Metody tworzenia innowacyjnych rozwiązań technicznych

TRIZ – Teoria Rozwiązywania Innowacyjnych Zagadnień

W poprzednim numerze przybliżyliśmy temat poszukiwania innowacyjnych rozwiązań z wykorzystaniem metodyki *design thinking*, która w centrum analizy lokuje człowieka (użytkownika, eksploatatora). Dziś chcielibyśmy przedstawić metodykę, która ukierunkowana jest przede wszystkim na doskonalenie elementu technicznego. Mowa o TRIZ, co jest rosyjskim akronimem od *Теория Решения Изобретательских Задач*, który można tłumaczyć jako *Teorię Rozwiązywania Innowacyjnych Zagadnień.*

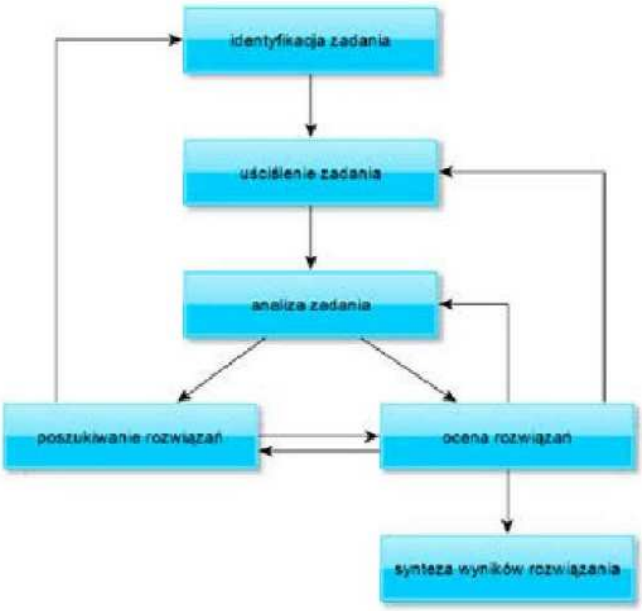
DR INŻ. LESZEK CHYBOWSKI
MGR DOROTA IDZIASZCZYK

Jest to wciąż ewoluująca metodyka wymyślona przez rosyjskiego wynalazcę Henryka Altszullera, nad którą zaczął pracować w 1946 r. Altszuller, pracując w sekcji wynalazczości Kaspijskiej Floty Wojennej, analizował dziesiątki patentów, w wyniku czego doszedł do przekonania, że skoro rozwojem systemów technicznych rządzą określone reguły, to można odkryć te reguły i wykorzystać je do stworzenia algorytmów rozwiązywania zadań wynalazczych. Altszuller wyprzedzał swoją epokę, a za swoje krytyczne uwagi dotyczące radzieckiej wynalazczości 28 czerwca 1950 r. został osadzony w łagrze w okręgu Workuty. Po ponad 4-letnim okresie więzienia, po śmierci Stalina, został zrehabilitowany przez KGB i powrócił do Baku, gdzie poświęcił się pracy nad TRIZ. Pierwszy algorytm wynalazku powstał w 1968 r. i został nazwany ARIZ-68. W kolejnych latach Altszuller udoskonalał swój algorytm, tworząc kolejno ARIZ-77, ARIZ-81, ARIZ-85, ARIZ85AS, ARIZ-85-C. Rozwiązywanie zadania wynalazczego można opisać procesem pokazanym na rysunku 1. Altszuller rozwijał swoją metodykę aż do swojej śmierci 24 września 1998 r. Dalszy rozwój TRIZ realizowany jest przez spadkobierców TRIZ-owskiej szkoły wynalazczości.

Najnowsze wersje algorytmu TRIZ to algorytm Szpakowskiego i Nowickiej oraz opracowany przez Gennadija Iwanowicza Iwanowa Algorytm Rozwiązywania Inżynierskich Zadań ARIP-2009. W wyniku rozwoju metodyki powstały również podejścia pochodne, korzystające z elemen-

Rys. 1. Schemat procesu poszukiwania rozwiązania zadania wynalazczego

(źródło: Góralski A., Twórcze rozwiązywanie zadań. PWN, Warszawa 1989)



dr inż. Leszek Chybowski

CRP, adiunkt w Instytucie Eksploatacji Siłowni Okrętowych Akademii Morskiej w Szczecinie (AMS). Laureat programu MNiSW Top 500 Innovators: Science-Management-Commercialization. Redaktor naczelny „Zeszytów Naukowych Akademii Morskiej w Szczecinie". Ekspert oceniający Komisji Europejskiej oraz Narodowego Centrum Badań i Rozwoju. Zajmuje się badaniami z zakresu niezawodności, bezpieczeństwa i oceny stanu systemów technicznych, w tym głównie efektywnej eksploatacji układów energetycznych. Współorganizator Design Thinking Week 2014, opiekun Studenckiego Koła Naukowego Innowatora „Ordo ex Chao" w AMS.

