



PRAWA ROZWOJU SYSTEMÓW TECHNICZNYCH JAKO NARZĘDZIE KSZTAŁTOWANIA NOWEGO PRODUKTU

Anna Boratyńska-Sala

Instytut Technologii Maszyn i Automatyzacji Produkcji, Politechnika Krakowska

Autor korespondencyjny:

Anna Boratyńska-Sala

Instytut Technologii Maszyn i Automatyzacji Produkcji

Politechnika Krakowska

Al. Jana Pawła II 37, 31-864 Kraków, Polska

telefon: +48 12 37 43 283

e-mail: boratynska@mech.pk.edu.pl

SŁOWA KLUCZOWE

Prawa Rozwoju Systemów Technicznych (PRST), krzywa S-kształtna, fazy procesu rozwoju produktu

THE LAWS OF TECHNICAL SYSTEM EVOLUTION AS A TOOL FOR CREATING AN A NEW PRODUCT

KEYWORDS

the Law of Technical System Evolution, S-curve, stage of new product development process

ABSTRACT

Companies can't create innovation and achieve success without the efficient, effective methodology for shaping the product. In a highly competitive company cannot create innovation and achieve success without the efficient, effective methodology for shaping the product. It can be used with the analysis of the S-curve of the product. The manufacturer needs to know at what stage of the S-curve is the product (in terms of construction technology, and commercial). The paper presents the Law of Technical System Evolution of H. Altszullera. They can provide a basis for forecasting product development and guide the directions of its further modernization. The author showed the possibility of further development of the product in accordance with the law dynamization of system.

1. Wstęp

Proces rozwoju techniki jest wypadkową świadomych działań człowieka, który może działać jedynie w ramach obiektywnych praw przyrody (nawet, jeśli nie jest tego świadomy). Rozwój techniki jest więc obiektywny i podlega stałym prawom. Henryk Altszuller jeszcze w latach 50. ubiegłego stulecia ustalił, że:

Prawa rozwoju systemów technicznych – to rzeczywiste, stale i powtarzalne stosunki pomiędzy elementami wewnątrz systemu i zewnętrznego otoczenia w procesie progresywnego rozwoju, tj. przechodzenia systemu z jednego stanu w drugi, w celu podniesienia jego funkcji użytkowej. Prawa te można poznać i wykorzystać dla opracowywania nowych idei [1].

Powyzsza zasada, sformulowana przez H. Altszullera we wczesnej fazie rozwoju TRIZ, legła u podstaw Praw Rozwoju Systemów Technicznych (PRST).

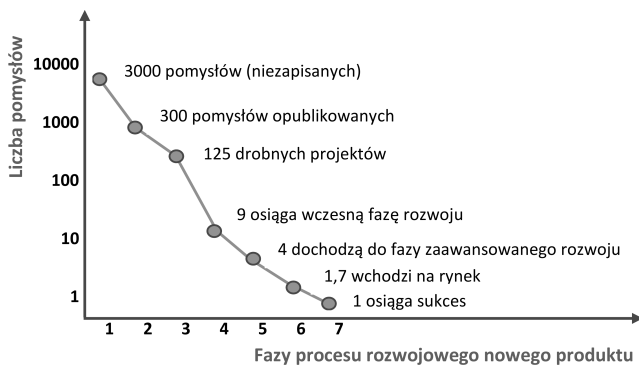
Współczesną gospodarke wszystkich rozwiniętych państw cechuje rosnąca szybkość zmian jakościowych, a w związku z rozwojem wysokowydajnych technologii – także ilościowych, co powoduje rosnące nasycenie techniką wszystkich dziedzin życia. Wymagania rynku stymulują działalność innowacyjną, tworzenie nowości

i zdobywanie nowych nisz rynkowych. John Carbo sformułował kiedyś trafnie podstawową zasadę konkurencji: *jeśli konkurent robi „zyg”, to ty zrób „zag” i odwrotnie*. Łatwo powiedzieć, a w technice trudniej wykonać. Oznacza to bowiem konieczność ciągłego poszukiwania nowych idei. Czy każda nowość ma szansę zdobycia rynku? Oczywiście nie.

Z rysunku 1. wynika kilka konkretnych wniosków:

1. Pomysły muszą być generowane w oparciu o skuteczną metodę, zapewniającą zgodność z prawami rozwoju systemów technicznych.
2. Im lepsza metoda, tym mniej jałowych poszukiwań, a tym samym mniej strat czasu i nakładów pracy.
3. Metodyczne poszukiwanie nowych idei zapewnia łatwość omijania idei „zagospodarowanych” przez konkurencję, a więc działania w duchu dyrektywy J. Carbo.

Ogromna większość zasadniczych wynalazków powstała metodami „prób i błędów”, ale przyspieszenie rozwoju techniki i rosnące oczekiwania rynku są dziś takie, że nie da się skutecznie pracować i osiągać sukcesów bez konkretnej metodyki. Przyjrzyjmy się więc jak wyglądają te prawa w PRST.



Rys. 1. Fazy procesu rozwoju nowego produktu [5]

2. Prawa rozwoju systemów technicznych

Altszuller zdefiniował trzy grupy praw rozwoju systemów technicznych, umownie nazwane:

- statyka,
- kinematyka,
- dynamika.

