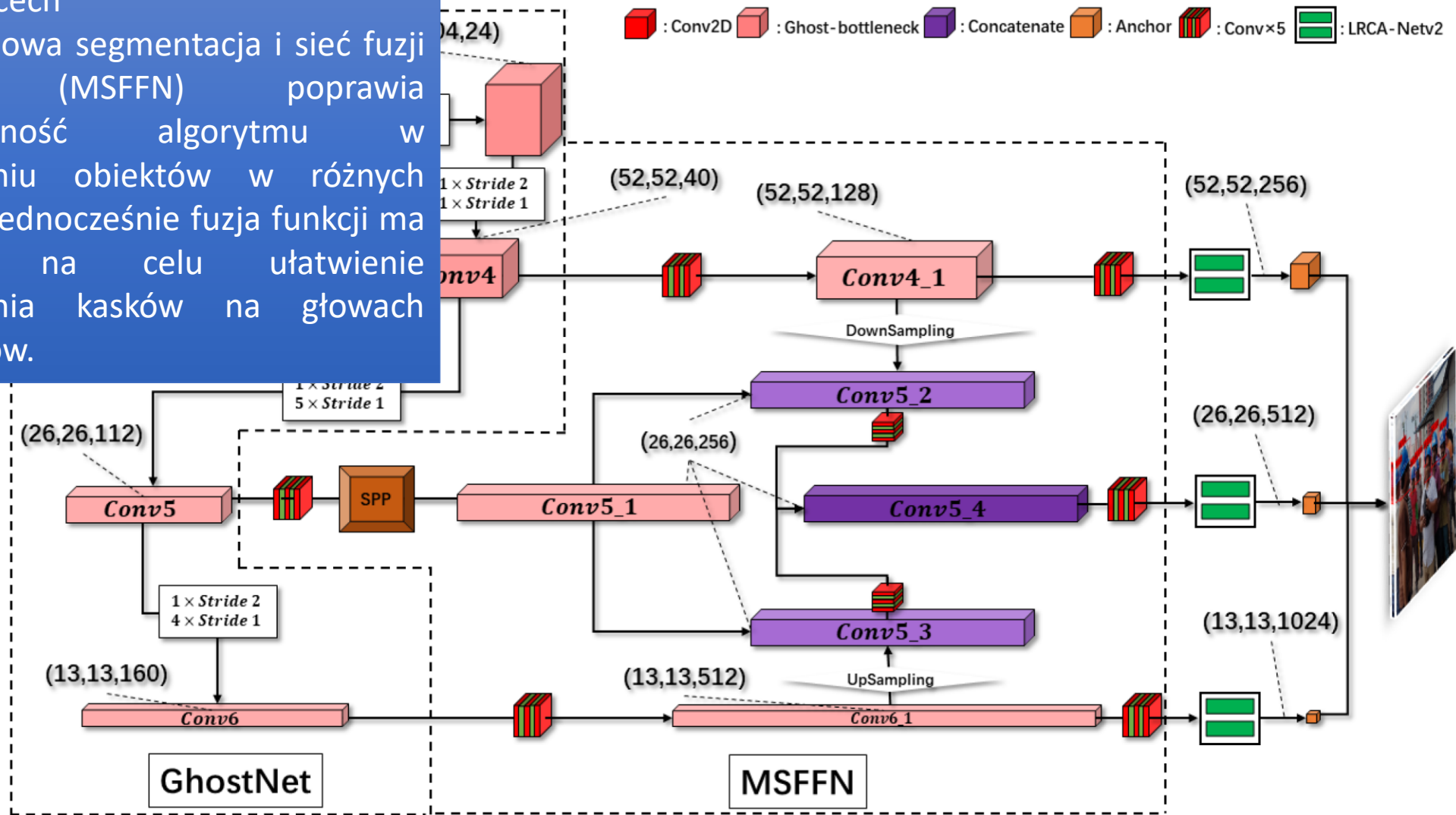
Zaprojektowana w ten sposób sieć szkieletowa zmniejsza liczbę parametrów w sieci. Na podstawie map obiektów uzyskanych za pomocą jednego standardowego splotu, mapy obiektów można skompresować i pogłębić o wiele kolejnych kroków



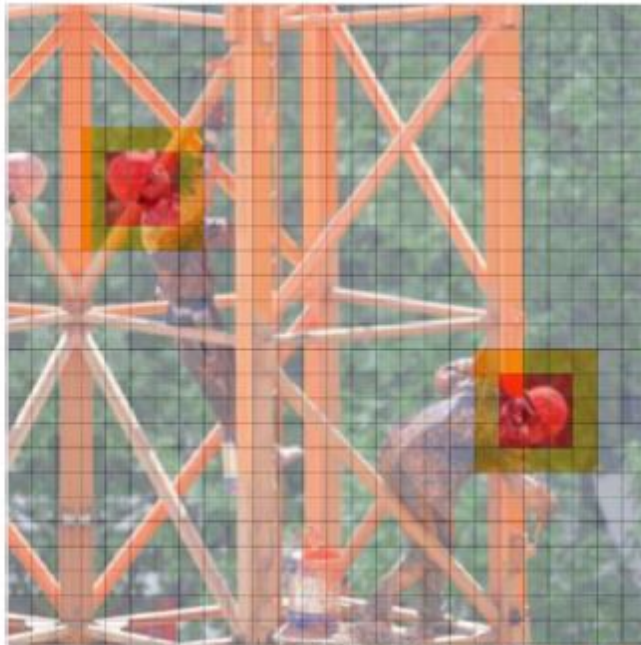
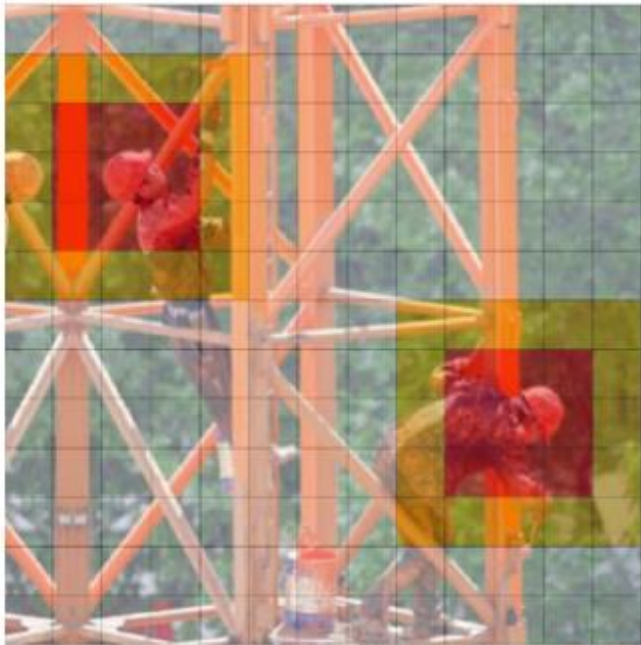
Schemat algorytmu wykrywania noszenia kasku.

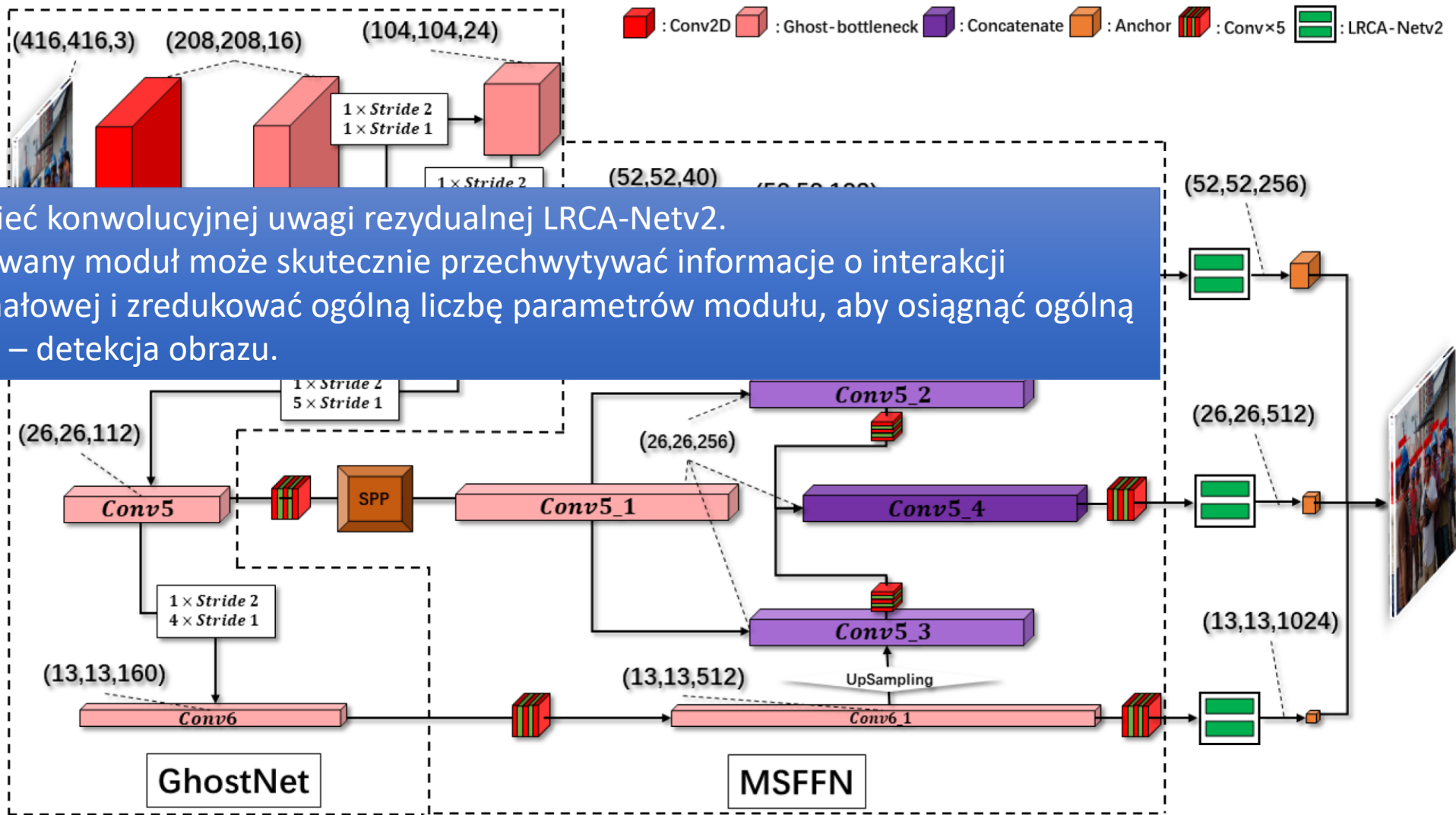
## II. Sieć wieloskalowej segmentacji i sieć fuzji cech

Wieloskalowa segmentacja i sieć fuzji funkcji (MSFFN) poprawia niezawodność algorytmu w wykrywaniu obiektów w różnych skalach. Jednocześnie fuzja funkcji ma również na celu ułatwienie wykrywania kasków na głowach robotników.



