



RAPORT Z ĆWICZENIA LABORATORYJNEGO
Modele i Systemy Sterowania w Robotyce

Rok akademicki 24/25 Semestr I

Nr ćwiczenia 1

Skład sekcji:

Bartłomiej Murmyłowski

Jakub Kawalec

1. Cel ćwiczenia laboratoryjnego

Celem ćwiczenia laboratoryjnego było zapoznanie się i zaimplementowanie w środowisku Matlab algorytmów planowania ruchu RRT i PRM.

2. Sprzęt

Projekt został przeprowadzony na komputerze o następujących specyfikacjach:

Procesor: Intel Core i9 9980XE @ 3.00GHz

Pamięć RAM: 64 GB 3600 MHz

Płyta główna: ASRock X299 Taichi (CPUSocket)

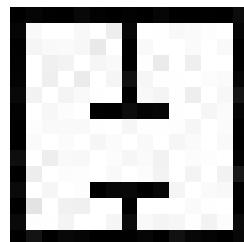
Karta graficzna: 4095MB NVIDIA GeForce RTX 2080 SUPER

System operacyjny: Windows 10 Pro 64-bit

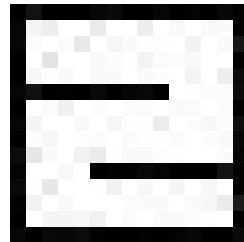
Do zarządzania procesami w tle wykorzystano oprogramowanie Process Lasso.

3. Mapa

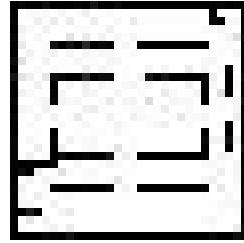
Do zbadania wyżej wymienionych algorytmów stworzono trzy mapy binarne:



Rys 4.1 – pierwsza mapa



Rys 4.2 – druga mapa



Rys 4.3 – trzecia mapa

Utworzono skrypt w matlabie, który do wyżej wymienionych map dodawał spараметryzowaną ilość losowo postawionych kwadratowych przeszkód.

4. Otrzymane wyniki

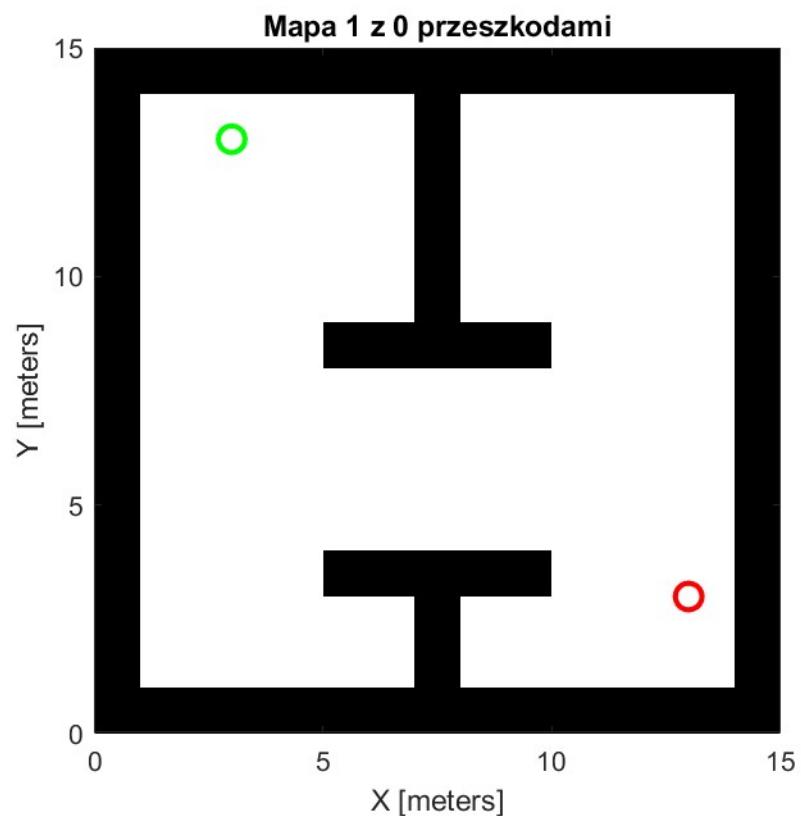
Na samym początku przeprowadzono test algorytmem RTT, dla MaxConnectionDistance = [0.5,1], następnie odczytano liczbę wykorzystanych węzłów i taką ilość użyto następnie w algorytmie PRM.

a) Pierwsza mapa

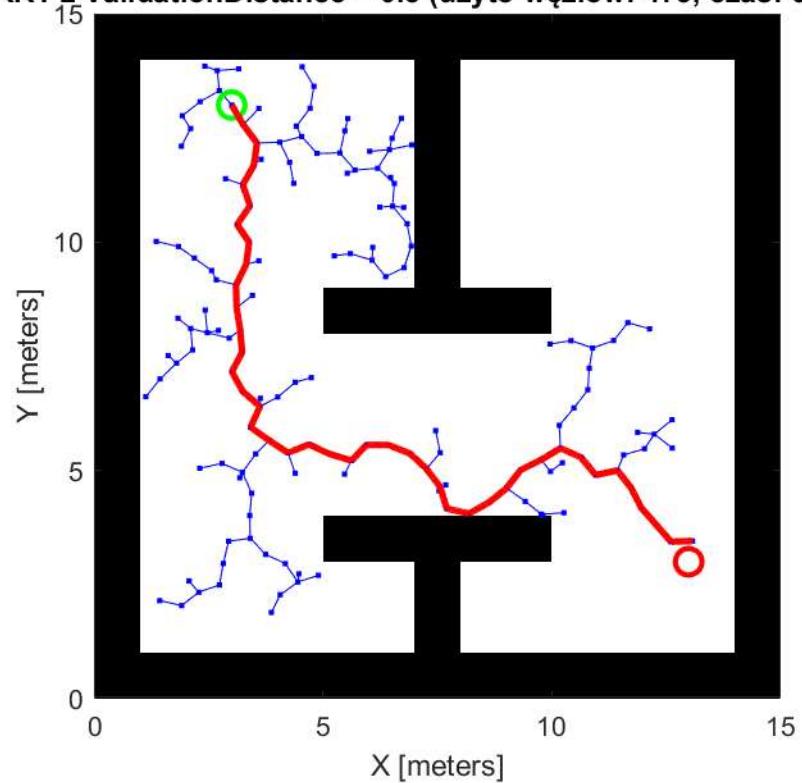
Tab 4.1 – Dane badania na pierwszej mapie

Punkt Startowy	Cel	Wielkość przeszkody	Liczba przeszkód	Max Connection Distance
3,13	13,3	5x5	[0,5,10]	[0.5, 1]

Przeszkody: 0

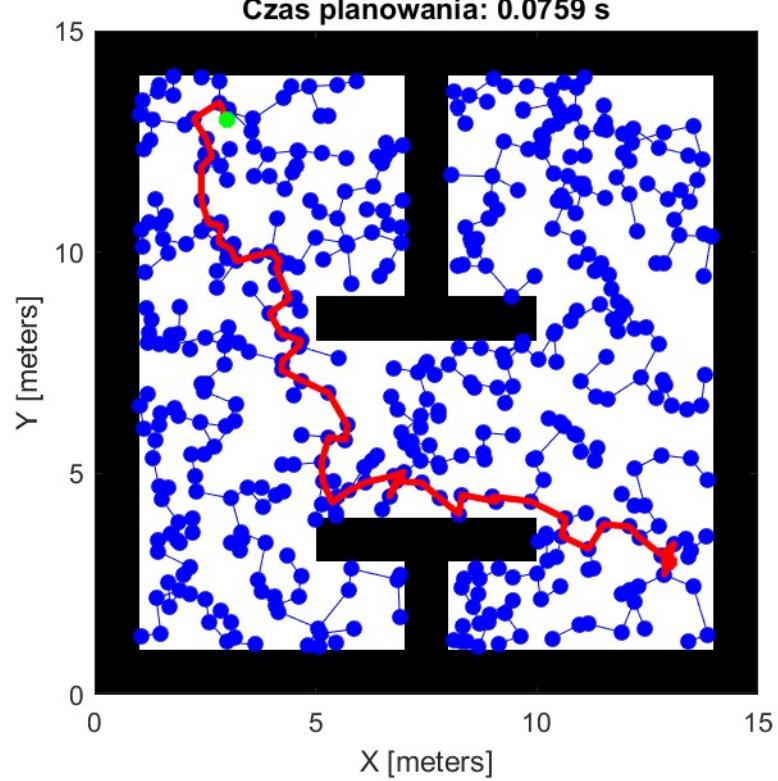


RRT z ValidationDistance = 0.5 (użyto węzłów: 473, czas: 0.18 s)

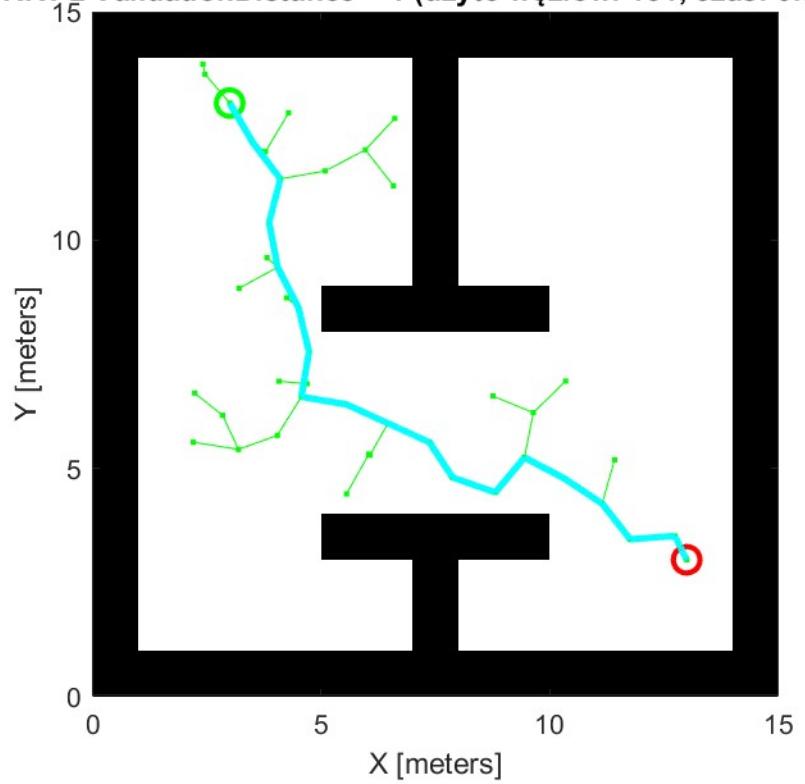


PRM z MaxNumNodes = 473

Czas planowania: 0.0759 s

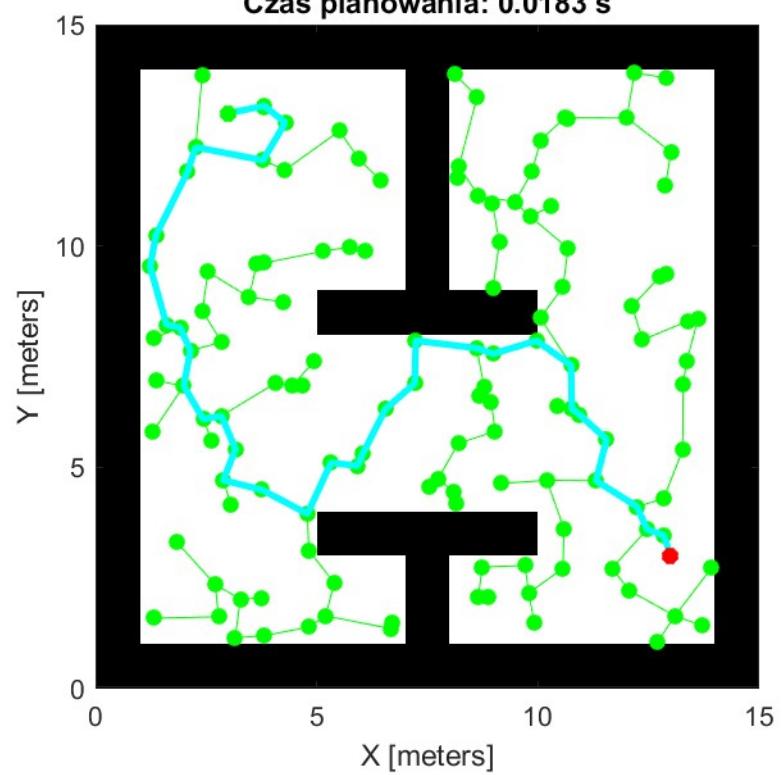


RRT z ValidationDistance = 1 (użyto węzłów: 131, czas: 0.05 s)