mgr Dorota Idziaszczyk

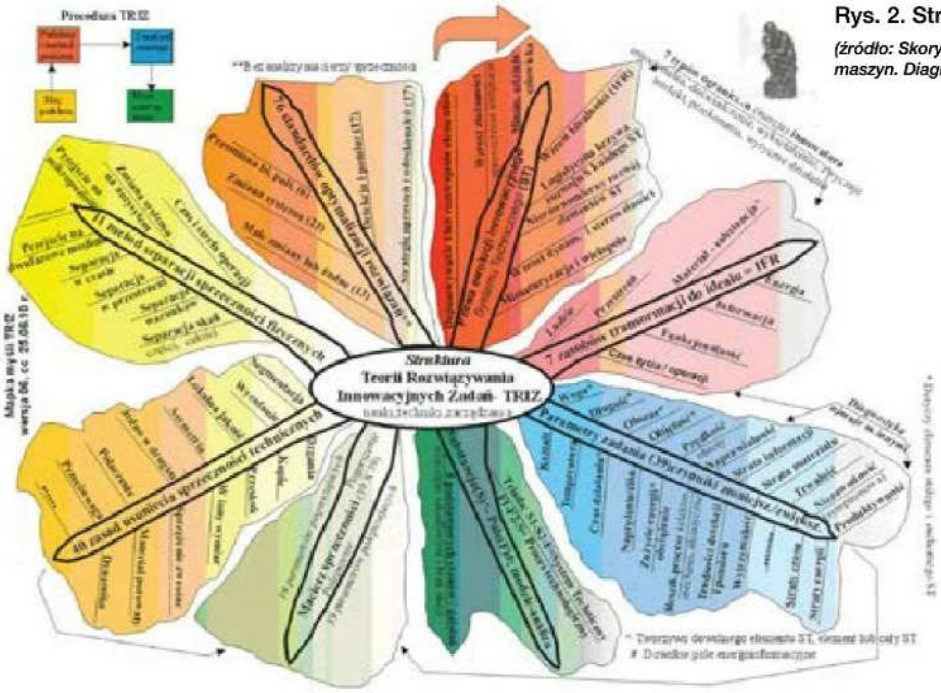
Dyrektor Centrum Transferu Technologii Morskich Akademii Morskiej w Szczecinie. Absolwentka ekonomii menedżerskiej, anglistyki oraz podyplomowych studiów z zakresu ochrony własności intelektualnej. Laureatka programu MNiSW Top 500 Innovators: Science-Management-Commercialization. Zajmuje się wspieraniem procesu tworzenia spółek odpryskowych, administrowaniem procedur ochrony własności intelektualnej, monitorowaniem możliwości udziału uczelni w projektach i programach związanych z komercjalizacją wyników badań naukowych. Współorganizatorka Design Thinking Week 2014, opiekunka Studenckiego Koła Naukowego Innowatora „Ordo ex Chao" w AMS.

tów TRIZ, takie jak Systematic Inventive Thinking (SIT), Advanced Systematic Inventive Thinking (ASIT), Unified Structured Inventive Thinking (USIT), TRIZICS czy Ideation TRIZ (I-TRIZ). W drodze ewolucji metodyka TRIZ stała się bardzo rozbudowanym systemem, w wyniku czego wydzieliło się w jej zakresie 5 podstawowych odmian: TRIZ – technika, TRIZ – zarządzanie, TRIZ – nauka, TRIZ – design oraz TRIZ – pedagogika.

TRIZ w przeciwieństwie do technik, takich jak burza mózgów, stara się stworzyć algorytm kolejnych przybliżeń do stworzenia optymalnego rozwiązania problemu poprzez udoskonalanie istniejących rozwiązań – dążenie do osiągnięcia stanu maszyny idealnej (tzw. idealny wynik końcowy). Określony problem będący przedmiotem analizy podlega uogólnieniu do postaci problemu generalnego, dla którego – wykorzystując narzędzia TRIZ – znajduje się ogólne rozwiązanie, które z kolei po konkretyzacji może zostać zaaplikowane do usunięcia pierwotnego problemu szczególnego. TRIZ to zestaw narzędzi, baza wiedzy i podstawowy model technologiczny do tworzenia nowych innowacyjnych pomysłów i rozwiązywania problemów. Najistotniejsze narzędzia tej metodyki obrazowo przedstawia mapa myśli pokazana na rysunku 2. Szczegóły dotyczące poszczególnych składników można znaleźć m.in. w książce „Inżynieria kreatywności w projektowaniu innowacji" autorstwa wybitnego diagnostyka prof. Czesława Cempla (Wydawnictwo Instytutu Technologii Eksploatacji – PIB, Radom – Poznań 2013). Narzędzia te pozwalają udoskonalać produkt, unikając sprzeczności technicznych.

