

JANUSZ FIGURSKI

Instytut Technologii Eksploatacji – Państwowy Instytut Badawczy w Radomiu

ZAŁOŻENIA, WŁAŚCIWOŚCI I TWORZENIE SYSTEMU KSZTAŁCENIA MECHATRONIKÓW

1. Definiowanie systemu i modelu

Prof. Tadeusz W. Nowacki¹ podaje następujące znaczenia pojęcia **system**:

1. Systemem jest każdy skoordynowany wewnętrznie i wykazujący określoną strukturę układ elementów, który rozpatrywany od zewnątrz jest całością, od wewnątrz natomiast zbiorem, do którego przynależność warunkuje wzajemna zależność między wszystkimi jego elementami.
2. Systemem jest układ sposobów (metod działania, wykonywania złożonych czynności).
3. System to całokształt zasad organizacyjnych, ogół norm i reguł obowiązujących, względnie stosowanych, w pewnej dziedzinie.
4. System to całościowy i uporządkowany logicznie układ zadań powiązanych wzajemnie stosunkiem logicznym wynikania – w tym znaczeniu jest to nazwa każdej metodologicznie poprawnej teorii obejmującej dostatecznie obszerną dziedzinę rzeczywistości.

Model – to z kolei termin używany w wielu znaczeniach, najczęściej jako wzorzec lub układ założeń teoretycznych, opisowych lub w postaci matematycznej, określający projektowaną budowę lub instytucję.

2. Założenia wielopoziomowego modelu kształcenia w dziedzinie mechatroniki

Powszechność mechatroniki jest bezdyskusyjna i powoduje konieczność stworzenia dla rynku pracy rzeszy specjalistów o ukierunkowanych umiejętnościach. Zainteresowanie przemysłu kształceniem specjalistów mechatroników dotyczy wszystkich poziomów i form kształcenia².

¹ Nowacki T., *Leksykon pedagogiki pracy*, ITeE, Radom 2003.

² wosmet.elblag.com.pl/mechatronika.htm

Dla mechatroniki charakterystyczna jest interdyscyplinarność, w której żadna z dyscyplin składowych nie jest dominująca. Ponieważ jest to dziedzina nowa, absorbuje poglądy specjalistów różnych obszarów, co oznacza, że mechanik może pojmować mechatronikę jako uzupełnienie mechaniki, elektronik – elektroniki, zaś informatyk – jako praktyczne wykorzystanie technik informatycznych.

W tab. 1 zostały przedstawione zawody mechatroniczne występujące w obowiązującej klasyfikacji zawodów szkolnictwa zawodowego oraz klasyfikacji zawodów i specjalności dla potrzeb rynku pracy.

Tab. 1. Klasyfikacja zawodów mechatronicznych

Numery i nazwy grup wielkich ujmujących zawodów	Zawód/ kierunek kształcenia			Poziom kwalifikacji według ISCO-88(COM)
2. Specjaliści	magister inżynier	↔	kierunek: automatyka i robotyka	4
	inżynier	↔	inżynier automatyki i robotyki 214903 ²⁾	
		↔	kierunek: mechanika i budowa maszyn	
		↔	inżynierowie mechanicy 2145 ²⁾	
3. Technicy i inny średni personel techniczny	technik		technik mechatronik 311[50] ¹⁾	3
			technik mechatronik 311403 ²⁾	
7. Robotnicy przemysłowi i rzemieślnicy	robotnik wykwalifikowany		monter mechatronik 725[03]¹⁾	2
			monter mechatronik 725301²⁾	
9. Pracownicy przy pracach prostych	pracownik niewykwalifikowany		profil mechatroniczny³⁾	2

¹⁾ Nazwa i kod zawodu według Rozporządzenia Ministra Edukacji Narodowej i Sportu z dnia 8 maja 2004 r. w sprawie klasyfikacji zawodów szkolnictwa zawodowego, Dz. U. Nr 114, poz. 1195.

²⁾ Nazwa i kod zawodu według Rozporządzenia Ministra Gospodarki i Pracy z dnia 8 grudnia 2004 r. w sprawie klasyfikacji zawodów i specjalności dla potrzeb rynku pracy oraz zakresu jej stosowania, Dz. U. Nr 265, poz. 2644. Kod 4-cyfrowy dotyczący grupy elementarnej występuje w grupie wielkiej.

³⁾ Kształcenie w liceum profilowanym w określonym profilu nie kształtuje umiejętności zawodowych.

MENiS uznało **rozwój szkolnictwa zawodowego**, a w tym **mechatroniki**, za jeden z priorytetów. Zatwierdzona została *Podstawa programowa kształcenia prozawodowego w liceum profilowanym o profilu mechatronicznym*. Opracowano dwa programy nauczania i kompletną obudowę dydaktyczną kształcenia w obszarze mechatroniki na podstawie nowych standardów i technologii edukacyjnych dla liceum profilowanego. Pojawiły się podręczniki i pakiety edukacyjne ułatwiające nauczanie na tym poziomie. Szerokie spektrum zagadnień, jakimi powinna zajmować się mechatronika, obejmuje: projektowanie urządzeń, ich wytwarzanie, użytkowanie i obsługę, dlatego mechatronikiem może być inżynier

czy technik w dużym zakładzie przemysłowym, ale również operator różnego rodzaju maszyn w małej firmie lub zakładzie rzemieślniczym, którego przygotowanie do wykonywanego zawodu w znacznej mierze decyduje o efektach pracy i produktywności zakładu.