Schemat algorytmu wykrywania noszenia kasku.





Schemat algorytmu wykrywania noszenia kasku.



Method	Input Size	Backbone	Parameters (Millions)	FPS	AP (%)		mAP (%)
					Helmet	Person	
SSD	300 × 300	VGG16	26.2	18	85.9	78.3	82.1
Faster-RCNN(VGG)	600 × 600	VGG16	136.7	4	80.1	74.7	77.4
Faster-R-CNN(ResNet)	600 × 600	ResNet50	28.3	17	85.5	81.5	83.5
YOLOX-Tiny	640 × 640	Modified CSP	5.1	42	86.4	81.8	84.1
YOLOX-S	640 × 640	Modified CSP	8.7	32	88.7	83.7	86.2
YOLOX-M	640 × 640	Modified CSP	25.2	19	90.2	85.6	87.9
YOLOX-L	640 × 640	Modified CSP	54.1	15	93.1	88.1	90.6
YOLOX-X	640 × 640	Modified CSP	99.1	13	94.9	89.7	92.3
YOLOv4	416 × 416	CSPDark-53	64.3	18	93.2	86.2	89.7
EfficientDet-D0	512 × 512	Efficient-B0	3.8	35	78.8	72.6	75.7
EfficientDet-D1	640 × 640	Efficient-B1	6.5	31	84.3	81.5	82.9
EfficientDet-D2	768 × 768	Efficient-B2	8.1	30	91.5	85.5	88.5
EfficientDet-D3	896 × 896	Efficient-B3	11.9	27	92.5	87.3	89.9
EfficientDet-D4	1024 × 1024	Efficient-B4	20.6	24	92.9	88.1	90.5
EfficientDet-D5	1280 × 1280	Efficient-B5	33.6	20	93.7	89.5	91.6
Our Approach	416 × 416	GhostNet	11.2	42	95.9	91.1	93.5

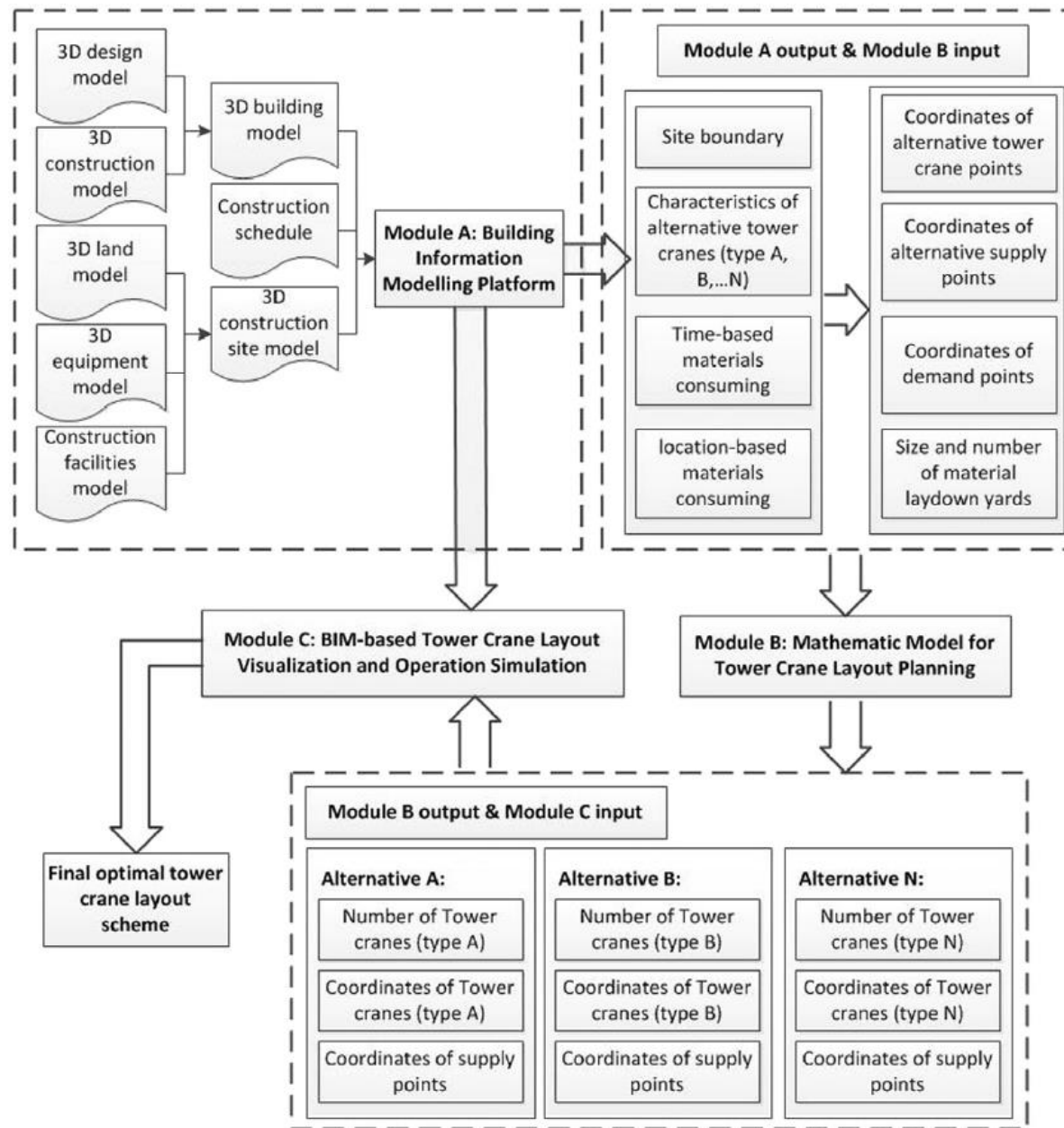


Inteligencja roju (zw. inteligencją rozproszoną, IR) jest postrzegana w ujęciu ogólnym jako proces tworzenia się współpracy pomiędzy wieloma sprawcami naturalnymi (np. kolonia mrówek, pszczoł, świetlików, stado ptaków, czy ławica ryb) lub sztucznymi (np. roboty) bez uprzednio zdefiniowanego planu oraz bez jednego organu dowodzącego. Pojęcie zostało wprowadzone przez Gerardo Beni i Jing Wang w 1989 r., którzy zajmowali się zrobotyzowanymi systemami komórkowymi.

Inteligencja rozproszona służy do uczenia się za pomocą złożonych metod uczenia się, planowania na dużą skalę i podejmowania decyzji. System IR składa się z wielu agentów lub autonomicznych węzłów edukacyjnych, które są wysoce rozproszone i niezależne od siebie. Jest to system oparty na przetwarzaniu równoległym, co pozwala w pełni wykorzystać wszystkie zasoby obliczeniowe. Ze względu na bardzo dużą moc przetwarzania, ogromne zbiory danych mogą być szybko analizowane przez osobne węzły. Jeśli mają zostać wprowadzone zmiany w danych przekazywanych do systemu (np. ich aktualizacja), odpowiedni węzeł zostanie ponownie wdrożony do obliczeń, a nie cały system.

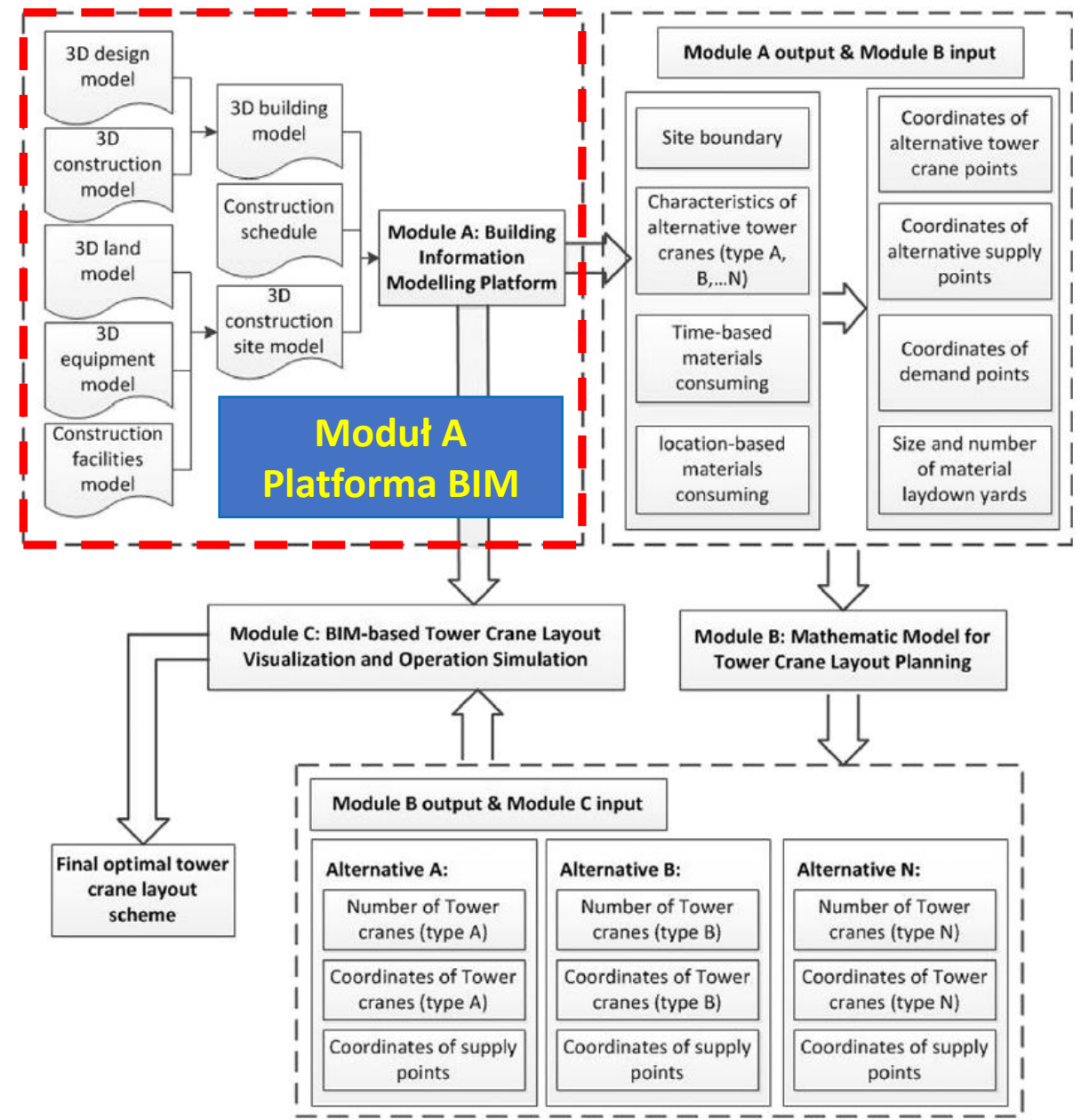
Według wielu badaczy, inteligencja roju uważana jest za system AI, który:

- jest prosty, elastyczny, wszechstronny i niezawodny,
- potrafi być bardzo skuteczny w rozwiązywaniu szerokiego zakresu różnych problemów w świecie rzeczywistym, w tym w inżynierii lądowej (np. optymalizacja projektowania i rozmieszczenia żurawi wieżowych, punktów zasilania lub innych elementów na placu budowy, czy predykcja wytrzymałości gruntu na ścinanie w warunkach budowy dróg),
- może być wykorzystywany do rozwiązywania problemów optymalizacyjnych wielu rodzajów, w tym optymalizacji kombinatorycznej, optymalizacji z ograniczeniami, optymalizacji dynamicznej, zaszumionej, a także optymalizacji ciągłej i wielocelowej.

