

<http://autonom.edu.pl>

**Lech A., 1985, *Charakter drzew. Przegląd Techniczny*, nr 8 (4125), s. 24-26.**

Zeskanował i opracował Mirosław Rusek ([mirrusek@poczta.onet.pl](mailto:mirrusek@poczta.onet.pl)).

Zeskanował i opracował: Mirosław Rusek ([mirrusek@poczta.onet.pl](mailto:mirrusek@poczta.onet.pl))

Adam Lech

## **Charakter drzew**

Pojęcie użyte w tytule wymaga wstępnego komentarza. Charakter drzew w cybernetyce, to nic innego, jak zespół ich sztywnych właściwości sterowniczych, tj. sposobów oddziaływania na otoczenie. Sterowanie bowiem jest ogólnym pojęciem cybernetycznym oznaczającym wywieranie wpływu na określone zjawiska. Z tego punktu widzenia właściwości sterownicze, a więc możliwości oddziaływań zewnętrznych mają wszystkie organizmy, z człowiekiem i drzewami włącznie, gdyż bez wywoływania zmian w swoim otoczeniu życie na Ziemi w formie organizmów nie mogłoby istnieć.

O wywoływaniu przez drzewa zmian w środowisku człowiek przekonał się wielokrotnie. Sadząc i wycinając lasy można było ocenić, jakie skutki ekologiczne wiążą się z ich istnieniem na Ziemi. Szkoda tylko, że przekonaliśmy się o tym postępując według metody prób i błędów. Można postawić pytanie czy w naukach przyrodniczych jest to jedyna droga zdobywania wiedzy? W technice np. żaden urząd patentowy nie przyjmie już wynalazku perpetuum mobile, gdyż z fizyki wiadomo że coś takiego istnieć nie może.

We współczesnej technice problemy rozwiązywane są w drodze określonego postępowania. Po pierwsze rozstrzygnąć należy czy pomysł jest zgodny ze znanymi teoriami fizycznymi. Jeśli wynik przemawia na niekorzyść pomysłu, nie podejmuje się wysiłków, aby go zrealizować. Taki właśnie los spotkał np. wehikuł czasu, gdyż fizyka nie rozwiązała sprawy podróży w czasie. Można o tym marzyć, ale z rzeczywistością nie ma to nic wspólnego. Nauki przyrodnicze są jednak dziedziną o mniej surowych wymaganiach i stąd te niebezpieczne ekologiczne konsekwencje. Stawiając sprawę ostrzej można powiedzieć, że w naukach przyrodniczych człowiek nadal sprawdza swoje fantazje i urojenia. Czy jednak nauki przyrodnicze nie mogą skorzystać z dorobku nauk technicznych? Nie chodzi tu jednak o zdobytą wiedzę o poznawanym przedmiocie, bo tutaj nie ma punktów wspólnych. Chodzi tu nie o przedmiot, a o sposób myślenia o nim. I w takim znaczeniu myślę o korzyściach dla nauk przyrodniczych.

### **Teoretyczna jedność życia**

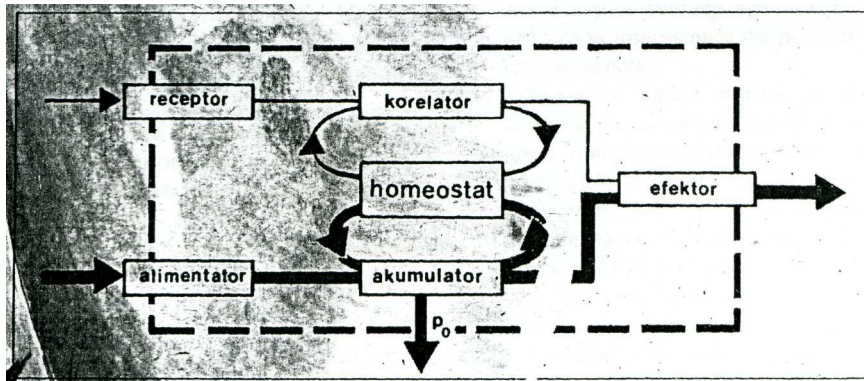
Technik i biolog to ludzie – i to ich łączy – myślący o różnych przedmiotach – i to ich dzieli. Pierwszy wie, że w jego dziedzinie obowiązują prawa zachowania energii i materii, ten drugi nie jest całkiem pewien czy prawa te są słuszne w odniesieniu do organizmów żywych. Setki lat specjalizacji dokonały głębokich podziałów, poszukiwanie wspólnoty w tym co dzieli stało się bezprzedmiotowe.