Można zauważyć związek tych trzech grup z modelem „życia” każdej (nie tylko technicznej) idei: narodziny, rozwój, śmierć – znany jako tzw. krzywa „S-kształtna”. Model ten był wykorzystywany przez Altszullera dla zilustrowania ewolucyjnych procesów w technice. Szczegółowo prawa te można sformułować następująco:

1. Prawo kompletności części systemu.
2. Prawo „energetycznej przewodności” systemu.
3. Prawo uzgodnienia rytmu części systemu.
4. Prawo podnoszenia stopnia idealności systemu.
5. Prawo nierównomierności rozwoju elementów systemów.
6. Prawo przechodzenie do nadsystemu.
7. Prawo przechodzenie z makropoziomu na mikropoziom.
8. Prawo powiększania wepolowości.
9. Prawo podniesienia stopnia dynamiczności systemu [1, 3, 4].

Ad 1. Koniecznym i zasadniczym warunkiem działania systemu technicznego jest posiadanie i minimalna zdolność do pracy podstawowych części systemu.

Teoria wynalazczości mówi, że każdy system techniczny musi składać się z czterech podstawowych elementów:

- organu roboczego,
- transmisji,
- silnika,
- układu sterowania.

Ewolucja najstarszego systemu technicznego – młotka (rys. 2), pokazuje, że i ten prosty system podlegał prawu rozwoju systemów. Łatwo to uzasadnić: kamień trzymany w dłoni człowieka pierwotnego to narzędzie, transmisją jest ramię, silnikiem – mięśnie ramieniowe, a układem sterowania – głowa. Wszystkie współczesne narzędzia pracy, takie jak: wiertarki elektryczne, wkrę-

tarki, gwinciarke, wibromłotki, wibrodłuta itp. miały swoich „przodków” w epoce kamienia łupanego i gładzonego.



Rys. 2. Ewolucja młotka

Ewolucję taką łatwo zauważyć również w budowie samochodu: organ roboczy – koła, transmisja – skrzynia biegów, wałki napędowe, przeguby itd., układ sterowania – zwrotnice, przekładnia kierownicy i koło kierownicy. Oczywiście samochód posiada jeszcze dużo innych systemów, czyli „podsystemów” w stosunku do „systemu” – samochodu, ale zgodnie z PRST, analizując jakikolwiek system, powinno się spojrzeć na niego „dziewięcioekranowo” (rys. 3).

	W CZERWIEC	DZISIAJ	JUTRO
NADSYSTEM			
SYSTEM			
PODSYSTEM			

Rys. 3. Analiza systemowa samochodu

Jeżeli „samochód” traktować jako „system” – na środkowym ekranie – to jego nadsystemem będzie transport kołowy, podsystemy to: silnik, koła, skrzynia biegów, karoseria itd. Cały ten „pion” musimy umieć zobaczyć „wczoraj”, „dzisiaj” i „jutro”. Wtedy dopiero mamy pełne wyobrażenie o analizowanym systemie. Na każdym jego etapie dostrzec można te podstawowe cztery elementy systemu. Dziś bardzo trudno byłoby znaleźć taki system, który wymagałby uzupełnienia – co oznaczałoby innowację.

Układ sterowania samochodu wchodzi obecnie w fazę sterowania autonomicznego, czyli samochód porusza się „sam”, sterowany GPS-em. Biorąc pod uwagę nadsystem dla takiego samochodu, łatwo sobie wyobrazić, że kolejną fazą rozwoju użytkowych funkcji samochodu będzie np. „wezwanie samochodu” za pomocą telefonu komórkowego, a samochód – na dużym parkingu, bez szukania go – przyjedzie do nas sam.

Ad 2. Koniecznym i zasadniczym warunkiem działania systemu technicznego jest przewodność energetyczna wszystkich części systemu.

Dobrze jest, jeżeli energia przenikająca cały system jest jednego rodzaju: elektryczna, sprężonego powietrza, oleju pod ciśnieniem itd.

Przykładowo, przy masowym zastosowaniu robotów przemysłowych zdarzały się przypadki ich „buntu”; nieprzewidywalnych zachowań, ruchów itp., niebezpiecznych dla produkcji i przebywających w pobliżu osób. Przyczyną była niesprawność czujników, czasami nagła awaria centralnego układu sterowania. Załóżmy, że operator hali zauważył, że dzieje się coś niebezpiecznego – jak z bezpiecznej odległości „uspokoić” robota, momentalnie zatrzymać go, zmienić program lub w ogóle wyłączyć?

Rozpatrzmy zadanie z punktu widzenia prawa energetycznej przewodności systemu. Czy istnieje dobra przewodność pomiędzy częściami technicznego systemu (robota) i organem sterowania, czyli człowiekiem? Nie. I tu powstaje problem innowacyjny: jak skutecznie na odległość sterować robotem lub móc go wyłączyć?