Sprzeczność techniczna to sytuacja, w której chcąc udoskonalić określony wskaźnik rozwijanego produktu, jesteśmy zmuszeni pogorszyć inne charakterystyki działania. Przykładowo, projektując kadłub statku morskiego, uzyskamy niższe opory (większą prędkość pływania), jeśli kadłub będzie bardziej smukły (wąski), co jednocześnie przyczynia się do zmniejszenia stateczności jednostki pływającej (statek może się przewrócić w warunkach sztormowych). Inny przykład może stanowić udoskonalenie okrętowego silnika spalinowego, który przy potrzebie podwyższenia mocy silnika będzie wymagał zmian konstrukcyjnych (zwiększenia gabarytów), co z kolei może wymagać przebudowy siłowni okrętowej. TRIZ wyszczególnia 39 wskaźników charakterystycznych, które mogą ulegać podwyższeniu lub obniżeniu przy rozwoju danego produktu (tab. 1).

Dla usunięcia wspomnianych sprzeczności technicznych Altszuller wyszczególnił elementarne zasady. Opracował je na podstawie dogłębnej analizy wielu patentów, których liczba finalnie osiągnęła 3,5 mln (!). Poszczególne zasady wraz z krótkim opisem przedstawia tabela 2.



Rys. 2. Struktura metodyki TRIZ oraz jej główne narzędzia
(źródło: Skoryna A., Cempel C. Możliwości zastosowań TRIZ w diagnostyce maszyn. Diagnostyka 2010, 3, s. 69–77)

Dla poszczególnych kombinacji wskaźników charakterystycznych (tab. 1) analizowanego rozwiązania technicznego możliwe jest wykorzystanie określonych zasad elementarnych (tab. 2). Które zasady mogą być przydatne w rozwiązaniu danego problemu inżynierskiego zostało zestawione przez Altszullera w tzw. macierzy kontradykcji (matrycy wyboru elementarnych zasad usuwania technicznych sprzeczności systemu), której fragment przedstawiono na rysunku 3.

Zarówno macierz kontradykcji, jak i inne narzędzia nie zwalniają analityka z myślenia i stanowią jedynie pomoc w procesie kreatywnego rozwiązywania problemów. Wyniki aplikacji TRIZ w przedsiębiorstwie doskonale obrazuje wykres przedstawiony na rysunku 4, gdzie w funkcji czasu porównana została liczba wypracowanych rozwiązań technicznych z wykorzystaniem TRIZ i bez jego aplikacji (podejście klasyczne bazujące wyłącznie na metodzie prób i błędów).

TRIZ w latach 90. ubiegłego stulecia skutecznie opuścił granice Rosji i z sukcesem został zaimplementowany w wielu firmach, gdzie stanowi główną metodykę rozwijania innowacyjnych rozwiązań, w tym w przemyśle samochodowym (GM, Ford, Toyota, Chrysler, Jaguar), elektronicznym (Motorola, Hitachi, Toshiba, Sony, LG Electronics), naftowym (Exxon, Mobile, Amoco, Shell), chemicznym (DuPont, Dow, Conoco), lotniczym (Boeing, Rolls Royce, NASA, Honeywell, McDonnell Douglas Aerospace) i wielu innych. Przykładowe korzyści z zastosowania TRIZ przedstawiono w tabeli 3.

Metodyka ta przyczyniła się istotnie do rozwoju gospodarczego takich krajów, jak Japonia, Korea czy USA. Jednak pomimo tego w Polsce wciąż jest bardzo mało znana i jak wiele metod heurystycznych traktowana jako paranaukowa. Nie poprawił tego stanu fakt, że dwie spośród książek Altszullera zostały wydane w języku polskim: „Algorytm wynalazku" (Wiedza Powszechna, Warszawa 1975) oraz „Elementy teorii twórczości inżynierskiej" (WNT, Warszawa 1985).