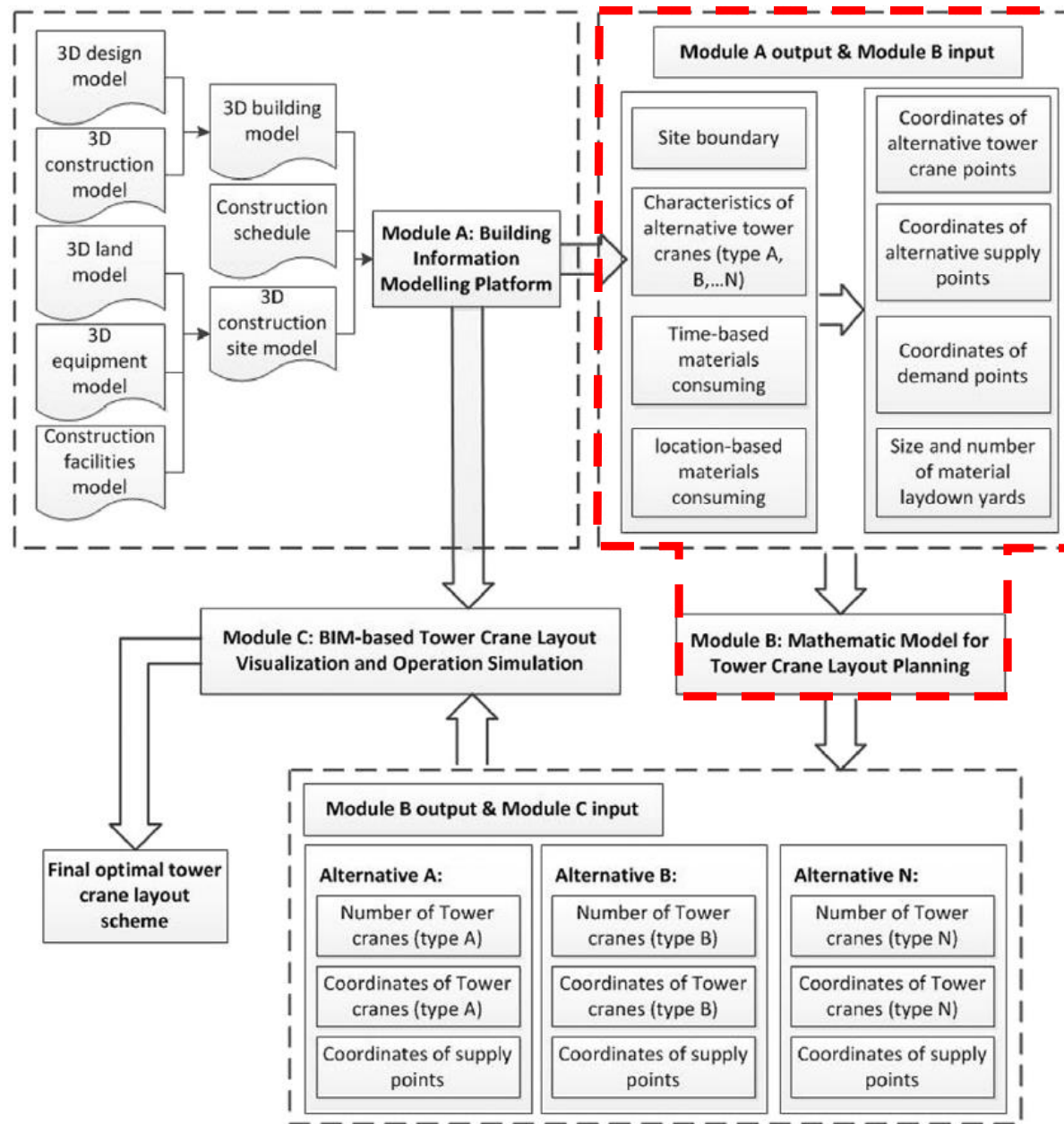


Schemat zautomatyzowanego systemu planowania układu żurawia wieżowego opartego na BIM

- model budynku/obiektu
  1. model 3D architektury
  2. model 3D konstrukcji
- harmonogram budowy
- model zagospodarowania terenu budowy
  1. model 3D terenu
  2. model 3D wyposażenia budowy w sprzęt budowlany (np. żurawie)
  3. modele obiektów budowlanych



Schemat zautomatyzowanego systemu planowania układu żurawia wieżowego opartego na BIM



## Moduł B – model matematyczny do planowania układu żurawi wieżowych

- granice terenu
- charakterystyka (typy) alternatywnych żurawi wieżowych
- zapotrzebowanie na materiały w czasie
- zapotrzebowanie na materiały wg lokalizacji (miejsca wbudowania)

- współrzędne alternatywnych punktów żurawia wieżowego
- współrzędne alternatywnych punktów zasilania
- współrzędne punktów zapotrzebowania na materiały
- wielkość i liczba placów składowania materiałów

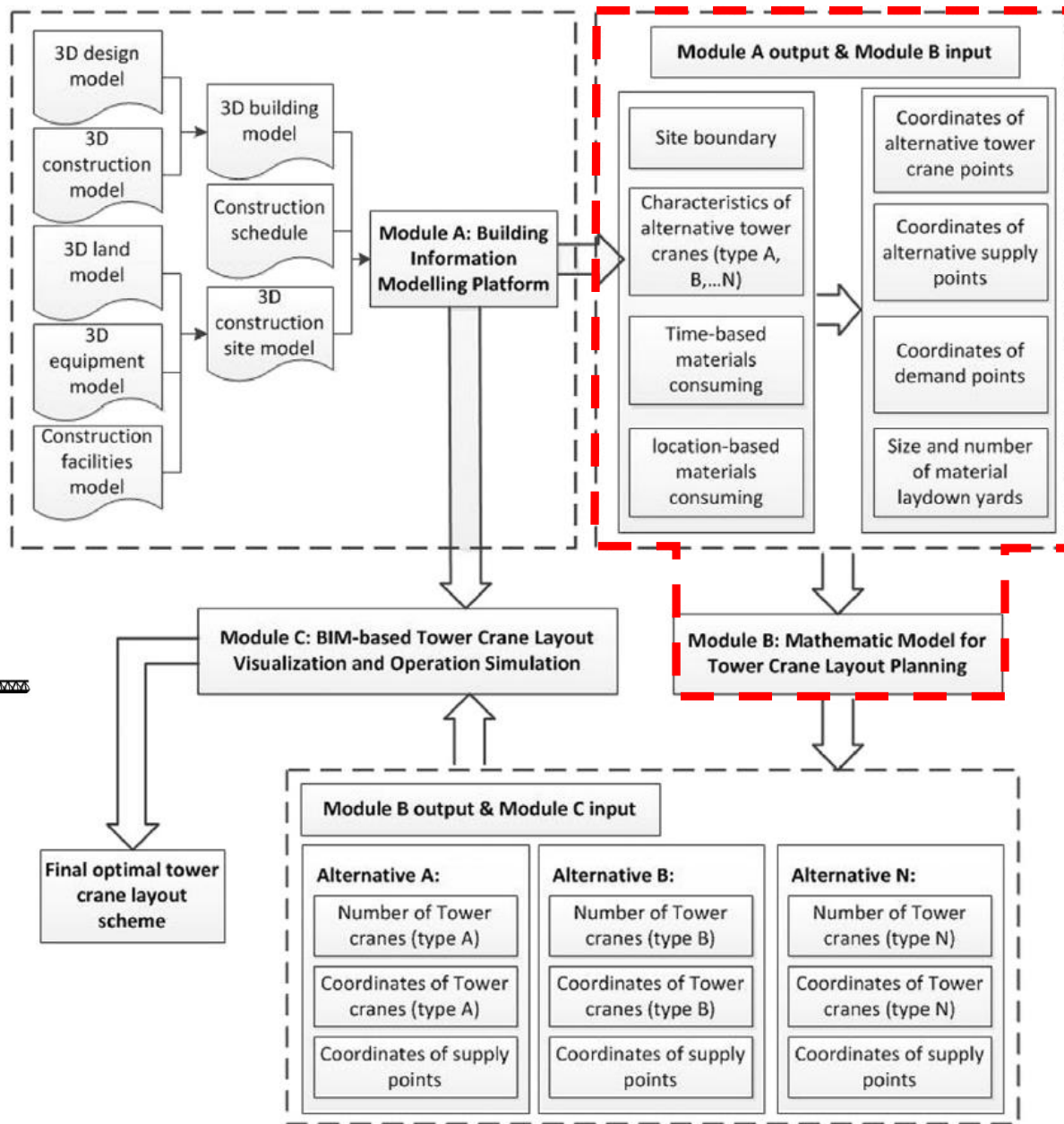
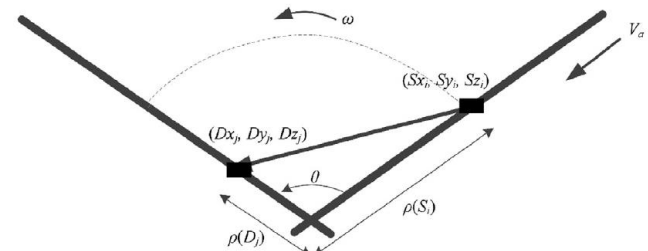
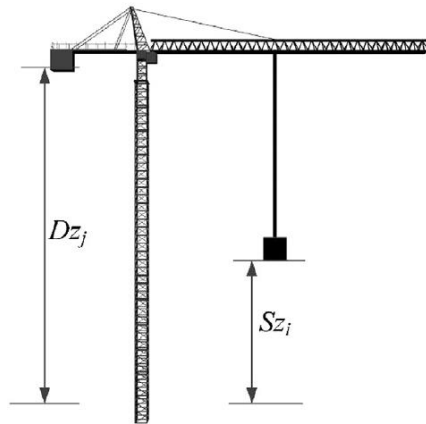
Schemat zautomatyzowanego systemu planowania układu żurawia wieżowego opartego na BIM