W przywracaniu możliwej jednak jedności świata największą zasługę może mieć cybernetyka. Zajmuje się ona bowiem sposobami przetwarzania materii, energii i informacji bez względu na to w jakim obiekcie to przetwarzanie zachodzi. Istotne jest, aby obiekt był odpowiednio zdefiniowany.

Kluczową sprawą w teorii prof. Mazura jest cybernetyczna koncepcja tworu zwanego systemem autonomicznym. Jest to system mający określone właściwości:

- możliwości sterownicze – tzn. zdolność wywoływania pożądanych dla siebie zmian w otoczeniu,
- zdolność zapobiegania utracie możliwości sterowniczych w drodze utrzymywania swojej struktury (patrz – schemat).

Schemat systemu autonomicznego wg Mariana Mazura. Kreski grube oznaczają obieg energii, kreski cienkie obieg informacji.



Swoją pierwszą właściwość system autonomiczny może realizować dzięki posiadaniu organów – podsystemów, zapewniających mu kontakt z otoczeniem. Są to: **receptor** – wykrywający różnice strukturalne, a więc zdobywający informację z otoczenia, **alimentator** – pobierający energię z zewnątrz konieczną do utrzymywania swojej struktury oraz **efektor** – podsystem służący do oddziaływania na zewnątrz, do wywoływania pożądanych dla siebie zmian w otoczeniu.

Swoją drugą właściwość system autonomiczny uzyskuje dzięki istnieniu korelatora – podsystemu przechowującego i przetwarzającego informacje z otoczenia, akumulatora – magazynującego energię, co uwalnia cały system od konieczności nieustannego zasilania oraz homeostatu – podsystemu, którego zadaniem jest utrzymywanie równowagi wewnętrznej, podtrzymanie struktury, rozumianej tu jako odpowiednie rozmieszczenie materii i energii. Energia wewnętrzna przetwarzana przez system musi być utrzymywana w odpowiednim stanie koncentracji, tzn., że nie może jej być w nadmiarze, gdyż nadmiar zniszczyłby cały system (tak jak przepalają się bezpieczniki wskutek pobierania zbyt dużej mocy prądu elektrycznego). Nie może jej być zbyt mało, gdyż system uległby dezorganizacji (rozpadając się jak domek z kart) lub wprost nie zadziałał, jak silnik skonstruowany na zasilanie napięciem 220 V podłączony do baterii 4,5 V.

W systemie autonomicznym homeostat pełni funkcję stabilizatora energii wewnętrznej, podtrzymując strukturę systemu. We wszelkich urządzeniach technicznych człowiek reperuje, konserwuje i wymienia zużyte części w maszynach – utrzymuje ich strukturę. W organizmie analogiczne sprawy załatwia właśnie homeostat, w drodze sprzężenia zwrotnego ujemnego z korelatorem i akumulatorem. Przykładami wykorzystania tego typu sprzężenia w technice są regulatory temperatury w piecach, regulator Watta w maszynie parowej. Jeśli na swoim wejściu homeostat otrzymuje za dużo energii, to na wyjściu zmniejsza jej ilość przez odprowadzenie do środowiska mocy jałowej  $P_0$ . Dlatego właśnie najedzonemu człowiekowi robi się ciepło, przegrzany poci się, a rozgrzane słońcem drzewa ochładzają się odparowując wodę z liści.

**Dlaczego drzewo rośnie?**

Organizmy żywe są konkretnymi przykładami systemu autonomicznego i to co dotyczy systemu (tworu ogólnego) dotyczy organizmu (tworu konkretnego). W tym właśnie zawiera się idea jedności życia na Ziemi.

Podział energii wewnątrz systemu autonomicznego wynika z odpowiedzi na podstawowe dla cybernetyki pytanie – co dana energia „robi”, jak się zachowuje? Nie jest tu ważne co to jest za energia – chemiczna czy cieplna. Ważne jest co robi.

Stąd właśnie wynika podział na dwa rodzaje energii w systemie autonomicznym: energia wykonawcza, w obiegu alimentator, akumulator, homeostat i energia sterownicza – informacyjna – w obiegu receptor, korelator, homeostat. Taki jest podział funkcjonalny w odróżnieniu od substancjalnego.