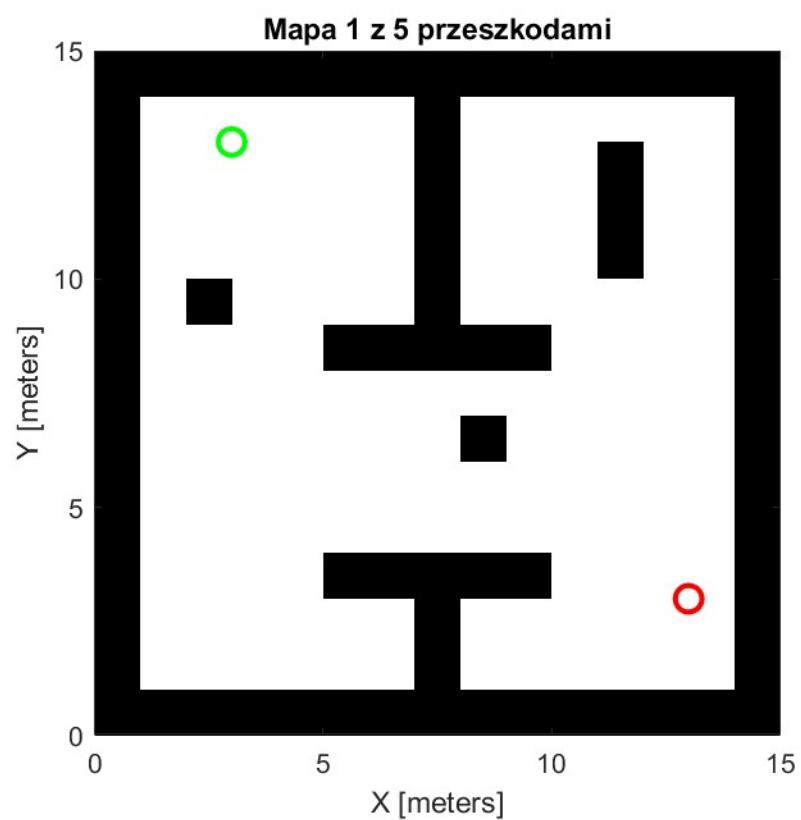


PRM z MaxNumNodes = 131

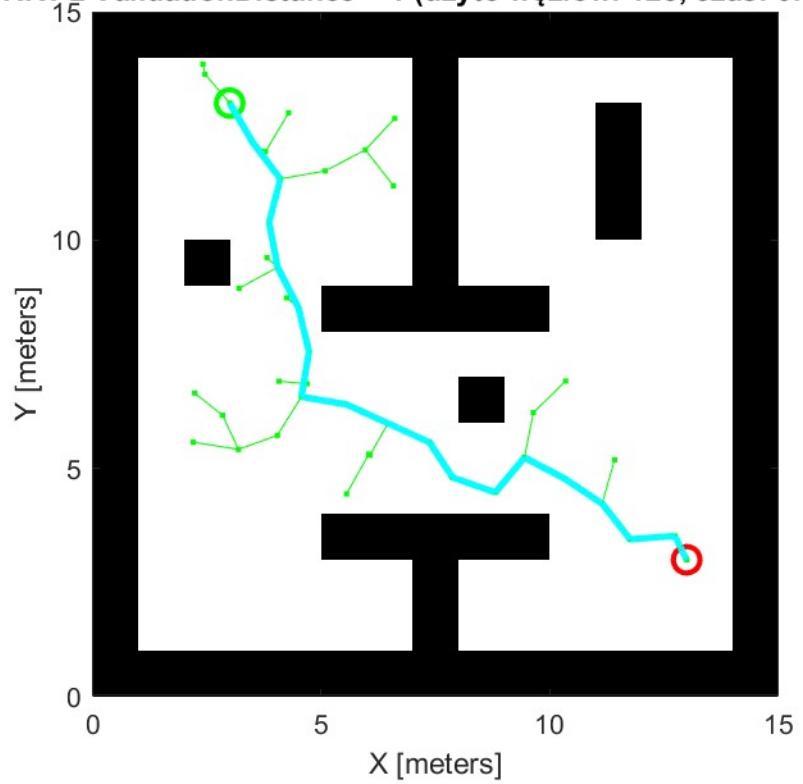
Czas planowania: 0.0183 s



Przeszkody: 5

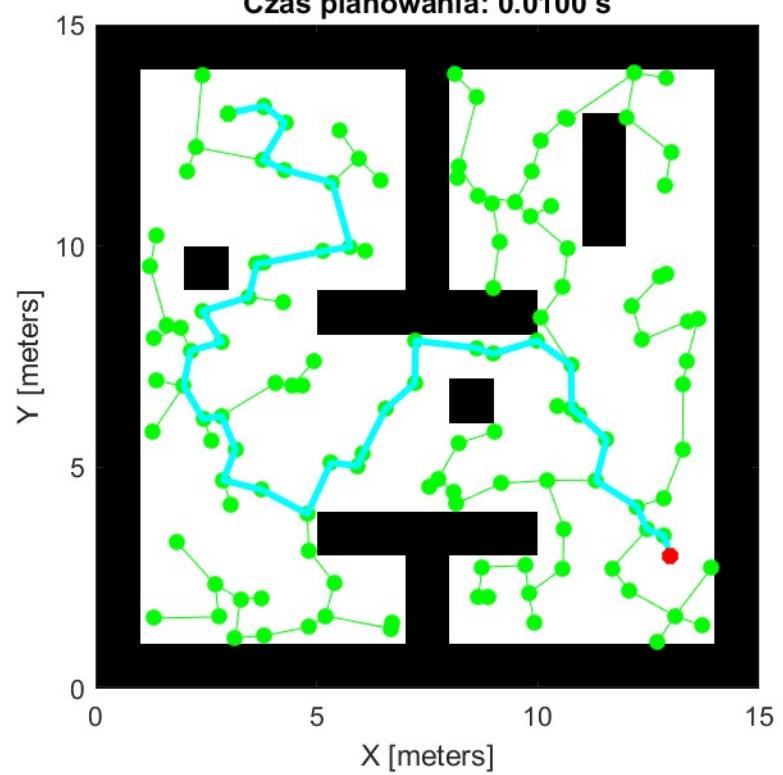


RRT z ValidationDistance = 1 (użyto węzłów: 128, czas: 0.01 s)

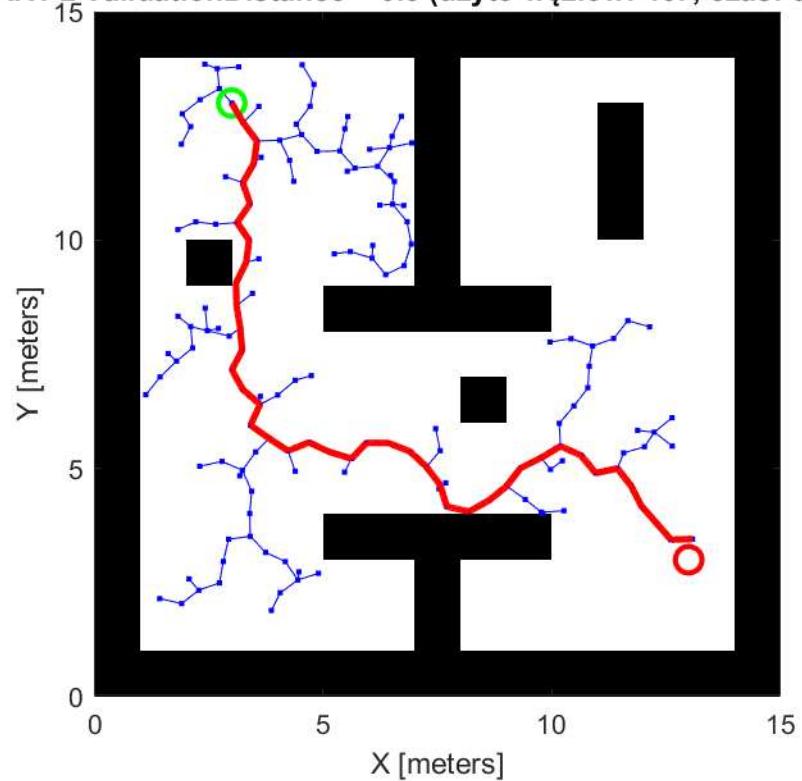


PRM z MaxNumNodes = 128

Czas planowania: 0.0100 s

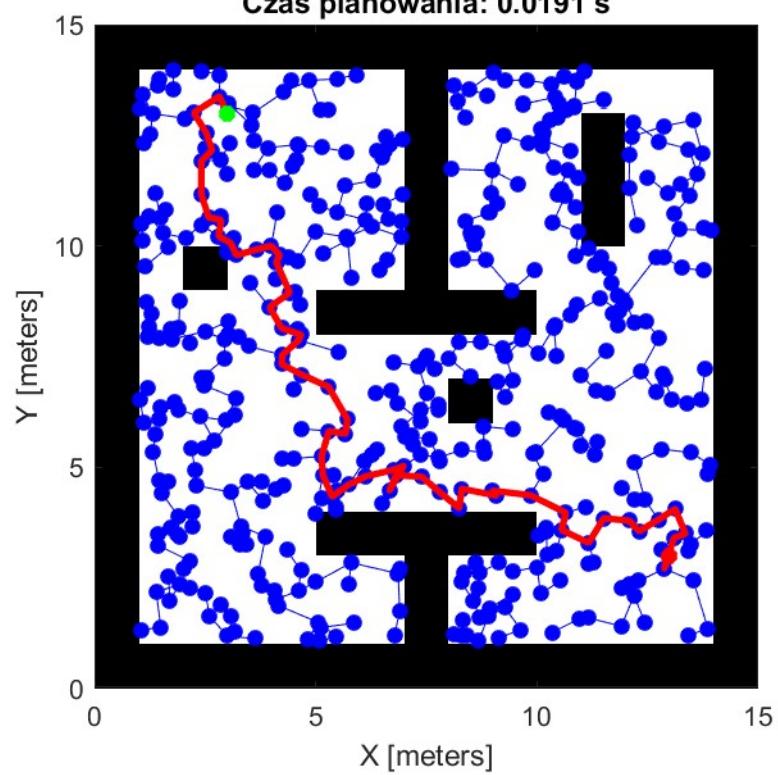


RRT z ValidationDistance = 0.5 (użyto węzłów: 467, czas: 0.05 s)

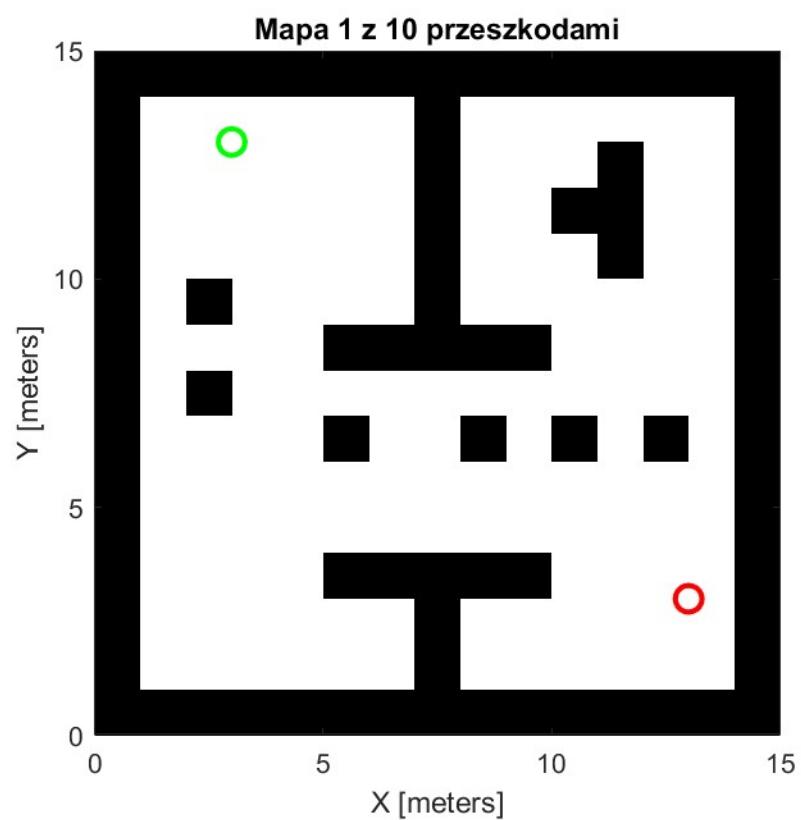


PRM z MaxNumNodes = 467

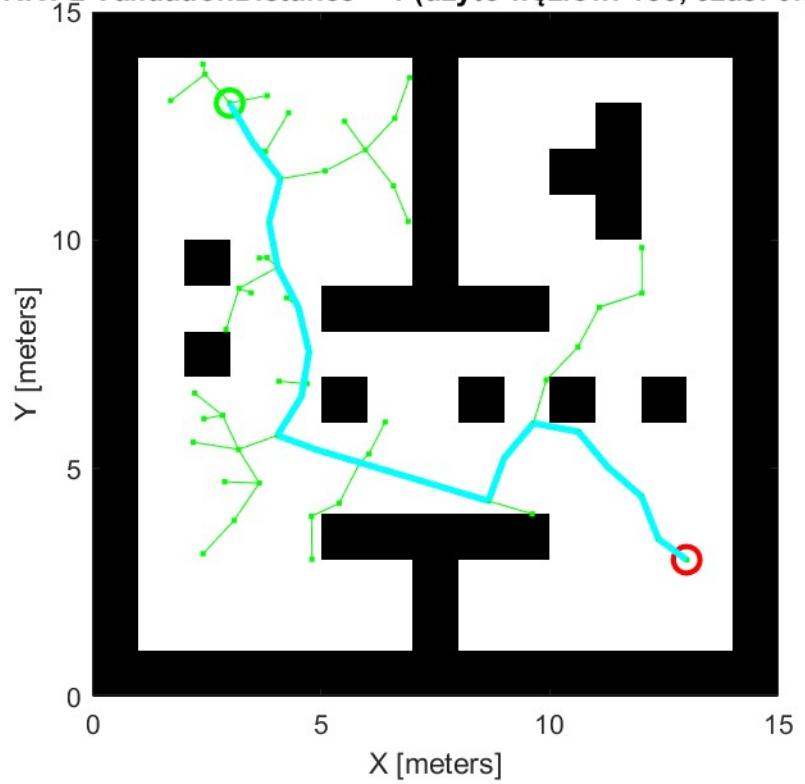
Czas planowania: 0.0191 s



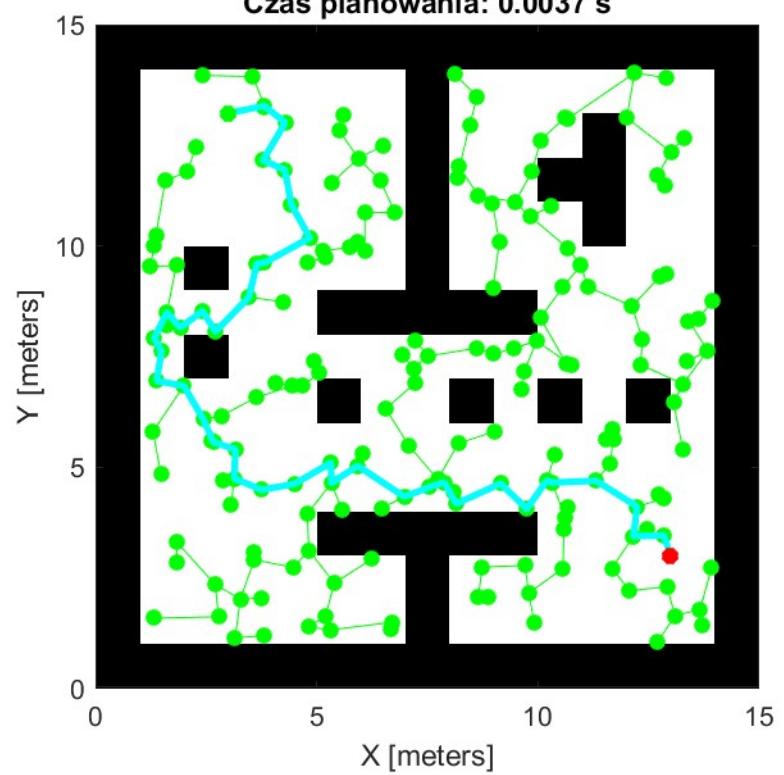
Przeszkody: 10



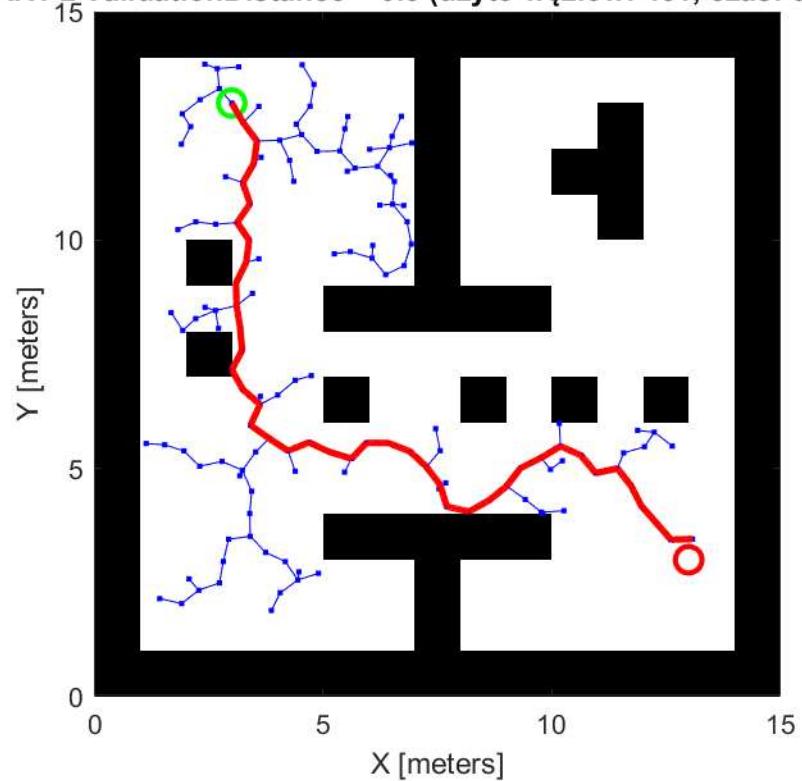
RRT z ValidationDistance = 1 (użyto węzłów: 185, czas: 0.01 s)



