

Wprowadzenie teoretyczne

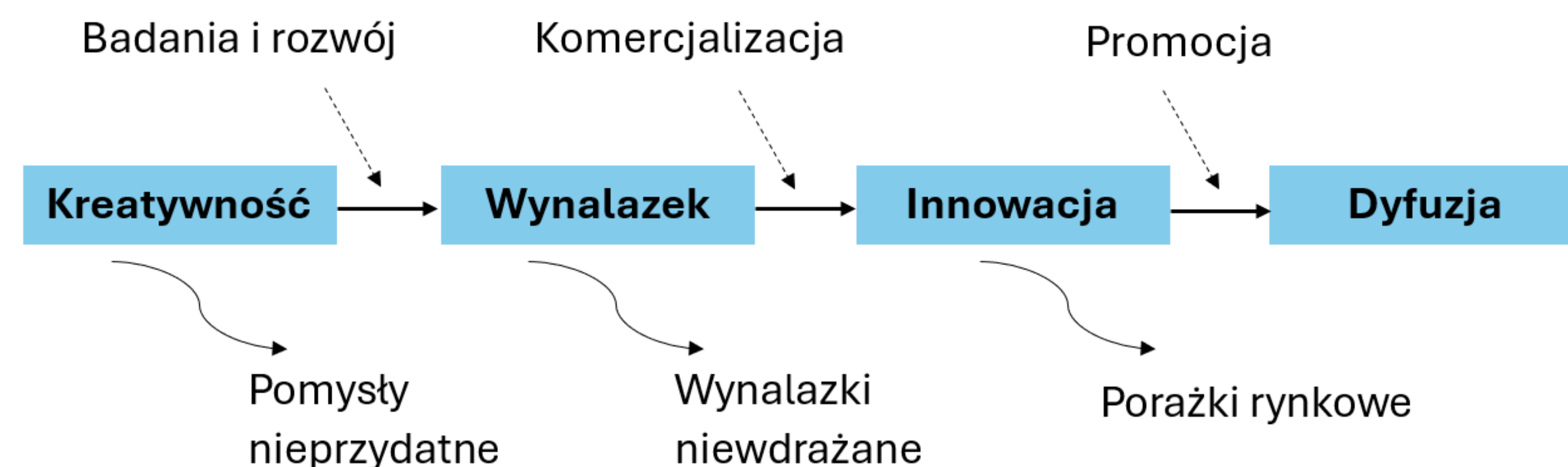
Transformacja w kierunku zeroemisyjnego transportu morskiego i odejście od paliw kopalnych jest jednym z największych wyzwań stojących przed branżą morską. Pomiędzy różnymi aktorami biznesowymi i instytucjonalnymi, oraz na polu naukowym trwa dyskusja na temat możliwego kształtowania się udziału poszczególnych paliw alternatywnych w transporcie morskim. Istnieje kilka możliwości i jak na razie nie można wskazać, które z nich zdobędzie w przyszłości największy udział w rynku bunkru. Jednym z rozważanych paliw jest zielony wodór.

Niniejsze badania koncentrują się na wczesnej fazie rozwoju nowych technologii, czyli na fazie tworzenia wynalazków, związanych z wykorzystaniem wodoru jako paliwa na statkach. E. Rogers, twórca teorii dyfuzji innowacji, podkreśla, że działania poprzedzające pierwszy etap wdrażania nowych rozwiązań w przedsiębiorstwach mają ogromne znaczenie dla osiągnięcia sukcesu rynkowego.