**Celem modelu matematycznego jest obliczenie lokalizacji punktów zasilania oraz żurawi w warunkach minimalnego czasu i kosztów transportu**

$$\min TC = \min \sum_{k=1}^K \sum_{i=1}^I \sum_{j=1}^J T_{ij}^k \times Q_{ij}^k \times C^k$$

$$\sum_{k=1}^K \sum_{j=1}^J Q_{ij}^k \leq Q_{S_i}$$

$$\sum_{k=1}^K \sum_{i=1}^I Q_{ij}^k = Q_{D_j}$$



Schemat zautomatyzowanego systemu planowania układu żurawia wieżowego opartego na BIM

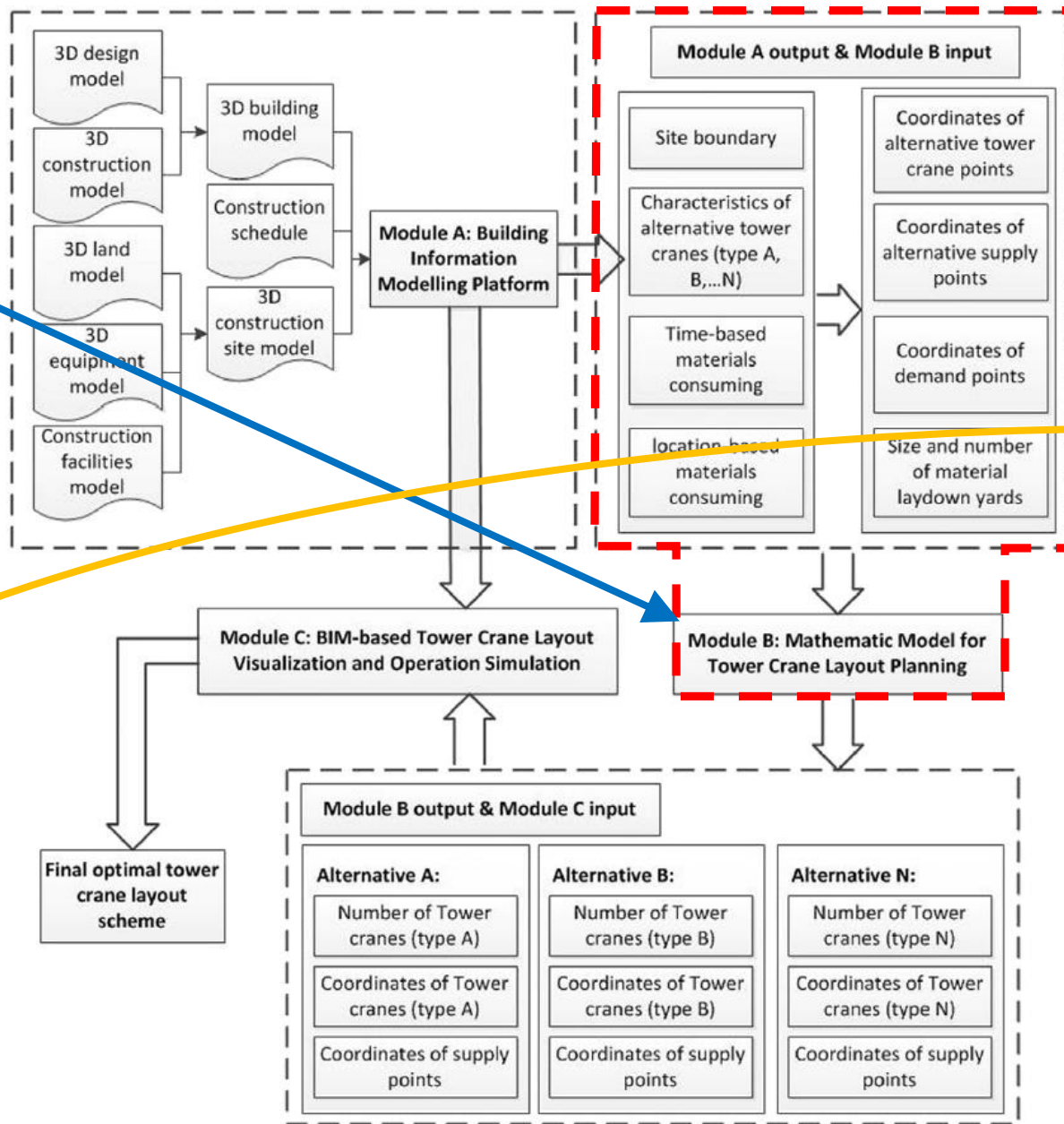
**Moduł B – model matematyczny do planowania układu żurawi wieżowych**

- granice terenu
- charakterystyka (typy) alternatywnych żurawi wieżowych
- zapotrzebowanie na materiały w czasie
- zapotrzebowanie na materiały wg lokalizacji (miejsca wbudowania)

- współrzędne alternatywnych punktów żurawia wieżowego
- współrzędne alternatywnych punktów zasilania
- współrzędne punktów zapotrzebowania na materiały
- wielkość i liczba placów składowania materiałów

## Algorytm świetlikowy

- inspirowany naturą i zachowaniem społecznym świetlików
- proces wyszukiwania i optymalizacji położenia punktów przestrzeni, oparty na atrakcyjności i ruchu wśród świetlików



## Moduł B – model matematyczny do planowania układu żurawi wieżowych

- granice terenu
- charakterystyka (typy) alternatywnych żurawi wieżowych
- zapotrzebowanie na materiały w czasie
- zapotrzebowanie na materiały wg lokalizacji (miejsca wbudowania)

Tabela: Charakterystyka głównych parametrów żurawia wieżowego JC7050A

Parameter	Value
Jib length	51.85 m
Operating radius (maximum)	50 m
Operating radius (minimum)	3.9 m
Weight of load (maximum)	20 ton
Weight of load (minimum)	7.9 ton

- współrzędne alternatywnych punktów żurawia wieżowego
- współrzędne alternatywnych punktów zasilania
- współrzędne punktów zapotrzebowania na materiały
- wielkość i liczba placów składowania materiałów

Schemat zautomatyzowanego systemu planowania układu żurawia wieżowego opartego na BIM

### Parametry algorytmu:

- **natężenie światła ( $LI_i$ )** – im jaśniejszy świetlik, tym lepsza pozycja i atrakcyjność

$$LI_i = 1/f(x_i) = 1/\min TC$$

- **atrakcyjność ( $\beta$ )** – funkcja malejąca monotonicznie, uwzględniająca m.in. odległość między dwoma świetlikami oraz zdolność do pochłaniania światła

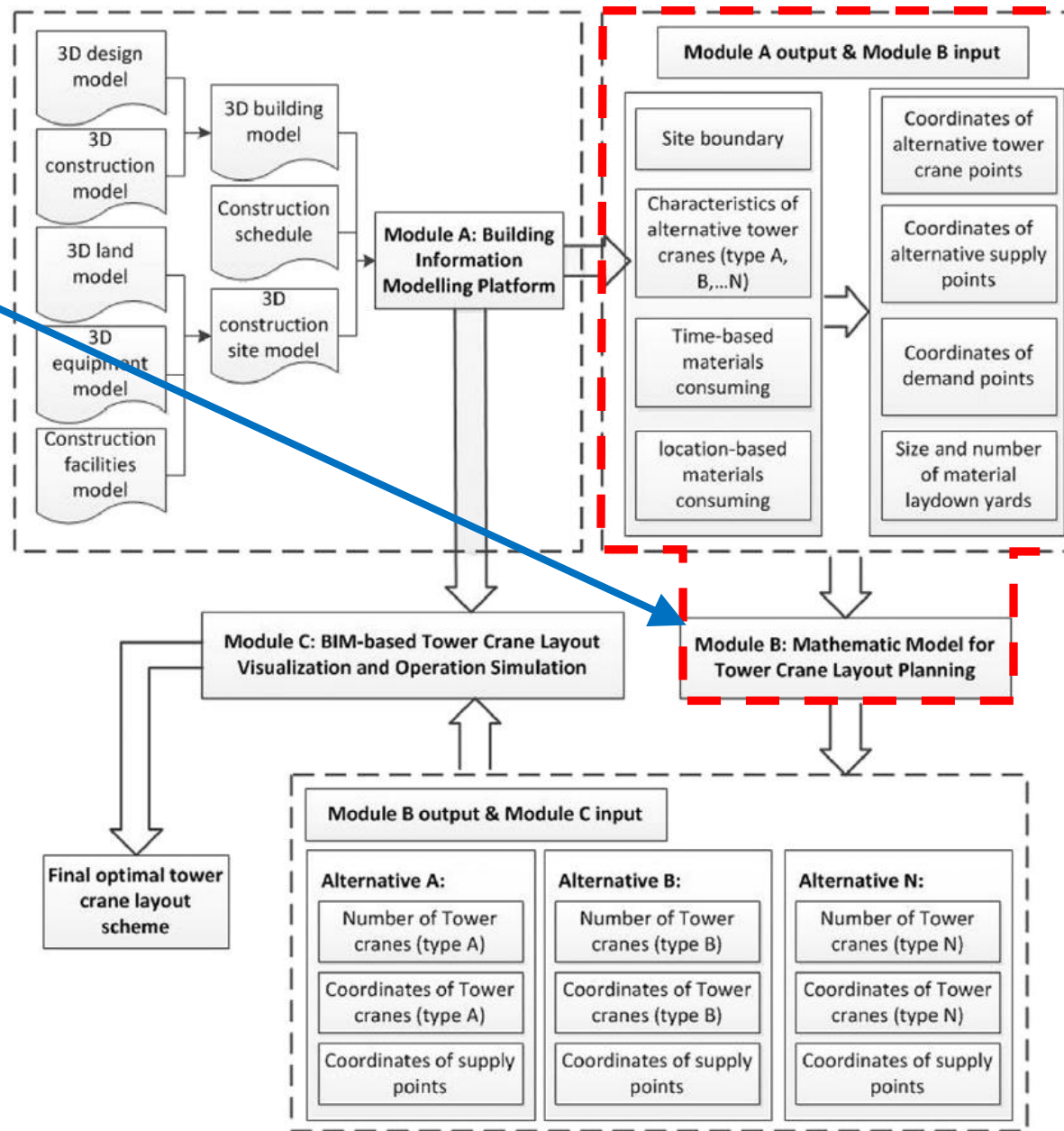
$$\beta = \beta_0 e^{-\gamma r_{ij}^n}, \quad n \geq 1$$

- **odległość ( $r_{ij}$ )** – odległość kartezjańska pomiędzy dwoma dowolnymi świetlikami

$$r_{ij} = \|x_i - x_j\| = \sqrt{\sum_{k=1}^d (x_{i,k} - x_{j,k})^2}$$

- **ruch ( $x_i'$ )** – przyciąganie mniej atrakcyjnego (ciemniejszego) świetlika do świetlika atrakcyjnego (jaśniejszego)

$$x_i' = x_i + \beta \times (x_j - x_i) + \alpha \left( r - \frac{1}{2} \right)$$



Schemat zautomatyzowanego systemu planowania układu żurawia wieżowego opartego na BIM