PRM z MaxNumNodes = 185
Czas planowania: 0.0037 s

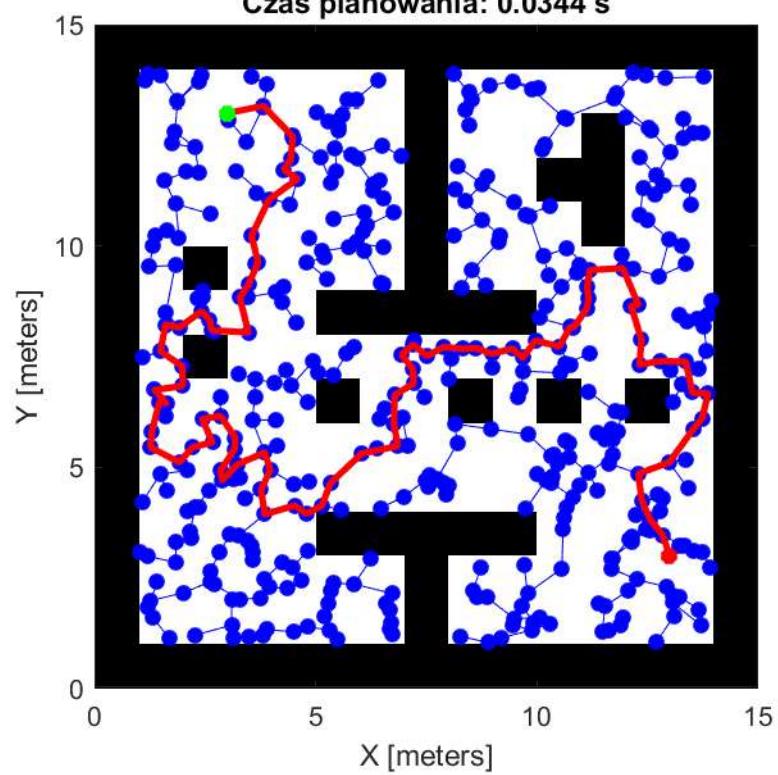


RRT z ValidationDistance = 0.5 (użyto węzłów: 431, czas: 0.06 s)



PRM z MaxNumNodes = 431

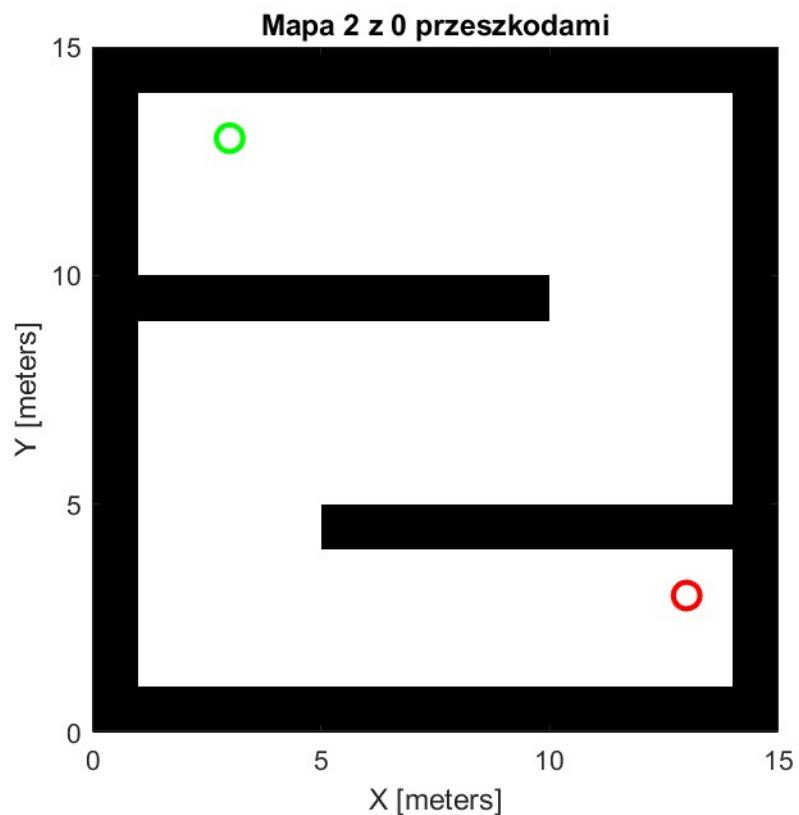
Czas planowania: 0.0344 s



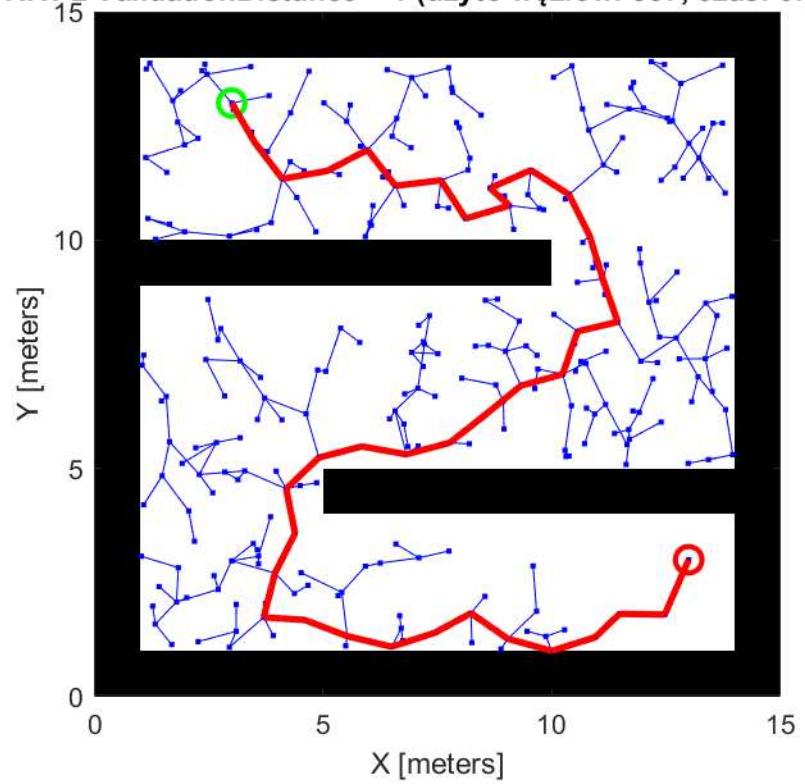
b) Druga mapa

Punkt Startowy	Cel	Wielkość przeszkody	Liczba przeszkód	Max Connection Distance
3,13	13,3	5x5	[0,5,10]	[1, 2, 3]

Przeszkody: 0

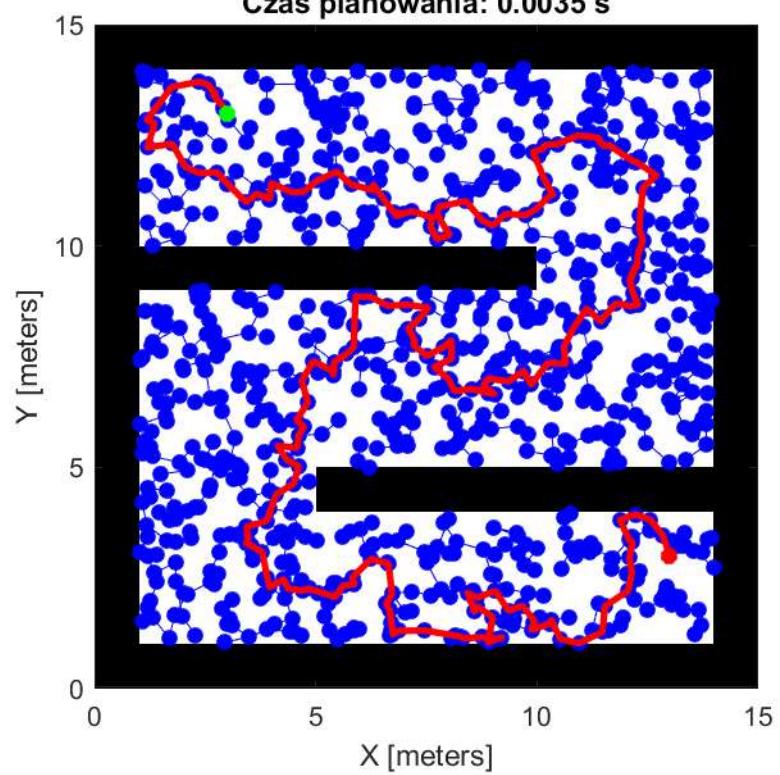


RRT z ValidationDistance = 1 (użyto węzłów: 887, czas: 0.04 s)

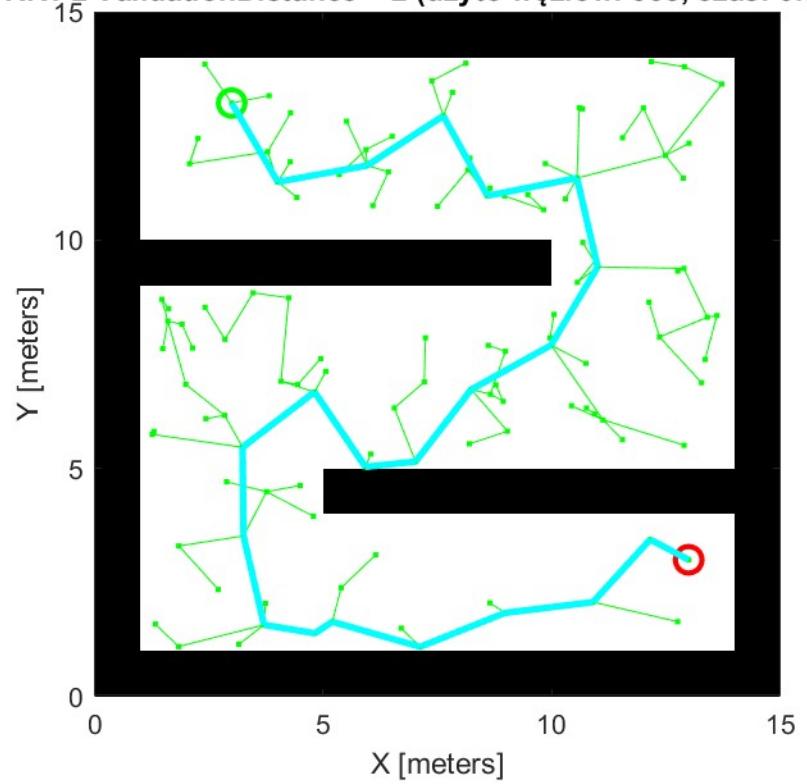


PRM z MaxNumNodes = 887

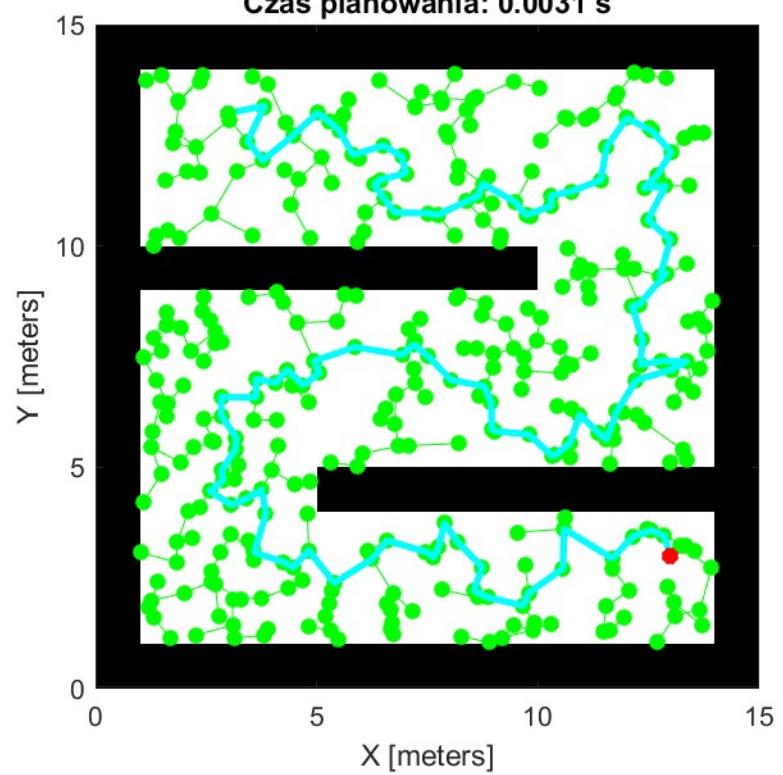
Czas planowania: 0.0035 s



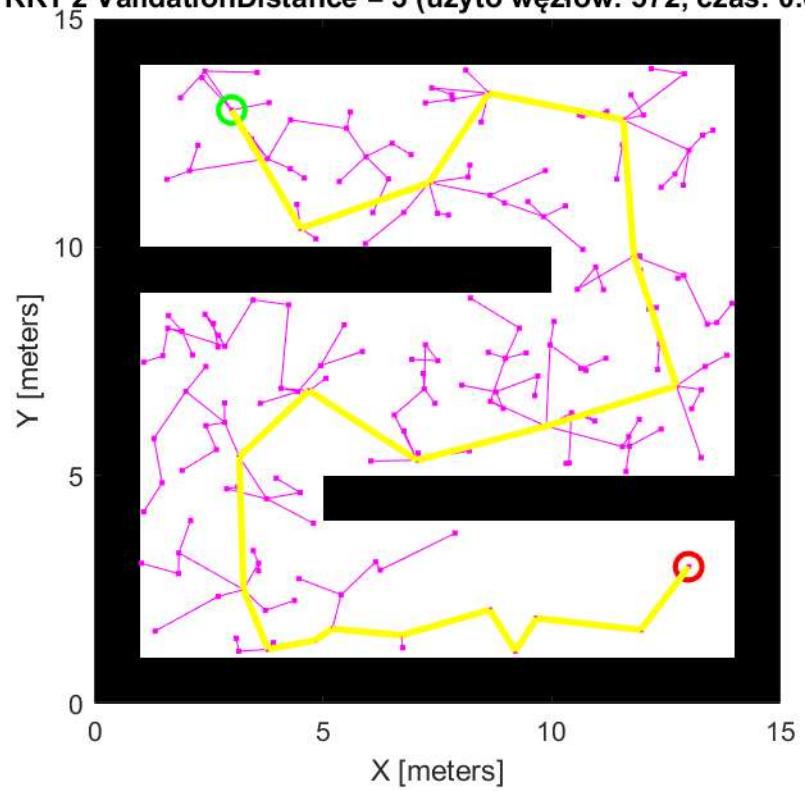
RRT z ValidationDistance = 2 (użyto węzłów: 368, czas: 0.01 s)