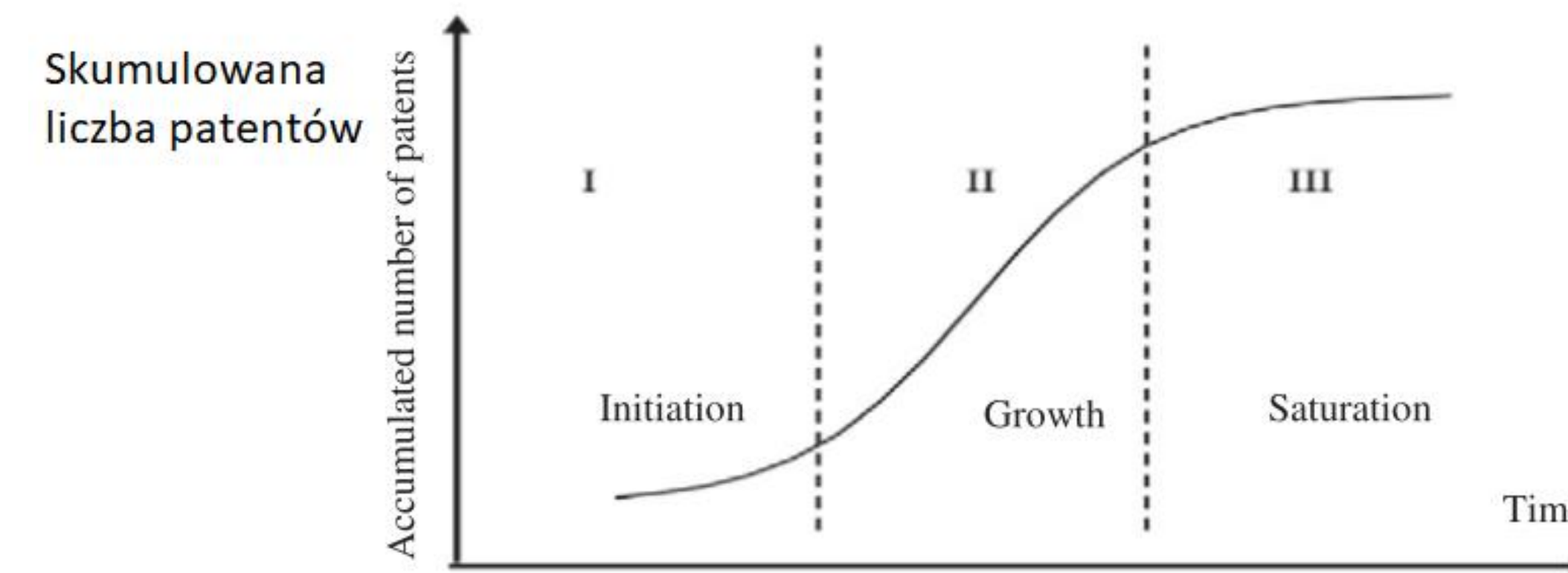
Celem przedstawionych badań jest określenie etapu rozwoju oraz poziomu dojrzałości technologicznej dla technologii związanych z wodorem jako paliwem w transporcie morskim.

Badanie cyklu życia technologii leży w obszarze zainteresowań obszaru zarządzanie technologiami. Jednym z narzędzi badawczych należących do tego obszaru i wykorzystanym w niniejszych badaniach jest analiza patentowa. Patenty mogą dostarczać cennych informacji na temat kierunków i trendów rozwoju technologii w różnych obszarach technologicznych oraz etapu rozwoju technologii.

Pomimo podejmowanego wysiłku w czasie badań, jak i później na etapie wdrażania, nie każda wdrożona innowacja osiąga sukces. Jednym ze sposobów oceny wartości nowych rozwiązań technologicznych jest sprawdzenie czy prowadzi ono do uzyskania patentu. Chociaż wykorzystanie patentów jako informacji o stanie wiedzy technologicznej ma swoje ograniczenia, związane przede wszystkim z faktem, że nie wszystkie opatentowane rozwiązania zostają zastosowane w praktyce, to jednak większość wynalazków znanych z praktyki biznesowej jest opatentowanych.



Rysunek 1. Proces wdrażania pomysłów i tworzenia innowacji
 Źródło: Klincewicz, (2010).



