



novismo

DARMOWY FRAGMENT

Współczesna Teoria Rozwiązywania Innowacyjnych Zadań

Podręcznik na 1 stopień certyfikacji Międzynarodowego Stowarzyszenia TRIZ (MA TRIZ)

Podręcznik dostępny na stronie:

<https://novismo.com/podrecznik-triz-1-pl/>

© Novismo sp. z o.o. jest właścicielem treści niniejszego podręcznika. Wszelkie prawa są zastrzeżone. Żaden fragment niniejszej publikacji nie może być reprodukowany ani powielany w jakiegokolwiek formie, ani w żaden sposób elektroniczny lub mechaniczny (w tym kopiowany, nagrywany, przechowywany w systemach gromadzenia danych) bez pisemnej zgody Novismo sp. z o.o.

Autorzy:

prof. Sergei Ikovenko
dr Sergey Yatsunenko
Piotr Karendął
Małgorzata Przymusiąła
dr Serhiy Kobyakov
Jerzy Obojski
Zakhar Vintman

Opracowanie graficzne i projekt okładki: Marta Jeź

Koordynator prac: Przemysław Przytuła

ISBN: 978-83-65899-04-0

Wydanie III, zmienione i uzupełnione
Warszawa 2019

Wydawca:

Novismo sp. z o.o.
ul. Domaniewska 37 lok. 2.43
02-676 Warszawa
biuro@novismo.com
www.novismo.com
tel. +48 22 389 6684

Skład: Tomasz Brończyk Studio StrefaDTP

Druk:

Spis treści

O twórcach podręcznika.....	11
1. Wstęp	15
2. Wybrane narzędzia poszukiwania rozwiązań.....	23
3. Wprowadzenie do metody pragmatycznych innowacji na podstawie TRIZ.....	39
4. Analiza Funkcyjna produktów.....	47
5. Wprowadzenie do Analizy Łańcucha Przyczynowo-skutkowego Wad.....	89
6. Trimming dla produktów	103
7. Sprzeczności Techniczne i Matryca Sprzeczności.....	119
8. Sprzeczności Fizyczne i Operator Systemowy	143
9. Zasoby systemów technicznych – wstęp.....	165
Co dalej?	175
Dodatek 1. Biografia Henryka Saulowicza Altszullera – twórcy TRIZ.....	179
Dodatek 2. Lista 40 Zasad Wynalazczych.....	183
Dodatek 3. Przykłady wykorzystania Zasad Wynalazczych w praktyce	189
Dodatek 4. Rekomendacje Zasad Wynalazczych dla typów rozwiązań Sprzeczności Fizycznej.....	231

Dodatek 5.	
Interpretacja typowych parametrów w Matrycy Sprzeczności.....	233
Dodatek 6.	
Statystyka podstawowych funkcji w modelach systemów technicznych.....	235
Dodatek 7.	
Typy zasobów	241
Dodatek 8.	
Słownik pojęć	243

O twórcach podręcznika

Sylwetki autorów

Podręcznik na 1 stopień certyfikacji Międzynarodowego Stowarzyszenia TRIZ (MA TRIZ), zgodny z aktualnymi wymogami MA TRIZ, jest efektem prac grupy specjalistów Teorii Rozwiązywania Innowacyjnych Zadań (TRIZ) z różnych dziedzin. Osoby te pracują w zespole realizującym projekty innowacyjne prowadzone zgodnie z metodyką pragmatycznych innowacji na podstawie współczesnej TRIZ. Wieloletnie wspólne działania w dziedzinie innowacji doprowadziły do osiągnięcia imponujących efektów na terenie obu Ameryk, Azji i Europy.

Zespół ma na koncie tysiące specjalistów przeszkolonych w ramach projektów szkoleniowych o różnym zakresie: od podstawowego szkolenia z metodyki do szeroko zakrojonej zmiany mającej na celu uporządkowanie i usprawnienie procesu wytwarzania innowacji w przedsiębiorstwie. Prowadzone przez autorów szkolenia i warsztaty oparte są na cennych doświadczeniach zdobytych w pracach nad innowacyjnymi problemami zleconymi w ramach projektów konsultingowych dla takich firm jak: Samsung, Hyundai, Intel, Procter & Gamble, General Motors i wielu, wielu innych. Poniżej kilka słów o każdym z autorów.

Sergei Ikoenko – profesor Massachusetts Institute of Technology (MIT) w Bostonie (USA) oraz profesor Tufts University w Medford (USA), specjalista V stopnia MA TRIZ (TRIZ Master), członek zarządu MA TRIZ, z trzydziestoletnim doświadczeniem w dziedzinie innowacji (opracowania własnych rozwiązań oraz działalność dydaktyczna), konsultant TRIZ współpracujący z Novismo. Wielokrotnie nagradzany przez firmy i instytucje. Prywatnie uwielbia piesze wycieczki, ciekawostki historyczne i językowe, czas wolny chętnie spędza z przyjaciółmi w czasie długich, wieczornych rozmów.

Sergey Yatsunenکو – współzałożyciel Novismo, doktor fizyki (Instytut Fizyki Polskiej Akademii Nauk, Warszawa), specjalista 3 stopnia MA TRIZ, kierownik uniwersytetu TRIZ przy MA TRIZ, członek zarządu MA TRIZ.

Piotr Karendal – doktorant Wydziału Nauk Społecznych Uniwersytetu Śląskiego, autor wielu artykułów naukowych oraz opracowań z dziedziny innowacyjności, specjalista 3 stopnia MA TRIZ. W wolnym czasie zapalony narciarz, miłośnik japońskiej kultury oraz fantastyki.

Małgorzata Przymusiła – absolwentka Wydziału Filologicznego Uniwersytetu Łódzkiego, członkini międzynarodowych zespołów projektowych w korporacyjnych wdrożeniach 6 Sigma oraz SAP, specjalista 3 stopnia MA TRIZ. Szczególnie zainteresowana nowościami w technologiach medycznych. Lubi podróżować, poznawać nowe miejsca, historie i smaki.

Serhiy Kobyakov – doktor fizyki (Instytut Fizyki Polskiej Akademii Nauk, Warszawa). Zajmuje się badaniami eksperymentalnymi w zakresie fizyki ciała stałego na Uniwersytecie Kardynała Stefana Wyszyńskiego, specjalista 3 stopnia MA TRIZ. Pasjonuje się fotografią.

Jerzy Obojski – absolwent Uniwersytetu Warmińsko-Mazurskiego w Olsztynie, inżynier mechanik, specjalista 3 stopnia MA TRIZ. Wynalazca, pasjonat wyzwań inżynierskich, kolekcjoner zagadek logicznych.

Zakhar Vintman – były wykładowca i rektor Uniwersytetu Narodowego Twórczości Naukowo-Technicznej w Dniepropietrowsku (Ukraina), były dyrektor centrum naukowo-technicznego „Wektor”, wykładowca (innowacyjnych technologii oraz twórczego rozwoju) stowarzyszenia „Wiedza”. Konsultant TRIZ. Odznaczony przez MA TRIZ jako TRIZ Champion za osiągnięcia w szerzeniu wiedzy w zakresie TRIZ.

O firmie Novismo sp. z o.o.

W codziennej pracy zawodowej nie zawsze pływamy po spokojnych wodach oceanu możliwości – szczególnie dotyczy to działów badawczo-rozwojowych. Firma Novismo to przede wszystkim ludzie tworzący zgrany zespół, którego doświadczenia, umiejętności i wiedza połączone z pasją pozwalają nawet w czasie sztormu bezpiecznie doprowadzić każdy projekt do portu.

Nasz sukces wynika ze skuteczności działania. Pracujemy aż do osiągnięcia uzgodnionego celu, który można zmierzyć. Taką efektywność osiągamy dzięki zaangażowaniu zespołu oraz unikatowej, powtarzalnej metodyce pragmatycznych innowacji, której podstawy znajdują się w niniejszej książce.

Nasze projekty to nie tylko generowanie pomysłów. Każdy z projektów kończy się opracowaniem wachlarza rozwiązań sprawdzonych symulacyjnie i ekspe-

rymentalnie, prototypów przygotowanych na podstawie rzetelnej dokumentacji konstruktorskiej oraz wdrożeniem wybranych opcji. Jesteśmy przekonani, że tylko projekty gotowe do wdrożenia pozwolą przełożyć problemy na efektywne rozwiązania.

Razem znaczy więcej i lepiej, dlatego podczas naszych działań współpracujemy z najlepszymi, dokładnie sprawdzonymi specjalistami i instytucjami z Polski i z całego świata. Dzięki temu nie tylko metodyka, ale również część technologiczna oparta jest na uporządkowanej, aktualnej wiedzy naukowej zgodnej z najwyższymi standardami.

Potwierdzeniem jakości naszych działań są efekty prac i zadowoleni klienci. Naszym doświadczeniem na co dzień wspieramy naszych zleceniodawców w rozwijaniu i wykorzystywaniu ich innowacyjnego potencjału. Pomagamy zrealizować ich wizje, dzięki czemu uzyskują oni przewagę konkurencyjną i realne korzyści finansowe.

Dowiedz się o nas więcej ze strony internetowej <http://novismo.com>.



Oznaczenia przyjęte w podręczniku



– ciekawostka



– przykład



– pytania kontrolne



– rzecz, o której należy pamiętać



– wyjaśnienie istotnego do zrozumienia pojęcia



– zadanie

Odpowiedzi na pytania kontrolne oraz rozwiązania zadań znajdują się na stronie http://www.novismo.com/podrecznik_i_stopien/zadania.

1. Wstęp

Innowacyjność to współcześnie często nadużywany termin. Wydaje się, że każda nowa inicjatywa podejmowana przez przedsiębiorców, managerów bądź też rządzących nosi w sobie jej pierwiastek. Innowacyjne formuły, rozwiązania lub produkty pojawiają się w przestrzeni społecznej niemal codziennie. Czy jednak rzeczywiście wszelkie działania przedstawiane jako innowacje mają takie cechy? Odpowiedź na tak postawione pytanie, niestety, nie będzie twierdząca.