W cybernetycznej teorii Mariana Mazura termin charakter oznacza względnie trwałe sposoby przetwarzania tych właśnie energii. Względna zaś trwałość oznacza tu zmiany w sposobie gospodarowania energiami przez homeostat, które wynikają z konsekwencji przepływu energii. Chodzi tu bowiem o to, że ilość energii przetwarzana przez system autonomiczny zależy od masy tego systemu i różnic potencjałów, koniecznych do wywołania przepływu energii. Każdy jednak przepływ energii zmniejsza różnicę potencjałów, co wpłynęłoby na ilość przetwarzanej przez system energii. Zmniejszeniu ilości energii przeciwstawia się homeostat powodując zwiększenie masy. To dlatego organizmy rosną, a urządzenia techniczne nie, bo nie mają własnego homeostatu.

Całkowita energia przetwarzana przez system autonomiczny ( $P$ ) równa się iloczynowi przeciętnej wypadkowej różnicy potencjałów ( $a$ ), ilości masy systemu ( $c$ ) oraz współczynnika proporcjonalności ( $n$ ).

$$P = nac$$

Jeśli w równaniu maleje wartość  $a$  homeostat zwiększa wartość  $c$ . W konkretnych przypadkach rozbudowa systemu może w pełni zrównoważyć stratę potencjałów i sytuację taką nazwano statyzmem. Może też być i tak, że rozbudowa masy znacznie przewyższa straty energii wynikające ze zmniejszania się różnic potencjałów – taką sytuację określono terminem egzodynamizm w przeciwieństwie do endodynamizmu, gdy przyrost masy nie równoważy strat energii.

Z okoliczności, że człowiek rośnie w młodości, a następnie egzystuje z masą już wytworzoną, pomijając okresowe przybierania na wadze czy chudnięcie, wynika okoliczność, że przechodzi w swoim życiu przez wszystkie trzy sytuacje: egzodynamizm, statyzm i endodynamizm. W swej pracy z 1966 r. prof. Mazur udowodnił korzyści sterownicze wynikające z takiego sposobu rozbudowy i zanalizował przejawy różnych dynamizmów. Człowiek więc rozbudowuje swoją masę tak a nie inaczej, właśnie dlatego, że jest to korzystne od strony możliwości sterowniczych. Drzewa zaś rosną przez całe swe życie, a ich możliwości sterownicze są mniejsze niż człowieka. Widać to dobrze na takim choćby przykładzie, że są unieruchomione, a człowiek nie. To dlatego człowiek je może wyciąć, a nie odwrotnie, gdyż możliwości ich oddziaływania na środowisko są mniejsze niż ludzkie.

Do rozstrzygnięcia przez fizjologów pozostała sprawa czy rozbudowa drzew równoważy stratę potencjałów, czy jest to sytuacja statyzmu czy też nie, a jeśli nie równoważy, to czy jest to nadmiar masy czy niedobór? Na podstawie badań bilansu energetycznego prowadzonych w SGGW-AR w Warszawie pod kierunkiem prof. Włodzimierza Żelawskiego, można było ustalić, że ilość masy, jaką wytwarza sosna pospolita, z wielkim nadmiarem przewyższa straty energii wynikające ze zmniejszenia się różnic potencjałów – egzodynamizm. Istotny ten wniosek, że kierunek przemian

energetycznych zachodzących w naszej sośnie zawiera się w sytuacji egzodynamicznej, obfituje w interesujące dla przyrodników konsekwencje.

Sosna, a sądzić można, że drzewa w ogóle, jest systemem przetwarzającym ilości energii wielokrotnie większe niż inne niezielone organizmy. Zanikanie różnic potencjałów zachodzi w stopniu bardzo nieznacznym, kilkadziesiąt razy wolniej niż u człowieka. To dlatego drzewa żyją tak długo. Najstarsze okazy drzew na Ziemi liczą sobie po parę tysięcy lat.

Przetwarzanie wielkich ilości energii w organizmie sosny byłoby dla niej niebezpieczne, gdyby nie umiejętność pozbywania się tych nadmiarów, gdyby nie funkcjonowanie homeostatu. Dzięki ujemnemu sprzężeniu zwrotnemu z akumulatorem i korelatorem homeostat pełni te dwie z pozoru sprzeczne ze sobą funkcje zapobiegania zmniejszaniu się ilości energii i uwalniania z nadmiarów.

Z oddanych przez drzewa nadmiarów energii korzystają inne organizmy. I to przy każdym oddechu! Chodzi tu bowiem właśnie o tlen, którego produkcja przez rośliny zielone możliwa jest w obecności dużych energii. A że drzewa mają jej za dużo, jak na własne potrzeby, chętnie i hojnie ją rozpraszają. Podobnie jak człowiek w dzieciństwie. Drzewa jednak rosną całe swoje życie i przez cały czas znajdują się w korzystnej dla nas sytuacji egzodynamizmu.