Dowolne mechaniczne organy sterowania: przyciski, dźwignie itp. trzeba od razu nacisnąć, przełączyć itp., a na to potrzeba trochę czasu – niebezpiecznie jest się zbliżyć do „zbuntowanego” robota – pozostają więc wyłączniki na tablicy rozdzielczej hali, a na to właśnie potrzeba czasu. Potrzebna jest łączność natychmiastowa. Tu najlepiej sprawdzi się przekaz radiowy, który działa na odległość. Operator może mieć niewielkie urządzenie – pilota, którym można sterować robotem. A jeśli robotów jest dużo? Potrzebne jest dokładne „adresowanie” sygnału, a to najlepiej zrobić promieniem światła laserowego, który może przekazać zakodowany sygnał do odbiorczego „oka” robota. Pojawia się kolejny problem: jak trafić w to „oko” w sytuacji nerwowej! Opracowano błyskotliwe rozwiązanie: okulary dla operatora z wmontowanym wyświetlaczem. Wystarczy, że operator spojrzy w „oko” robota i naciśnie guzik na ramce okularów. Inny przykład, samochód pogotowia ratunkowego nie może tracić czasu, stojąc „na światłach czerwonych”, a jechać pomimo tych światła – niebezpiecznie. Co robić? Rozwiązanie – też z tej samej serii – samochód powinien wysyłać sygnał, np. podczerwony, powodujący zmianę światła na skrzyżowaniu tak, żeby miał „wolną drogę”.

Ad 3. Koniecznym i zasadniczym warunkiem działania systemu technicznego jest synchronizacja (lub świadoma desynchronizacja) drgań (działań okresowych) wszystkich części systemu.

Uzgodnienie rytmu części współpracujących to bardzo obszerny dział różnych problemów i rozwiązań. Wchodzi tu w grę synchronizacja rytmu aż do rezonansu lub świadoma desynchronizacja w zależności od celu, jaki chcemy osiągnąć.

Piły tarczowe do cięcia drewna wydają bardzo głośny dźwięk, który jest dokuczliwy dla ucha człowieka. Co z tym zjawiskiem można zrobić?

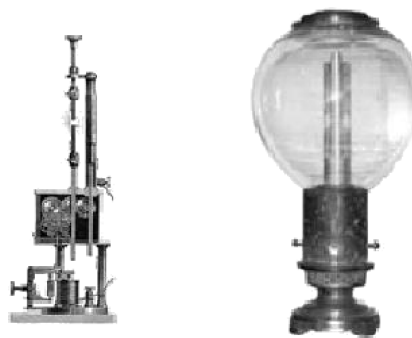
W pewnym stopniu może pomóc zróżnicowanie podziałki zębów na tarczy tnącej. To niestety kosztuje, bo komplikuje problem nacinania zębów i ich ostrzenia. Zróżnicowanie podziałki powoduje zmienność częstotliwości pobudzenia tarczy do drgań.

Przykładów takich jest oczywiście wiele, powyższe mają charakter ilustracyjny.

Ad 4. Rozwój wszystkich systemów technicznych zachodzi w kierunku podniesienia stopnia idealności.

Idealny system techniczny to taki, którego masa, gabaryty, energochłonność dążą do zera, a jego zdolność wypełniania GFU nie zmniejsza się. Podsumowując – idealny system to taki, którego nie ma, a jego funkcja jest wykonywana.

Ten ostatni postulat wydaje się nierealny, ale jest sporo przykładów pokazujących, że to „nierealne” jest w pełni możliwe. Dobrym, choć starym przykładem, jest tzw. „świeca Jabłoczkowa” – lampa łukowa. Poważną wadą lamp łukowych, dość powszechnie stosowanych w XIX wieku, było wypalanie się elektrod węglowych, które trzeba było co jakiś czas zbliżać do siebie, bo zwiększała się ich odległość. Zaprojektowano wtedy i produkowano różne mechanizmy typu zegarowego, które miały utrzymywać stałą wartość przerwy pomiędzy węglowymi elektrodami. Było to drogie i nieskuteczne, mechanizm dawał stałą wielkość przesunięcia na jednostkę czasu, a elektrody wypalały się z różną szybkością. W 1876 roku Jabłoczkow zmienił ustawienie elektrod na równoległe i wstawił pomiędzy węglowe pałeczki łatwopalny izolator. Przerwa pomiędzy elektrodami była stała przez cały czas ich działania (rys. 4). Było to więc w 100% spełnienie postulatów.



Rys. 4. Lampy łukowe

Oczywiście taki sukces nie zawsze jest możliwy. Idealny Wynik Końcowy (IWK) jest jednak „drogowskazem” wskazującym kierunek innowacji. Liczy się stosunek uogólnionych nakładów na system do poziomu GFU (Główna Funkcja Użytkowa). Stąd zjawiska takie jak: powiększający się udział powierzchni ekranu telewizora do jego gabarytów, powiększający się udział masy towaru do ogólnej masy samochodu ciężarowego itd. Wystarczy popatrzeć na rozwój samochodów ciężarowych od ok. 1930 roku do czasów współczesnych (rys. 5).



Rys. 5. Ewolucja samochodów ciężarowych w latach 1930–2010

Ad 5. Rozwój części systemu technicznego przebiega nierównomiernie: im bardziej złożony jest system, tym bardziej nierównomierny jest rozwój jego części.