### Moduł B – model matematyczny do planowania układu żurawi wieżowych

- granice terenu
- charakterystyka (typy) alternatywnych żurawi wieżowych
- zapotrzebowanie na materiały w czasie
- zapotrzebowanie na materiały wg lokalizacji (miejsca wbudowania)

- współrzędne alternatywnych punktów żurawia wieżowego
- współrzędne alternatywnych punktów zasilania
- współrzędne punktów zapotrzebowania na materiały
- wielkość i liczba placów składowania materiałów

Tabela: Współrzędne alternatywnych punktów zasilania

	Coordinate (X)	Coordinate (Y)	Coordinate (Z)
S1	37382492.78994	19388167.97214	0
S2	37404460.46845	19386537.60398	0
S3	37397087.18568	19401941.64590	0
S4	37425608.22094	19386507.66917	0
S5	37440771.02131	19385499.17564	0
S6	37450286.03805	19395722.43042	0
S7	37465624.89962	19397872.76347	0
S8	37456217.09963	19385842.44067	0
S9	37431074.20633	19371423.90159	0
S10	37445919.58868	19370994.77338	0
S11	37460507.55677	19370651.60218	0
S12	37440055.67864	19348313.38132	0
S13	374411052.51231	19337535.15950	0
S14	37428578.87744	19328293.84165	0
S15	37438372.56369	19325432.01721	0
S16	37439883.09729	19308619.44380	0
S17	37462055.33408	19276119.80841	0
S18	37443530.44200	19278178.08487	0
S19	37427705.62657	19267474.75018	0
S20	37418832.68633	19252650.25807	0
S21	37410187.72415	19233439.23987	0

Tabela: Współrzędne alternatywnych punktów żurawia wieżowego

	Coordinate (X)	Coordinate (Y)	Coordinate (Z)
TC1	37394751.90711	19378181.22276	0
TC2	37408558.59378	19375986.38000	0
TC3	37417070.09931	19372028.79126	0
TC4	37423033.60807	19367691.71542	0
TC5	37427967.08359	19361999.22128	0
TC6	37394227.56970	19360607.86243	0
TC7	37406712.20840	19354217.76515	0
	71.76711	19349689.44433	0
	66.31187	19338783.50689	0
	65.82477	19334691.07074	0
	66.82305	19332071.82151	0
	65.30268	19330489.40535	0
	63.77821	19311126.55478	0
	67.09325	19314021.22305	0
	61.29236	19316151.28676	0
	62.33455	19316315.13059	0
	64.21324	19292815.45776	0
	60.97726	19285988.25590	0
	61.55465	19279215.76250	0
	66.92292	19274100.47776	0
	63.55018	19270083.95539	0
	61.35553	19286904.50517	0
	63.95363	19292005.71637	0
	64.10831	19298171.91251	0

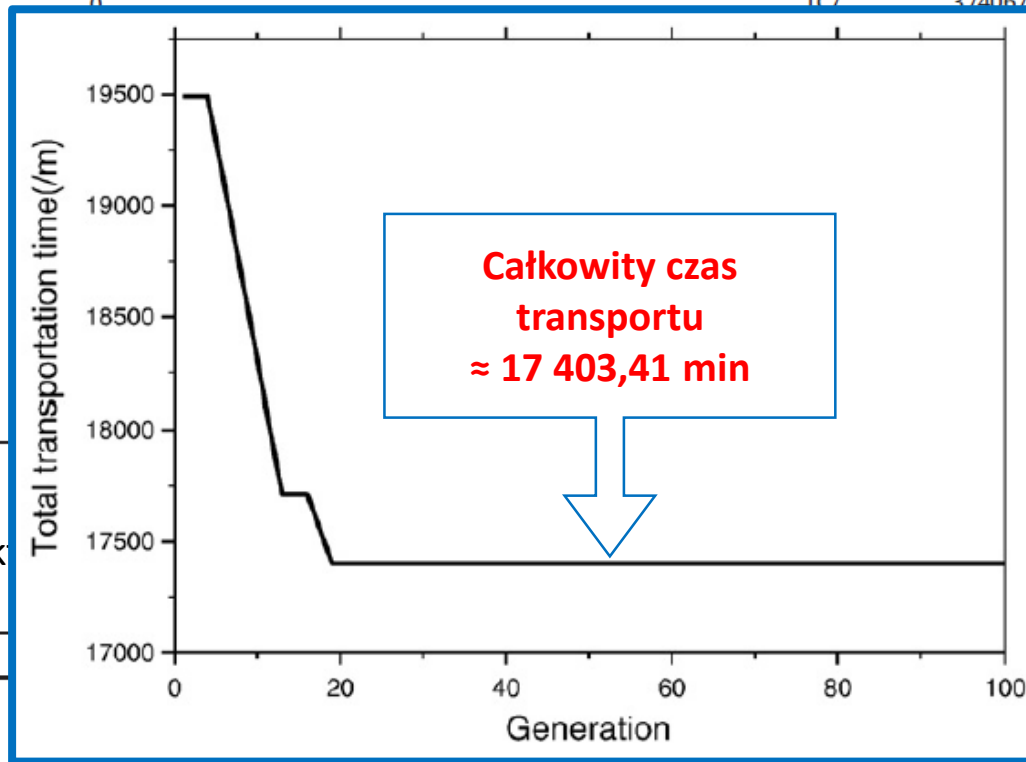


Tabela: Współrzędne alternatywnych punktów na materiały

	Coordinate (X)	Coordinate (Y)	Coordinate (Z)
D1	37386804.59638	19364243.11235	60000
D2	37401699.44892	19365388.89313	60000
D3	37415878.20639	19358800.79442	60000
D4	37419888.39517	19346627.08480	60000
D5	37407428.30346	19345910.99527	60000
D6	37392963.07035	19352499.09398	60000
D7	37391387.17215	19295620.69695	60000
D8	37404563.45297	19302924.97903	60000
D9	37421033.73345	19301635.99911	60000
D10	37413299.83153	19287886.81747	60000
D11	37400839.73983	19280869.12135	60000
D12	37386231.26889	19281442.01173	60000

Wybrane lokalizacje żurawi wieżowych

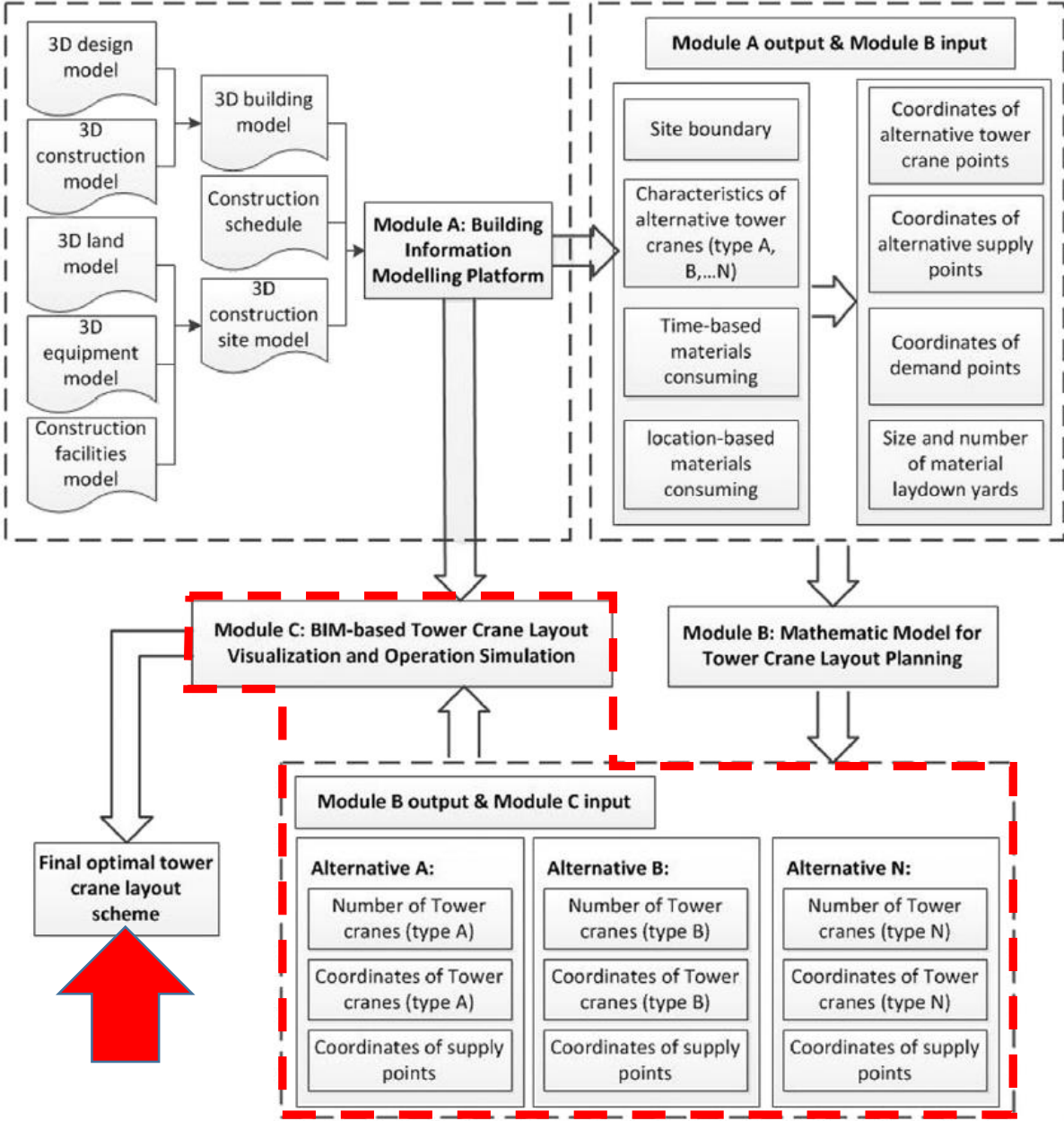
No.	X	Y	Z	Choice	Transportation time (min)
T1	37427967.08359	19361999.22128	0	TC5	6434.07341
T2	37409565.30268	19330489.40535	0	TC12	4357.11121
T3	37428570.97726	19285988.25590	0	TC18	6612.23021
Total					17,403.41483