**PRM z MaxNumNodes = 368
Czas planowania: 0.0031 s**

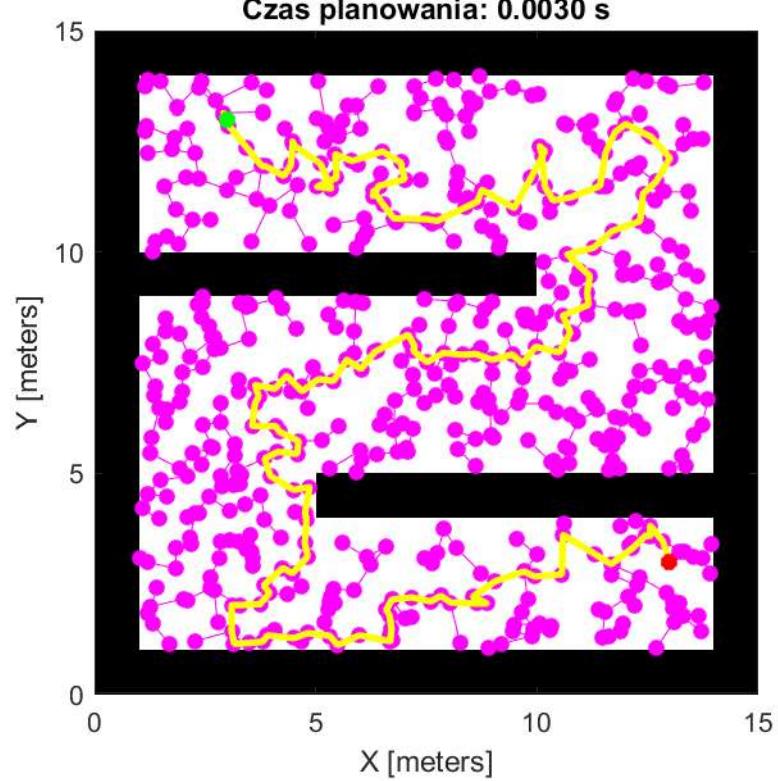


RRT z ValidationDistance = 3 (użyto węzłów: 572, czas: 0.02 s)

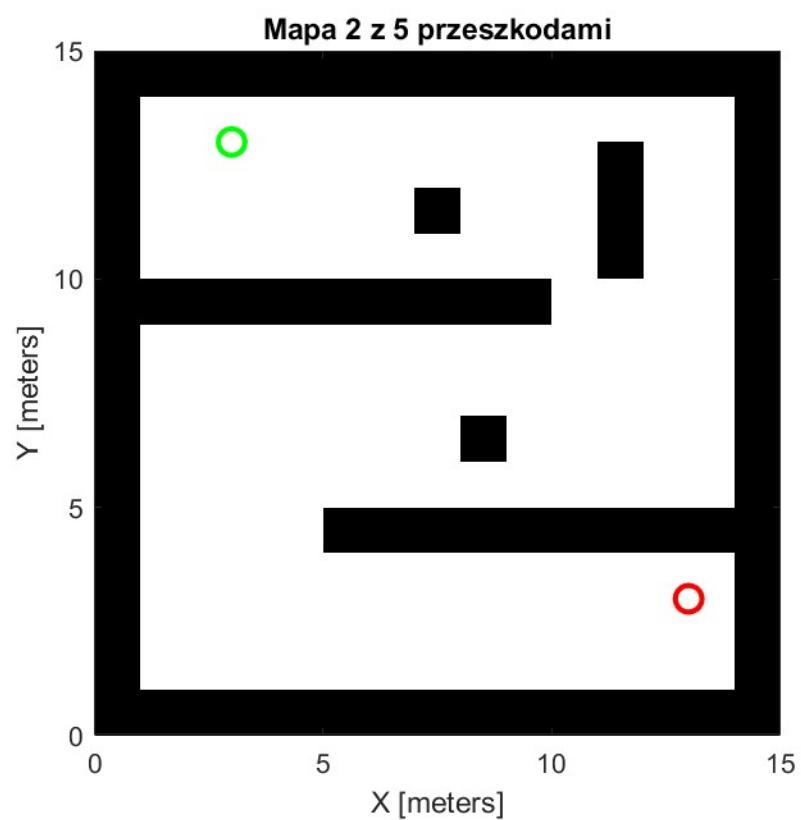


PRM z MaxNumNodes = 572

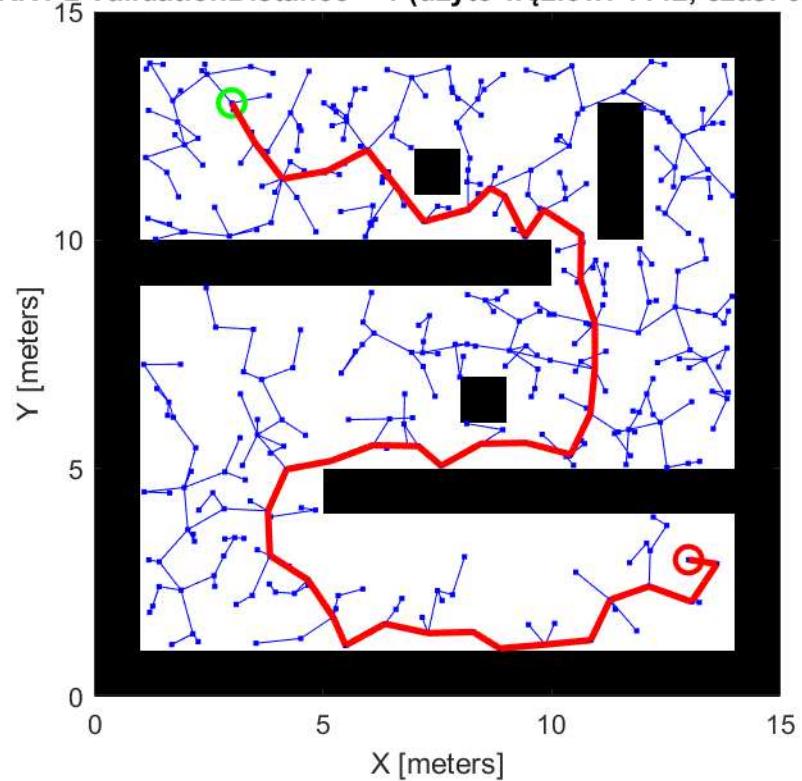
Czas planowania: 0.0030 s



Przeszkody: 5

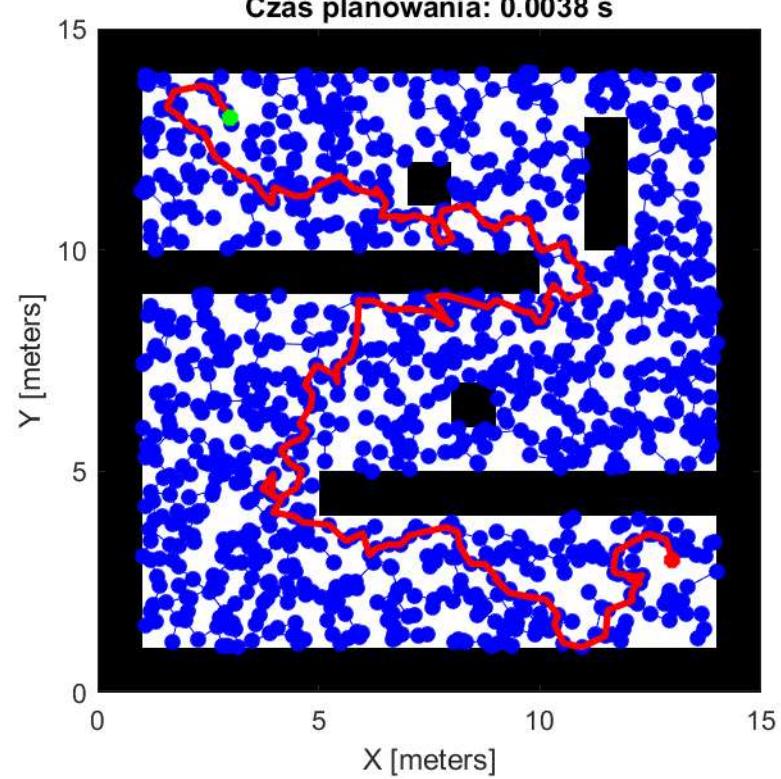


RRT z ValidationDistance = 1 (użyto węzłów: 1142, czas: 0.06 s)

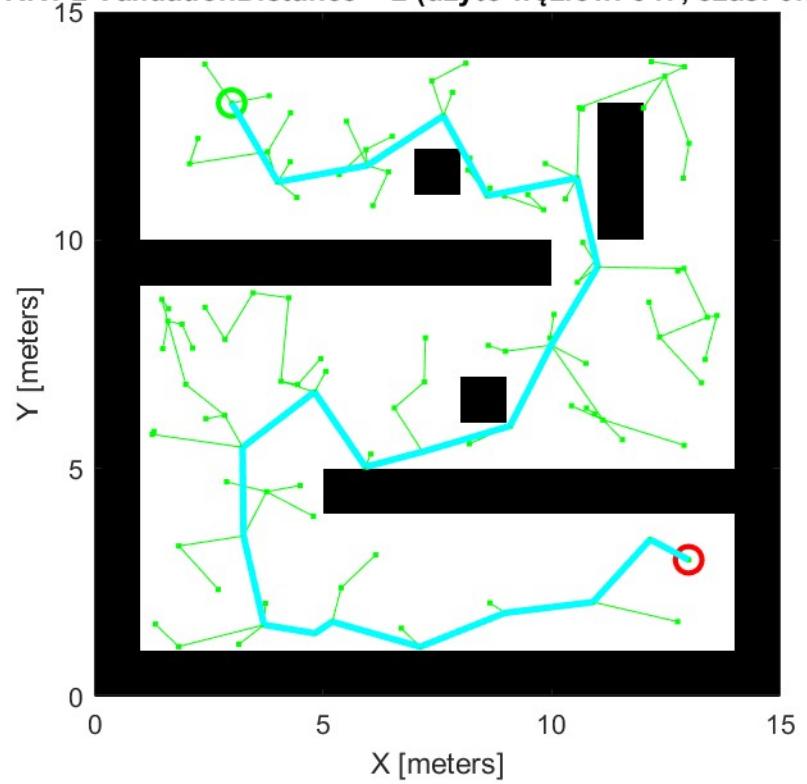


PRM z MaxNumNodes = 1142

Czas planowania: 0.0038 s

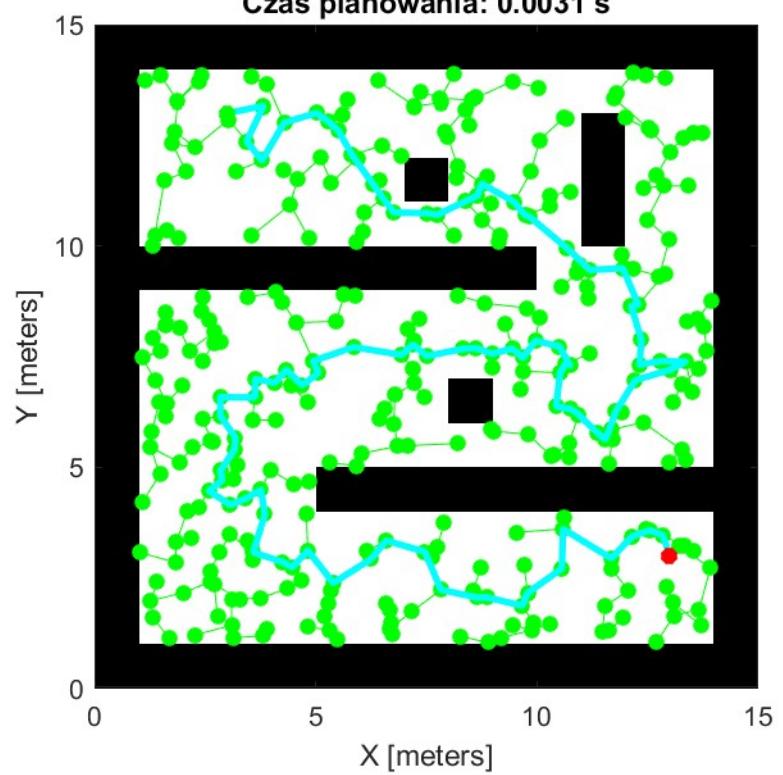


RRT z ValidationDistance = 2 (użyto węzłów: 347, czas: 0.02 s)

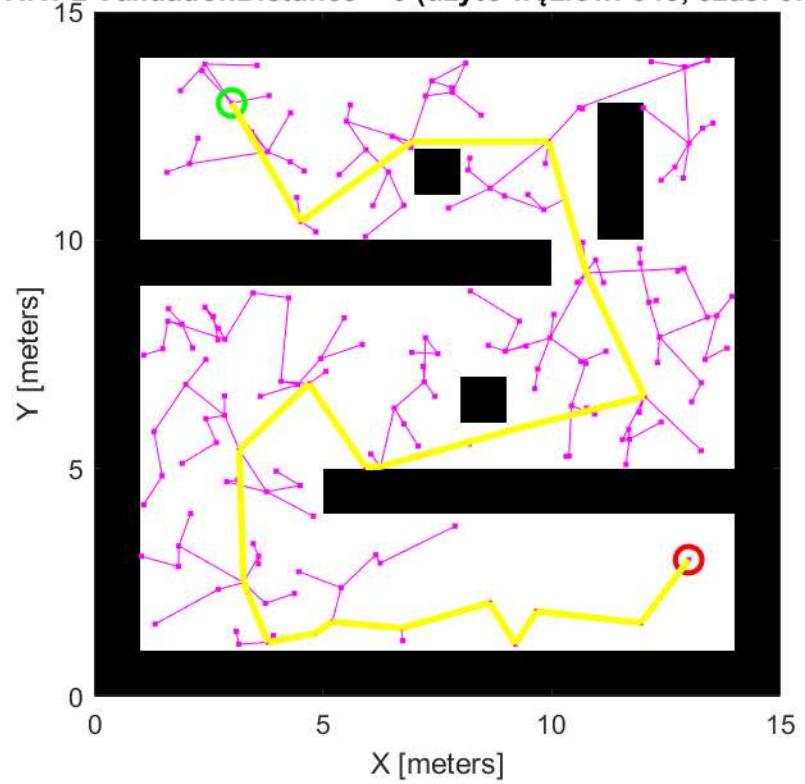


PRM z MaxNumNodes = 347

Czas planowania: 0.0031 s

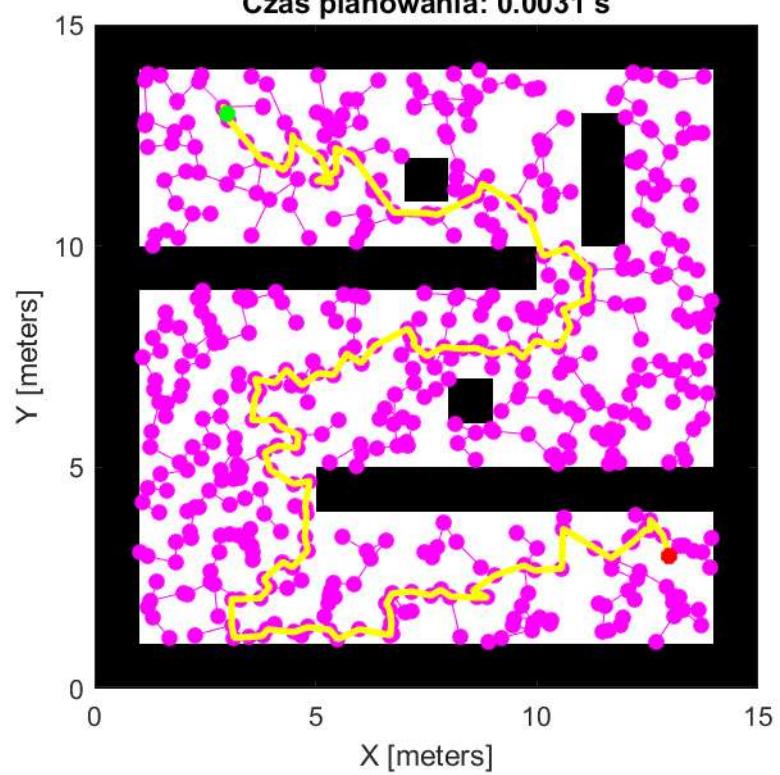


RRT z ValidationDistance = 3 (użyto węzłów: 548, czas: 0.03 s)