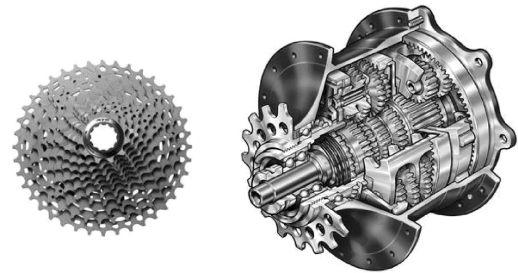
Dlaczego systemy techniczne rozwijają się nierównomiernie? Wynika to najczęściej:

- ze wzrostu wymagań do głównej Funkcji Użytecznej systemu (GFU),
- dla podniesienia GFU najczęściej należy wydzielić i wzmocnić właściwości jakiegoś elementu systemu, co stanowi początek specjalizacji elementu, różnicowania funkcji i właściwości w systemie,
- przy wzmocnieniu jednych właściwości elementu narusza się jego współdziałanie z innymi elementami, dochodzi do sprzeczności,
- sprzeczność rozwiązuje się przez wprowadzenie nowych substancji, pól, informacji związanej z polem lub substancją. Metodycznie można tu wykorzystać znane z TRIZ metody likwidacji sprzeczności wszystkich typów. Po usunięciu sprzeczności pojawia się nowy poziom uzgodnienia współpracy elementów tzw. „punkt równowagi”.

Przykłady ze współczesnej techniki:

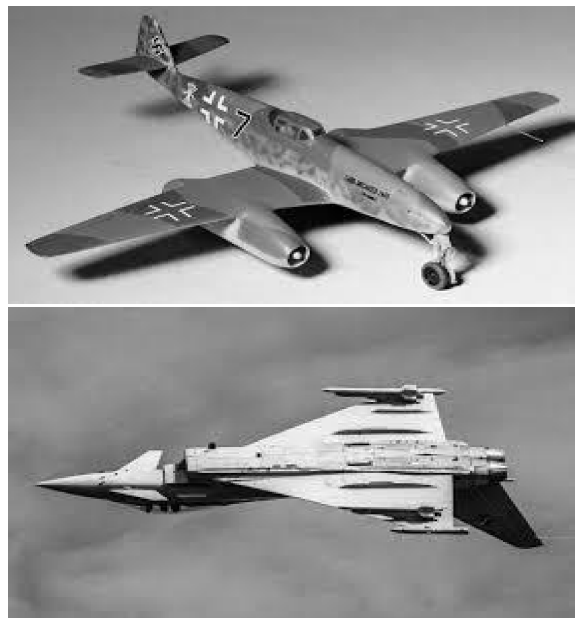
- Jednostki centralne komputerów.
W miarę wzrostu parametrów procesorów rosła ilość wydzielanego przez nie ciepła. Przez długi czas standardowe systemy chłodzenia nie dawały sobie rady z uzyskaniem właściwej temperatury pracy. Na olimpiadzie w Sydney, wstawiono jednostki centralne komputerów do lodówek. Stosunkowo niedawno wprowadzono ochładzalniki oparte na systemie rur Grovera z wolnobieżnymi wentylatorami o dużej średnicy wirnika, zapewniającymi niemal bezszmerową ich pracę.
- Współczesne rowery użytkowe.
W miarę wzrostu wymagań użytkowników, co do dopasowania przełożenia przekładni łańcuchowej roweru do nachylenia terenu i kondycji rowerzysty, rosła ilość kółek zębatych w klasycznej przerzutce z odchylnym ramieniem. Liczba tych kółek dochodziła do 10. Coraz trudniejsza była regulacja przerzutek i ich użytkowanie. W końcu pojawił się mechanizm przekładniowy, wbudowany w piastę tylnego koła i oparty na systemie przekładni planetarnych (rys. 6). Zwrócenie uwagi konstruktorów na możliwości zabudowania w piastach kół mechanizmów przekładniowych, spowodowało zabudowę prądnicy rowerowej w piastę przedniego koła. Z kolei pojawienie się na rynku wysokowydajnych baterii alkalicznych i jednocześnie oświetlenia diodowego, prawdo-

podobnie wyeliminuje z roweru prądnice na rzecz wysokosprawnych akumulatorów o dużej pojemności.



Rys. 6. Przekładnia planetarna

- Samoloty myśliwskie.
Znana jest rywalizacja między biurami konstrukcyjnymi firm Rolls-Royce i Messerschmitt o zbudowanie silnika o coraz większej mocy. Rezultatem – już po wojnie – było przejście na napęd odrzutowy. Wtedy znów okazało się, że klasyczne skrzydła samolotów, z uwagi na bardzo już wysokie prędkości, wymagają korekty i spowodowało to powstanie koncepcji skrzydła typu „delta” (rys. 7).



Rys. 7. Skrzydła typu „delta”

Ad 6. Rozwój systemu technicznego, który osiągnął granice swojego rozwoju może być kontynuowany na poziomie nadsystemu.

Jedną z dróg takiego przejścia jest łączenie się systemów i tworzenie bi-poli systemów. Łączenie systemów

w nadsystemy (NS) jest korzystne dla systemu technicznego, np.:

- część funkcji zostaje przekazana do NS, przykładowo: zamiast indywidualnych systemów centralnego ogrzewania – centralna elektrociepłownia, zamiast transportu indywidualnego – dobre, szybkie pociągi itd.,
- część podsystemów należących do „starego” systemu łączy się w jeden i staje się bezpośrednią częścią NS (televizja kablowa w miejsce indywidualnych sieci osiedlowych),
- w połączonych w NS systemach pojawiają się nowe możliwości: telewizja kablowa mogła przejść na cyfrową, mogła pojawić się telewizja miejska, dzielnicowa itp.

Przykładów przechodzenia systemów do bi i poli systemów jest mnóstwo. Banalnym przykładem może być szczyrzyk (rys. 8).