Doświadczenia krajów wysokorozwiniętych pokazują, że warto prowadzić edukację w zakresie tej metodyki. Jako przykład można przytoczyć Instytut Technologiczny w Massachusetts (MIT) – najlepszą na świecie uczelnię techniczną według Rankingu Szanghajskiego (źródło: http://www.shanghairanking.com/FieldENG2014.html, dostęp: 02.03.2015), która zainteresowała się TRIZ w 1994 r. i stopniowo wdrożyła tę metodykę w programach nauczania na wszystkich swoich wydziałach (źródło: Boratyński J. TRIZ dla ciekawych – Ciekawi świata są zawsze młodzi! Urząd Marszałkowski Województwa Świętokrzyskiego, Oficyna Wydawniczo-Reklamowa Sagalara, 2014). Natomiast w Polsce TRIZ zaczyna być znany dzięki wysiłkom grona osób, w tym propagatorom metodyki w naszym kraju państwu Janowi Boratyńskiemu i Annie Boratyńskiej-Sali – autorom książek, konsultantom i wykonawcom projektów wykorzystujących metodykę TRIZ jako pomoc

Tab. 1. Wykaz zagrożonych wskaźników systemu technicznego, które pogarszają się w przypadku kontynuacji jego drogi rozwoju
(źródło: http://www.akademiatriz.it.kielce.pl/, dostęp: 03.03.2015)

Nr	Wskaźnik systemu technicznego	Nr	Wskaźnik systemu technicznego	Nr	Wskaźnik systemu technicznego
01.	Ciężar obiektu ruchomego	14.	Wytrzymałość	27.	Niezawodność
02.	Ciężar obiektu nieruchomego	15.	Czas działania ruchomego obiektu	28.	Dokładność pomiaru
03.	Długość obiektu ruchomego	16.	Czas działanie nieruchomego obiektu	29.	Dokładność wytwarzania
04.	Długość obiektu nieruchomego	17.	Temperatura	30.	Szkodliwe czynniki, działające na obiekt
05.	Powierzchnia obiektu ruchomego	18.	Jasność (promieniowanie)	31.	Szkodliwe czynniki samego obiektu
06.	Powierzchnia obiektu nieruchomego	19.	Nakłady energii na ruch obiektu	32.	Łatwość wytwarzania
07.	Objętość obiektu ruchomego	20.	Nakłady energii przy nieruchomym obiekcie	33.	Łatwość eksploatacji
08.	Objętość obiektu nieruchomego	21.	Moc	34.	Łatwość naprawy
09.	Prędkość	22.	Straty energii	35.	Łatwość adaptacji, uniwersalność
10.	Siła	23.	Straty substancji	36.	Złożoność ustroju
11.	Napięcie, ciśnienie	24.	Straty informacji	37.	Złożoność kontroli i pomiaru
12.	Kształt	25.	Straty czasu	38.	Stopień automatyzacji
13.	Stabilność struktury obiektu	26.	Ilość substancji	39.	Wydajność

Tab. 2. Zasady usuwania sprzeczności technicznych *(źródło: http://www.akademiatriz.it.kielce.pl/, dostęp: 03.03.2015)*