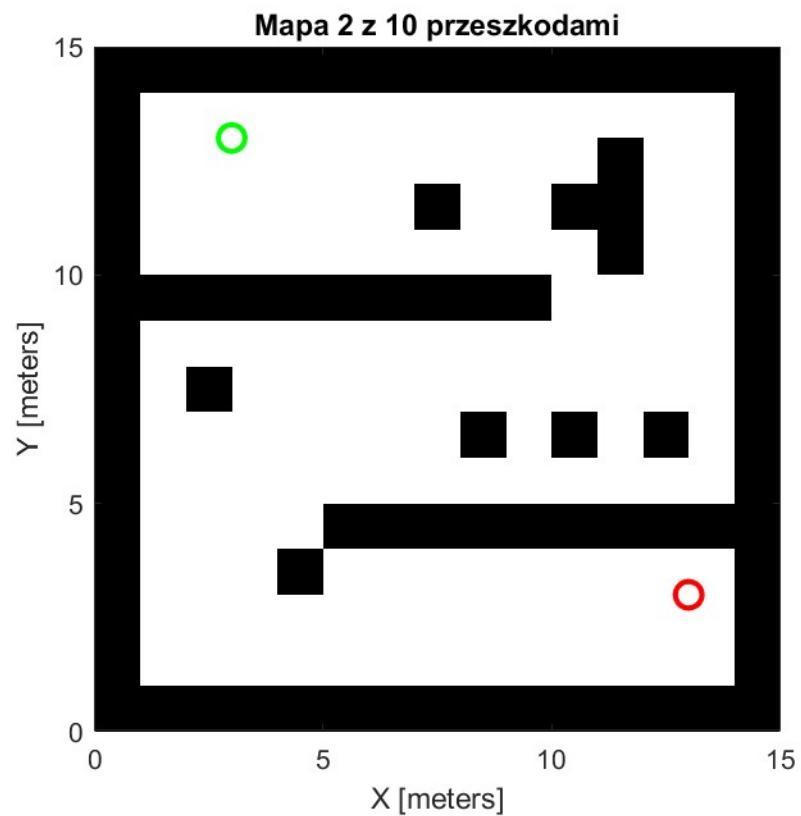


PRM z MaxNumNodes = 548

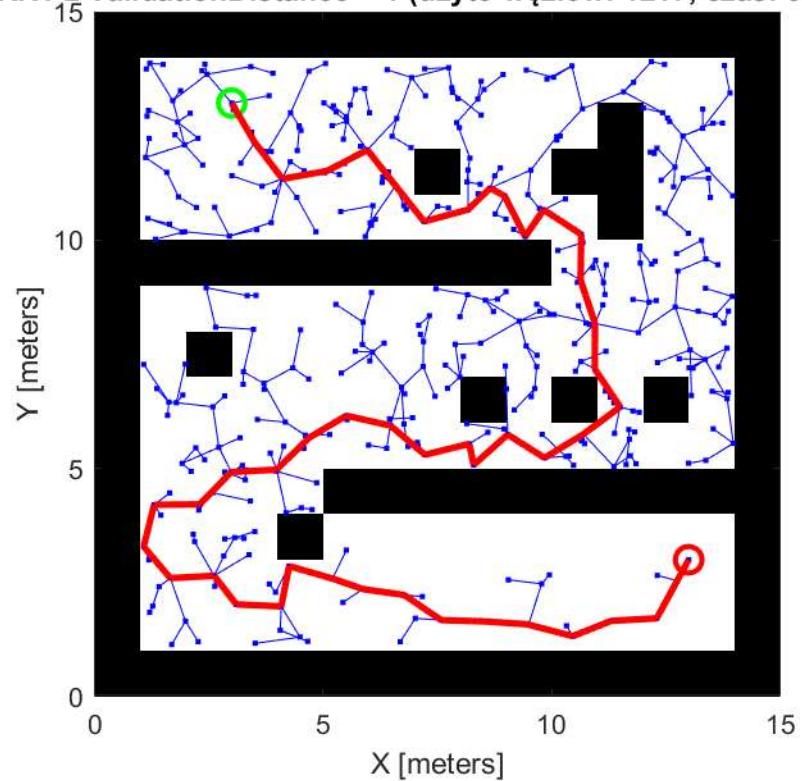
Czas planowania: 0.0031 s



Przeszkody: 10

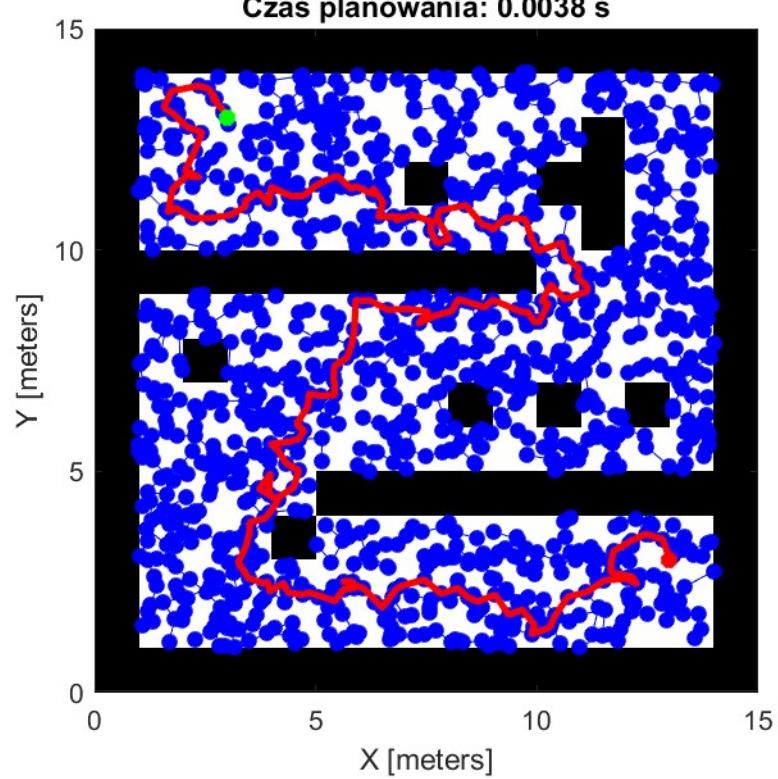


RRT z ValidationDistance = 1 (użyto węzłów: 1217, czas: 0.05 s)

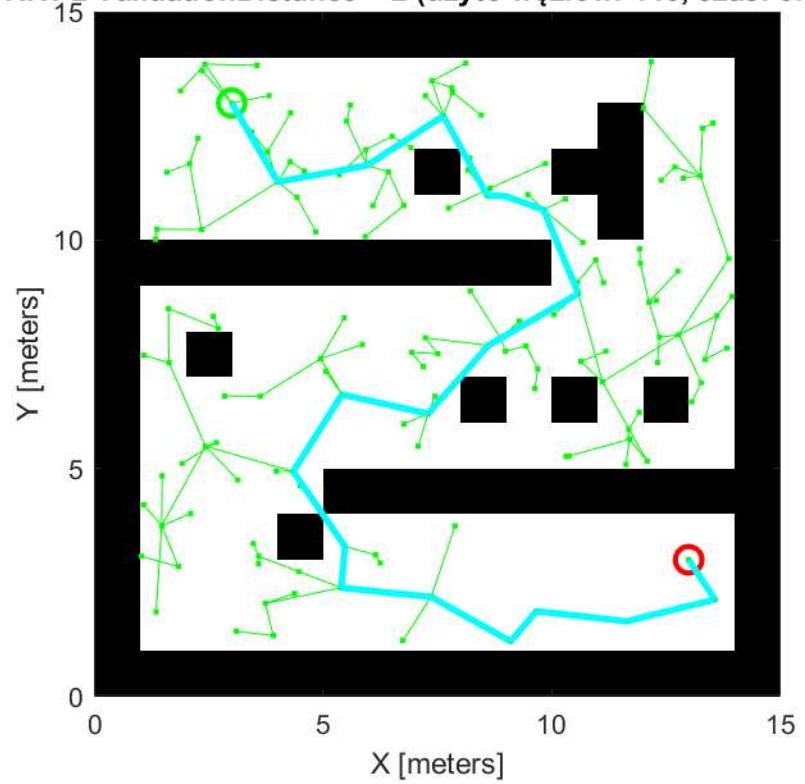


PRM z MaxNumNodes = 1217

Czas planowania: 0.0038 s

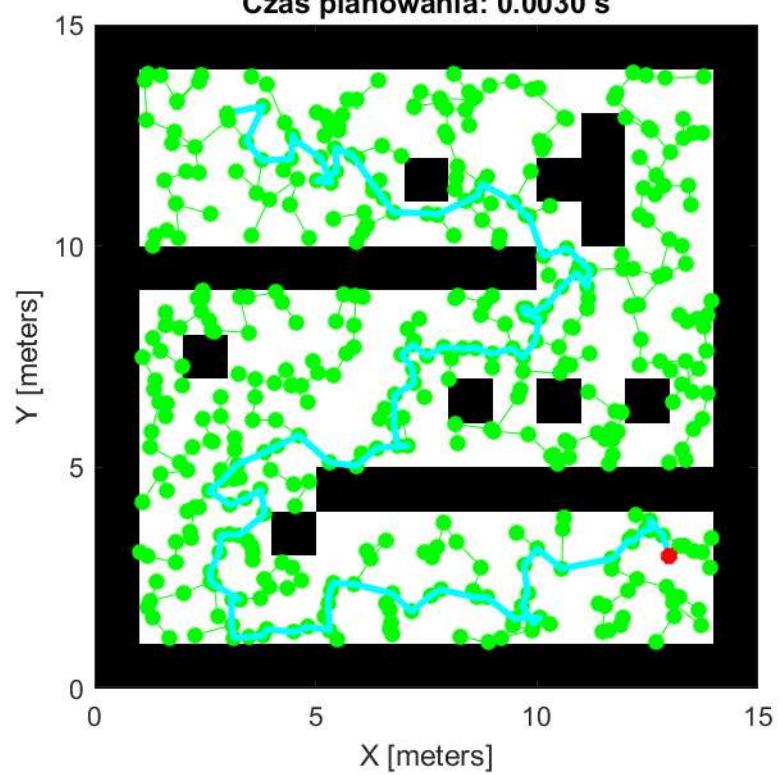


RRT z ValidationDistance = 2 (użyto węzłów: 446, czas: 0.03 s)

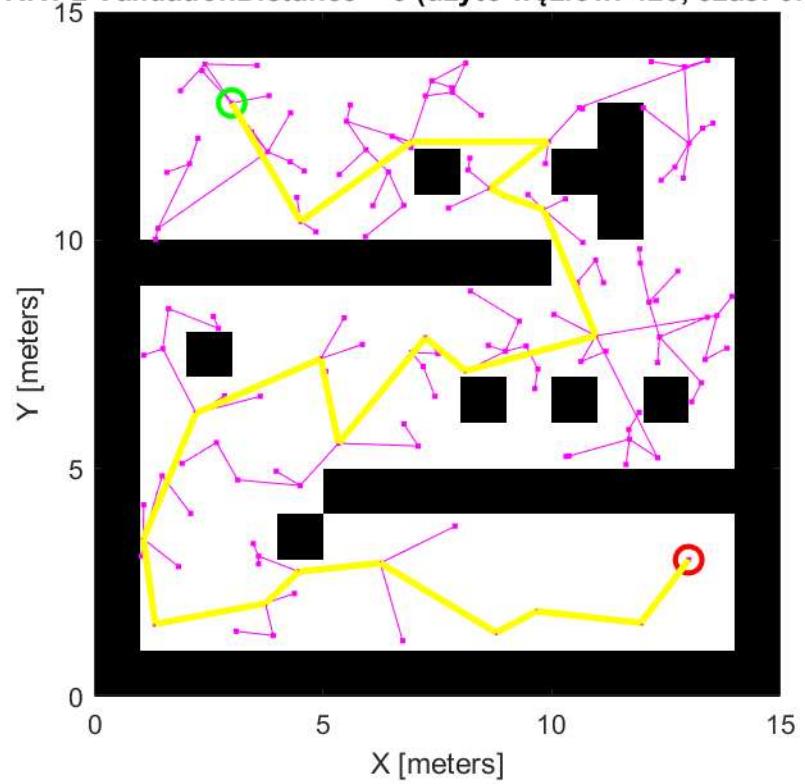


PRM z MaxNumNodes = 446

Czas planowania: 0.0030 s

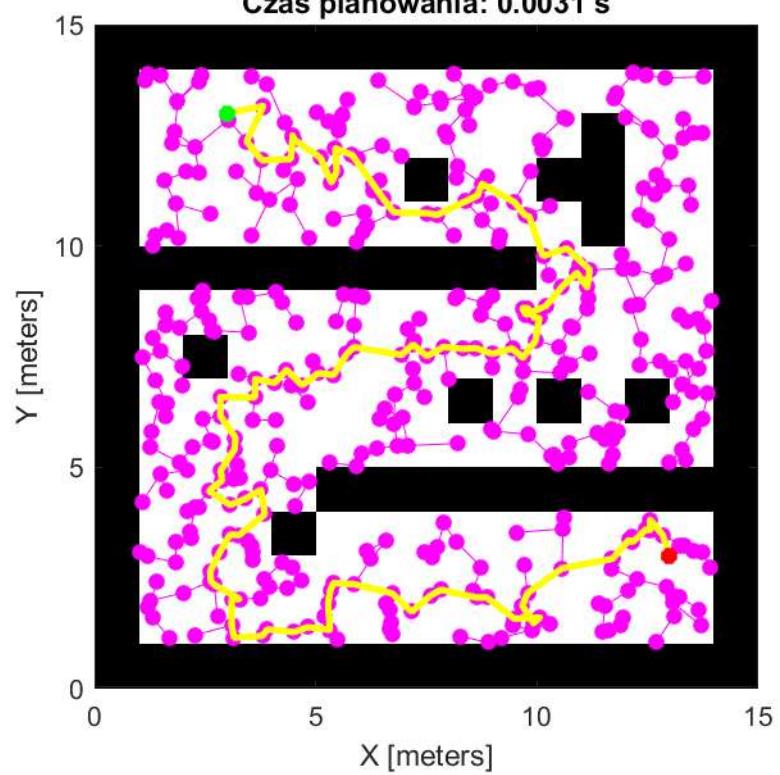


RRT z ValidationDistance = 3 (użyto węzłów: 425, czas: 0.03 s)