Rys. 8. Szczyrzyk i korkociąg

Po przejściu na poziom polisystemu mamy całą gamę szczyrzyków „wielonarzędziowych”.



Rys. 9. Rozbudowany szczyrzyk

Ad 7. Rozwój roboczych organów systemów technicznych początkowo odbywa się na makropoziomie, następnie zachodzi proces rozdrabniania aż do makropoziomu.

Inaczej mówiąc, zamiast kół, wałów, kół zębatych – powinny pracować molekuly, atomy, jony, elektrony itd., którymi łatwo można sterować z pomocą pól generowanych przez różne efekty fizyko-chemiczne.

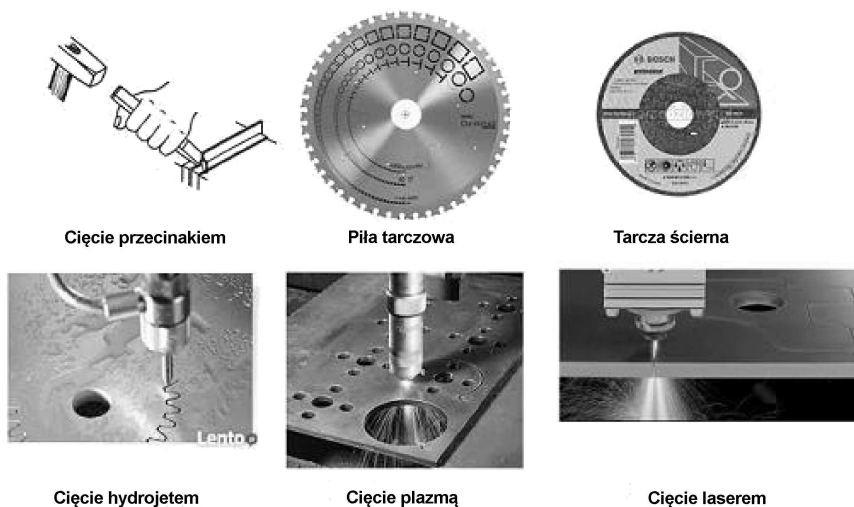
Prawo rozdrabniania działa na całej linii rozwoju systemów technicznych. Podstawowym sensem rozwoju jest powiększanie GFU systemu. I ten kierunek działań wynalazczych najłatwiej spełnia się na pierwszych etapach rozwoju na makropoziomie: systemy powiększają swoje gabaryty, wzrasta moc napędów skierowana na organa robocze.

Makropoziom – to oczywiście umowne pojęcie, wyrażające jedynie swoisty charakter ludzkiego pojmowania świata: tendencję do instynktownego porównywania elementów otoczenia do gabarytów własnego ciała. Inne „warstwy” świata (tak wyższe, jak i niższe) są ukryte. Pozostają poza granicami bezpośredniego oglądu. Potrzebna jest wiedza, trening i pewne metody rozwoju twórczej wyobraźni, żeby rozszerzyć widzenie realnego świata. Jest to jeden z najgłębiej ukrytych wektorów inercji i od jego przewyciężenia zaczyna się elementarna kultura wynalazczej twórczości.

Dobrym przykładem drogi od skali mikro do skali makro są narzędzia i urządzenia do cięcia metali (rys. 10).

Warto też przypomnieć pierwsze telefony komórkowe i porównać je ze współczesnymi smartfonami, biorąc także pod uwagę możliwości oprogramowania smartfonów.

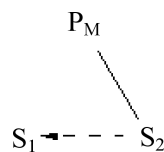
Dążenie do skali mikro ma niekiedy nieoczekiwane opory. Można tu przypomnieć zegarki naręczne z kalkulatorami. Nie przyjęły się, bo po prostu nasze palce okazały się za duże do malutkich klawiszy kalkulatora. Kolejnym progiem dla miniaturyzacji urządzeń elektronicznych jest wielkość bloków zasilania: akumulatorów, zasilaczy sieciowych itp.



Rys. 10. Narzędzia do cięcia metali

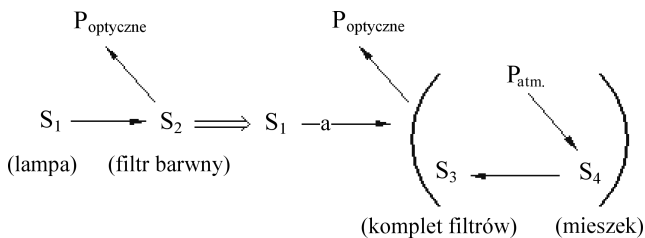
Ad 8. Rozwój systemów technicznych biegnie w kierunku powiększania stopnia wepolowości: systemy niewepolowe dążą do stadium wepolowości, w wepolowych systemach rozwój biegnie w kierunku zwiększenia liczby związków pomiędzy elementami, podniesienia reaktywności (czułości) elementów, zwiększenia liczby elementów. Krótko mówiąc, systemy dążą do rozbudowy ilości i związków między elementami.

Tu trzeba przypomnieć: wepole to minimalny, sterowalny system techniczny, złożony z dwóch substancji i jednego pola. Wepolowy zapis systemów technicznych przypomina wizualnie zapis strukturalnych wzorów chemicznych. Taka forma zapisu odcina nas całkowicie od tzw. wektora inercji i ułatwia analizę funkcjonalności systemu. Na rysunku 11. pokazano elementarne wepole.