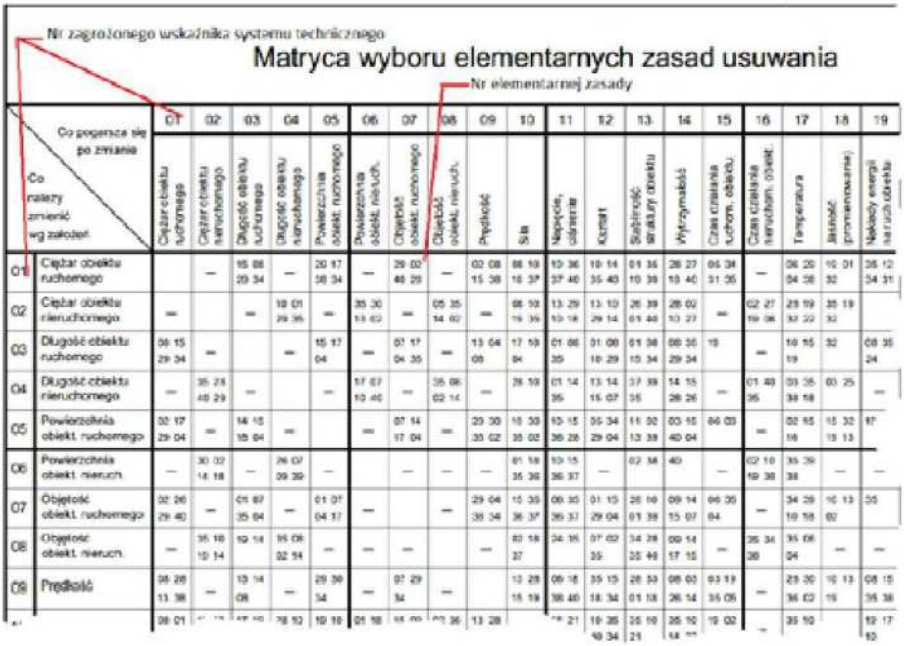
Nr	Zasada
01.	ZASADA ROZDROBNIENIA: a) rozdzielić obiekt na niezależne części, b) uczynić obiekt składanym, c) powiększyć stopień rozdrobnienia obiektu
02.	ZASADA WYODRĘBNIENIA: oddzielić od obiektu „przeszkadzającą" część („przeszkadzającą" właściwość) lub na odwrót – wydzielić jedynie potrzebną część lub potrzebną właściwość
03.	ZASADA MIEJSCOWEJ JAKOŚCI: a) przejść od jednorodnej struktury obiektu lub zewnętrznego środowiska (zewnętrznego oddziaływania) do niejednorodnej, b) różne części obiektu powinny pełnić różne funkcje, c) obiekt powinien znajdować się w optymalnych dla jego pracy warunkach
04.	ZASADA ASYMETRII: przejść od symetrycznej formy obiektu do asymetrycznej
05.	ZASADA JEDNOCZENIA: a) połączyć jednorodne lub bliskie operacyjnie obiekty, b) połączyć w czasie jednorodne lub bliskie operacje
06.	ZASADA UNIWERSALNOŚCI: obiekt wykonuje kilka różnych funkcji, dzięki czemu odpada konieczność korzystania z innych obiektów
07.	ZASADA MATRIOSZKI: a) jeden obiekt umieszczony wewnątrz innego, który z kolei znajduje się wewnątrz trzeciego itd., b) jeden obiekt przechodzi przez lukę w innym obiekcie
08.	ZASADA ANTYCIĘŻARU: a) kompensować ciężar obiektu połączeniem z innym obiektem posiadającym zdolność podnoszenia, b) kompensować ciężar obiektu współdziałaniem z innym środowiskiem (przeważnie kosztem sił aero- i hydrodynamicznych)
09.	ZASADA WSTĘPNEGO NAPRĘŻENIA: zawczasu nadać obiektowi naprężenie o zwrocie przeciwnym do zwrotu niedopuszczalnych lub niepożądanych naprężeń roboczych
10.	ZASADA WSTĘPNEJ ARANŻACJI: a) zawczasu zrealizować wymagane działanie (całkowicie lub chociażby częściowo), b) zawczasu rozmieścić obiekty tak, by mogły wejść w działanie bez strat czasu na ich przemieszczanie i z najbardziej wygodnego miejsca
11.	ZASADA ZAWCZASU PODŁOŻONEJ PODUSZKI: kompensować niewysoką pewność obiektu zawczasu przygotowanymi środkami awaryjnymi
12.	ZASADA EKWIPOTENCJALNOŚCI: zmienić warunki pracy tak, by nie trzeba było podnosić lub opuszczać obiektu
13.	ZASADA NA ODWRÓT: a) zamiast działania dyktowanego warunkami zadania zrealizować działanie odwrotne (np. nie ochładzać obiektu, a nagrzewać), b) unieruchomić ruchomą część obiektu, a nieruchomą uruchomić, c) przewrócić obiekt do góry nogami, odwrócić go.
14.	ZASADA SFEROIDALNOŚCI: a) przejść od prostych części do krzywoliniowych, od płaskich powierzchni do sferycznych, od części wykonanych w formie sześcianu lub równoległościanu, do kulistych konstrukcji, b) wykorzystać rolki, kulki, spirale, c) przejść od prostego ruchu do obrotowego, wykorzystać siłę odśrodkową
15.	ZASADA DYNAMICZNOŚCI: a) charakterystyki obiektu (lub zewnętrznego środowiska) powinny zamieniać się tak, aby być optymalnymi na każdym etapie pracy, b) rozdzielić obiekt na części zdolne przemieszczać się względem siebie
16.	ZASADA CZĘŚCIOWEGO LUB NADMIERNEGO DZIAŁANIA: jeżeli trudno otrzymać 100% wymaganego efektu, trzeba próbować otrzymać trochę mniej lub trochę więcej – zadanie może się wtedy istotnie uprościć
17.	ZASADA PRZEJŚCIA W INNY WYMIAR: a) trudności związane z ruchem (lub lokalizacją) obiektu po linii zmniejszają się, jeżeli obiekt uzyskuje możliwość przemieszczania się w dwu wymiarach (tj. na płaszczyźnie), b) odpowiednio: zadanie związane z ruchem (lub lokalizacją) w jednej płaszczyźnie ułatwia przejście do przestrzeni trójwymiarowej, c) wielopiętrowa struktura obiektów zamiast jednopoziomowej; pochylić obiekt lub położyć na bok, d) wykorzystać odwrotną stronę danego obiektu, e) wykorzystać strumienie światła padające na sąsiedni obiekt lub na odwrotną stronę zasadniczego obiektu.
18.	ZASADA WYKORZYSTANIA DRGAŃ MECHANICZNYCH: a) wprawić obiekt w ruch wahadłowy, jeżeli taki ruch już zachodzi, powiększyć jego częstość (aż do ultradźwiękowej), b) wykorzystać częstość rezonansową, c) zastosować zamiast mechanicznych wibratorów piezowibratory, d) wykorzystać ultradźwiękowe drgania w połączeniu z polami elektromagnetycznymi
19.	ZASADA PERIODYCZNEGO DZIAŁANIA: a) przejść od nieprzerwanego działania do periodycznego (impulsowego), b) jeżeli działanie już zachodzi periodycznie, zmienić częstotliwość, c) wykorzystać pauzy między bodźcami dla realizacji innego działania
20.	ZASADA NIEPRZERYWANEGO DODATNIEGO DZIAŁANIA: a) wprowadzić pracę ciągłą (wszystkie części obiektu powinny bez przerwy pracować z pełnym obciążeniem), b) usunąć jałowe i pośrednie ruchy