PRM z MaxNumNodes = 425

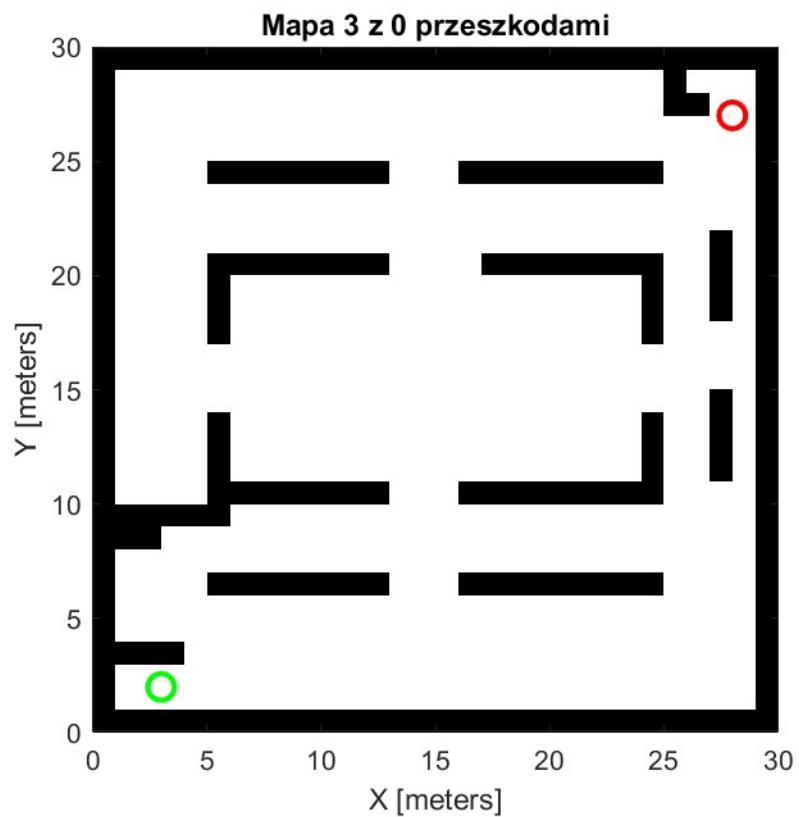
Czas planowania: 0.0031 s



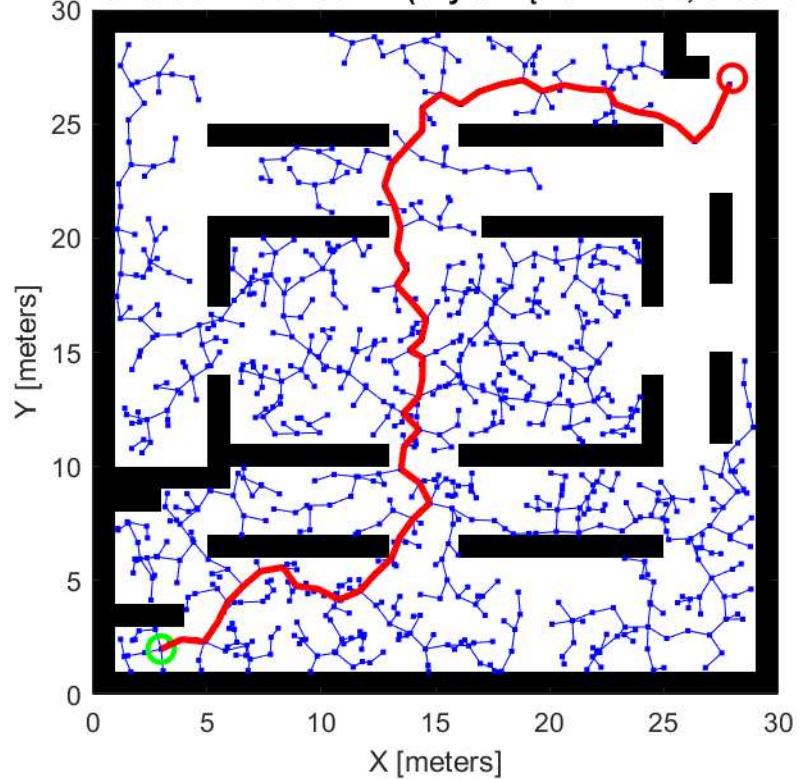
c) Trzecia mapa

Punkt Startowy	Cel	Wielkość przeszkody	Liczba przeszkód	Max Connection Distance
3, 2	28, 27	5x5	[0,5,10]	[3, 4, 5]

Przeszkody: 0

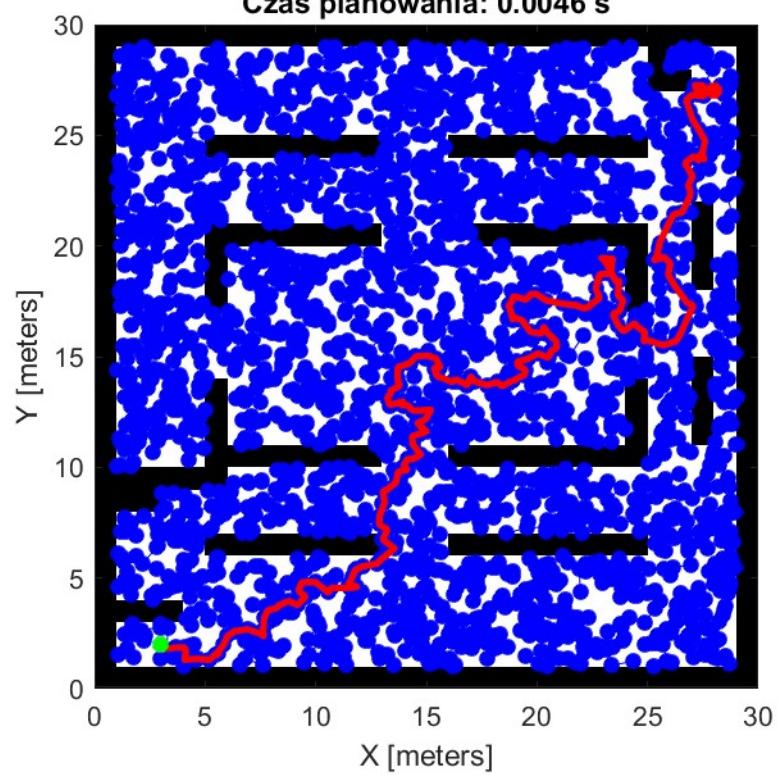


RRT z ValidationDistance = 1 (użyto węzłów: 2630, czas: 0.19 s)

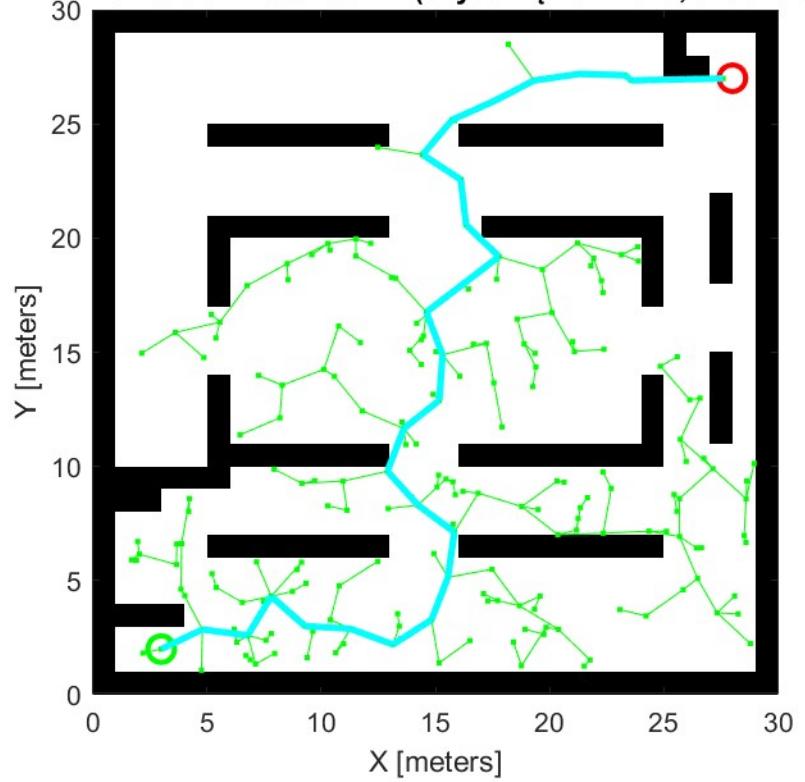


PRM z MaxNumNodes = 2630

Czas planowania: 0.0046 s

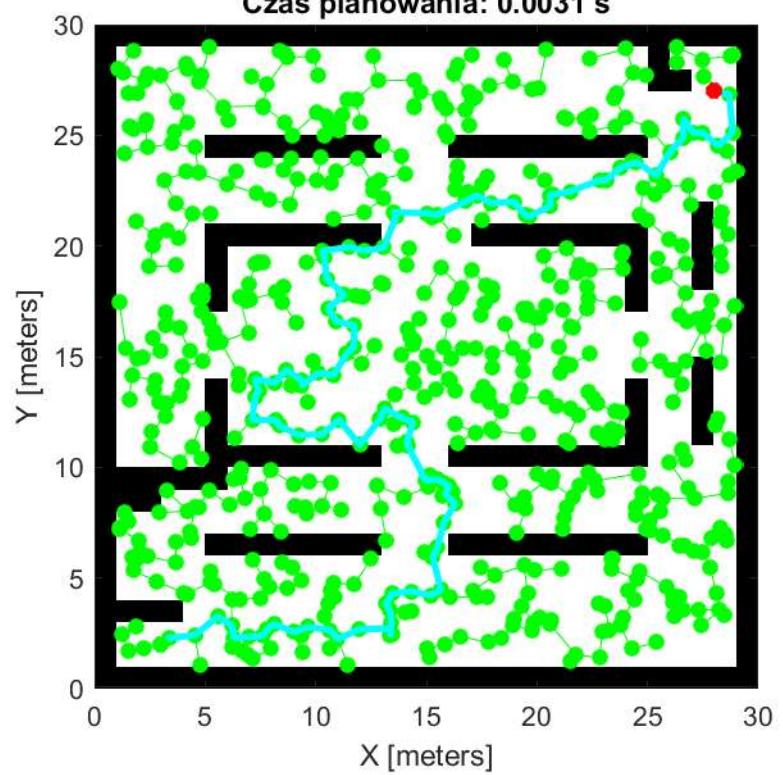


RRT z ValidationDistance = 2 (użyto węzłów: 629, czas: 0.03 s)

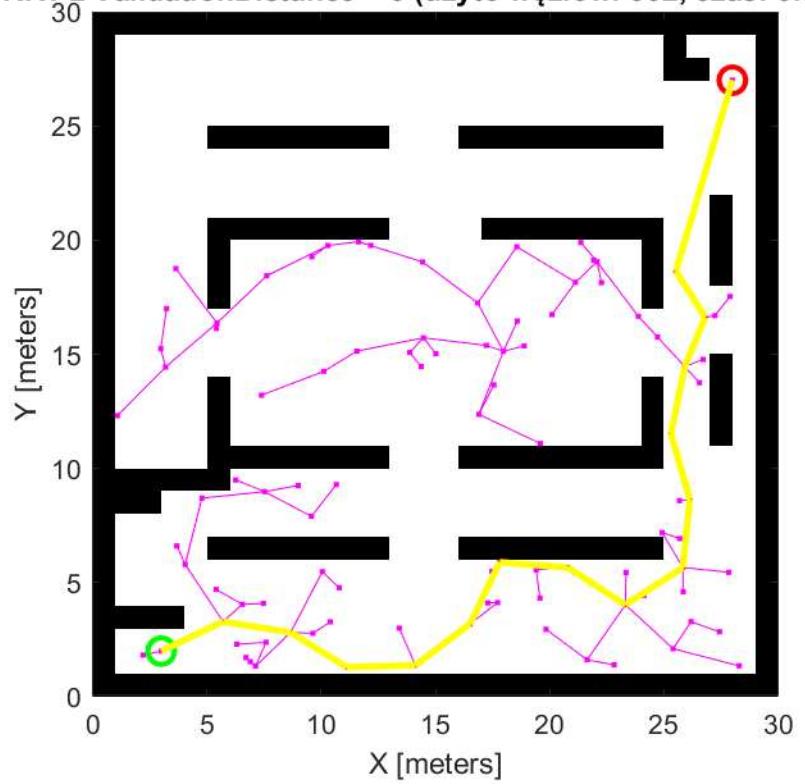


PRM z MaxNumNodes = 629

Czas planowania: 0.0031 s

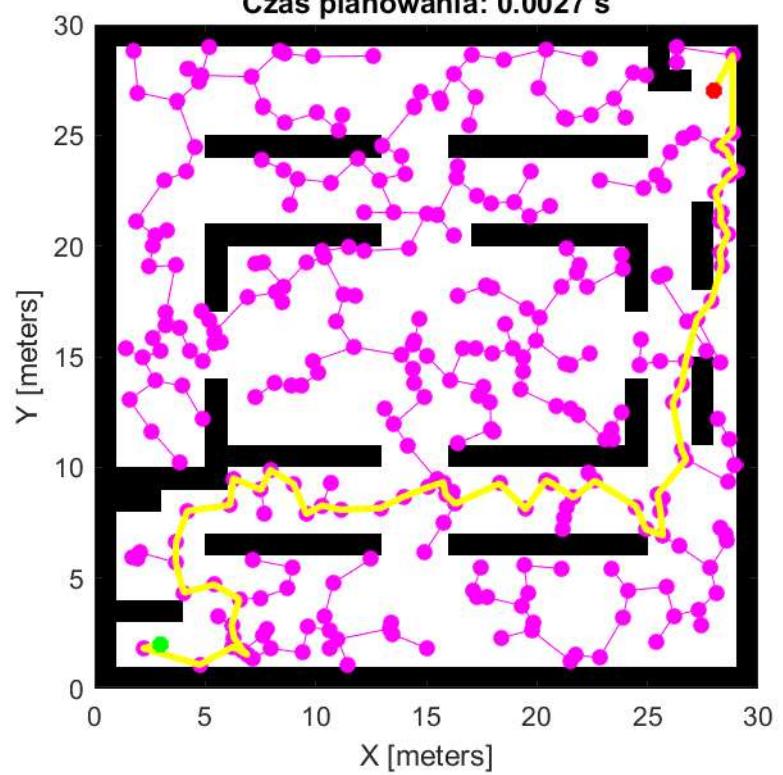


RRT z ValidationDistance = 3 (użyto węzłów: 302, czas: 0.02 s)