Rys. 11. Elementarne wepole gdzie: S_1 – substancja – narzędzie, S_2 – substancja – przedmiot, P_M – pole, np. magnetyczne

System, rozwijając się, może przybrać formę wepola łańcuchowego (rys. 12).



Rys. 12. Wepol łańcuchowy

Po lewej stronie relacji mamy stan wyjściowy: lampę uliczną z kolorowym filtrem emitującą pole kolorowego światła (w TRIZ „pole” definiowane jest jako „przestrzeń sparametryzowana” i obejmuje więcej pól niż znane z fizyki). Zadaniem było: dobudować do lampy układ powodujący zmianę barwy światła w funkcji ciśnienia atmosferycznego.

Po prawej stronie mamy rozwiązanie w zapisie wepolowym: pojedynczy filtr należy zastąpić kompletem wielobarwnych filtrów, wymienianych urządzeniem S_4 – sterowanym ciśnieniem atmosferycznym.

Ad 9. Sztywne systemy, dla podniesienia ich efektywności powinny stawać się dynamicznymi, to znaczy przekształcać się w elastyczne struktury, szybko dostosowujące się do warunków środowiska.

Najgenialniejszym konstruktorem jest przyroda i jej „dzieła”. Żeby zrozumieć sens prawa dynamizacji dość spojrzeć np. na drzewa: masywne i dość sztywne dęby

często ulegają zniszczeniu w przypadku huraganowych wiatrów. Ich przeciwieństwem jest np. wierzba: giętka, elastyczna, która poddaje się naporowi wiatru i... na tym wygrywa.

Wszystkie drzewa, krzewy i trawy zbudowane są na tej samej zasadzie: stopniowania sztywności – od masywnego pnia, poprzez grube konary, gałęzie i gałązki do pojedynczych łodyżek.

Najbardziej powszechny przykład – samochód. Z dynamizacją mamy tu do czynienia w systemach napędowych: skrzynia biegów, sprzęgło, wałki przegubowe, poza tym zawieszenie samochodu, strefa kontrolowanego zgniotu itd.

Dynamizacja może dotyczyć substancji i pól lub obu tych komponentów łącznie, np. miarka (rys. 13). Ewolucja sprzętu do mierzenia długości: od sztywnego liniału, poprzez składaną miarkę stolarską, miarkę zwijaną do miernika laserowego (dalmierza).



Rys. 13. Miarki różnego typu

Niemal wszystkie otaczające nas urządzenia i duże obiekty podlegają dynamizacji: autobusy przegubowe, wielosegmentowe barki rzeczne, żurawie budowlane z przemieszczaną w pionie kabiną, samojezdne żurawie i dźwigi, samojezdne wiertnice itp., itd.

Podstawową zasadą dynamizacji jest: jeśli element sztywny ulega awariom, zastąp go elementem z przegubem, następnie wykonaj go z elastycznego materiału, zastąp go układem hydraulicznym, gazowym, w końcu molekularnym.

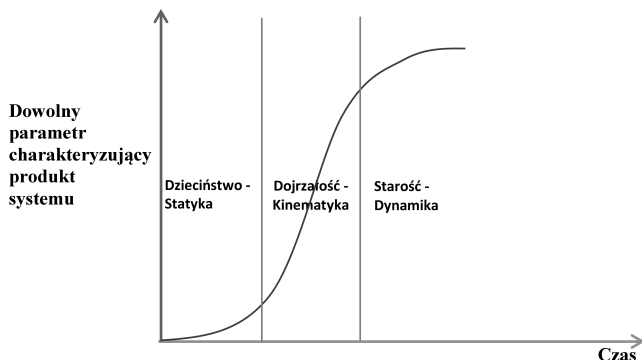
3. Wykorzystanie PRST dla opracowywania nowego produktu i innowacji produktu istniejącego

3.1. Krzywa S-kształtna na tle PRST

Przedstawiona na rysunku 14. krzywa S-kształtna ilustruje „życie” produktu w czasie. Oś „Y” może reprezentować ilość sprzedanego produktu, parametry samego produktu jak: moc, zużycie materiałów eksploatacyjnych itp. Oś „X” to czas.

Zaczyna się od sformułowania nowej idei, a zatem następuje okres nakładów na eksperymenty, budowę prototypu. W tym okresie firma – producent, ponosi koszty na eksperymenty „półtechniczne”, budowę prototypu, badania produktu, badania rynku itp., wliczając w to także koszty ryzyka odrzucenia nowego produktu przez rynek. Jeżeli rynek zaakceptuje produkt, przechodzi on do fazy dojrzewania, następuje uruchomienie produkcji, a więc nowe nakłady: na oprzyrzą-

dowanie, zapewniające odpowiednią wydajność, przy spadku kosztów jednostkowych, a także na dystrybucję, reklamę, marketing, koszty magazynowania produktów, koszty serwisowania, napraw gwarancyjnych itd. W tym czasie firma uzyskuje dochody ze sprzedaży produktu.



Rys. 14. Krzywa S-kształtna

Nawet najlepszy produkt w pewnym momencie traci atrakcyjność, następuje spadek sprzedaży, pojawiają się nowe, konkurencyjne idee, a jednocześnie firma posiada oprzyrządowanie, wyszkoloną załogę, sieć sprzedaży, serwisu itd. Co z tym majątkiem zrobić?