21	ZASADA PRZESKOKU: prowadzić proces lub niektóre jego fragmenty (np. szkodliwe lub niebezpieczne) z dużą prędkością
22.	ZASADA PRZEKSZTAŁCIĆ STRATĘ W ZYSK: wykorzystać szkodliwe czynniki (w szczególności szkodliwe oddziaływania środowiska) dla uzyskania pozytywnego efektu; usunąć szkodliwy czynnik metodą sumowania z innymi szkodliwymi czynnikami; wzmocnić szkodliwy czynnik do takiego stopnia, by przestał być szkodliwy
23.	ZASADA RELACJI ODWROTNEJ: a) wprowadzić sprzężenie zwrotne, b) jeżeli sprzężenie zwrotne jest, usunąć je.
24.	ZASADA POŚREDNIKA: wykorzystać człon, dzielący obiekt
25.	ZASADA SAMOOBSŁUGI: a) obiekt powinien sam siebie obsługiwać, wykonując pomocnicze i remontowe operacje, b) wykorzystać odpadki (energii, substancji)
26.	ZASADA KOPIOWANIA: a) zamiast niedostępnego, złożonego, kosztownego, niewygodnego lub kruchego obiektu, wykorzystać jego uproszczone i tanie kopie, b) zastąpić obiekt lub system obiektów ich modelami optycznymi (wirtualnymi). Wykorzystać przy tym zmianę skali (powiększyć lub zmniejszyć kopię), c) jeżeli wyczerpią się możliwości widzialnych modeli optycznych, przejść do modeli podczerwonych lub ultrafioletowych
27.	ZASADA TANIEJ NIETRWAŁOŚCI W ZAMIAN ZA DROGĄ DŁUGOWIECZNOŚĆ: zastąpić drogi obiekt stosowaniem tanich obiektów, wyrzekłszy się przy tym pewnych wskaźników jakości (np. długowieczności)
28.	ZASADA ZAMIANY MECHANICZNEGO SCHEMATU: a) zastąpić mechaniczny schemat optycznym, akustycznym lub „zapachowym", b) wykorzystać elektryczne, magnetyczne i elektromagnetyczne pole dla współdziałania z obiektem, c) przejść od nieruchomych pól do ruchomych, od stałych do zamieniających się w czasie, od jednorodnych do mających określoną strukturę, d) wykorzystać pole w połączeniu z ferromagnetycznymi cząstkami
29.	ZASADA WYKORZYSTANIA KONSTRUKCJI PNEUMO- I HYDRODYNAMICZNYCH: zamiast sztywnych części obiektu wykorzystać gazowe i płynne: nadmuchiwane i hydrauliczne, powietrzną poduszkę, układy hydrostatyczne i hydrodynamiczne
30.	ZASADA WYKORZYSTANIA ELASTYCZNYCH POWŁOK I CIENKICH BŁON: zamiast zwyczajnych konstrukcji wykorzystać elastyczne powłoki i cienkie błony, izolować obiekt od zewnętrznego środowiska za pomocą elastycznych powłok i cienkich błon
31.	ZASADA ZASTOSOWANIA POROWATYCH MATERIAŁÓW: a) wykonać obiekt jako porowaty lub wykorzystać dodatkowe, porowate elementy (wstawki, pokrycia itd.), b) jeżeli obiekt już jest porowaty, wstępnie zapełnić pory jakąś substancją
32.	ZASADA ZMIANY ZABARWIENIA: a) zmienić zabarwienie obiektu lub otoczenia zewnętrznego, b) zmienić stopień przezroczystości obiektu lub otoczenia zewnętrznego, c) do obserwacji źle widocznych obiektów lub procesów wykorzystać barwne dodatki lub malowanie, d) jeżeli takie dodatki już są, wykorzystać luminofory
33.	ZASADA JEDNORODNOŚCI: obiekty współdziałające z danym obiektem powinny były być wykonane z tego samego materiału (lub bliskiego mu właściwościami)
34.	ZASADA ODRZUCANIA I REGENERACJI CZĘŚCI: a) część, która spełniła swoje zadanie i która stała się niepotrzebna powinna być odrzucona (rozpuszczona, odparowana itd.) lub zmodyfikowana bezpośrednio w toku pracy, b) zużywające się części obiektu powinny być regenerowane bezpośrednio w toku pracy
35.	ZASADA ZMIANY FIZYKOCHEMICZNYCH PARAMETRÓW OBIEKTU: a) zmienić stan skupienia obiektu, b) zmienić koncentrację lub konsystencję, c) zmienić stopień elastyczności, d) zmienić temperaturę
36.	ZASADA ZASTOSOWANIA FAZOWYCH PRZEJŚĆ: wykorzystać zjawiska powstające przy przejściach fazowych, np. zmiana objętości, wydzielanie lub pochłanianie ciepła itd.
37.	ZASADA ZASTOSOWANIA TERMICZNEGO ROZSZERZENIA: a) wykorzystać cieplne rozszerzanie się (lub skurcz) materiałów, b) wykorzystać kilka materiałów z różnymi współczynnikami rozszerzalności cieplnej
38.	ZASADA ZASTOSOWANIA SILNYCH UTLENIACZY: a) zastąpić zwykłe powietrze powietrzem wzbogaconym (o wyższym ciśnieniu lub prędkości), b) zastąpić zwykłe powietrze powietrzem wzbogaconym tlenem, c) podziałać na powietrze lub tlen promieniowaniem jonizującym, d) wykorzystać ozonowany tlen; zastąpić ozonowany tlen (lub jonizowany) czystym ozonem
39.	ZASADA ZASTOSOWANIA INERCJALNEGO ŚRODOWISKA: a) zastąpić ogólne środowisko inercjalnym, b) prowadzić proces w próżni
40.	ZASADA ZASTOSOWANIA MATERIAŁÓW KOMPOZYTOWYCH: przejść od jednorodnych materiałów do kompozytowych