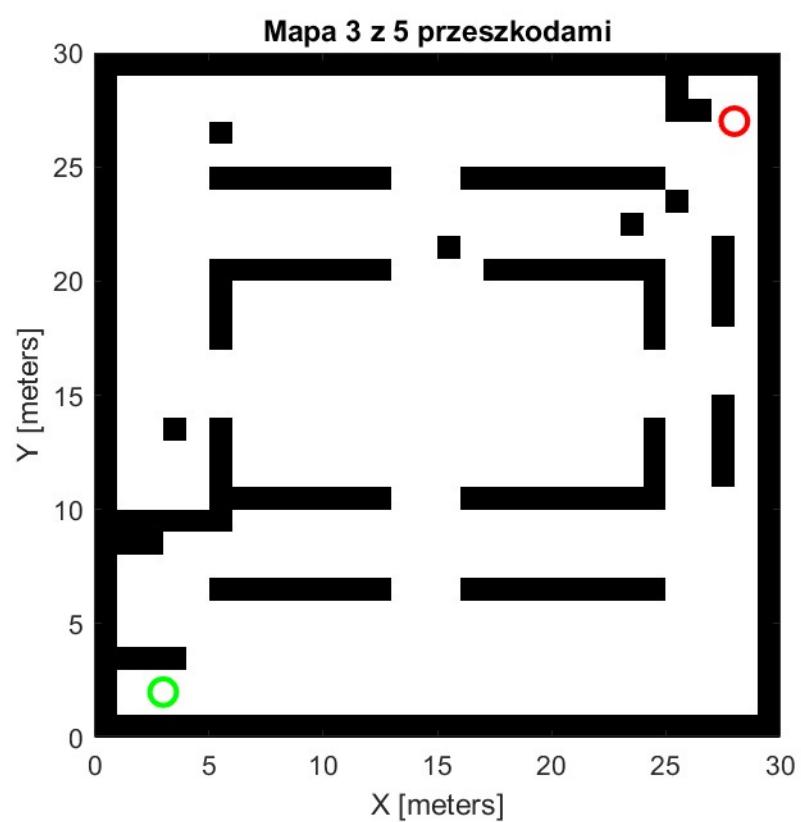


PRM z MaxNumNodes = 302

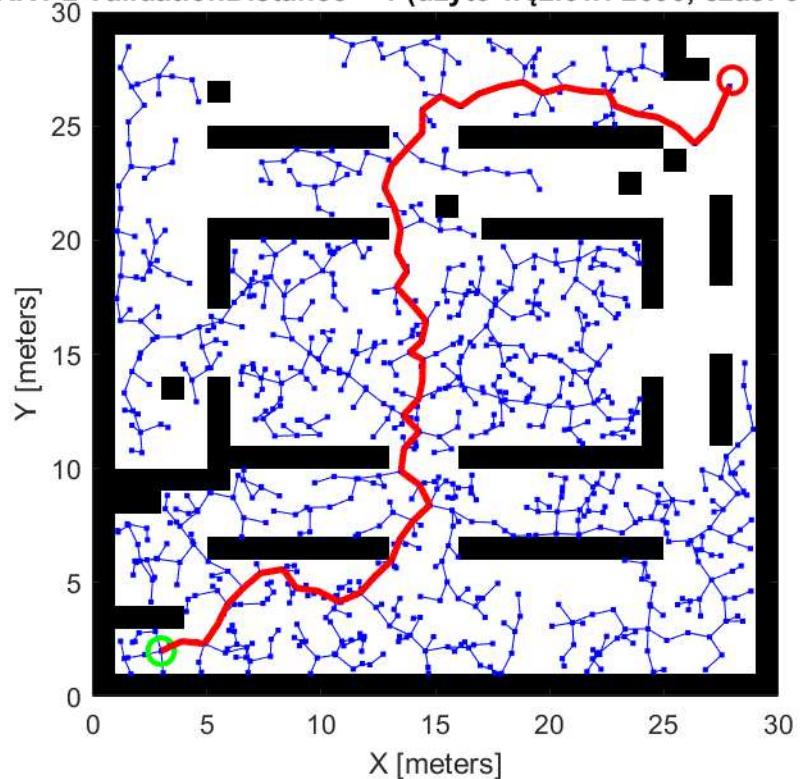
Czas planowania: 0.0027 s



Przeszkody: 5

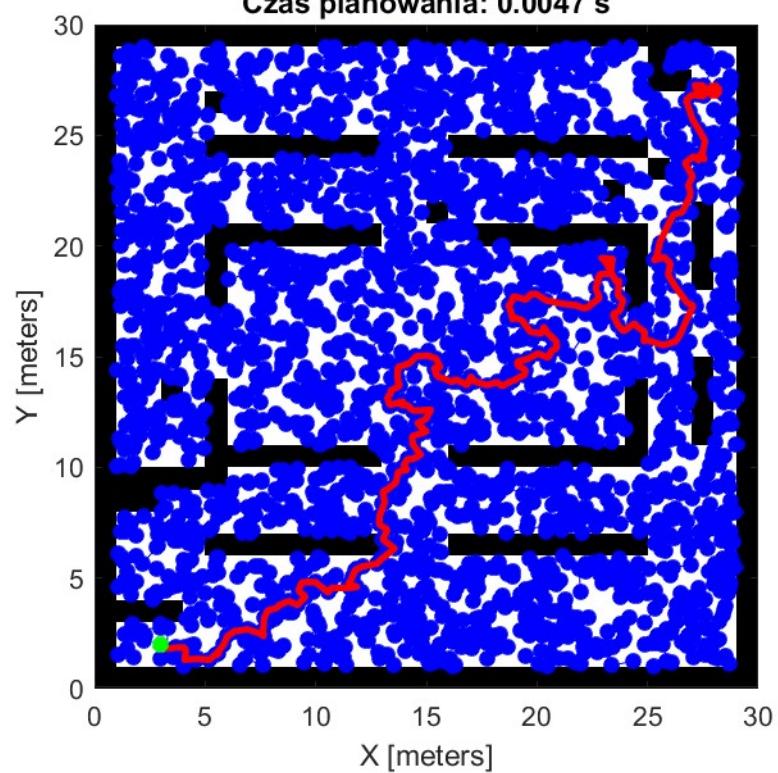


RRT z ValidationDistance = 1 (użyto węzłów: 2606, czas: 0.14 s)

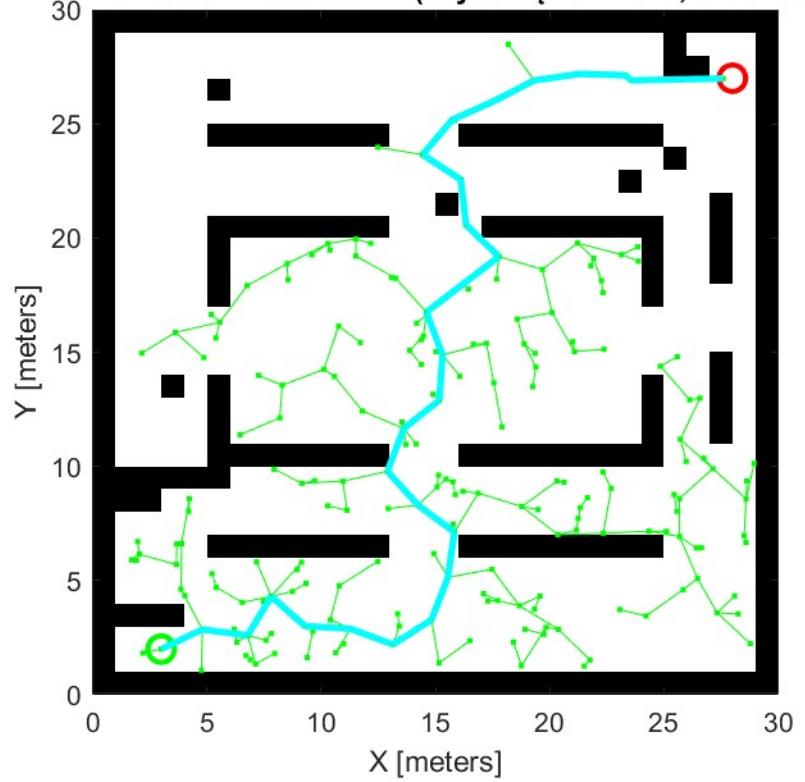


PRM z MaxNumNodes = 2606

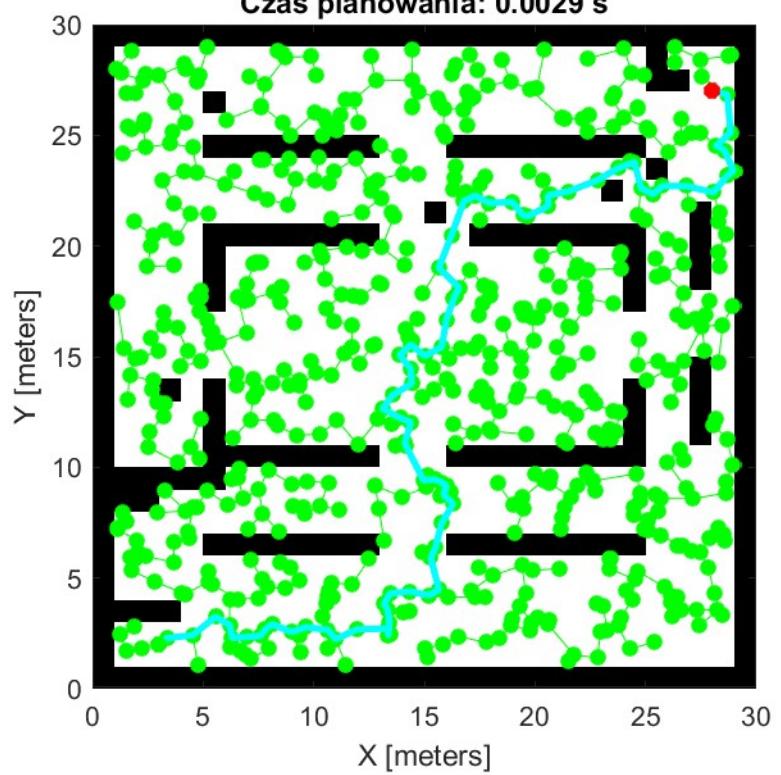
Czas planowania: 0.0047 s

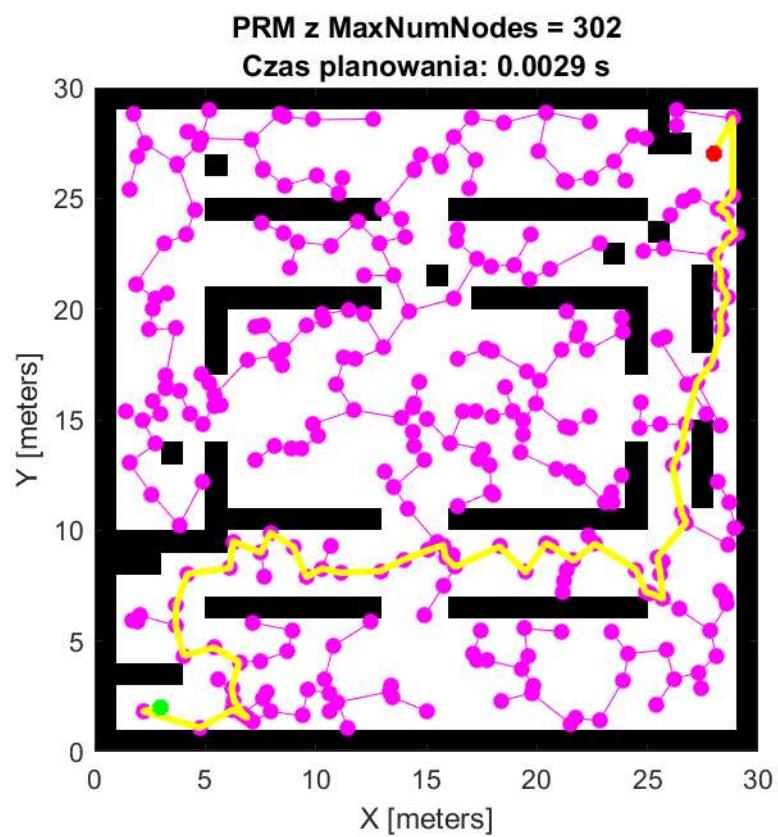
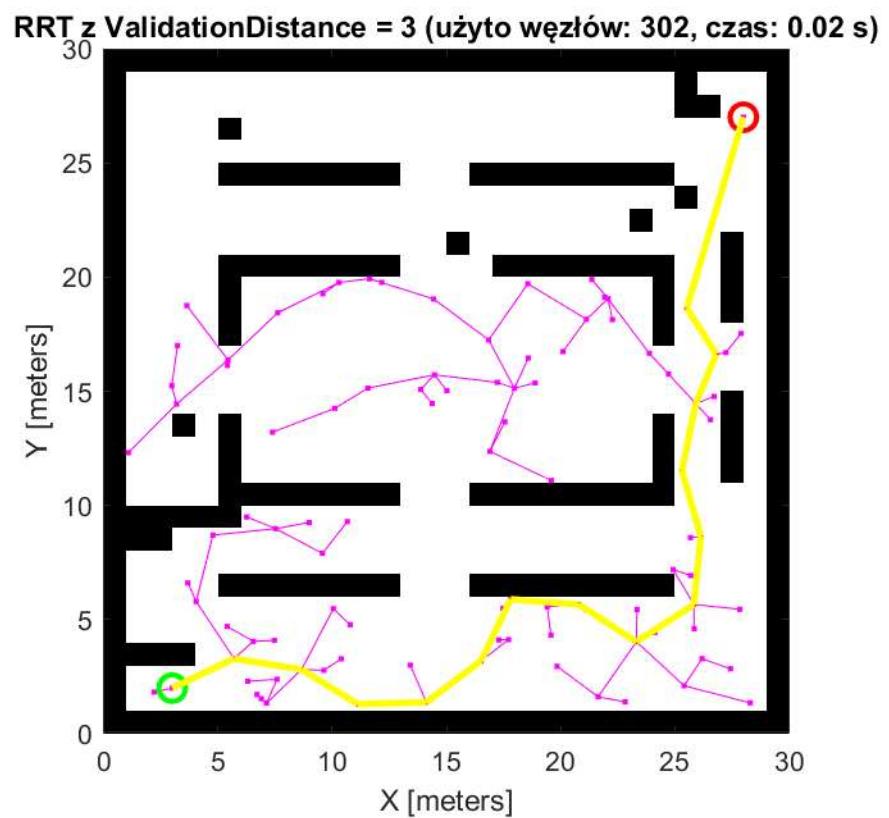


RRT z ValidationDistance = 2 (użyto węzłów: 629, czas: 0.04 s)