Przetwarzana przez system autonomiczny energia podlega, ze względu na swoje funkcje, podziałom. Część energii jest zużywana na podstawową przemianę materii, na niezbędne minimum życiowe – to energia jałowa ( $P_o$ ). Aby zaś tę energię zdobyć w otoczeniu, system musi korzystać z dodatkowej energii nazwanej energią roboczą ( $P_r$ ). W dowolny sposób korzysta dopiero z energii swobodnej ( $P_s$ ), która pozostaje po odjęciu od całości energii sumy  $P_r + P_o$ . Innymi słowy całość energii przetwarzana przez system składa się z podstawowej przemiany materii, pracy i swobody.

$$P = P_o - P_r + P_s$$

Stosunek  $P_o/P$ , udział energii jałowej w całości przetwarzanej energii, określa zakres swobodnie akceptowanych bodźców, czyli zakres swobodnego wyrażania się, swobodnych reakcji. Wielkość  $P_o/P$  została nazwana tolerancją systemu. Analogiczną tolerancję, strefę nieczułości mają wszystkie techniczne regulatory.

Stosunek  $P_r/P$ , udział energii roboczej w całości przetwarzanej energii, określa zakres bodźców, jaki zostanie przetworzony przez system w drodze wymuszania na nim pewnych reakcji. Wielkość  $P_r/P$  nazwana została podatnością systemu. Suma podatności i tolerancji tworzy szerokość charakteru. Na żadne bodźce spoza swojej szerokości system nie może zareagować. Nie wymusi się niczego ani prośbą, ani groźbą. Cybernetyka nie pozostawia tu żadnych wątpliwości. Trwałe wymuszenie reakcji na bodźce spoza szerokości charakteru kończy się śmiercią systemu autonomicznego (patrz – tabela).

Z tabeli tej wynika, że szerokość charakteru sosny jest kilkakrotnie mniejsza niż szerokość charakteru człowieka. Człowiek więcej energii wydatkuje na pracę niż drzewa. Te bowiem będąc unieruchomione, sprytnie wykorzystują ruch środowiska wokół siebie (wiatr, opady atmosferyczne, rozptyw wody w glebie i rozpuszczonych związków mineralnych, darmowe słońce). To powoduje, że wydatkowana przez nie energia na pracę jest niewielka. Są natomiast mało odporne. Zmuszanie ich np. do rośnięcia w warunkach zanieczyszczonego środowiska kończy się ich śmiercią. Mając wyliczone energetyczne parametry charakteru dla drzew nikt nie mógłby postawić absolutnie fantastycznej hipotezy o wyhodowaniu drzew odpornych na zanieczyszczenie.

Taką myśl cybernetyk może i powinien wprawdzie zweryfikować, zanim ktoś zadecyduje, aby wydać pieniądze na próbne eksperymenty prowadzone metodą prób i błędów, w skali kraju czy kontynentu.

Wąski charakter sosny świadczy o jej dużej wybredności w stosunku do bodźców. Już niewielkie ich zmiany są dla sosny śmiertelnym zagrożeniem. Wyróżnione w praktyce leśnej tzw. rośliny wskaźnikowe cechuje prawdopodobnie jeszcze węższy charakter i stąd wynika ich zamiłowanie do jednego wybranego typu siedliska, w innych warunkach po prostu giną, gdyż bodźce działające poza szerokością są za silne. Widać więc, że bardzo precyzyjny mechanizm przyrodniczy oparty jest na parametrach energetycznych. Człowiek wydaje się mniej wybredny w stosunku do bodźców lub jak kto woli jest on bardziej tolerancyjny.

### **Cybernetyczny sposób na las**

Fizyka i matematyka zastosowane w cybernetyce rozstrzygają sprawę, że drzewa, a prawdopodobnie rośliny w ogóle, jako pierwsze zareagują na niekorzystne bodźce w środowisku, a więc i zginą pierwsze ze względu na swój wąski charakter.

Korelator człowieka jest jak wiadomo najbardziej pojemny w świecie organizmów żywych. Pamięć drzew jest krótka, nie żyją one wyobrażeniami. Są w stanie po paru latach zapomnieć o stresach

### **Skrócony bilans energetyczny parametrów charakteru dla sosny i człowieka**

	człowiek	sosna
Moc całkowita	2,1 (8,8)	10,1 (42,3)
Suma mocy jałowej i roboczej	1,9 (8,0)	2,0 (8,4)
Moc swobodna	0,2 (0,8)	8,1 (34,0)
Szerokość charakteru tolerancja + podatność	0,9 (3,8)	0,2 (0,8)
Dynamizm – kierunek przemian energetycznych	zmienny	egzodynamizm – uwalnianie nadmiarów energii

### **Wartości przeciętne są podane w cal/gh; w nawiasach w J/gh**

związanych np. z przesadzaniem. Tymczasem człowiek swój stres urodzeniowy pamięta podobno przez całe życie. Może więc ta nasza doskonałość jest groźna?