**Zbieżność całkowitego czasu transportu (tzw. wydajność algorytmu dla wybranego przypadku)**



**Moduł C – Wizualizacja układu żurawia wieżowego i symulacja działania w oparciu o BIM**

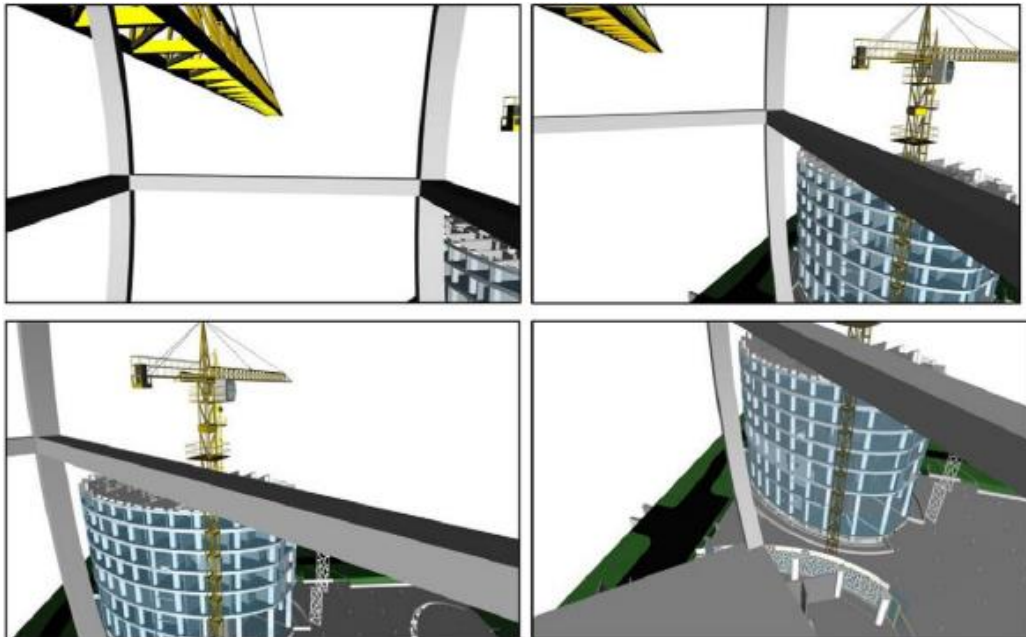
- liczba żurawi wieżowych danego typu (A, B, ..., N)
- współrzędne alternatywnych żurawi
- współrzędne alternatywnych punktów zasilania



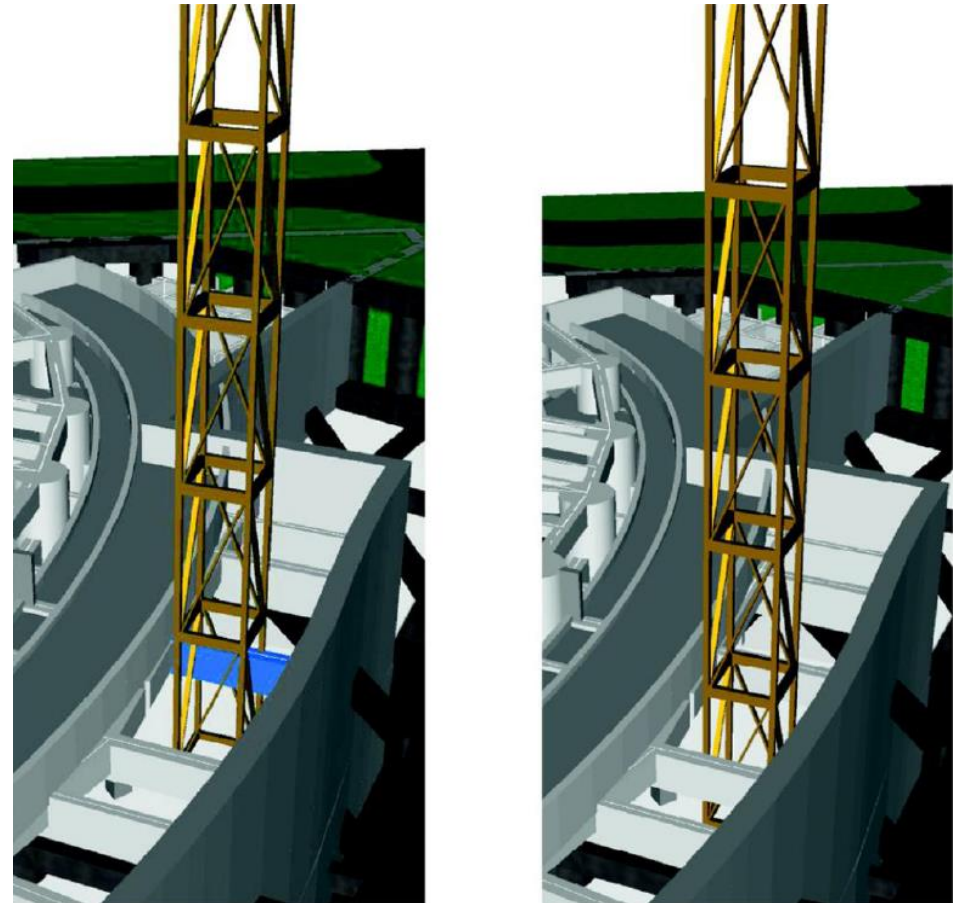
Schemat zautomatyzowanego systemu planowania układu żurawia wieżowego opartego na BIM



Wizualizacja 3D optymalnego układu żurawi wieżowych



Symulacja pracy żurawi wieżowych



Weryfikacja – wyniki otrzymane z modelu matematycznego (z lewej) oraz wyniki ostateczne uwzględniające przesunięcia z uwagi na kolizję żurawia z elementem modelu (z prawej)

## Wykorzystanie sieci neuronowych do aktualizacji harmonogramu z wykorzystaniem danych historycznych - Model predykcji czasu montażu elementów budowlanych w postaci sztucznej sieci neuronowej SSN

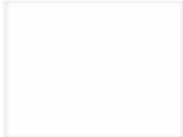
Uczenie maszynowe /  
Uczenie nadzorowane /  
Sieci neuronowe

Zastosowano algorytm uczący BFGS (metoda zmiennej metryki, Quasi-Newton), w której wykorzystuje się formułę rekurencyjną zaproponowaną przez Broydena, Fletchera, Goldfarba i Shanno (stąd nazwa BFGS).


Dokonano 3-krotnego losowania, tym razem tylko dwóch zbiorów: zbioru uczącego (U) oraz walidacyjnego (V), które posiadały założoną liczebność:  $U = 80\% n$  ( $n$ -przypadków);  $V = 20\% n$ . Dla każdego losowania uczono 20 sieci przy czym zachowywano 3, które osiągały najlepsze wyniki. Porównywano współczynniki korelacji R (jakość sieci), błąd MAPE i błąd RMSE. W efekcie tego podejścia wytrenowano 60 sieci zachowując 6 najlepszych.

	A	B	C	D	E	F	G
1		Nazwa zadania	Czas trwania	Rozpoczęcie	Zakończenie	Poprzedniki	Nazwy zasobów
2		Zadanie A	3 dn	czw, 24.11.22	pon, 28.11.22		Robotnicy[300%]
3		Zadanie B	5 dn	wto, 29.11.22	pon, 05.12.22	1	Robotnicy[300%];Materiał 1[34 m3];Sprzęt 1
4		Zadanie C	2 dn	wto, 29.11.22	śro, 30.11.22	2RR	Robotnicy
5		Zadanie D	4 dn	wto, 06.12.22	pią, 09.12.22	2;3	Robotnicy[400%];Materiał 2[100 m2]
6		Zadanie E	3 dn	wto, 06.12.22	czw, 08.12.22	4RR	Robotnicy[200%]


Nowy




Pusty projekt




Nowy z istniejącego projektu




Nowy ze skoroszytu progra...




Nowy z listy zadań progra...



Tworzenie budżetu

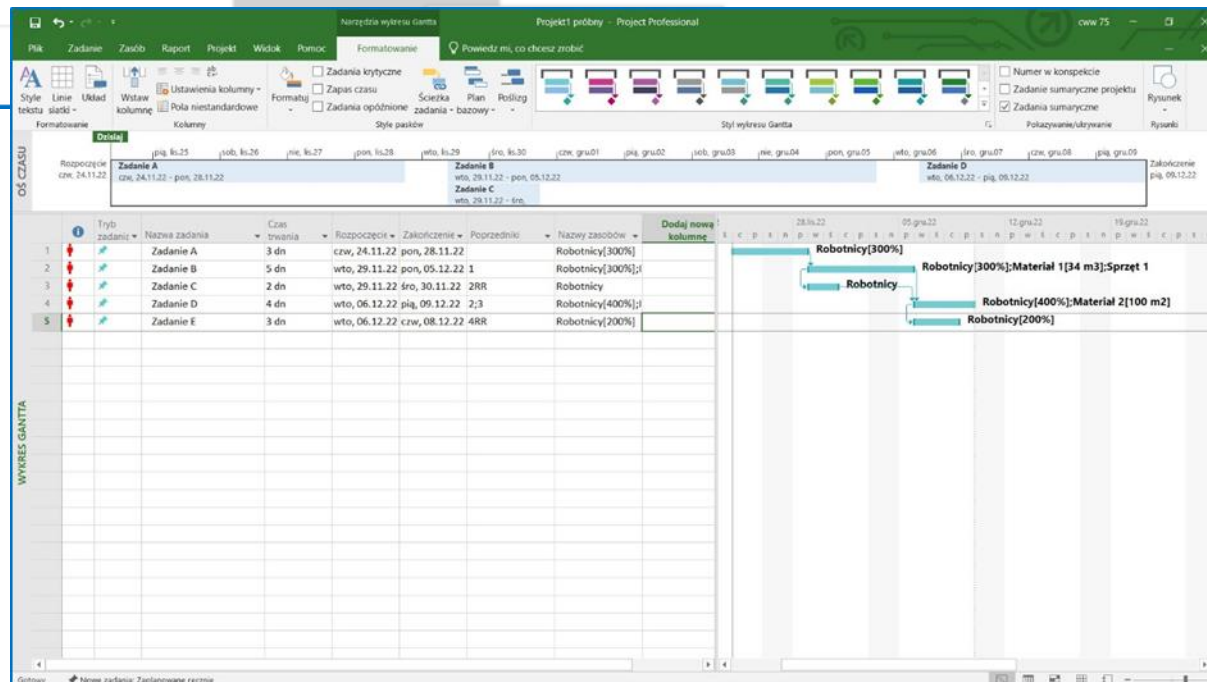


Wartość wypracowana



Instalowanie programu Proj...