Przed zdemaskowaniem tych, którzy jedynie udają tworzenie innowacji, należy najpierw się zastanowić, w jaki sposób można zdefiniować to pojęcie. Nie chodzi tu oczywiście o rozbudowane opracowanie, ani dogłębny przegląd różnych wariantów rozumienia omawianego terminu. Celem jest określenie tego, co w rozumieniu autorów niniejszego podręcznika oznacza termin *innowacja*, a także tego, co nie może być za nią uznane.

Opisaniem tego, czym jest innowacja, już ponad sto lat temu zajął się austriacki ekonomista i socjolog, Joseph Alois Schumpeter (1883-1950). Rozumiał on to pojęcie jako – najogólniej ujmując – skuteczne wprowadzenie przez przedsiębiorcę na rynek produktu lub usługi będącej wytworem nowych kombinacji istniejących już środków produkcji, zapewniających wzrost gospodarczy i zysk dla przedsiębiorstw [1]. Należy podkreślić, że innowacja nie jest przez Schumpetera utożsamiana z samym wynalazkiem. Warunkiem zaistnienia innowacji jest opracowanie czegoś nowego, jednak wyłącznie wdrożenie, a więc skomercjalizowanie i rozpowszechnienie danego wynalazku można uznać za innowację. Ten pogląd podzielają autorzy niniejszego podręcznika.

Dane na temat liczby patentów są i jeszcze przez długi czas będą jednym z najłatwiej mierzalnych wskaźników innowacyjności, ale trzeba pamiętać, że dopiero wprowadzone do powszechnego użytku procesy lub produkty będące przedmiotem zgłoszenia patentowego, mogą doprowadzić do osiągnięcia zysku przez przedsiębiorstwa, a przez to – do rozwoju gospodarczego państwa [2]. W celu uniknięcia ryzyka niewłaściwej interpretacji danych liczbowych, należy podkreślić, że pomimo braku prostej zależności między liczbą patentów i poziomem innowacyjności, raczej nie zdarza się, aby występowała korelacja odwrotna, czyli wysoki wskaźnik innowacyjności przy niskiej liczbie patentów.

Kolejną kwestią wartą uwagi jest kluczowa rola samego przedsiębiorcy (dziś przedsiębiorstwa), który w tym ujęciu jest utożsamiany z innowatorem. To właśnie on odpowiada za skuteczne przeniesienie idei w świat praktyki gospodarczej. Ponosi także największe ryzyko z tym związane, co jednak jest niwelowane przez perspektywę przyszłego zysku. Już ponad sto lat temu Schumpeter zauważył, że rynkową grę wygrywa ten, kto pierwszy wprowadza nowe rozwiązanie do powszechnego użytku. Przedsiębiorca-innowator czerpie zyski ze swojego produktu tak długo, dopóki nie pojawią się imitatorzy, co jest nieuniknione w gospodarce wolnorynkowej. Stąd wynika konieczność nieustannego „wyścigu innowacyjnego” i wprowadzania nowości na rynek [1]. Największe profity czerpią oczywiście ci przedsiębiorcy, którzy potrafią trafnie prognozować potrzeby konsumentów, rozpropagować zapotrzebowanie na swoje produkty, a także odpowiednio wykorzystać sprzyjającą sytuację. Oczywiście, bardzo istotna jest także umiejętność efektywnej sprzedaży, która bezpośrednio wpływa na rozpowszechnienie nowości na rynku.

Innowacja nie musi być jedynie konsekwencją nowej wiedzy naukowej będącej rezultatem działalności badawczo-rozwojowej. Bardzo często się zdarza, że jest to efekt użycia dostępnej już wiedzy wykorzystanej w odmienny sposób. Nie zawsze innowacja musi być też absolutną nowością w skali świata. Z uwagi na różne opcje ochrony patentowej jedna koncepcja rozwiązania może przynosić zyski różnym firmom w różnych krajach. Sukces w skali międzynarodowej zaczyna się od popularności na rynku lokalnym, przy czym lokalność może dotyczyć zarówno terytorium, jak i dziedziny gospodarki.

Zgodnie z *Podręcznikiem Oslo* opracowanym przez Organizację Współpracy Gospodarczej i Rozwoju (OECD) innowacja rozumiana jest jako „wdrożenie nowego lub znacząco udoskonalonego produktu (wyrobu lub usługi) lub procesu, nowej metody marketingowej lub organizacyjnej w praktyce gospodarczej, organizacji miejsca pracy lub stosunkach z otoczeniem” [3]. Po raz kolejny podkreśla się tu przede wszystkim praktyczność i możliwość implementacji opracowanego rozwiązania. Nawet najlepszy pomysł bez wprowadzenia go do powszechnej praktyki jest wart tyle, ile kartka papieru, na której został zapisany. Dlatego termin „innowacja” w niniejszym opracowaniu rozumiany jest przede wszystkim jako praktyczne wdrożenie przynoszące zysk, a nie jako mniej lub bardziej rozwinięte idee.

W jaki sposób kraje biedniejsze mogą szybko zniwelować swoje zapóźnienie społeczno-gospodarcze wobec państw najzamożniejszych? Jak pokazuje powszechna praktyka, najprostszym rozwiązaniem jest transfer technologii z krajów wysoko rozwiniętych, a także umiejętne naśladowanie rozwiązań organizacyjnych. Zwiększenie wydajności produkcji, powstanie większego zapotrzebowania na siłę roboczą, a przez to wzrost zatrudnienia połączony

z konkurencyjnością cenową, powodującą przyciągnięcie kapitału inwestycyjnego z zagranicy, stanowią znakomitą trampolinę rozwojową. Wraz ze wzrostem dobrobytu (m.in. wzrost zarobków i aspiracji życiowych obywateli danego państwa) strategia oparta na kopiowaniu cudzych rozwiązań, podwykonawstwie oraz konkurencji cenowej przestaje być skuteczna. Rosnące aspiracje społeczeństwa, a przede wszystkim podwyżki płac, pozbawiają dany kraj ważnego atutu konkurencyjnego. W dobie globalizacji kapitał inwestycyjny przenosi się po prostu w inne, tańsze miejsce. Co można w tej sytuacji zrobić? Oczywiście, można nadal pozostawać na poziomie niskich płac i taniego podwykonawstwa, jednak ścieżka ta jest zaprzeczeniem rozwoju. Drugie, bardziej skuteczne rozwiązanie to wprowadzanie własnych nowych produktów bądź rozwiązań, które przyciągają uwagę zewnętrznego kapitału inwestycyjnego. Mówiąc wprost: należy tworzyć innowacje, które można później sprzedać z zyskiem zarówno na rynku krajowym, jak i na rynkach zagranicznych. Efekty przejścia z prostej produkcji przemysłowej do wysoko zaawansowanych rozwiązań technicznych widać szczególnie wyraźnie w przypadku krajów Azji, które z powodzeniem przestawiły się na model gospodarki opartej na wiedzy, co pozwoliło im dołączyć do światowej czołówki gospodarczej, a ich krajowym przedsiębiorstwom umożliwiło awans do grona globalnych gigantów [4].

W jaki sposób można stać się innowacyjnym? W świetle przytaczanych wcześniej definicji innowacji odpowiedź na to pytanie jest oczywista: należy wprowadzać na rynek opracowane rozwiązania. Nie jest to jednak proste zadanie. Zwiększanie nakładów na działalność badawczo-rozwojową to zaledwie pierwszy etap. Wytworzoną w ten sposób wiedzę należy jeszcze wykorzystać w praktyce i tu właśnie pojawia się wyzwanie. Co robić, by stworzyć rozwiązanie, które nie tylko będzie działać, lecz także zostanie pozytywnie przyjęte przez rynek i przyniesie sukces finansowy? Niniejszy podręcznik jest dobrym wstępem do poszukiwań odpowiedzi na to pytanie.

Do kwestii innowacji można podchodzić na dwa sposoby: intuicyjnie i systematycznie. Pierwsza z metod kojarzona jest z potocznym rozumieniem procesu wynalazczego. Po nadejściu momentu olśnienia następuje etap intensywnego sprawdzania wszystkich opcji, eliminacja tych wariantów, które okazują się niemożliwe do realizacji, a następnie rynkowa weryfikacja opracowanego rozwiązania. Szanse na sukces są niewielkie. Przypadkowość tego procesu nierozzerwalnie związana jest zatem z wysokimi nakładami na działalność innowacyjną.

Druga, systematyczna metoda to Teoria Rozwiązywania Innowacyjnych Zadań (TRIZ), według której proces wynalazczy to system algorytmów prowadzących do optymalnego rozwiązania. Jej twórca, Henryk Altzuller (1926-1998), na podstawie wniosków z analizy wielu dokumentów patentowych sformułował tezę mówiącą, że wszystkie systemy techniczne, czyli dzieła człowieka

stworzone w celu wykonywania pewnej funkcji, ewoluują zgodnie z obiektywnie istniejącymi zasadami. Reguły te są poznawalne, można je odkryć i wykorzystać do świadomego rozwiązywania zadań innowacyjnych [5].

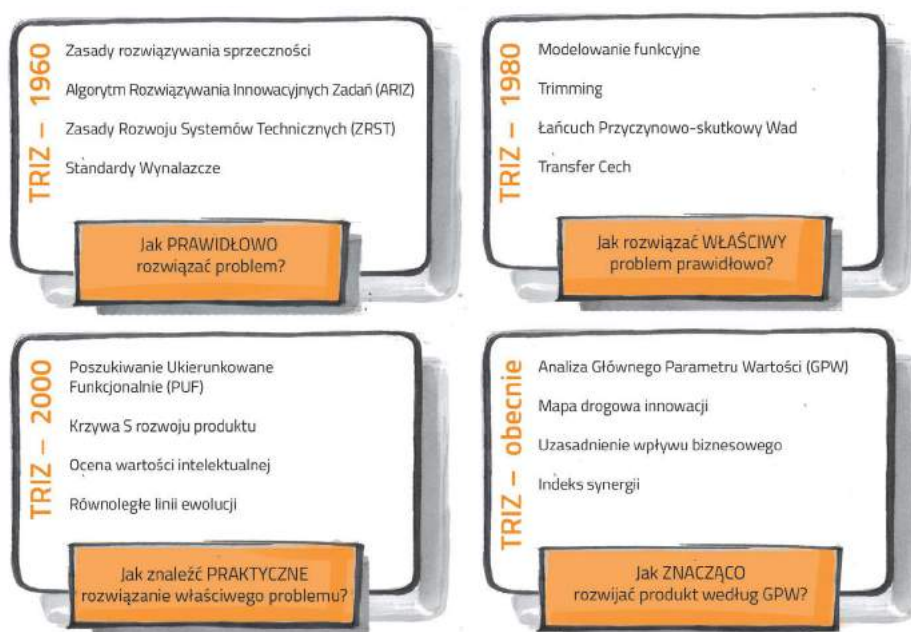


Warto zwrócić uwagę na niezwykle postać Henryka Altszullera, któremu poświęcono Dodatek 1.