w rozwiązywaniu problemów rodzimych przedsiębiorców (więcej informacji: http://www.triz-innowacje.pl/, dostęp: 03.03.2015).

Podsumowując, chcemy podkreślić, że niegdyś inżynierowi wystarczała solidna wiedza zawodowa, jednak rozwój techniki, powstanie wielu interdyscyplinarnych dziedzin nauki i technologii, jak chociażby mechatronika, biotechnologia, nanotechnologia czy inżynieria socjokognitywna, rozwój społeczeństwa informatycznego itp. sprawiły, że współczesny inżynier „musi znać się na wszystkim", przynajmniej na pewnym minimalnym poziomie. Szeroka wiedza w połączeniu z innymi umiejętnościami niezbędnymi w twórczym rozwiązywaniu problemów stała się kluczem do sukcesu w dzisiejszych realiach, dlatego w poszukiwaniu innowacyjnych rozwiązań warto stosować osiągnięcia heurystyki. Należy podkreślić, że metody heurystyczne nie zastępują wiedzy inżynierskiej niezbędnej do rozwiązywania problemów, a jedynie czynią proces rozwiązywania problemów bardziej efektywnym. Mamy nadzieję, że lektura niniejszego materiału skłoni Państwa do refleksji. Szczegółowy wykaz literatury źródłowej znajdą Państwo na stronie internetowej prowadzonego przez nas w Akademii Morskiej w Szczecinie Studenckiego Koła Naukowego Innowatora „Ordo ex Chao" (http://ordoexchao.am.szczecin.pl/materialy/ dostęp: 03.03.2015).