Wiele zależy od potencjału innowacyjności firmy. Na pierwszym etapie, żeby nowy produkt w ogóle zaistniał, musi się pojawić idea czegoś nowego. Taka idea w zasadzie związana jest z wynalazkami IV i V poziomu wg klasyfikacji Altszullera. Są to więc takie wynalazki jak: telefon, radio, telewizja, samolot itd., a więc autentyczne nowości, o których nie da się powiedzieć, czy w ogóle mają jakiś praktyczny sens. Potwierdzają to dane historyczne. Oto wypowiedź z posiedzenia komisji firmy Western Union, z 1876 roku: *Takie urządzenie jak telefon, ma zbyt dużo wad, żeby rozpatrywać je jako środek łączności. Dlatego uważam, że ten wynalazek nie przedstawia żadnej wartości.* Albo: *Myszę, że popyt na komputery na światowym rynku nie przekroczy pięciu sztuk* (Thomas Watson – dyrektor koncernu IBM – 1943 rok).

Bezpieczniejsze są wynalazki niższego poziomu, jak np. telefonia komórkowa, reprezentująca poziom III. Radiołączność była już doskonale opanowana, telefony działające na radiołączach były w powszechnym użyciu w wojsku, niedługo później weszły do powszechnego użycia. Wynalazki związane z wdrożeniem idei „komórek”, to przede wszystkim: miniaturyzacja sprzętu, poprawa jakości łączności, a więc rozbudowa infrastruktury przesyłowej, rozbudowa oprogramowania i dążenie do pełnej automatyzacji produkcji. Pojawia się tu więc bardzo dużo wynalazków poziomu I i II, czasem III. Pojawia się silna konkurencja kilku kluczowych producentów komórek; wyścig w ilości dostępnych aplikacji, poszukiwanie atrakcyjnej formy przemysłowej, poszukiwanie „nisz marketingowych”, jak np. „komórki dla seniorów”.

Wydaje się, że dziś komórki doszły już do początku fazy trzeciej. Gwałtowne poszukiwania producentów

doprowadziły do powstania komórek z wyspecjalizowanymi aplikacjami, jak np. komórki wspomagające monitorowanie stanu zdrowia właściciela, obsługa mobilnych kont bankowych, poziomica w komórce, nie mówiąc o takich – dziś pospolitych rzeczach – jak GPS, z możliwością lokalizacji użytkownika lub dowolnej wybranej przez niego osoby.

Komórki w obecnej ich postaci czeka jednakże zmierzch. Pojawia się coraz więcej krytycznych głosów ze strony lekarzy i ekologów. Okazuje się, że zachodzi tu sprzeczność: ludzie lubią rozmawiać, nawet godzinami, a jednocześnie faktem jest, że rozmowy przez komórkę są wysoce szkodliwe dla zdrowia, zwłaszcza dzieci. Być może pojawi się komórka izolująca działanie fali „roboczej” na głowę użytkownika, i zezwalająca na wnikanie do uszu jedynie sygnału akustycznego. Obecnie „zaśmiecenie” środowiska różnego rodzaju falami radiowymi jest ogromne, negatywne efekty już się pojawiają, a na masowe efekty trzeba jeszcze poczekać. Producent, który pokona te problemy, zyska ogromnie dużo. Ale czy znajdzie się taki?

3.2. Ocena pozycji własnego produktu na tle rynku, poprzez analizę krzywej S-kształtnej

Elementarna strategia zarządzania produktem zakłada m.in., że dział marketingu producenta śledzi pozycję własnego produktu na tle innych produktów i nanosi ją na krzywą S-kształtną. Założmy, że produkt został spozycjonowany w etapie trzecim krzywej. Oznacza to, że nadszedł czas, żeby coś zrobić!

Kolejnym krokiem jest analiza: jakie zasady z grupy zasad PRST zostały już wykorzystane w produkcji i jakie jeszcze mogą być wykorzystane. Spróbujemy rozpatrzyć to na przykładzie stosunkowo prostego produktu, jakim jest fotel dla użytkownika komputera stacjonarnego.

Z punktu widzenia PRST fotel znajduje się już na etapie dynamizacji: można nim „jeździć” po pokoju, podnieść siedzisko, zmienić nachylenie oparcia, obracać się, a więc wydaje się, że wszystkie potrzeby użytkownika są w nim załatwione.

Na fotelu siedzi żywy człowiek. Spójrzmy zatem, co o takim sprzęcie można wywnioskować na podstawie prac prof. Adama Bochenka (*Anatomia człowieka*) i prof. Władysława Traczyka (*Fizjologia człowieka z elementami fizjologii stosowanej i klinicznej*).

Siedzisko ma zasadniczo położenie poziome, nie zapewnia prawidłowego ułożenia miednicy w tzw. „przodopochyleniu”. Podparcie lędźwiowe ma sens przy postawie wyprostowanej, odchylonej wstecz. Tak się jednak przy komputerze nie pracuje. Przy wszystkich zalecanych współczesnego fotela do pracy przy komputerze nie zapewnia on ani fizjologicznie korzystnej postawy, ani prawidłowej pracy kręgosłupa i ułożenia miednicy. Wypukłość w przedniej części siedziska obciąża nadmiernie uda i hamuje przepływ krwi przez jego duże naczynia. Co można zrobić? Można posunąć dalej etap dynami-

zacji. Jeżeli potraktować fotel razem z użytkownikiem jako system, to ten system można zdynamizować:

- Użytkownik nie powinien być zbyt „popodpierany” bo traci swobodę ruchu, a wg prof. Szczeklika człowiek nie może tkwić w statycznej pozycji zbyt długo. Tors użytkownika i nogi powinny mieć swobodę ruchów, a miednica powinna mieć zapewnione przodopochylenie.
- Wykorzystując zasadę podniesienia wepolowości, można rozbudować funkcje fotela. Tu możliwości innowacyjne są bardzo duże, poczynając od historycznego fotela Woltera (rys. 15) do czasów dzisiejszych. Można więc fotel wyposażać w półki, schowki, miejsce na komórkę, na szklankę z napojem itp.