Znając poszczególne etapy rozwoju systemów technicznych oraz wiedząc, na którym z nich w danym momencie znajduje się analizowany system, można precyzyjnie prognozować nie tylko kolejne fazy jego ewolucji, lecz także określić, kiedy ów system trzeba wprowadzić na rynek, by prawdopodobieństwo osiągnięcia zysku było jak największe. Systematyka w innowacyjności to jednak nie tylko prognozowanie. TRIZ, rozwijana od lat pięćdziesiątych XX wieku [6], to obecnie rozbudowany zestaw narzędzi do analizowania oraz rozwiązywania problemów, które pojawiają się podczas procesu innowacyjnego. Podobnie jak każdy system, teoria ta podlega ewolucji. Początkowo będąc „jedynie” próbą stworzenia algorytmu umożliwiającego rozwiązanie każdego problemu technicznego, pod koniec XX wieku TRIZ stała się także znakomitym narzędziem biznesowym, gwarantując nie tylko praktyczne rozwiązanie, lecz także skuteczne wprowadzenie na rynek opracowanego w ten sposób produktu lub procesu. Rozwój metody na przestrzeni lat to droga od pytania *Jak prawidłowo rozwiązać problem?* poprzez *Jak znaleźć praktyczne rozwiązanie właściwego problemu?* do *Jak znacząco rozwijać produkt?* Obecnie TRIZ to nie tylko rozwiązywanie zadań wynalazczych – zakres i możliwości wszystkich narzędzi funkcjonujących w jej ramach są uzasadnieniem określenia jej mianem metody pragmatycznych innowacji.



Sama TRIZ jest także systemem technicznym i zgodnie z prawami nim rządzącymi podlega ciągłemu rozwojowi. Obecnie to rozbudowana gałąź wiedzy, system algorytmicznych narzędzi wykraczających daleko poza kwestie czysto techniczne. Całość określana jest mianem współczesnej TRIZ. Warto zaznaczyć, że jej załączkiem było to, co obecnie nazywane jest klasyczną TRIZ, czyli narzędzia opracowane przez Henryka Altszullera: Algorytm Rozwiązywania Innowacyjnych Zadań (ARIZ), Zasady Rozwoju Systemów Technicznych (ZRST), Sprzeczności Techniczne i Fizyczne, Zasady Wynalazcze czy system Standardów Wynalazczych. Wymienione tu narzędzia (które nie wyczerpują całej spuścizny Altszullera) są podstawą szkoleń na trzy pierwsze stopnie certyfikacji MA TRIZ.



Rysunek 1. Etapy rozwoju TRIZ wraz z kolejnymi najważniejszymi narzędziami włączanymi do metodyki

Nad rozwojem metodyki TRIZ czuwa założone w 1997 roku przez Henryka Altszullera i jego uczniów Międzynarodowe Stowarzyszenie TRIZ (MA TRIZ), które zajmuje się także przyznawaniem stopni certyfikacji. Obecnie organizacja zrzesza kilkadziesiąt stowarzyszeń TRIZ z całego świata, a jej główne zadania to rozwój TRIZ jako efektywnego narzędzia systematycznej innowacji oraz podnoszenia i doskonalenia ludzkiej kreatywności, a także pielęgnowanie pamięci o twórcy metodyki. Stowarzyszenie zajmuje się również certyfikowaniem specjalistów, organizacją konferencji, weryfikacją i zatwierdzaniem nowych narzędzi TRIZ oraz wsparciem informacyjnym dla członków stowarzyszenia [7].

Rosnącą popularność TRIZ obserwować można zarówno wśród korporacji, które kojarzą się z zaawansowanymi technologiami (Intel, General Electric, Siemens, Boeing, Samsung, Hyundai), jak i wśród tych, które wytwarzają produkty codziennego użytku, czyli np. Procter & Gamble, Colgate-Palmolive, Kraft Foods czy Unilever. Jak pokazują przykłady, stosowanie pragmatycznych innowacji pomogło osiągnąć wysoką, stabilną pozycję rynkową. We współczesnej grze gospodarczej jedynie te firmy, które będą w stanie wywołać i zaspokoić nowe potrzeby wśród konsumentów, mogą liczyć na dalszy rozwój i zysk.

W dzisiejszych czasach rynek zmienia się szybko, konkurencja wywiera presję, a start-upy wyrastają jak grzyby po deszczu. W tak dynamicznym środowisku stary model zamkniętych innowacji, w którym scentralizowane działy badawczo-rozwojowe (B+R) prowadzą zaawansowane prace w tajemnicy przed światem, nie sprawdza się. Konieczne jest bardziej otwarte podejście, gdzie można przekierować część działań B+R do wydzielonych organizacyjnie komórek i wchłonąć zewnętrzne innowacje z innych firm, start-upów, a nawet z pomysłów klientów. Proces kontrolowanego przechodzenia innowacji przez granice firmy w ramach otwartej innowacji nazywany jest dyfuzją innowacji [3, 8]. Do jej realizacji potrzebny jest wspólny mianownik: uniwersalny język, który pozwoli przetłumaczyć i tak zunifikować szczegółowe opisy technologiczne innowacyjnych pomysłów w celu ich skutecznego zaadaptowania, aby były one porównywalne i możliwe do oceny z punktu widzenia biznesowego danej firmy. Funkcjonalne podejście wykorzystywane we współczesnej TRIZ daje właśnie możliwość znalezienia takiego wspólnego mianownika.

Głębsze omówienie innowacji, jej typów, działań innowacyjnych oraz zarządzania innowacją, wychodzi poza zakres tego podręcznika. Zachęcamy do zapoznania się z tą tematyką opisaną w naszych publikacjach z cyklu „Zarządzanie innowacją”, które poświęcone są tym zagadnieniom [9].

Polska była jednym z pierwszych państw, w których ukazały się tłumaczenia publikacji Henryka Altszullera [5, 10], ale dopiero teraz TRIZ zaczyna się cieszyć należnym zainteresowaniem w naszym kraju. Książka, którą mają Państwo w rękach, to pierwszy napisany po polsku podręcznik wprowadzający do tematu pragmatycznych innowacji, obejmujący zakres materiału niezbędny do zdobycia 1 stopnia certyfikacji MA TRIZ. Podręcznik jest efektem współpracy międzynarodowego grona doświadczonych specjalistów TRIZ, w pracach nad nim wykorzystano materiały udostępnione przez doświadczonych praktyków TRIZ z całego świata.

Źródła

1. J. A. Schumpeter, *Teoria rozwoju gospodarczego*, Warszawa 1960.
2. <https://www.bloomberg.com/news/articles/2017-01-17/sweden-gains-south-korea-reigns-as-world-s-most-innovative-economies>, dostęp 24.04.2017.
3. *Podręcznik Oslo. Zasady gromadzenia i interpretacji danych dotyczących innowacji*, MNiSW, Warszawa 2008.
4. <https://www.forbes.com/sites/haydnshaughnessy/2013/03/13/samsung-gets-ahead-by-using-cheap-russian-science/#3722b4713e84>, dostęp 24.04.2017.

5. G. S. Altszuller, *Elementy twórczości inżynierskiej*, Wydawnictwa Naukowo-Techniczne, Warszawa 1983.
6. Formalnie za narodziny TRIZ uważana jest publikacja artykułu Альтшуллер Г.С., Шапиро Р.Б., 1956. *О психологии изобретательского творчества.* "Вопросы психологии" № 6, 1956, s. 37–49.
7. Więcej informacji o MA TRIZ można znaleźć na internetowej stronie organizacji: http://matriz.pl/?page=historia_matriz, dostęp 08.08.2017.
8. H. W. Chesbrough, *Open Innovation: The New Imperative for Creating and Profiting from Technology*, Harvard Business School Publishing Corporation, Boston, 2003.
9. Publikacje zespołu Novismo poświęcone zarządzaniu innowacją: <http://novismo.com/zarządzanie-innowacja>.
10. H. Altszuller, *Algorytm wynalazku*, Wiedza Powszechna, Warszawa 1972.

7. Sprzeczności Techniczne i Matryca Sprzeczności

W poprzednich rozdziałach zaprezentowane zostały narzędzia współczesnej TRIZ umożliwiające identyfikację problemu: Analiza Funkcyjna, Analiza Łańcucha Przyczynowo-skutkowego Wad oraz Trimming. Należy teraz przejść do kolejnej grupy narzędzi TRIZ pozwalających na opracowanie rozwiązania dla zidentyfikowanych problemów. W celu znalezienia rozwiązań stosuje się między innymi Sprzeczności Techniczne i Sprzeczności Fizyczne, omawiane w tym i kolejnym rozdziale podręcznika. Rezultatem zastosowania narzędzi Analiza Łańcucha Przyczynowo-skutkowego Wad oraz Trimming jest identyfikacja kluczowych wad systemu. Wady kluczowe to stwierdzone fakty. Teraz należy je przekształcić w problemy kluczowe – zadania do wykonania w celu eliminacji wad kluczowych.

Podczas analiz dokumentów patentowych Henryk Altszuller odkrył jedną z najważniejszych prawidłowości w klasycznej TRIZ. Wykazał, że świat techniki nie składa się, tak jak wcześniej przypuszczano, z nieskończonej liczby problemów do rozwiązania. Znalezione przez niego prawidłowości pozwoliły sklasyfikować problemy i ich rozwiązania. Zauważył on, że każdy innowacyjny pomysł jest rozwiązaniem konfliktu sprzecznych wobec siebie wymagań.



Problem innowacyjny (wyzwanie innowacyjne) to taki, którego rozwiązanie wymaga realizacji dwóch sprzecznych wobec siebie wymagań.