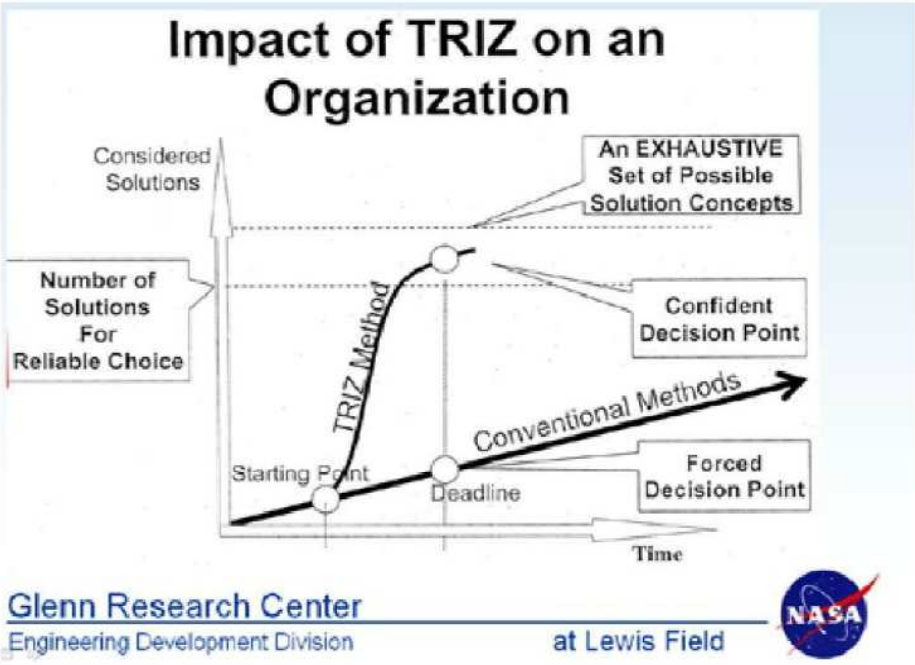
Rys. 3. Fragment matrycy wyboru elementarnych zasad usuwania technicznych sprzeczności systemu

(źródło: http://www.akademiatriz.it.kielce.pl/, dostęp: 03.03.2015)



Rys. 4. Wpływ zastosowania TRIZ na liczbę rozwiązań technicznych wypracowanych w przedsiębiorstwie

(źródło: McEntire K. Improving Innovation Through TRIZ. Glenn Research Center, NASA, 04.10.2004)



Zastrzeżenie prawne

Wszystkie chronione symbole, oznaczenia, nazwy i znaki towarowe oraz zastrzeżone znaki towarowe są na mocy prawa własnością ich odpowiednich właścicieli, a zostały przytoczone w niniejszym materiale wyłącznie w celach informacyjnych w oparciu o ogólnie dostępne źródła internetowe i literaturowe.

Tab. 3. Przykładowe korzyści z aplikacji TRIZ *(źródło: Colak B. i wsp. Theory of Inventive Problem Solving (TRIZ). New Product-Service and Business Development, http://www.muratdurucu.com/ie435/G05--Report.docx, dostęp: 02.08.2015 oraz McEntire K. Improving Innovation Through TRIZ. Glenn Research Center, NASA, 04.10.2004)*

Przedsiębiorstwo/organizacja	Zagadnienie
Boeing	Udoskonalenie konstrukcji samolotów Boeing 737, aby mogły transportować większą liczbę pasażerów. Zwiększono moc silników przy jak najmniejszym zwiększeniu ich wysokości. Firma dzięki wykorzystaniu TRIZ uzyskała zyski na poziomie 1 miliarda euro.
Ford	Udoskonalenie konstrukcji systemu hamulcowego. Firma opracowała własną metodykę tworzenia kreatywnych rozwiązań Unified Structured Inventive Thinking (USIT).
Samsung Electronics	Opracowanie wielu rozwiązań technologicznych, które przyniosły firmie zyski na poziomie 1,5 miliarda euro i dały ponad 3000 patentów.
Intel	Wiele nowatorskich rozwiązań, które pozwoliły firmie na oficjalną deklarację, że TRIZ stanowi dla Intela platformę innowacji XXI w. (org. TRIZ is an Intel's innovation platform of the 21st century).
NASA	Udoskonalenie rozwiązań przesyłu gazów (Ken Gregg's Problem), wytwarzania częściowego pola grawitacyjnego w przestrzeni kosmicznej (Kathy Schubert's Problem) itd.