Rys. 15. Współczesny fotel komputerowy oraz fotel Woltera [2]

- Dynamizacja powinna uwzględniać możliwość dopasowania kąta nachylenia siedziska, bo przecież użytkownicy mają różne stany kręgosłupów.
- Szerokość siedziska też powinna być: albo nastawiana, albo produkowana w kilku wielkościach.
- Przednia część siedziska – wobec jego nachylenia powinna mieć coś w rodzaju łęku – jak w siodle końskim.

Można rozwijać temat dalej, ale już widać, że jedno tylko prawo – dynamizacji – przy dogłębnym przeanalizowaniu stwarza spore możliwości.

I wydaje się, że ustaliliśmy już kierunek dalszego rozwoju fotela, ale zauważamy dwa niepożądane efekty: konieczność dopasowywania kąta nachylenia siedziska do ciała i zabezpieczenie użytkownika przed zjeżdżaniem. A więc należy zdynamizować samo siedzisko. Najlepiej by SAMO dopasowywało się do ciała. Można to uzyskać przez wypełnienie poduszki siedziska substancją typu piasek, żwir, która dopasuje się do ciała i zapewnia stabilne podparcie w przeciwieństwie do np. poduszki pneumatycznej.

Jednakże substancja „ziarnista” będzie wymagała każdorazowo ułożenia się na fotelu, żeby zdołała przybrać odpowiednią konfigurację. Można więc zdynamizować „żwir” i w dolną ściankę siedziska – pod żwirkiem wstawić układ drgający, który włączałby się automatycznie przy obciążeniu fotela ciałem użytkownika. Wtedy poduszka wypełniona „żwirkiem” sama przybierze odpowiedni kształt. „Żwir” zaś musi mieć odpowiedni współczynnik tarcia wewnętrznego, żeby po wy-

łączeniu układu drgającego nie tak łatwo poddawał się „wierceniu” użytkownika na siedzisku.

Jest tu kolejny „niepożądany efekt” – niestabilność kształtu siedziska, które nawet przy dużym współczynniku tarcia wewnętrznego, może zmieniać formę, psując efekt dopasowania anatomicznego do użytkownika.

Jest to więc okazja do dalszego skorzystania z prawa dynamizacji systemu i tym razem skorzystać można z pola. Gdyby „żwir” wykonać z materiału ferromagnetycznego (niekoniecznie musi to być żelazny śrut), to umieszczony pod siedziskiem elektromagnes mógłby związać żwir i w ten sposób ustabilizować jego kształt.

Powyższa analiza pokazuje, że znajomość PRST w istotnym stopniu pozwala ukierunkować dalszy rozwój produktu.

3.3. Analiza pozycji produktu na tle krzywek S-kształtnej

Każda innowacja wymaga nakładu pracy, środków finansowych i czasu. Skąd producent ma wiedzieć, czy kolejna innowacja produktu się opłaci? Oczywiście nie da się tego przewidzieć w 100%, ale można ryzyko zmniejszyć. Można posłużyć się analizą krzywej S-kształtnej, budowanej dla produktu. Producent musi wiedzieć, w jakim miejscu krzywej znajduje się jego produkt. Czy jest to produkt nowy, na który jest popyt i istnieją środki i rozwiązania, pozwalające podnieść wydajność produkcji, czy trzeba zaprojektować nowe urządzenia, np. formy wtryskowe, wykrojniki i tłoczniaki – stosunkowo kosztowne. Budując krzywą, na osi „Y” możemy umieścić wyniki z dynamiki sprzedaży, wyniki ankietyzacji nabywców, poziom pozytywnych reakcji na reklamę. Krzywa S-kształtna pozwala ocenić, jak długo nasz produkt „będzie się sprzedawał” i czy nakłady na innowację się opłacą.

Prawa Rozwoju Systemów Technicznych, to bardzo duży i szeroki temat dający potężną wiedzę w zakresie kreowania produktu.

Literatura

- [1] Альтшуллер Г.С., *Творчество как точная наука*. „Советское радио”, Moskwa 1979.
- [2] *Carnavalet Histoire de Paris*. [Online]. Available: <http://www.carnavalet.paris.fr/>.
- [3] Knosala R., Boratyńska-Sala A., Jurczyk-Bunkowska M., Moczala A., *Zarządzanie innowacjami*. Polskie Wydawnictwo Ekonomiczne, Warszawa 2014.
- [4] Kwatra S., Salamatov Y., *Laws of Technical Systems' Evolution*, Springer India, 2013, pp. 1–22.
- [5] Stevens G. and Burley J., *3,000 Raw Ideas = 1 Commercial Success!*, Res. Technol. Manag., vol. 40 (3), no. 16–27, May, 1997.