Opisane przez Henryka Altszullera prawidłowości stały się podstawą opracowania wybranych narzędzi TRIZ, w których problemy innowacyjne przedstawia się w formie tzw. sprzeczności. Pierwszym rodzajem ich modelowania są Sprzeczności Techniczne.



Sprzecznność Techniczna to sytuacja, w której działanie mające na celu polepszenie jednego parametru systemu technicznego, spowoduje pogorszenie innego parametru.

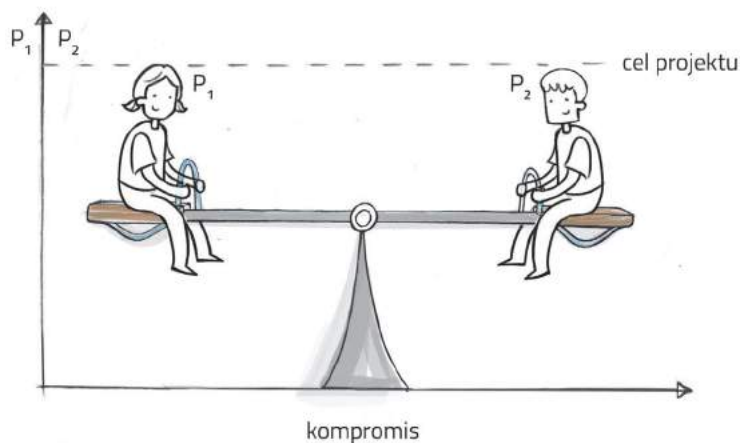


Rysunek 42. Polepszenie jednego parametru oznacza pogorszenie innego parametru.

Źródło: materiały dydaktyczne opracowane przez prof. S. Ikonenka, Boston Inventive Inc., 2017

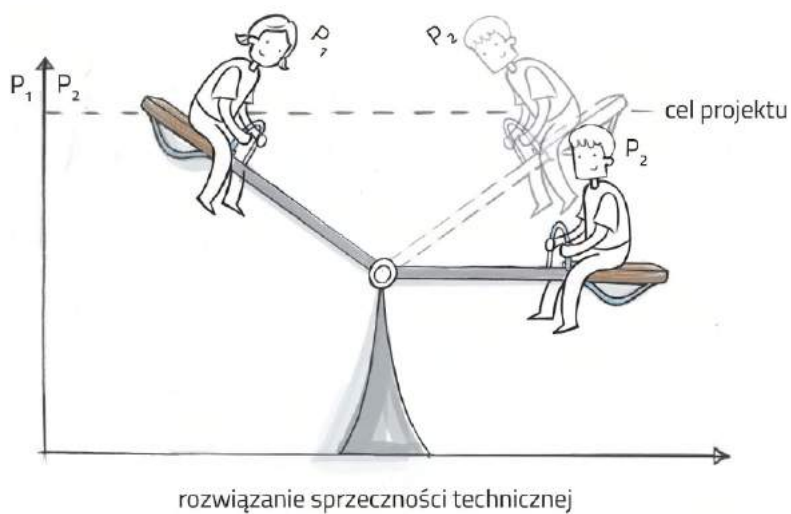
Sytuacje, które można przedstawić w formie Sprzecznności Technicznej, zdarzają się bardzo często. Na Rysunku 42 przedstawiono model sytuacji, w której na pierwszy rzut oka nie ma możliwości realizacji celu projektu dla obu parametrów P_1 i P_2 . Najczęstszym rozwiązaniem jest próba optymalizacji obu parametrów, czyli pójście na kompromis (Rysunek 43). Pójście na kompromis na etapie tworzenia pomysłów jest drogą do stworzenia przeciętnego produktu.

TRIZ proponuje tu jednak inne rozwiązanie niż optymalizacja. Zakłada, że rozwiązanie problemu innowacyjnego doprowadzi do sytuacji, w której polepszenie jednego z parametrów systemu technicznego nie będzie miało wpływu na pozostałe parametry lub też wpłynie na nie pozytywnie (Rysunek 44).



Rysunek 43. Kompromisowe rozwiązanie nie zapewnia osiągnięcia celu projektu.

Źródło: materiały dydaktyczne opracowane przez prof. S. Ikovenko, Boston Inventive Inc., 2017



Rysunek 44. Rozwiązanie bezkompromisowe. Źródło: materiały dydaktyczne opracowane przez prof. S. Ikovenko, Boston Inventive Inc., 2017



Przykład: Wzmocnienie stołu – problem innowacyjny

Prostym problemem innowacyjnym jest zadanie, w którym projektant ma zwiększyć wytrzymałość stołu. Przy próbie realizacji projektu poprzez dodanie dodatkowych elementów konstrukcyjnych stół co prawda uzyskuje odpowiednią wytrzymałość, ale jego waga staje się zbyt duża. Rozwiązaniem kompromisowym byłoby dodanie tylko tylu elementów, aby maksymalnie wzmocnić konstrukcję bez przekroczenia dopuszczalnej wagi. Problem w tym, że takie rozwiązanie nie tylko częściowo realizuje cele projektu, ale jednocześnie pogarsza inne parametry produktu, co sprawia, że jest on mniej atrakcyjny. Oczekiwane rozwiązanie innowacyjne to takie, w którym stół zostanie wzmocniony bez podnoszenia jego wagi.

Sprzeczność Techniczną można sformułować poprzez zastosowanie schematu: **JEŻELI-TO-ALE**.

- JEŻELI** [znany w technice sposób ulepszenia parametru z linii **TO**]
TO [parametr, który musi zostać ulepszony w systemie technicznym – zgodnie z kluczowym problemem]
ALE [parametr, który się pogarsza]

Jaki jest pierwszy krok wypełniania tego schematu? Należy zacząć od linii **TO**: od parametru systemu technicznego, który ma być poprawiony zgodnie z wybranym problemem kluczowym. Następnie w linii **JEŻELI** należy wpisać proponowany sposób poprawienia parametru wskazanego w linii **TO**. Na końcu linia **ALE**: parametr, który ulegnie pogorszeniu po zastosowaniu sposobu opisanego w wierszu **JEŻELI**.

- JEŻELI** użyte będą dodatkowe elementy konstrukcyjne,
TO wytrzymałość stołu się zwiększy,
ALE stół będzie cięższy.



Dla każdego proponowanego sposobu rozwiązania należy stworzyć osobną Sprzeczność Techniczną.

Inne opcje wzmacniania stołu:

JEŻELI stół będzie zrobiony z bardziej wytrzymałego materiału,
TO wytrzymałość stołu się zwiększy,
ALE koszt stołu znacząco wzrośnie.

JEŻELI wykorzystana zostanie konstrukcja kopałowa,
TO wytrzymałość stołu się zwiększy,
ALE proces produkcji stołu będzie bardziej skomplikowany.

Po sformułowaniu Sprzeczności Technicznej wg opisanego schematu **JEŻELI – TO – ALE** należy określić parametry ilościowe, które ulegną zmianie po zastosowaniu techniki opisanej w wierszu **JEŻELI**. W tym celu wskazać parametry polepszający się i pogarszający się. Tak wskazane parametry nazywa się parametrami specyficznymi Sprzeczności Technicznej.

JEŻELI [zostaną wykorzystane dodatkowe elementy konstrukcyjne]
TO [wytrzymałość stołu będzie ulepszona]
ALE [waga stołu wzrośnie nieakceptowalnie]

Parametr polepszający się: wytrzymałość stołu

Parametr pogarszający się: waga stołu

Budując Sprzeczność Techniczną warto także opracować jej odwróconą wersję. Schemat **JEŻELI-TO-ALE** został stworzony przez Altszullera ze względu na częste pomyłki jego uczniów podczas formułowania Sprzeczności Technicznych. Zdarzało się, że mylono określone działanie mające na celu ulepszenie systemu z polepszającym się parametrem. Na przykład w sprzeczności mówiącej, że pogrubienie blatu stołu sprawi, że będzie on mocniejszy, ale cięższy, wskazywano grubość blatu jako parametr polepszający się. Czy jednak rzeczywiście w tej sprzeczności chodzi o pogrubienie blatu? Oczywiście nie, trzeba zwiększyć wytrzymałość stołu, a pogrubienie jego blatu jest tylko jednym z możliwych działań. Korzystanie z zaproponowanego przez Altszullera schematu znacznie ułatwia poprawną identyfikację polepszającego i pogarszającego się parametru.

Schemat **JEŻELI-TO-ALE** daje nam dwa parametry: parametr z wiersza **TO** – ten, który musi zostać ulepszony lub zmieniony zgodnie z kluczowym problemem; wiersz **JEŻELI** – znana technika, która ulepsza parametr z linii **TO**; linia **ALE** – parametr, który ulegnie pogorszeniu wskutek zastosowania techniki opisanej w wierszu **JEŻELI**.

Procedura konstruowania odwróconej Sprzeczności Technicznej jest następująca: w wierszu **JEŻELI** należy wpisać działanie przeciwne do tego opisanego w wierszu **JEŻELI** pierwotnej sprzeczności. Następnie należy wziąć parametr z wiersza **ALE** pierwotnej sprzeczności, zamienić na jego przeciwieństwo i zapisać je w wierszu **TO** odwróconej sprzeczności. Kolejny krok to znalezienie przeciwieństwa parametru z **TO** pierwotnej sprzeczności i zapisanie go jako **ALE** sprzeczności odwróconej.

Odwrócona (alternatywna) Sprzeczność Techniczna wykorzystuje parametry przeciwne:

- JEŻELI2** [działanie przeciwne do działania w **JEŻELI1**]
TO2 [parametr przeciwny do parametru w **ALE1**]
ALE2 [parametr przeciwny do parametru w **TO1**]

Sprzeczność Techniczna:

- JEŻELI** [określone działanie]
TO [pozytywna, postulowana zmiana parametru X systemu technicznego]
ALE [negatywna zmiana parametru Y systemu technicznego]

Sprzeczność Techniczna Odwrócona:

- JEŻELI** [działanie odwrotne do **JEŻELI** pierwotnej sprzeczności]
TO [pozytywna zmiana parametru Y, tego samego parametru, co w polu **ALE** sprzeczności pierwotnej, ale z przeciwnym wobec sprzeczności pierwotnej zwrotem jego zmian]
ALE [negatywna zmiana parametru X, czyli tego samego, co w polu **TO** sprzeczności pierwotnej, ale z przeciwnym wobec sprzeczności pierwotnej zwrotem jego zmian]



Przykład: projekt skrzydeł – budowa Sprzeczności Technicznej

Podczas projektowania samolotu konstruktor określa jego kształt, wysokość, szerokość, długość, rozpiętość skrzydeł itp.