[Więcej szablonów →](#)



Home Viewpoint Review Animation View Output BIM 360 Glue Render

Append Refresh Select Save Selection Select All Select Same Selection Tree Find Items Quick Find Sets

Hide Require Hide Unhide All Links Quick Properties Properties Clash Detective TimeLiner Quantification Animator Scripter

Autodesk Rendering Appearance Profiler Batch Utility Compare DataTools App Manager

Project Select & Search Visibility Display Tools

- Selection Tree
- Task ID 110
  - Task ID 120
  - Task ID 130
  - Task ID 140
  - Task ID 150
  - Task ID 210
  - Task ID 220
  - Task ID 230
  - Task ID 240
  - Task ID 250
  - Task ID 310
  - Task ID 320
  - Task ID 330
  - Task ID 340
  - Task ID 350
  - Task ID 410
  - Task ID 510
  - Task ID 610



TimeLiner

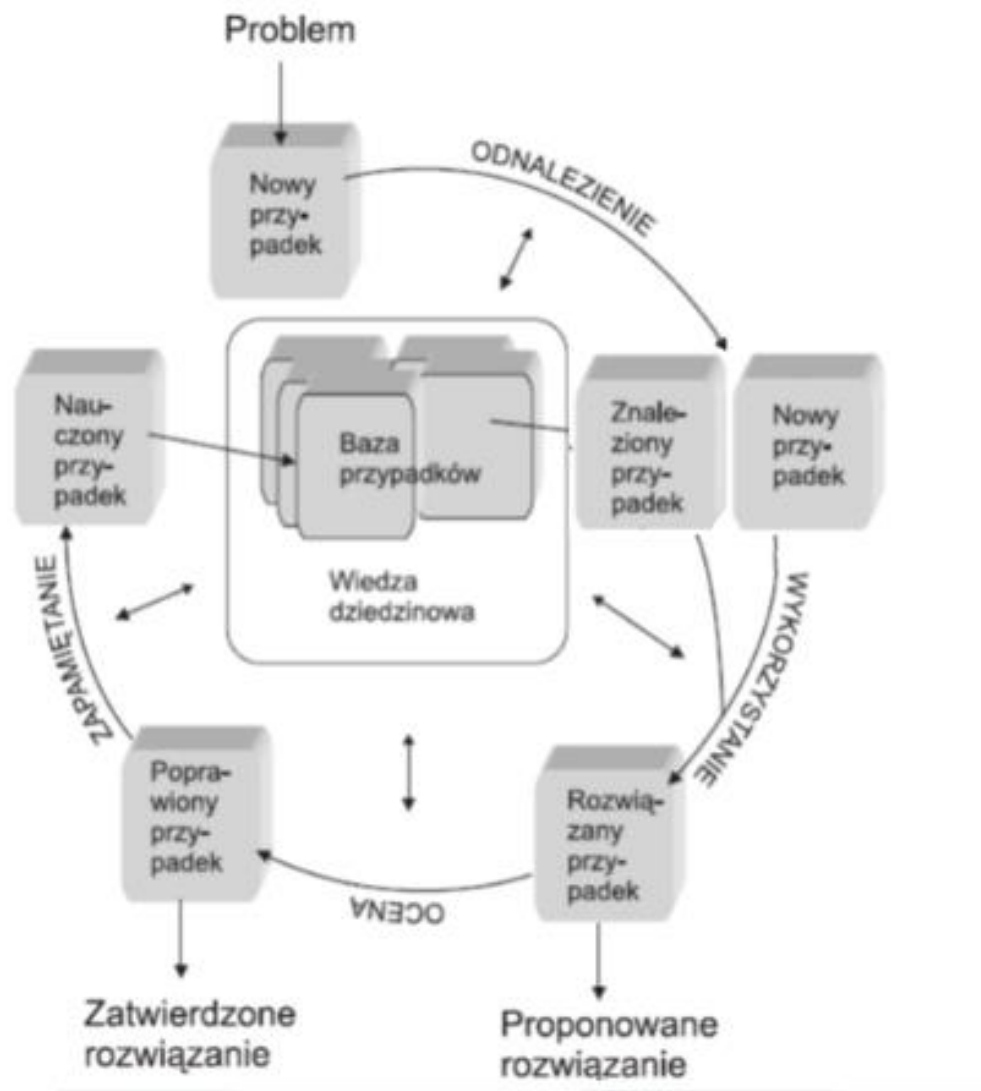
Tasks Data Sources Configure Simulate

Add Task Attach

Zoom: [Slider]

Active	Name	Status	Planned Start	Planned End	Actual Start	Actual End	kwiecień 2012			maj 2012			czerwiec 2012					
							W14	W15	W16	W17	W18	W19	W20	W21	W22	W23	W24	W25
<input checked="" type="checkbox"/>	<b>New Data Source (Root)</b>		26.12.2011	22.06.2012	N/A	N/A												
<input type="checkbox"/>	Preconstruction		26.12.2011	30.12.2011	N/A	N/A												
<input checked="" type="checkbox"/>	Level 1: Floor Slab / Foundations		02.01.2012	13.01.2012	N/A	N/A												
<input checked="" type="checkbox"/>	Level 1: Columns		16.01.2012	20.01.2012	N/A	N/A												
<input checked="" type="checkbox"/>	Level 1: Beams		23.01.2012	01.02.2012	N/A	N/A												
<input checked="" type="checkbox"/>	Level 1: Joists		02.02.2012	15.02.2012	N/A	N/A												

## Rozumowanie oparte na wiedzy / Case Based Reasoning



1. Retrieve - wyszukanie najbardziej podobnego przypadku lub zbioru przypadków,
2. Reuse - wykorzystanie wiedzy zawartej w tym przypadku do rozwiązania problemu,
3. Revise - ocena przydatności zaproponowanego rozwiązania,
4. Retain - zapamiętanie doświadczenia w celu późniejszego wykorzystania podczas rozwiązywania nowych problemów w przyszłości.

# CBR – wnioskowanie z przypadków

$x = (x_1, x_2, \dots, x_n)$  Nowy przypadek

$y = (y_1, y_2, \dots, y_n)$  Stary przypadek (Istniejący w bazie)

Dla każdego przypadku istniejącego w bazie oblicza się podobieństwa lokalne do nowego przypadku

$$sim_1(x_1, y_1), \quad sim_2(x_2, y_2), \quad \dots \quad sim_n(x_n, y_n)$$

**Podobieństwo atrybutów ilościowych**

odległość euklidesowa

$$d_{ij} = \sqrt{\sum_{k=1}^n (i_k - j_k)^2}$$

odległość Manhattan

$$d_{ij} = \sum_{k=1}^n |i_k - j_k|$$

**Podobieństwo atrybutów jakościowych**

Simple Matching Coefficient

$$d_{ij} = \frac{q + r}{p + q + r + s}$$

współczynnik Jaccarda

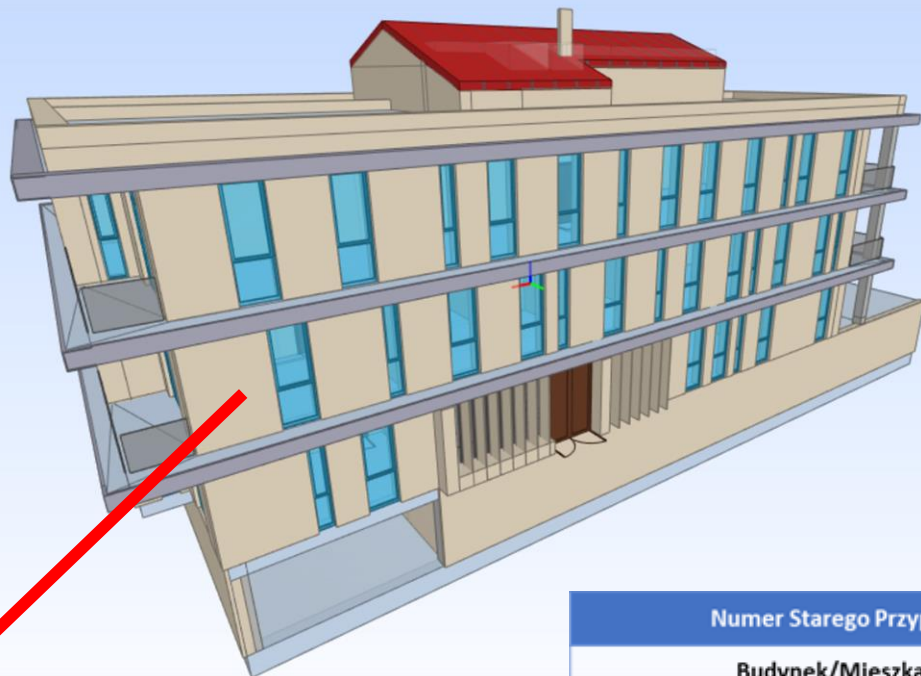
$$d_{ij} = \frac{p}{p + q + r}$$

# Baza przypadków

Typ mieszkania	A	B	C	D	E	...	AH	AI	Łącznie: 33
Piętro	0	1	2	3	4	...	14	15	Łącznie: 16
Powierzchnia mieszkania	28,09	28,34	29,01	29,06	29,87	...	85,99	116,95	Łącznie: 105
Liczba pokoi	1	2	3	4	5				Łącznie: 5
Funkcja pomieszczenia	wiatrołap	salon	kuchnia	...	loggia				Łącznie: 18
Powierzchnia pomieszczenia	1,28	1,31	1,35	1,40	1,49	...	57,93	63,25	Łącznie: 1442
Liczba okien	0	1	2	3					Łącznie: 4
Liczba drzwi balkonowych	0	1	2						Łącznie: 3
Liczba drzwi	1	2	3	3	4	...	7	8	Łącznie: 8



# Przykład – wyszukiwanie przypadku




Opis sytuacji i objaśnienia	Nowy przypadek 1
Typ mieszkania	C
Piętro	3
Powierzchnia mieszkania [m2]	43
Liczba pokoi [szt.]	2
Funkcja pomieszczenia	Kuchnia
Wielkość pomieszczenia [m2]	5,1
Liczba okien [szt.]	1
Liczba drzwi balkonowych [szt.]	0
Liczba drzwi [szt.]	1



Numer Starego Przypadku	1	...	428	...	568	...	1161	...	2265
Budynek/Mieszkanie	A/1	...	A/82	...	B/130	...	B/56	...	B/108
Typ mieszkania*	H	...	O	...	AC	...	D	...	X
Piętro	1	...	3	...	4	...	9	...	0
Powierzchnia mieszkania* [m <sup>2</sup> ]	30,89	...	43,87	...	28,34	...	62,32	...	51,75
Liczba pokoi* [szt.]	1	...	2	...	1	...	3	...	2
Funkcja pomieszczenia	przedpokój	...	kuchnia	...	kuchnia	...	pokój	...	ogródek
Wielkość pomieszczenia [m <sup>2</sup> ]	5,2	...	7,41	...	4,69	...	12,14	...	63,25
Liczba okien [szt.]	0	...	1	...	1	...	1	...	0
Liczba drzwi balkonowych [szt.]	0	...	0	...	0	...	0	...	0
Liczba drzwi [szt.]	3	...	1	...	1	...	1	...	0

Nazwa usterki $N_i$	Istotność $I_i$	Obiekt $O_i$	Liczba usterek $L_i$	Prawdopodobieństwo $P_i$	Średni koszt naprawy jednej usterki $K_i$
Porysowany parapet zewnętrzny	Mało istotna	Parapet	3	21%	42,32 zł
Usterki powłok malarskich	Mało istotna	Ściana	2	14%	73,83 zł
Rysy na ścianie	Istotna	Ściana	2	14%	178,16 zł
Ubytki na ścianie (do szpachlowania)	Istotna	Ściana	1	7%	85,44 zł
Porysowany parapet wewnętrzny	Mało istotna	Parapet	1	7%	58,09 zł
Brudny termostat	Mało istotna	Termostat	1	7%	13,06 zł
Brak płaszczyzny ściany	Istotna	Ściana	1	7%	212,29 zł
Brak kratki wentylacyjnej / anemostatu	Istotna	Anemostat	1	7%	61,33 zł
Uszkodzony kaloryfer	Istotna	Grzejnik	1	7%	546,08 zł