Zwróćmy jednak uwagę na fakt, że zmuszanie drzew do czegokolwiek jest ogromnie trudne. Udało się to tylko Japończykom uprawiającym sztukę bonsai – hodowlę drzew w doniczkach. To chyba jedyny przypadek, gdy człowiek zmusił do czegoś drzewo. Ile rozlicznych kłopotów nastęrcza rolnikom wyhodowanie nowych odmian zboża, jak trudno jest hodować las. Trudno, między innymi dlatego, że człowiek nie zna jeszcze ani swojego charakteru, ani charakteru systemów autonomicznych, które we władanie otrzymał.

Jakie zatem konkretne gospodarcze perspektywy wynikają ze znajomości parametrów charakteru drzew? Zawierają się one w dwóch grupach. Pierwsza to perspektywy poznawcze dla samej nauki, nowe spojrzenie na energetyczne przemiany w organizmie, specyficzny sposób nowoczesnego myślenia, skrócenie czasu rozwiązywania problemów naukowych. Druga grupa to cały kompleks zagadnień technologiczno-decyzyjnych.

Ustalenie trzech parametrów charakteru oznacza w praktyce, że wiemy jakie bodźce są dla danego drzewa pożądane (dynamizm), w jakim zakresie zmienności można je stosować (tolerancja), co i w jakim zakresie można wymusić na drzewie (podatność). Na podstawie tej

wiedzy można planować kompozycje krajobrazu, ustalając wcześniej z jakimi bodźcami spotka się drzewo, czego brakuje w środowisku w zakresie tolerancji, co należy uzupełnić w nawożeniu gleby czy wprowadzaniu gatunków wspomagających, wykluczyć gatunki konkurencyjne.

W podobny sposób można ustalać składy gatunkowe drzewostanów, uwzględniając przy tym kształtowanie koron drzew i pni. Istotne znaczenie gospodarcze może mieć ta właśnie sprawa. Kształt i właściwości pni drzew mają znaczenie w procesie ich obróbki i możliwości zastosowań praktycznych. Chodzi więc o to, aby w drodze selekcji drzew o dużym dynamizmie już w obrębie konkretnego gatunku wyznaczać osobniki, które rokują największy przyrost masy. Stosując zgodnie z ich tolerancją odpowiednie bodźce, jak: właściwe przygotowanie gleby, nawożenie mineralne, kompostowe, fitomelioracje, odpowiednią więźbę sadzenia, ewentualne wspomaganie przez inne gatunki, zraszanie i nawadnianie upraw w odpowiednich terminach – można sterować rozwojem drzewostanu czy plantacji w celu uzyskania materiału o wcześniej zaplanowanych właściwościach.

Inaczej postępować należy, gdy zamierzamy wyhodować drzewa nadające się na materiał budowlany, na podkłady kolejowe, papier, opał, na materiały szkodnicze, na instrumenty itp.

Z powodzeniem można by zakładać plantacje służące właśnie różnym celom. Uniknie się jednostkowego wybierania asortymentów w lasach lub powierzchniowego czyszczenia. Dobrym przykładem działań są szwedzkie plany stworzenia energetycznych plantacji, gdzie drzewa specjalnie uprawiane po 2-4 latach będzie można ścinać na opał. Rośnięcie to przemiany energii. Może więc u nas w kraju bliżej zainteresujemy się cybernetyką tych energii?

Sprawny, system gospodarowania na plantacjach przy odpowiedniej koncentracji środków produkcji może dać takie efekty, dzięki którym udałoby się wreszcie zwolnić znaczne powierzchnie leśne dla przywrócenia w nich naturalnej struktury. A na pewno pozwoliłoby to na zaniechanie wycinania do gołej ziemi wszystkiego, co żyje. Na tych obszarach można by przywracać naturalny, pierwotny stan lasów, optymalnie wykorzystując poziomy energetyczne i dobór w zakresie tolerancji. W znacznym stopniu więc przywrócić to może równowagę ekologiczną i zwiększyć ilość miejsc rekreacyjnych. Jak widać korzyści z cybernetyki może być wiele. Są one możliwe, gdy poznamy obiekt, z którym chcemy coś uczynić. A że jest to obiekt żywy, potrzebna jest znajomość jego charakteru.