Rysunek 45. Projektowana sylwetka samolotu

Masa samolotu w locie musi być utrzymywana za pomocą sił aerodynamicznych działających na skrzydła. Podczas przepływu powietrza nad i pod skrzydłem wytwarza się różnica ciśnień, wskutek czego powstaje siła nośna, która działa bezpośrednio na konstrukcję samolotu. W rezultacie działania tej siły sylwetka samolotu w locie znacząco odbiega od sylwetki samolotu stojącego na ziemi. Taka deformacja skrzydła może być potencjalnie niebezpieczna, ponieważ może skutkować pęknięciem skrzydła.



Rysunek 46. Samolot podczas lotu – siła nośna odkształca skrzydła

Chcąc zapewnić bardziej sztywną konstrukcję, można zastosować więcej elementów wzmacniających, co zwiększy ilość wykorzystanego materiału.

Cel projektu:

Zwiększyć sztywność konstrukcji skrzydła bez podnoszenia jego masy.

Sytuację, gdy dla wzmocnienia skrzydeł samolotu używa się więcej materiału, można przedstawić według schematu Sprzeczności Technicznej:

Sprzecznosc Techniczna dla skrzydeł samolotu:

- JEŻELI** w konstrukcji skrzydeł samolotowych użyte będzie więcej elementów wzmacniających,
TO skrzydła będą sztywniejsze,
ALE skrzydła będą cięższe.

Sprzecznosc Techniczna z uwzględnieniem zmian parametrów specyficznych:

- JEŻELI** w konstrukcji skrzydeł samolotowych użyte będzie więcej elementów wzmacniających,
TO zwiększy się sztywnosc konstrukcji,
ALE zwiększy się masa skrzydeł.

Odwrócona Sprzecznosc Techniczna dla skrzydeł samolotu:

- JEŻELI** w konstrukcji skrzydeł samolotowych użyte będzie mniej elementów wzmacniających,
TO zmniejszy się masa skrzydeł,
ALE zmniejszy się sztywnosc konstrukcji.



Przykład: filtry workowe – Sprzecznosc Techniczna

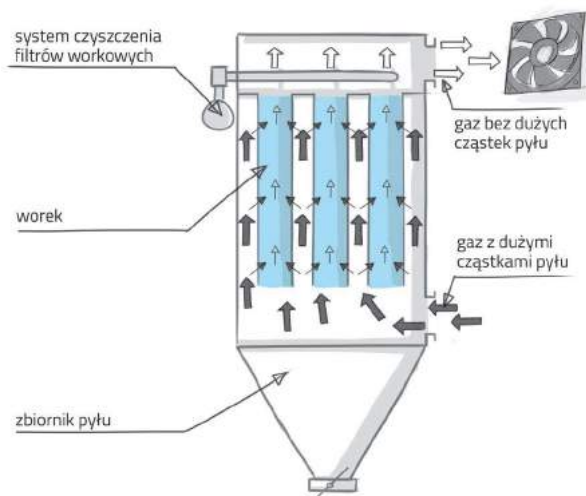
W poprzednich rozdziałach zostało przedstawione rozwiązanie problemu zbyt drogiego procesu oczyszczania gazu wielkopieczowego i ponownego wykorzystania pyłu poprzez zastąpienie wody ropą w celu wychwytywania drobnych cząstek pyłu z gazu w zraszaczu. W dalszej części tego podręcznika omówiony zostanie związany z poprzednim przykładem problem filtrowania dużych cząstek pyłu w odpylaczu.

Cel projektu:

Zwiększenie efektywności filtracji gazu wielkopieczowego w odpylaczu poprzez usprawnienie procesu czyszczenia filtrów workowych.

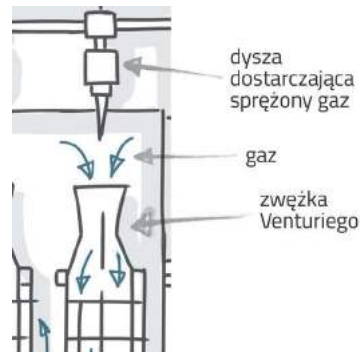
Filtry workowe są powszechnie stosowane do suchej filtracji zanieczyszczonych gazów. Zaletą filtra workowego jest latwosc jego wytwarzania oraz wysoki stopień oczyszczenia silnie zanieczyszczonego gazu. Do części środkowej, w której zawieszono są worki filtrujące, wchodzi zanieczyszczony gaz, w górnej zbiera się gaz oczyszczony (po przejściu przez filtry) oraz mieści się system czyszczenia (regeneracji) filtra, a na dole znajduje się zbiornik pyłu – patrz Rys. 47.

Wadą filtrów workowych jest gromadzenie się pyłu na workach w trakcie pracy filtra. Powoduje to zwiększenie oporu przepływu gazu przez filtr. W celu regeneracji filtra worki trzeba wstrząsnąć, aby pył spadł do dolnego zbiornika. Istnieją mechaniczne i pneumatyczne systemy regeneracji filtrów.



Rysunek 47. Odpylacz na bazie filtru workowego

Systemy mechaniczne są zawodne z powodu kłopotów z eksploatacją części mechanicznych w zanieczyszczonym środowisku wnętrza filtra. Dlatego stosuje się regeneratory pneumatyczne, w których jedynym nakładem eksploatacyjnym jest gaz pod ciśnieniem (jeżeli filtry workowe używane są do filtrowania gazu wielkopiecowego, który jest łatwopalny, do ich oczyszczania wykorzystuje się gaz obojętny, np. azot, gaz ziemny lub oczyszczony gaz wielkopiecowy). Działanie systemów pneumatycznych polega na impulsowym przedmuchiwaniu worków sprężonym gazem. Fala uderzeniowa impulsu, przechodząc przez całą długość worka, deformuje worek i strząsa pył. W celu zwiększenia efektywności wykorzystania sprężonego powietrza dmucha się nim przez specjalne dysze (zweżki Venturiego). W taki sposób impuls sprężonego gazu wciąga za sobą do worka gaz z otoczenia dyszy, zwiększając moc fali uderzeniowej.



Rysunek 48. System regeneracji filtra workowego

Rurka Venturiego jest umieszczona przy ujściu worka. Rurkę Venturiego charakteryzuje zwężenie jej przekroju (światła), które jest niezbędne do wdmuchiwanie gazu z otoczenia do worka podczas fazy regeneracji filtra. Problem dotyczący tej metody przedmuchiwanie filtrów polega na tym, że mała średnica dyszy Venturiego powoduje zwiększenie oporu wobec oczyszczonego gazu w fazie filtrowania. Kluczowy problem można zatem sformułować tak: jak wdmuchiwać do worków więcej gazu z otoczenia w fazie regeneracji bez zwiększania oporu wobec oczyszczonego gazu w fazie filtrowania?

Sprzecznosc Techniczna z parametrami specyficznymi dla przykladu z filtrem workowym bedzie wygladac nastepujaco:

JEZELI wykorzystana jest dysza Venturiego,
TO więcej gazu wdmuchiwane jest w fazie regeneracji,
ALE zwiększa się opór wobec oczyszczonego gazu w fazie filtracji.

Odwrocona sprzecznosc techniczna:

JEZELI dysza Venturiego nie jest wykorzystana,
TO opór wobec oczyszczonego gazu w fazie filtracji nie zwiększa się,
ALE mniej gazu wdmuchiwane jest podczas fazy regeneracji.

Wspomniane na początku rozdziału badania Henryka Altszullera wykazały również, że nie tylko liczba problemów innowacyjnych, ale także liczba ich rozwiązań nie jest nieskończona. Jak się okazało, zdecydowaną większość

z nich można uzyskać korzystając z 40 ogólnych rekomendacji (postulowanych modeli rozwiązania) nazwanych Zasadami Wynałazczymi. Są to pewne generalne rekomendacje, które można zastosować podczas opracowywania rozwiązania problemu.

Lista wszystkich Zasad Wynałazczych oraz przykłady ich wykorzystania zostały zamieszczona odpowiednio jako Dodatki 2 i 3 na końcu podręcznika.

Przy próbie znalezienia modelu rozwiązania można korzystać z dowolnej Zasady Wynałazczej, ale z opracowań Henryka Altszullera wynika wyraźna prawidłowość, która wskazuje, że pewne typy sprzeczności najczęściej znajdują dobre rozwiązanie po zastosowaniu wybranych Zasad Wynałazczych. Takie statystyczne mapowanie typów sprzeczności na rekomendowane Zasady Wynałazcze Altszuller zawarł w jednym z klasycznych, najbardziej znanych narzędzi, jakim jest Matryca Sprzeczności.



Matryca Sprzeczności (zwana także Matrycą Altszullera) to narzędzie rozwiązywania problemów, które pozwala na uzyskanie ogólnego modelu rozwiązania poprzez rekomendacje zestawu Zasad Wynałazczych dla typowych Sprzeczności Technicznych.

Aby móc zastosować Matrycę Sprzeczności do stworzonej Sprzeczności Technicznej, konieczne jest uogólnienie jej parametrów. Odbывается to poprzez zamianę parametrów specyficznych dla zadania na wybrane z listy 39 typowych (uogólnionych) parametrów technicznych.



Warto wspomnieć, że mimo podejmowanych prób modyfikacji, zarówno lista 39 typowych (uogólnionych) parametrów technicznych, jak i 40 Zasad Wynałazczych od czasów Henryka Altszullera pozostają bez zmian.

Wybór typowego parametru zależy tylko i wyłącznie od oceny zespołu projektowego. Podczas tworzenia listy 39 parametrów głównym celem Altszullera było stworzenie jak najbardziej ogólnego zestawu, który może być odnoszony do każdej dziedziny techniki, dlatego na pierwszy rzut oka lista może wydawać się osobliwa. Wskazówki dotyczące uogólniania parametrów znajdują się w Dodatku 5.