**Suma:**

Nazwa usterki:		Ubytek na ścianie	
	Grupa robót:	Roboty tynkarskie	
	Istotność:	Mało istotne	
	Koszt naprawy:	64,51 zł brutto	
	Czas naprawy (bez przerw technicznych):	55 minut 0,92 godzin	
	Czas naprawy (z przerwami technicznymi):	49,67 godzin	
	Jednostka obmiarowa:	1 sztuka	
Lp.	Nazwa	Czas naprawy [min]	Koszt naprawy [zł / netto]
Robocizna			
1	Przygotowanie stanowiska pracy, zabezpieczenie innych elementów konstrukcyjnych przed zabrudzeniem	15	6,48 zł
2	Rozrobienie masy do spoinowania w wiadrze za pomocą kielni	10	4,32 zł
3	Nałożenie masy do spoinowania przy pomocy szpachelki na ubytek	5	2,16 zł
4	Przerwa techniczna – wstępne schnięcie masy	45	0,00 zł
5	Usunięcie nadmiaru zaprawy za pomocą szpachelki	10	4,32 zł
6	Finalne uzupełnienie ubytku	5	2,16 zł
7	Przerwa techniczna – całkowite wyschnięcie masy	2 dni	0,00 zł
8	Przeszlifowanie powierzchni papierem ściernym	10	4,32 zł
Materiał			
1	Masa do spoinowania Knauf Uniflot	-	2,77 zł
2	Papier ścierny	-	1,19 zł
3	Folia malarska	-	4,98 zł
4	Taśma tynkarska	-	9,60 zł
Narzędzia			
1	Wiadro budowlane	-	0,00 zł *
2	Szpachelka nierdzewna 120mm	-	0,00 zł *
3	Kielnia szukatorska 60mm	-	0,00 zł <sup>34</sup>

```

1 //Nazwa rodziny 'zależnej' od ściany
2 str1 = Elements.Element.Name(all);
3
4 //Szukanie rodzin rys, które są stworzone na ścianach
5 bool1 = str1 == "0 - 0,09 mm, głęboka";
6 bool2 = str1 == "0,1 - 0,19 mm, głęboka";
7 bool3 = str1 == "0,2 - 0,29 mm, głęboka";
8 bool4 = str1 == "0 - 0,09 mm, płytki";
9 bool5 = str1 == "0,1 - 0,19 mm, płytki";
10 bool6 = str1 == "0,2 - 0,29 mm, płytki";
11
12 //Filtrowanie elementów - odfiltrowanie ścian bez rys
13 r1 = List.FilterByBoolMask(all, bool1);
14 r2 = List.FilterByBoolMask(all, bool2);
15 r3 = List.FilterByBoolMask(all, bool3);
16 r4 = List.FilterByBoolMask(all, bool4);
17 r5 = List.FilterByBoolMask(all, bool5);
18 r6 = List.FilterByBoolMask(all, bool6);
19
20
21 //Rysy (pogrupowane wg ścian)
22 R1 = DesignScript.Dictionary.ValueAtKey(r1, "in");
23 R2 = DesignScript.Dictionary.ValueAtKey(r2, "in");
24 R3 = DesignScript.Dictionary.ValueAtKey(r3, "in");
25 R4 = DesignScript.Dictionary.ValueAtKey(r4, "in");
26 R5 = DesignScript.Dictionary.ValueAtKey(r5, "in");
27 R6 = DesignScript.Dictionary.ValueAtKey(r6, "in");
28
29 //Wartości rys - długości
30 dl1 = Elements.Element.GetParameterValueByName(R1, "Długość");
31 dl2 = Elements.Element.GetParameterValueByName(R2, "Długość");
32 dl3 = Elements.Element.GetParameterValueByName(R3, "Długość");
33 dl4 = Elements.Element.GetParameterValueByName(R4, "Długość");
34 dl5 = Elements.Element.GetParameterValueByName(R5, "Długość");
35 dl6 = Elements.Element.GetParameterValueByName(R6, "Długość");
36
37 //Sumowanie rys per ściana
38 sum1 = Math.Sum(dl1);
39 sum2 = Math.Sum(dl2);
40 sum3 = Math.Sum(dl3);
41 sum4 = Math.Sum(dl4);
42 sum5 = Math.Sum(dl5);
43 sum6 = Math.Sum(dl6);
44
45 //Zaokrąglenie wartości do 3 miejsc po '.'
46 round1=Math.Round(sum1,3);
47 round2=Math.Round(sum2,3);
48 round3=Math.Round(sum3,3);
49 round4=Math.Round(sum4,3);
50 round5=Math.Round(sum5,3);
51 round6=Math.Round(sum6,3);

```

## Oznaczanie ścian zarysowanych (Parametr 'S1\_Ściana zarysowana = true)



## Nadpisywanie wartości dla parametrów zarysowania

### Code Block

```

1 values;
2 //Wartości zgrupowane wg typu
3 values2 = List.Transpose(values);
4
5 set1 = Elements.Element.SetParameterByName(sciana, "A-4_Suma długości, RYSY - szer.
6 set2 = Elements.Element.SetParameterByName(sciana, "A-5_Suma długości, RYSY - szer.
7 set3 = Elements.Element.SetParameterByName(sciana, "A-6_Suma długości, RYSY - szer.
8 set4 = Elements.Element.SetParameterByName(sciana, "A-1_Suma długości, RYSY - szer.
9 set5 = Elements.Element.SetParameterByName(sciana, "A-2_Suma długości, RYSY - szer.

```

Właściwości

Plik Architektura Konstrukcja Stal Prefabrykacja Systemy Wstaw Opis Analiza Modelowanie bryłowe i teren Współpraca Widok Zarządzaj Dodatki Zmień

Zmień Ściana Drzwi Okno Komponent Słup Dach Sufit Strop System elementów ścian osłonowych ściany osłonowej Podział Szpros Poręcz Rampa Schody Tekst modelu Linia modelu Grupa modelu

Pomieszczenie Powierzchnia Linia separacji pomieszczenia Obwiednia powierzchni Oznacz pomieszczenie Oznacz powierzchnię Według powierzchni Szyb Ściana Pionowo Facjatka

Pozioom Siatka Ustaw Pokaż Płaszczyzna odniesienia Podgląd Płaszczyzna robocza

Wybierz Zbuduj Komunikacja Model Pomieszczenie i powierzchnia Otwór Odniesienia

Właściwości

Widok 3D

Widok 3D: (3D) Edytuj typ

Grafika

Skala widoku	1 : 100
Wartość skali 1:	100
Poziom szczegółowości	Wysoki
Widoczność części	Pokaż oba
Nadpisanie widoczności/grafiki	Edytuj...
Opcje wyświetlania grafiki	Edytuj...
Dziedzina	Koordinacja
Pokaż ukryte linie	Według dziedziny
Domyslny styl wyświetlania analizy	Brak
Trajektoria słońca	<input type="checkbox"/>

Zakres

Przytnij widok	<input type="checkbox"/>
Widoczny zakres przycięcia	<input type="checkbox"/>
Przytnij opisy	<input type="checkbox"/>
Dalekie przycięcie aktywne	<input type="checkbox"/>
Odsunięcie dalekiego przycięcia	304,8000
Zakres modelu	Brak
Zakres przekroju	<input checked="" type="checkbox"/>

Kamera

Ustawienia renderowania Edytuj...

Zablokowana orientacja	<input type="checkbox"/>
Tryb rzutowania	Ortogonalny
Pozycja oka	-8,9008
Pozycja celu	-30,6863
Pozycja kamery	Dopasowywanie

Dane identyfikacyjne

Szablon widoku	<Brak>
Nazwa widoku	{3D}
Zależność	Niezależny
Tytuł arkusza	

Etapy

Filtr etapów	Pokaż wszystko
Etap	Nowa konstrukcja

[Pomoc dotycząca właściwości](#) Zastosuj



Przeglądarka projektu - Wielo...

Widoki (bimedupl)

- Rzuty konstrukcyjne
  - Poziom 6 Attyka
  - Poziom 6
  - Poziom 5
  - Poziom 4
  - Poziom 3
  - Poziom 2
  - Poziom 1
  - Poziom 0
  - Poziom -1
  - Poziom -2
- Rzuty
  - Poziom 6
  - Poziom 5
  - Poziom 4
  - Poziom 3
  - Poziom 2
  - Poziom 1
  - Teren
  - Poziom 0
  - Poziom -1
- Rzuty sufitu (Rzut odwrócony)
- Widoki 3D
  - {3D} Kopia 1
  - {3D}
  - Zewn1
  - Wnetrz2
  - Wnetrz1
  - Wjazd rampa
  - Widok od mostu
  - Widok narożnik 2
  - Widok narożnik 1
  - Widok dziedzińca
  - Widok 3D 2
  - Widok 3D 1
  - Klatka schodowa
  - Garaz
  - Analiza zacielenia
  - 3D piętrowe
  - 3D Kominy
- Elewacje (Elewacja budynku)
  - Elewacja W
  - Elewacja S

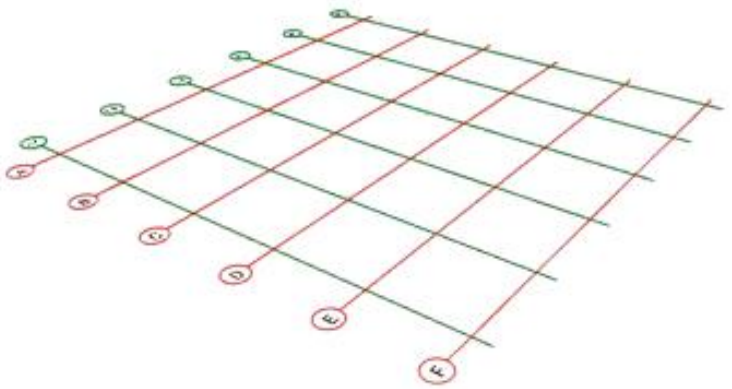
I na koniec trochę o projektowaniu z wykorzystaniem AI i BIM:  
**TEXT TO BIM - HYPAR**



# Budynek KZ Demo

Workflow Snapshots Import **+ Add Function**

- Missing Envelope
- Simple Levels By Envelope
- Roof
- Core
- Floors By Levels
- Grid
- Bays
- Structure
- Facade Grid by Levels
- Curtain Wall Facade By Grid



## Properties

### View Settings

- Zoom to fit
- Measure
- Perspective
- 3D
- Hide Grid
- Background
- Environment
- Set Crop Box
- Reset View
- Save View

### Visibility

### Actions

Dziękuję za uwagę

Kontakt:  
[krzysztof.zima@pk.edu.pl](mailto:krzysztof.zima@pk.edu.pl)