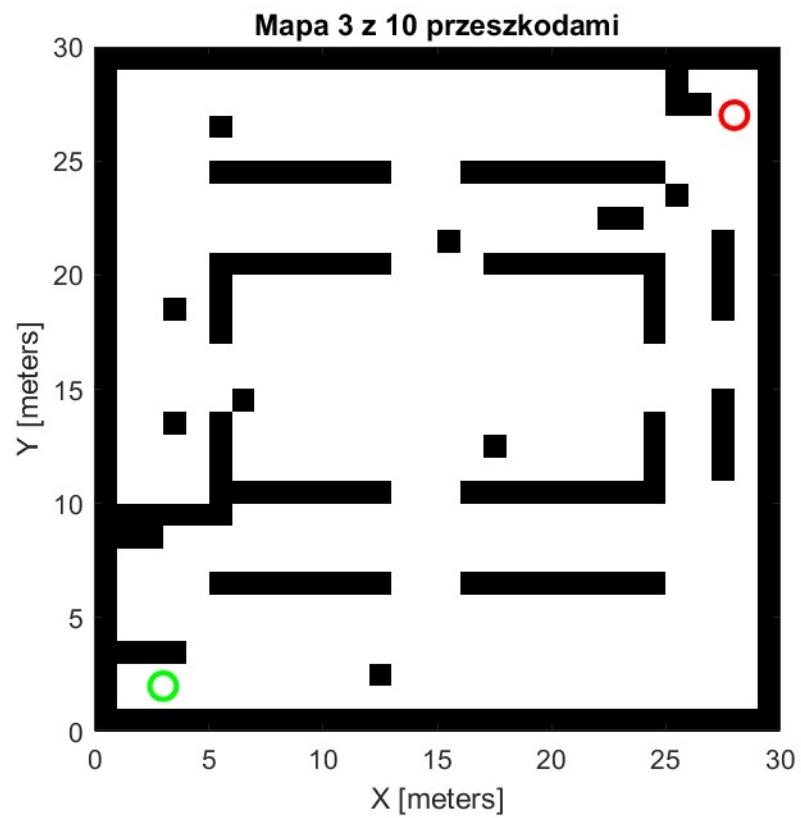


PRM z MaxNumNodes = 629
Czas planowania: 0.0029 s

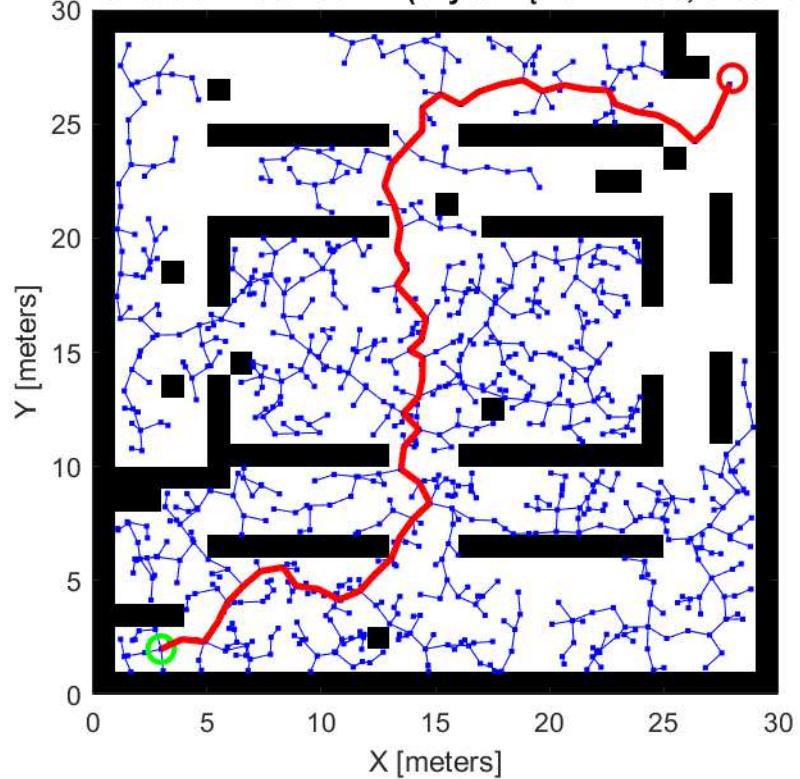




Przeszkody: 10

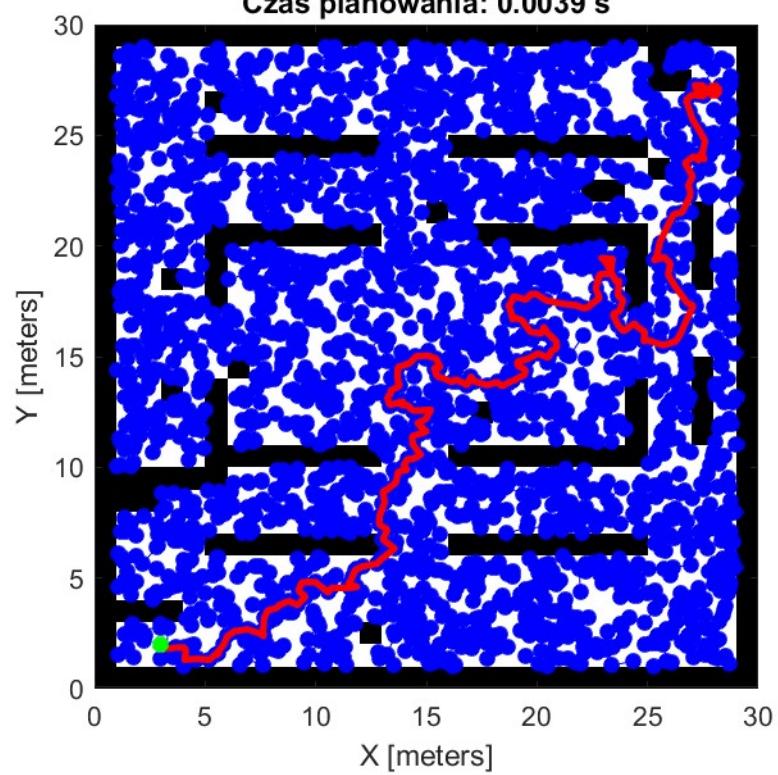


RRT z ValidationDistance = 1 (użyto węzłów: 2585, czas: 0.14 s)

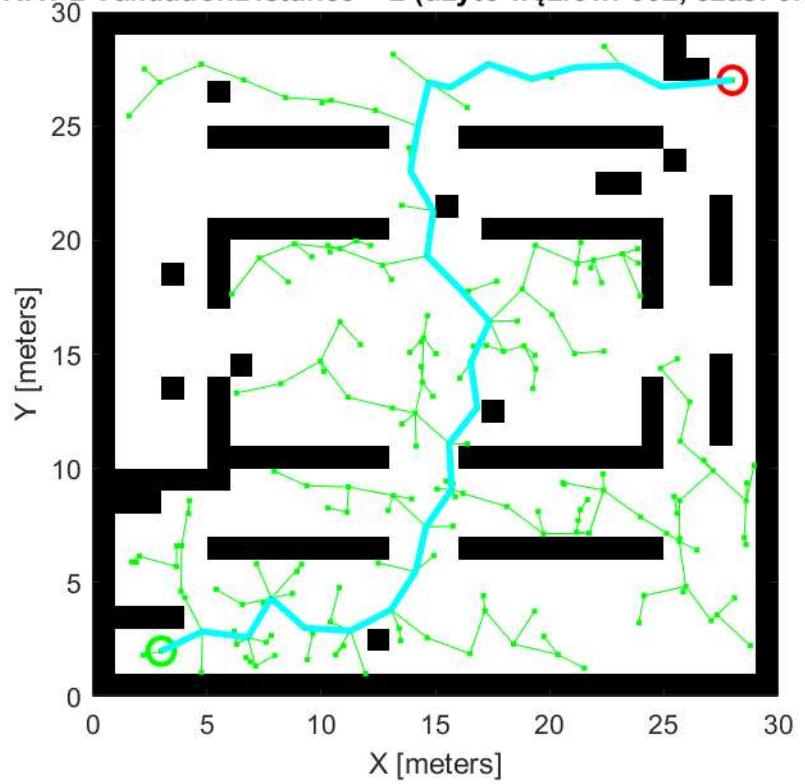


PRM z MaxNumNodes = 2585

Czas planowania: 0.0039 s

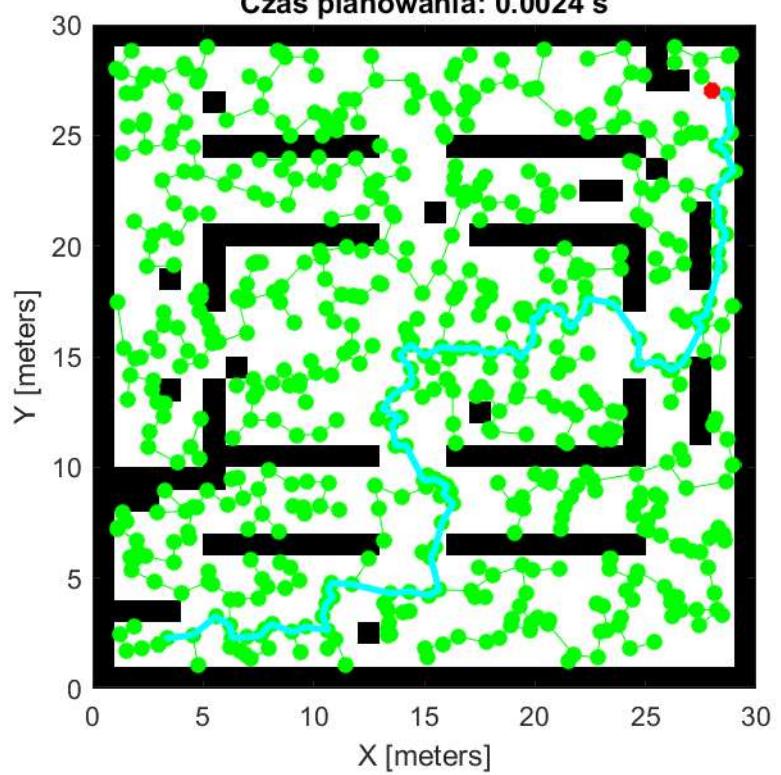


RRT z ValidationDistance = 2 (użyto węzłów: 602, czas: 0.02 s)

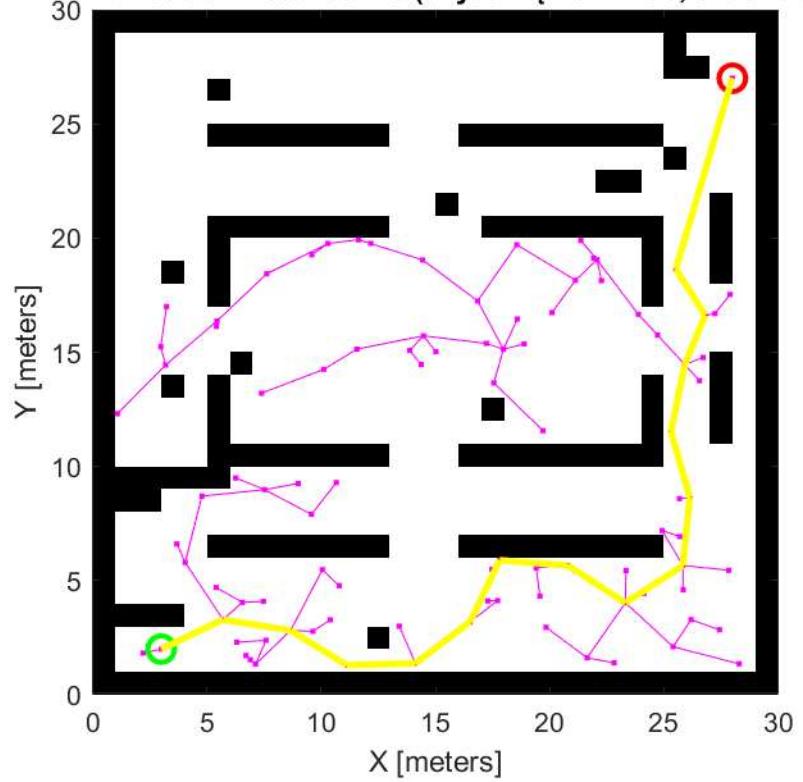


PRM z MaxNumNodes = 602

Czas planowania: 0.0024 s

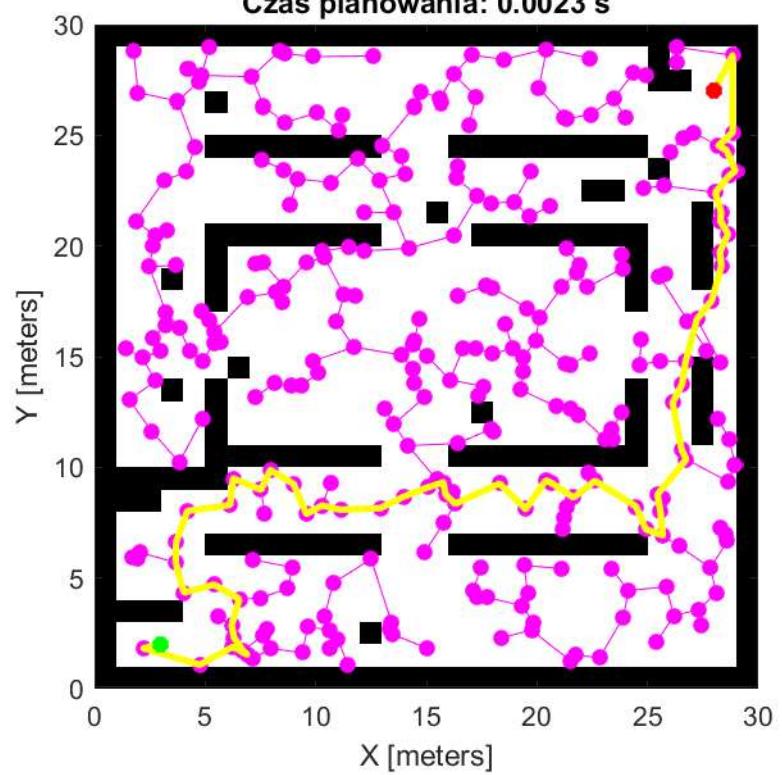


RRT z ValidationDistance = 3 (użyto węzłów: 296, czas: 0.02 s)



PRM z MaxNumNodes = 296

Czas planowania: 0.0023 s



5. Wnioski

Mapa	Metoda	Liczba przeszkód	Czas planowania [s]	Liczba węzłów	MaxConnection Distance/MaxNumberNodes	Znaleziono ścieżkę
1	RRT	0	0.180959	473	0.5	Tak
1	RRT	0	0.054524	131	1	Tak
1	PRM	0	0.075947	473	473	Tak
1	PRM	0	0.018317	131	131	Tak
1	RRT	5	0.047321	467	0.5	Tak
1	RRT	5	0.011810	128	1	Tak
1	PRM	5	0.019142	467	467	Tak
1	PRM	5	0.009979	128	128	Tak
1	RRT	10	0.057477	431	0.5	Tak
1	RRT	10	0.011484	185	1	Tak
1	PRM	10	0.034425	431	431	Tak
1	PRM	10	0.003677	185	185	Tak
2	RRT	0	0.042170	887	1	Tak
2	RRT	0	0.014156	368	2	Tak
2	RRT	0	0.023177	572	3	Tak
2	PRM	0	0.003537	887	887	Tak
2	PRM	0	0.003107	368	368	Tak
2	PRM	0	0.003031	572	572	Tak
2	RRT	5	0.057985	1142	1	Tak
2	RRT	5	0.015773	347	2	Tak
2	RRT	5	0.033224	548	3	Tak
2	PRM	5	0.003758	1142	1142	Tak
2	PRM	5	0.003127	347	347	Tak
2	PRM	5	0.003072	548	548	Tak
2	RRT	10	0.054006	1217	1	Tak
2	RRT	10	0.030648	446	2	Tak
2	RRT	10	0.027009	425	3	Tak
2	PRM	10	0.003821	1217	1217	Tak
2	PRM	10	0.002956	446	446	Tak
2	PRM	10	0.003149	425	425	Tak
3	RRT	0	0.188547	2630	1	Tak
3	RRT	0	0.028477	629	2	Tak
3	RRT	0	0.021021	302	3	Tak
3	PRM	0	0.004626	2630	2630	Tak
3	PRM	0	0.003080	629	629	Tak
3	PRM	0	0.002724	302	302	Tak
3	RRT	5	0.136314	2606	1	Tak
3	RRT	5	0.040603	629	2	Tak
3	RRT	5	0.019770	302	3	Tak
3	PRM	5	0.004708	2606	2606	Tak

3	PRM	5	0.002897	629	629	Tak
3	PRM	5	0.002878	302	302	Tak
3	RRT	10	0.138288	2585	1	Tak
3	RRT	10	0.024356	602	2	Tak
3	RRT	10	0.020640	296	3	Tak
3	PRM	10	0.003935	2585	2585	Tak
3	PRM	10	0.002380	602	602	Tak
3	PRM	10	0.002330	296	296	Tak

Metoda PRM generalnie osiąga krótszy czas planowania niż RRT, niezależnie od liczby przeszkód i parametrów konfiguracyjnych. RRT wymaga mniejszej liczby węzłów, ale jego czas działania jest dłuższy. Wzrost liczby przeszkód nie powoduje znaczącego wydłużenia czasu planowania, choć w RRT wpływ ten jest bardziej zauważalny niż w PRM. W przypadku większej liczby przeszkód RRT generuje więcej węzłów, co może zwiększać czas obliczeń, podczas gdy PRM wykazuje dużą stabilność czasową. Wartości parametrów mają wyraźny wpływ na RRT – większe wartości (np. zmiana MaxConnectionDistance z 0.5 na 1) prowadzą do skrócenia czasu planowania i zmniejszenia liczby węzłów. PRM natomiast utrzymuje stabilny czas planowania, a zmiana liczby węzłów nie wpływa istotnie na wyniki.

Obecność przeszkód wpływa na obie metody, choć w różnym stopniu. W przypadku RRT większa liczba przeszkód prowadzi do wzrostu liczby węzłów, co może wydłużać czas planowania, szczególnie przy mniejszych wartościach parametru MaxConnectionDistance. Jednak przy większych wartościach tego parametru RRT radzi sobie lepiej, szybciej znajdując ścieżkę mimo przeszkód. PRM z kolei wykazuje większą stabilność – czas planowania pozostaje niski nawet przy wzroście liczby przeszkód, a liczba węzłów pozostaje niemal taka sama. W praktyce oznacza to, że PRM jest bardziej odporny na zwiększoną złożoność środowiska, podczas gdy w RRT konieczne może być dostosowanie parametrów, aby utrzymać wydajność.