Po uogólnieniu obu parametrów można je wprowadzić do sformułowanej Sprzeczności Technicznej.

Tak zbudowana sprzeczność to typowa Sprzeczność Techniczna.

JEŻELI	[określone działanie]
TO	[pozytywna, postulowana zmiana typowego parametru]
ALE	[negatywna zmiana typowego parametru]



Typowa (uogólniona) Sprzeczność Techniczna to taka, w której parametry specyficzne dla zadania zastąpiono parametrami typowymi.



Przykład: projekt skrzydeł samolotu – uogólnienie parametrów i typowa sprzeczność

W przykładzie sprzeczności związanej z koniecznością zwiększenia sztywności skrzydeł samolotu sformułowano sprzeczności:

Sprzeczność Techniczna dla skrzydeł samolotu:

JEŻELI	w konstrukcji skrzydeł samolotowych użyte będzie więcej elementów wzmacniających,
TO	zwiększy się sztywność konstrukcji,
ALE	zwiększy się masa skrzydeł.

Odwrócona Sprzeczność Techniczna dla skrzydeł samolotu:

JEŻELI	w konstrukcji skrzydeł samolotowych użyte będzie mniej elementów wzmacniających,
TO	zmniejszy się masa skrzydeł,
ALE	zmniejszy się sztywność konstrukcji.

W celu znalezienia typowych parametrów należy spojrzeć w wiersze **TO** i **ALE** sprzeczności. Dla parametru *sztywność konstrukcji* parametrem typowym może być parametr *12 – kształt*, natomiast dla *masy skrzydeł* parametrem typowym wydaje się być *01 – ciężar obiektu ruchomego*. W takim przypadku typową sprzeczność można zapisać w postaci:

JEŻELI	w konstrukcji skrzydeł samolotowych użyte będzie więcej elementów wzmacniających,
TO	zwiększy się stabilność kształtu obiektu,
ALE	zwiększy się ciężar obiektu ruchomego.

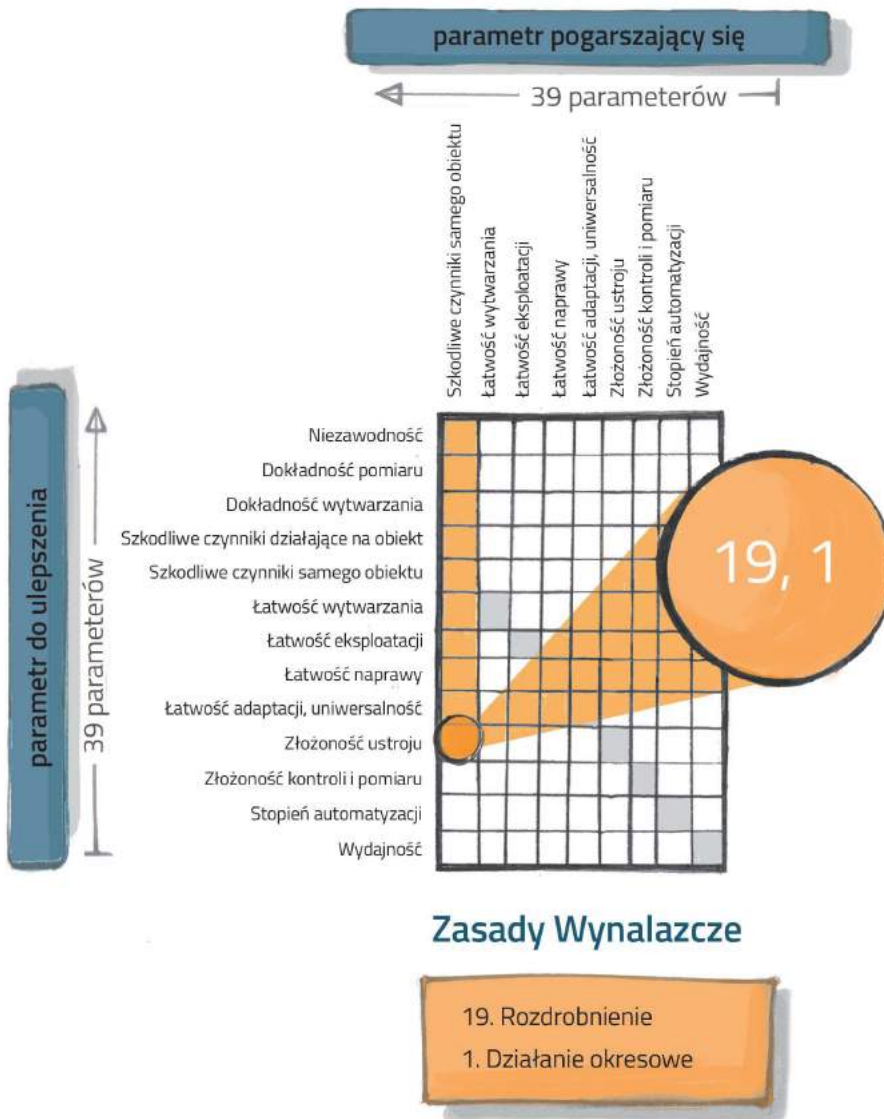
Oczywiście wybór tych konkretnych typowych parametrów nie jest jedynym prawidłowym wyborem dla przełożenia parametrów specyficznych na typowe, uogólnione. Można również wykorzystać inne pary. Zamiast parametru typowego 12 – *kształt* można na przykład wybrać typowy parametr 14 – *wytrzymałość* lub 27 – *niezawodność*.

Należy zwrócić uwagę, że obie Sprzeczności Techniczne (pierwotna i odwrócona) powinny zawierać te same parametry. Nie trzeba więc uogólniać parametrów obu sprzeczności oddzielnie. Szczególnie na początku nauki TRIZ warto jednak sprawdzić, czy typowe parametry pasują do drugiej sprzeczności, jeżeli nie, oznacza to najprawdopodobniej, że popełniono błąd przy formułowaniu sprzeczności odwrotnej.



Jeżeli do zidentyfikowanej sprzeczności pasuje więcej niż jeden typowy parametr, należy rozpatrywać wiele par typowych parametrów. Dobrą praktyką jest stworzenie kilku kombinacji różnych typowych parametrów pasujących do sformułowanej sprzeczności i zastosowanie Matrycy Altszullera dla każdej z par. W wyniku tego otrzymuje się kilka zestawów rekomendacji, z których wszystkie należy rozważyć jako potencjalnie najlepsze wskazówki, zaczynając od tych, które pojawiają się najczęściej w zestawach rekomendacji.

Aby uzyskać rekomendację Zasad Wynalazczych, należy odczytać je z Matrycy Sprzeczności. Matryca składa się z 39 wierszy i kolumn. W wierszach wypisane są wszystkie, ponumerowane od 1 do 39, zidentyfikowane przez Altszullera ogólne, typowe parametry, które należy ulepszyć, natomiast w kolumnach analogicznie wymienione są parametry, które ulegają pogorszeniu. Zarówno w wierszach, jak i w kolumnach ogólne parametry wypisane są w takiej samej kolejności. Po wyborze odpowiedniego wiersza i kolumny w komórce na ich przecięciu wpisane są numery rekomendowanych Zasad Wynalazczych. Fragment Matrycy Sprzeczności znajduje się na Rysunku 49.



Rysunek 49. Matryca Sprzeczności – fragment



Przykład: system oczyszczania gazu wielkopieczowego – Sprzeczność Techniczna i rekomendacje Zasad Wynalazczych

W rozdziale o Trimmingu, w przykładzie o systemie oczyszczania gazu wielkopieczowego jako zamiennik dla wody w procesie wyłapywania pyłu postanowiono wykorzystać rozpyloną ropę. Co się polepszy, a co pogorszy po zastosowaniu tego rozwiązania?

JEŻELI zamiast wody użyta zostanie ropa,
TO mniej skomplikowany będzie system oczyszczania,
ALE większa będzie emisja zanieczyszczeń do atmosfery.

Po określeniu konkretnej sprzeczności dla problemu należy uogólnić jej parametry, by możliwe było sformułowanie typowej sprzeczności. Na podstawie opisanej Sprzeczności Technicznej i listy typowych parametrów należy wybrać parametr, który zostanie poprawiony, oraz parametr, który się pogorszy. Odpowiednio są to 36 – *złożoność ustroju* oraz 31 – *szkodliwe czynniki samego obiektu*. Na przecięciu 36 wiersza i 31 kolumny Matrycy Sprzeczności znajduje się komórka zawierająca następujące rekomendacje: 19. *Działanie okresowe* i 1. *Rozdrobnienie*.



Niektóre komórki w Matrycy Sprzeczności są puste. Oznacza to, że dla danej sprzeczności nie stwierdzono statystycznie najczęstszego zastosowania określonych Zasad Wynalazczych. Należy zatem rozważyć każdą z czterdziestu zasad.



Zasady Wynalazcze wpisane są w komórkach Matrycy Sprzeczności w kolejności ich sprawdzonego statystycznie najczęstszego stosowania dla rozwiązania typowej sprzeczności. Nie musi to oznaczać, że pierwsza lub druga z rekomendowanych Zasad Wynalazczych będzie najlepsza dla rozpatrywanego problemu. Może się bowiem zdarzyć, że analizowany problem wymaga odmiennego podejścia. Najczęściej jednak przynajmniej jedna z rekomendowanych przez matrycę Zasad Wynalazczych oferuje model rozwiązania pozwalający na eliminację problemu.

Matryca Sprzeczności nie jest symetryczna. Oznacza to, że w przypadku odwrócenia kolejności parametrów podczas korzystania z Matrycy Sprzeczności zestawy rekomendowanych Zasad Wynalazczych będą różne: inny dla zestawu A/B (gdzie A to parametr polepszający się, B – pogarszający się), inny dla zestawu B/A (gdzie B to parametr polepszający się, A – pogarszający się).