Rysunek 2. Model rozwoju technologii - krzywa S.
 Źródło: Priestley et al., 2020

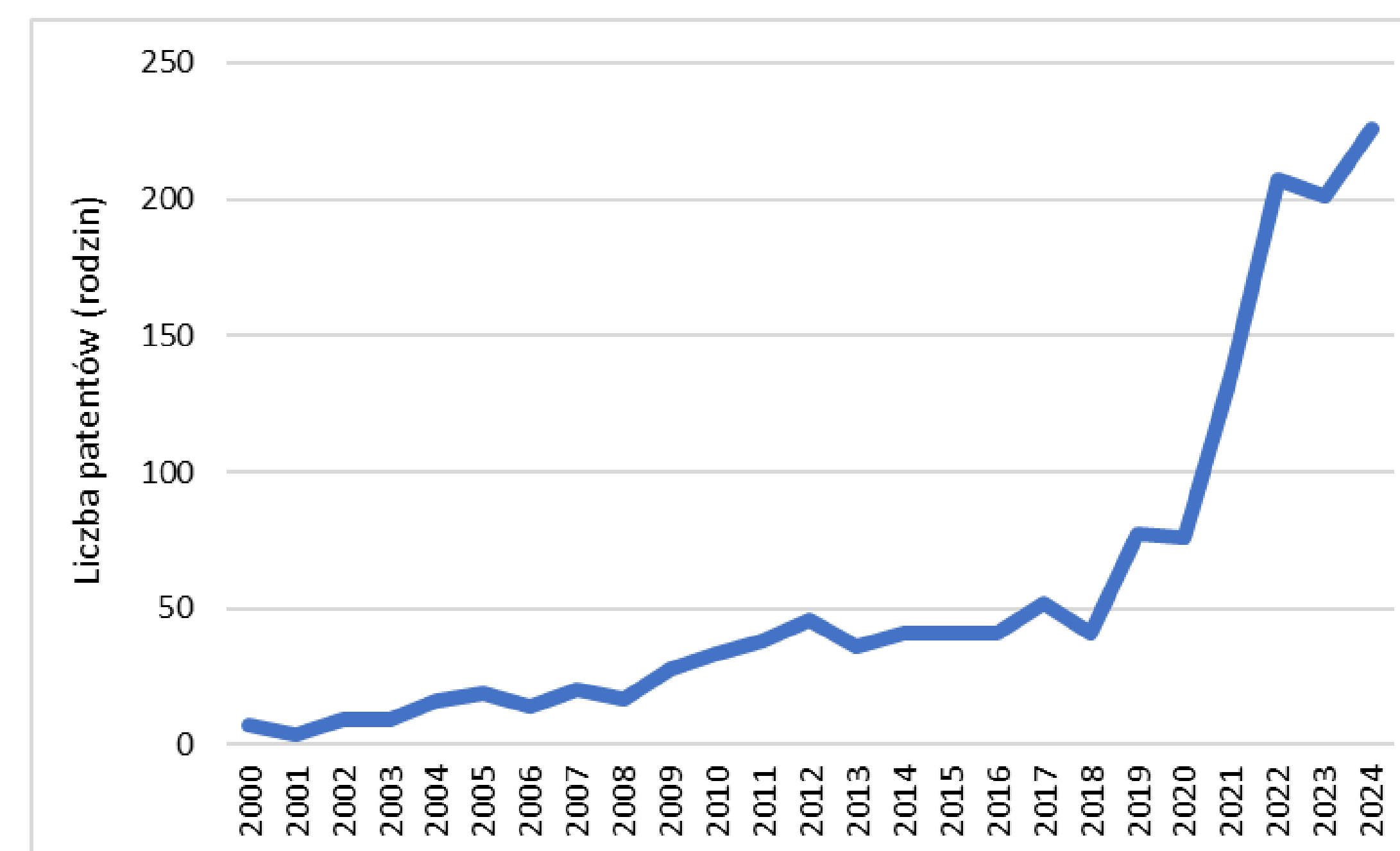
Metodyka

Zapytanie badawcze zastosowane w bazie patentów składało się ze słów kluczowych określających rodzaj paliwa oraz słów wskazujących sektor transportu morskiego jako obszar zastosowania danego rozwiązania związanego z paliwem: Hydrogen AND ("fuel system" OR fuel OR engine OR powered OR fuelled OR propulsion OR "fuel cell") AND (ship OR "maritime transport" OR maritime OR marine OR "sea transport" OR "sea shipping").

Identyfikacja etapu cyklu życia technologii jest istotna zarówno dla naukowców, jak i inwestorów i menedżerów wprowadzających na rynek nowe rozwiązania. Finansowanie badań, które są już w fazie wzrostu, może przynieść największe korzyści i jednocześnie wiąże się z mniejszym ryzykiem niż angażowanie się w rozwiązania, które są dopiero w fazie rozwoju. Dla skumulowanej liczby patentów wykreślono krzywą S. Model krzywej logistycznej opisany wzorem: $y = \frac{K}{1 + e^{-r(t-t_m)}}$.