Dlatego też podczas pracy z Matrycą Sprzeczności należy zwrócić uwagę na następujące aspekty:

1. Do wykorzystania w matrycy należy wybrać – spośród sprzeczności pierwotnej i odwróconej – tę, która lepiej przedstawia dążenie do realizacji celu projektu, a nie tę, która skupia się na uniknięciu negatywnych konsekwencji.
2. Podczas wyszukiwania w matrycy odpowiedniej komórki z rekomendacjami polepszający się parametr należy odnaleźć w wierszach matrycy, a pogarszający się parametr – w kolumnach.

Współcześnie najczęściej korzysta się z Matrycy Sprzeczności dostępnej w wielu miejscach w Internecie, np. pod adresem <http://novismo.com/wiedza/narzedzia/>.



Przykład: projekt skrzydeł samolotu – wybór sprzeczności i praca z matrycą

W przykładzie związanym z koniecznością zwiększenia sztywności skrzydeł samolotu przygotowano następujące typowe sprzeczności:

Pierwotna Sprzeczność Techniczna dla skrzydeł samolotu:

- JEŻELI** w konstrukcji skrzydeł samolotowych użyte będzie więcej elementów wzmacniających,
TO zwiększy się sztywność skrzydła,
ALE zwiększy się ciężar obiektu ruchomego.

Odwrócona Sprzeczność Techniczna dla skrzydeł samolotu:

- JEŻELI** w konstrukcji skrzydeł samolotowych użyte będzie mniej elementów wzmacniających,
TO zmniejszy się ciężar obiektu ruchomego,
ALE zmniejszy się stabilność kształtu obiektu.

Celem zadania było zwiększenie sztywności konstrukcji skrzydła bez zwiększania jego masy. Bliższa celowi zadania jest więc Sprzeczność Techniczna pierwotna, to ona będzie wykorzystana do pracy z matrycą. Poprawia się *kształt obiektu*, pogarsza *ciężar obiektu ruchomego*. Odpowiednio są to numery 12 i 01 typowych parametrów. Oznacza to, że w Matrycy Sprzeczności trzeba odnaleźć komórkę na przecięciu dwunastego wiersza i pierwszej kolumny. Rekomendowane w niej Zasady Wynałazcze to: 8. *Antycieżar / przeciwwaga*, 10. *Wstępne działa-*

nie / wstępna aranżacja, 29. Wykorzystanie pneumo- i hydrokonstrukcji, 40. Wykorzystanie materiałów kompozytowych. Mimo że koncepcje rozwiązań mogą nasuwać się same, warto zapoznać się z pełnym opisem i przykładami dla każdej z zasad.



Przed podjęciem decyzji o zastosowaniu konkretnej Zasady Wynalazczej warto przeczytać jej dokładny opis, ponieważ nazwy zasad nie zawsze sugerują sposoby ich zastosowania.



Przykład: filtry workowe – poszukiwanie rekomendacji

Wcześniej w tym rozdziale przygotowano Sprzeczność Techniczną pierwotną i odwróconą dla przykładu z filtrem workowym:

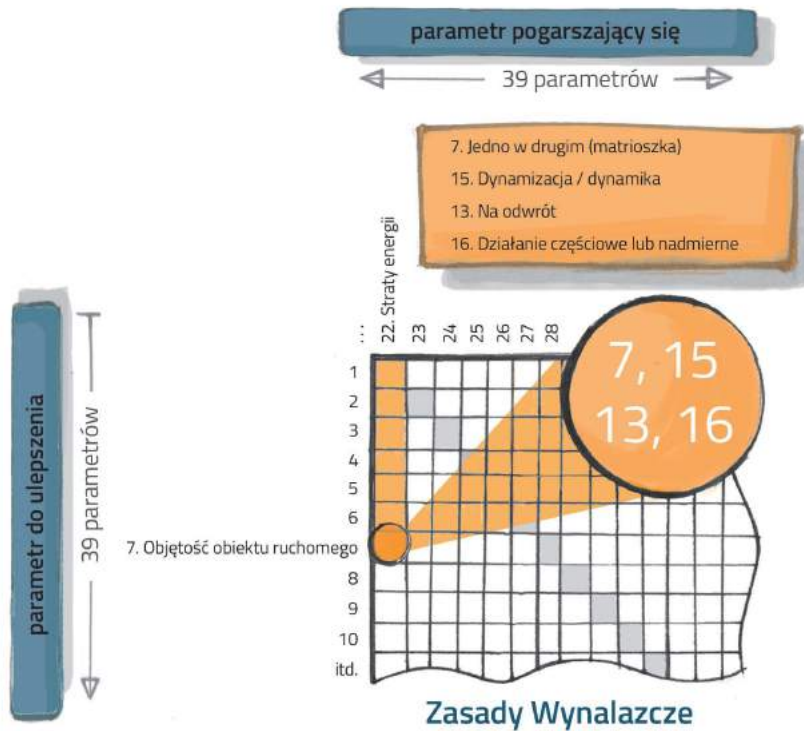
JEŻELI wykorzystana jest dysza Venturiego,
TO więcej gazu jest wdmuchiwane w fazie regeneracji,
ALE zwiększa się opór przepływu gazu przez filtr.

Odwrócona Sprzeczność Techniczna:

JEŻELI dysza Venturiego nie jest wykorzystana,
TO nie zwiększa się opór przepływu gazu przez filtr,
ALE mniej gazu jest wdmuchiwane w fazie regeneracji.

Bliższa realizacji celu projektu jest sprzeczność pierwotna. Najbardziej odpowiednią parą spośród typowych parametrów polepszających i pogarszających się będą 7 – *objętość obiektu ruchomego* i 22 – *strata energii*.

Dla kombinacji tych parametrów w wierszu 7 i kolumnie 22 matryca sugeruje wykorzystanie następujących Zasad Wynalazczych: 7. *Jedno w drugim (matryoszka)*, 15. *Dynamizacja / dynamika / dynamiczność*, 13. *Na odwrót*, 16 – *Działanie częściowe lub nadmierne*.



Rysunek 50. Wskazanie Matrycy Sprzeczności dla pary parametrów 7 i 22

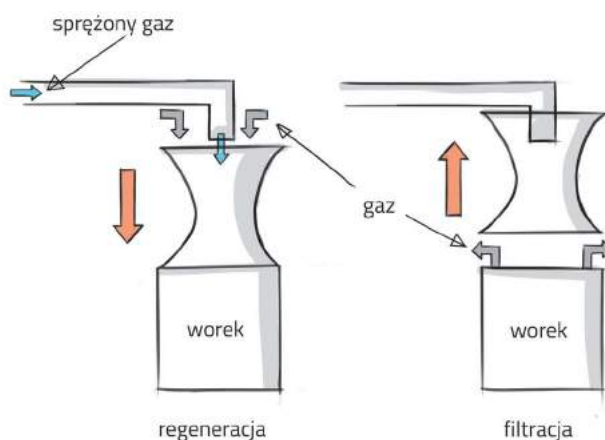
Choć same Zasady Wynalazcze są jedynie propozycjami modeli rozwiązania, to już sama ta podpowiedź bardzo mocno zawęży pole poszukiwań efektywnego rozwiązania problemu. W jaki sposób te bardzo ogólne propozycje modeli rozwiązań zastosować w analizowanej sytuacji? Należy przeanalizować kolejno każdą z rekomendowanych zasad.

- JEŻELI** wykorzystana zostanie dysza Venturiego,
TO więcej gazu z otoczenia zostanie wdmuchane w fazie regeneracji,
ALE opór przepływu gazu się zwiększy.

Teraz należy dopasować specyficzne parametry zadania do listy 39 typowych parametrów: polepszający się parametr *więcej gazu* może być zgeneralizowany jako parametr 26 – *ilość substancji* lub jako parametr 7 – *objętość obiektu ruchomego*. Pogarszający się parametr *wzrastający opór* może być interpretowany jako 22 – *straty energii* albo 30 – *szkodliwe czynniki działające na obiekt*.

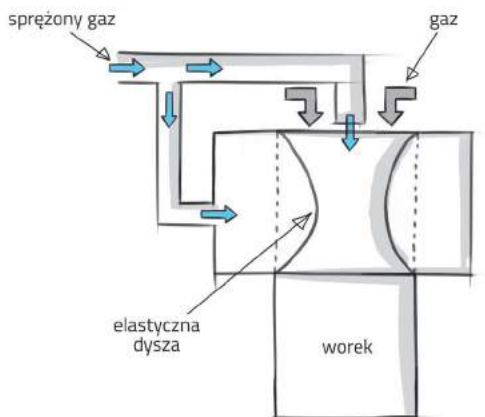
Wskazano po dwie możliwości generalizacji każdego z parametrów, należy zatem przeanalizować każdą z możliwych kombinacji. W przypadku polepszającego się parametru 7 – *objętość obiektu ruchomego* oraz pogarszającego się parametru 22 – *straty energii* rekomendowane Zasady Wynalazcze to: 7, 15, 13 i 16. Zasada 15 to *Dynamizacja / dynamika / dynamiczność*. Jak dysza lub jej właściwości mogą być zdynamizowane, by nie przeszkadzała w przepływie gazu, a wspomagała wdmuchiwanie gazu?

Na przykład podczas regeneracji można mechanicznie zbliżyć dyszę do worka, a po regeneracji – oddalić (podnieść ją) – patrz Rysunek 51.



Rysunek 51. Mechaniczna zmiana położenia dyszy w trybach regeneracji i filtrowania

W przypadku polepszającego się parametru 7 – *objętość obiektu ruchomego* oraz pogarszającego się 30 – *szkodliwe czynniki działające na obiekt* rekomendowane Zasady Wynalazcze to: 22, 21, 27 i 35. Zasada 35 to *Zmiana właściwości fizykochemicznych obiektu*, która proponuje m. in. użycie obiektów elastycznych lub gazowych. Wykorzystywana jest dysza Venturiego, która jest elastyczna, ponadto wykorzystywany jest sprężony gaz wdmuchiwany do worków w fazie regeneracji – gdy średnica dyszy jest mała. W fazie filtrowania jej średnica się zwiększa – patrz Rys. 52.

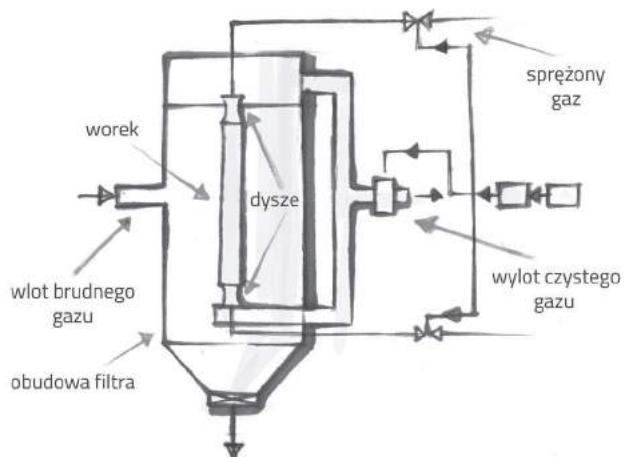


Rysunek 52. Elastyczna dysza nadmuchiwana sprężonym gazem podczas regeneracji

Inna kombinacja: polepszający się parametr 26 – *ilość substancji* oraz pogarszający 22 – *straty energii*. W tym przypadku matryca rekomenduje następujące Zasady Wynalazcze: 7. *Jedno w drugim (matrioszka)*, 18. *Wykorzystanie wibracji / drgań mechanicznych* oraz 25. *Samoobsługa*. Zasada 18 mówi m.in. *wprawić obiekt w ruch wahadłowy lub w drgania* oraz *wykorzystać częstotliwość rezonansową obiektu*.

Przy wyborze kombinacji parametru polepszającego się 26 – *ilość substancji* oraz pogarszającego się 30 – *szkodliwe czynniki działające na obiekt* matryca rekomenduje wykorzystanie następujących zasad: 35. *Zmiana właściwości fizykochemicznych obiektu*, 33. *Homogeniczność / jednorodność*, 29. *Wykorzystanie pneumo- i hydrokonstrukcji* oraz 31 *Wykorzystanie materiałów porowatych*.

Kiedy uderzenie sprężonego gazu zostanie skierowane na powierzchnię filtra, ciśnienie będzie przemieszczać się wzdłuż całego filtra. Jeżeli filtrowany gaz będzie wibrował z tą samą częstotliwością, worek wpadnie w rezonans. Oznacza to znaczny wzrost amplitudy drgań. W rezultacie efektywność usuwania pyłu z powierzchni filtra znacząco wzrośnie. Można zatem pozbyć się dyszy Venturiego. Oczyszczany gaz może być wprawiany w wibracje poprzez wykorzystanie obrotowej przepustnicy zainstalowanej przy ujściu rury – z częstotliwością równą częstotliwości drgań powierzchni worka.



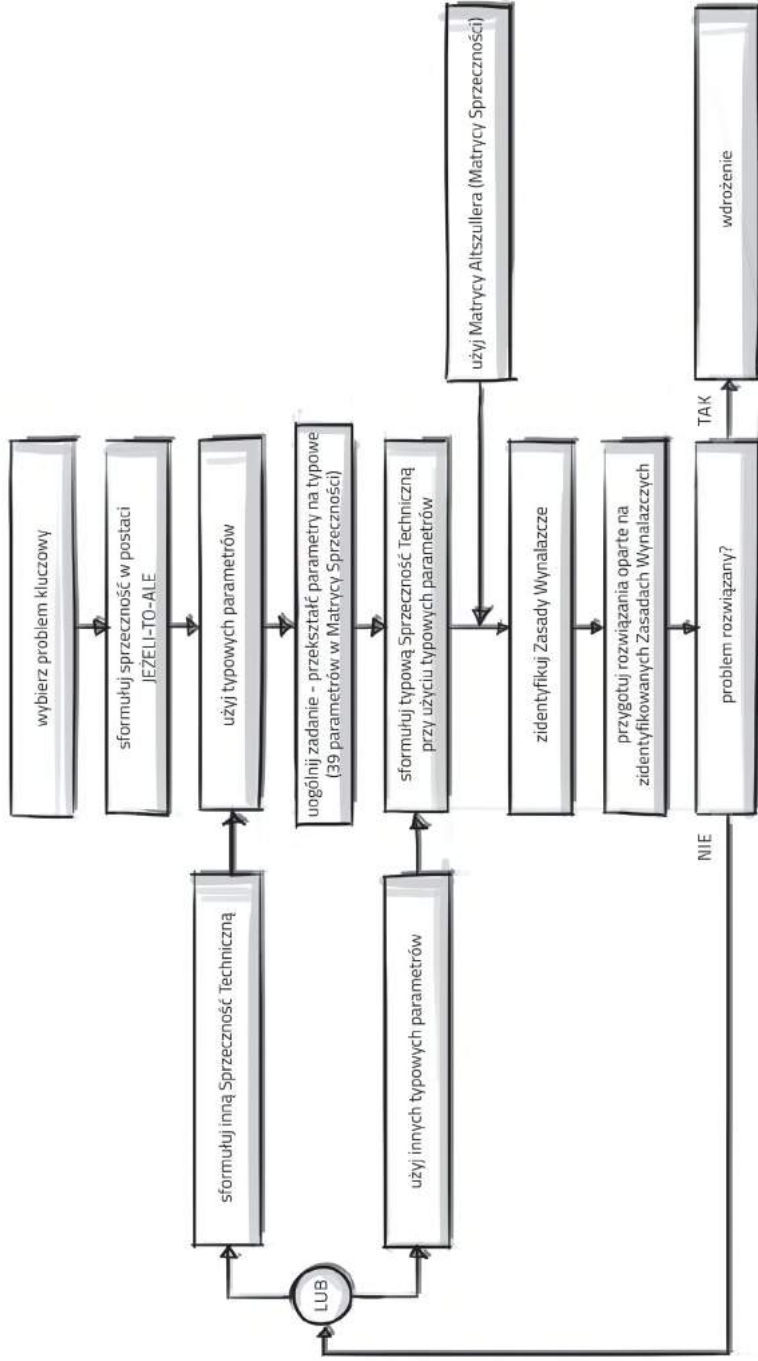
Rysunek 53. Regeneracja worków z pomocą impulsów sprężonego powietrza z dostosowaniem częstotliwości impulsów do częstości rezonansowej worków

Przy częstotliwości impulsów 7 Hz udowodniono zwiększenie efektywności regeneracji worków, co pozwoliło zwiększyć ilość filtrowanego gazu o 20%.

Rozwiązanie zostało opisane w świadectwie autorskim SU 1152624 (<http://novismo.com/materialy/SU1152624.pdf>).

Ogólny schemat zastosowania Matrycy Sprzeczności do rozwiązania Sprzeczności Technicznych został przedstawiony na Rysunku 54.

Postępowanie według powyższego schematu pozwala zrozumieć istotę problemu, a następnie rozwiązać go w sposób efektywny, przedstawiając zaskakujące i innowacyjne rozwiązanie.



Rysunek 54. Rozwiązywanie Sprzeczności Technicznych



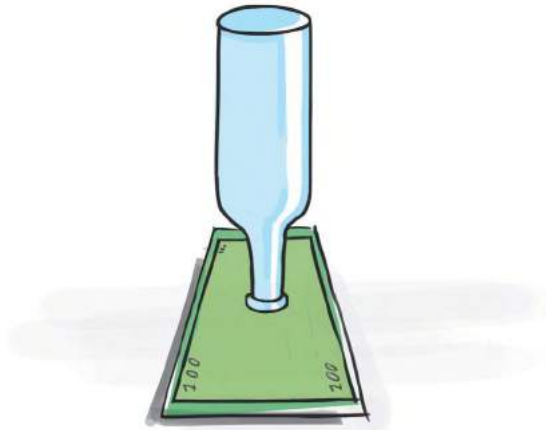
Pytania kontrolne

21. Które ze sformułowań są poprawnymi Sprzecznościami Technicznymi?
 - a. Jeśli zmniejszy się masa, pogorszy się stabilność struktury.
 - b. W celu zmniejszenia ciężaru należy użyć lżejszego materiału, ale o tej samej wytrzymałości na zginanie.
 - c. Jeżeli instalacja będzie wykonana z przewodów miedzianych, to będzie trwała i bezpieczna, ale będzie droga.
 - d. Wszystkie powyższe.
22. Jaka jest symetria Matrycy Altszullera?
 - a. Matryca jest symetryczna względem obu przekątnych.
 - b. Matryca nie ma osi symetrii.
 - c. Matryca jest symetryczna względem osi pionowej.
 - d. Matryca jest symetryczna względem osi poziomej.
23. Które z poniższych zdań jest prawidłowo sformułowaną Sprzecznością Techniczną?
 - a. Jeśli zwiększy się masa samochodu, to pogorszy się prędkość.
 - b. Jeżeli zwiększy się prędkość, to dojedziemy na miejsce szybciej, ale zużycie paliwa będzie większe.
 - c. Prędkość powinna być duża, ale droga hamowania mała.
 - d. Im bardziej gwałtowne hamowanie, tym większe zużycie opon.
24. Które ze sformułowań jest prawidłowe?
 - a. W Sprzeczności Technicznej jeden parametr się poprawia, a drugi pozostaje bez zmian.
 - b. Sprzeczność Techniczna to konflikt dwóch parametrów.
 - c. Sprzeczność Techniczna to konflikt co najmniej trzech parametrów.
 - d. Sprzeczność Techniczna może dotyczyć tylko jednego parametru.
25. Co oznacza pusta komórka w matrycy sprzeczności na przecięciu dwóch parametrów:
 - a. Brak rozwiązania dla wybranej pary parametrów.
 - b. Brak Sprzeczności Technicznej.
 - c. Brak statystycznie dominującego zalecenia dla rozwiązania sprzeczności danej pary parametrów.
 - d. Żadne z powyższych.



Zadanie 9.

Na stole leży banknot, a na banknocie stoi pusta butelka odwrócona szyjką w dół. Należy wyciągnąć banknot spod butelki w taki sposób, aby ta się nie przewróciła. Nie wolno dotykać butelki ręką, można dotykać tylko banknotu. Sformułować Sprzeczności Techniczne, a następnie na podstawie Matrycy Sprzeczności i odczytanych z niej Zasad Wynałazczych zaproponować co najmniej kilka rozwiązań tego problemu.



Rysunek 55. Jak wyciągnąć banknot spod butelki, nie dotykając jej i nie przewracając?