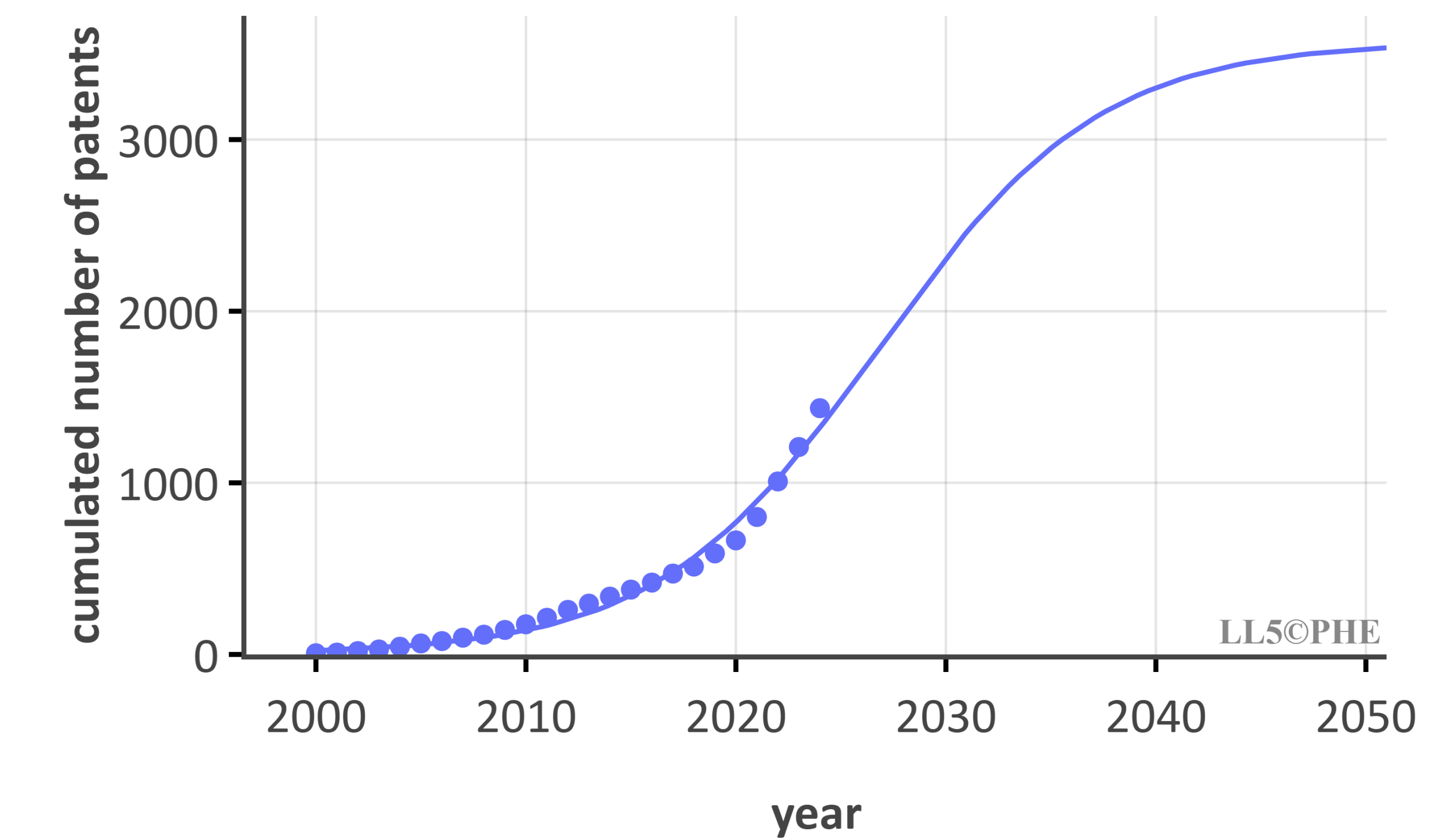
Parametr K, informujący o poziomie saturacji modelu, wykorzystano następnie do obliczenia współczynnika dojrzałości technologii TMR (Technology Maturity Rate): $TMR = \frac{K_{2024}}{K}$

Wyniki



Rysunek 3. Liczba rodzin patentów dla wodoru jako paliwa alternatywnego w transporcie morskim w latach 2000-2024

Kolekcja opublikowanych patentów (rodzin) wyznaczona zgodnie z podanym zapytaniem w czasie 01.01.2000 – 9.11.2025 wynosiła 1723.



Rysunek 4. Krzywa S dla technologii związanych z wodorem jako paliwem w transporcie morskim

Badana kolekcja znajduje się w fazie wzrostu. Obliczony współczynnik TMR wynosi 40%.

Wnioski

Wśród czynników, które muszą być spełnione na odpowiednim poziomie, aby paliwo alternatywne miało szansę stać się powszechnie wybieranym przez armatorów, znajdują się: wysoki potencjał redukcji emisji CO₂, akceptowalne koszty paliwa, przewidywany wzrost kosztów związany z nowymi regulacjami, duża skala produkcji paliwa spełniająca obecne zapotrzebowanie na energię w transporcie morskim, rozwinięte łańcuchy dostaw nowego paliwa, wymagania infrastrukturalne i inne. Oprócz nich konieczny jest także odpowiedni poziom rozwoju technologicznego, określany jako dojrzałość technologiczna.

Rozwiązania technologiczne dla paliwa wodorowego w transporcie morskim nie osiągnęły jeszcze dojrzałości technologicznej, ponieważ TMR < 50%. Oznacza to, że rekomenduje się prowadzenie dalszych intensywnych prac badawczo-rozwojowych. Technologia ta wyszła już poza fazę początkową i obecnie znajduje się na bardziej stromym odcinku krzywej S opartej na patentach. Ma duży potencjał rozwoju technologicznego i szybkiego wzrostu.

Bibliografia

1. Wagner, N. (2025). Towards sustainable maritime transport: Focus on the early phase of technology development related to alternative fuels. *Energy for Sustainable Development*, 85, 101686.
2. Klincewicz, K. (2010). Zarządzanie technologiami. Przypadek niebieskiego lasera. Wyd. UW
3. Priestley, M., Sluckin, T. J., & Tiropanis, T. (2020). Innovation on the web: the end of the S-curve?. *Internet Histories*, 4(4), 390-412
4. Rogers, E. M. (2003). *Diffusion of innovations*. New York, NY, USA: Free Press.