Absolwentów powinno cechować bardzo wszechstronne wykształcenie, obejmujące umiejętności systemowego myślenia, łączenia abstrakcji i konkretów, formułowania i rozwiązywania problemów. Dlatego też przyszli monterzy, technicy i inżynierowie mechatronicy będą poszukiwani na dynamicznie zmieniającym się rynku pracy.

W związku z tym, wymagania wobec ośrodków kształcenia w zakresie mechatroniki (na każdym poziomie edukacji) powinny być odmienne od tradycyjnych. Konieczne jest uwzględnienie w nauczaniu mechatroniki **podejścia systemowego**, ze zwróceniem baczniejszej uwagi bardziej na funkcje, które mają spełniać elementy składowe układu mechatronicznego, niż na ich wewnętrzną budowę. Funkcje te mogą być bardzo zróżnicowane, gdyż obejmują zagadnienia takie, jak: sterowanie zewnętrzne, zasilanie, komunikacja wewnętrzna i programowanie komputerowe.

W krajach Europy Zachodniej wielu zwolenników znajduje **konceptja kształcenia modułowego**, zapoczątkowana w USA przez J. Deweya, zorientowana na ucznia i jego potrzeby. Obecnie kształcenie modułowe realizowane jest w większości państw Unii Europejskiej, zarówno w procesie kształcenia dorosłych, jak młodzieży szkolnej i akademickiej.

W Polsce koncepcja ta staje się coraz bardziej znana i jest zalecana dla liceum profilowanego mechatronicznego. Kształcenie modułowe ma szereg zalet, które wydają się być bardzo przydatne przy nauczaniu mechatroniki, a mianowicie:

- stymuluje aktywność intelektualną i motoryczną ucznia, pozwala na dostosowanie się w większym stopniu do indywidualnych możliwości ucznia i jego zainteresowań;
- pozwala na integrację wiedzy z różnych dyscyplin naukowych, przez co zbliża się do holistycznej teorii poznania;
- preferuje aktywizujące metody nauczania, które z jednej strony wyzwalają aktywność ucznia, jego kreatywność i zdolność do samooceny, z drugiej zaś zmieniają rolę nauczyciela, który staje się doradcą i partnerem organizującym proces dydaktyczny.

Kształcenie modułowe zrywa z konwencją dotychczasowych programów nauczania, odrębnych dla poszczególnych przedmiotów, często tylko luźno związanych między sobą. Modułowy układ umożliwi integrację treści kształcenia z różnych dziedzin nauki. To z kolei sprzyja **stworzeniu elastycznego modułowego programu kształcenia pozbawionego zbędnych powtórzeń**. Raz uzyskane przez ucznia umiejętności uznawane będą na wszystkich poziomach kształcenia. Umożliwi to integrację procesu kształcenia ustawicznego w instytucjach szkolnych i pozaszkolnych a także dyferencjację wyboru drogi i tempa osiągania celów kształcenia oraz zdobywania kwalifikacji.

Filozofia kształcenia modułowego zakłada znaczną aktywność podmiotu kształcenia. Aktywne metody kształcenia, doradztwo i konsultacje nauczyciela przy wykorzystaniu multimedialnych technik kształcenia i pakietów edukacyjnych sprzyjają rozwojowi kreatywnych postaw przyszłych pracowników.

W związku z powyższym pojawia się konieczność dokonania zmian w procesie kształcenia i programach nauczania. Wykorzystując doświadczenia z projektu badawczego KBN nr 3 P402 046 06 *Podstawy modułowego modelu kształcenia mechatroników*, realizowanego w latach 1994–1996 przez Instytut Technologii Eksploatacji w Radomiu, można sformułować podstawowe założenia **wielopoziomowego modelu kształcenia mechatroników**³:

- Kształcenie modułowe integruje koncepcje nauczania pogładowego, programowego, indywidualnego, problemowego, strukturalnego, algorytmicznego, wielostronnego i multimedialnego.
- Kształcenie modułowe jest ściśle związane z osiągnięciem kompetencji zawodowych, co oznacza, że uczący się musi być w stanie zademonstrować w zakresie sprawdzianu sumującego moduł (jednostkę modułową) umiejętności wykonania pracy zgodnie z określonymi standardami.
- Kształcenie odbywa się na zasadach stopniowego gromadzenia wiedzy, kształtowania umiejętności i postaw, a przejście do kolejnego poziomu/etapu następuje po zaliczeniu poprzedniego przez każdego ucznia/studenta.
- Podstawową jednostką dydaktyczną jest moduł, integrujący tematycznie bliskie treści kształcenia z wielu dziedzin nauki (przedmiotów), w wyniku opanowania których uczeń/student uzyskuje konkretne, potwierdzone i uznane umiejętności.
- Modułowe programy kształcenia, poprzez umożliwienie wyboru drogi i tempa kształcenia oraz poprzez uznawanie wcześniej ukształtowanych umiejętności, integrują cały wielopoziomowy system ustawicznego kształcenia zawodowego, poprawiają efektywność systemu przez eliminację zbędnych powtórzeń i większą sprawność kształcenia.
- Wielopoziomowy system kształcenia ustawicznego może być realizowany w wielu wariantach w szkołach i poza nimi; może różnić się tempem, formami i warunkami kształcenia.
- W procesie nauczania-uczenia się główne akcenty położone są na indywidualny wybór drogi, tempa i metod kształcenia. W tak rozumianym procesie kształcenia zmienia się funkcja nauczyciela, o czym już wspomniano wyżej.
- Model powinien być realizowany zgodnie z aktualnym systemem normatywno-prawnym lub z niewielkimi jego modyfikacjami, a jego wdrożenie może nastąpić w drodze eksperymentu lub innowacji pedagogicznych w każdej szkole i instytucji pozaszkolnej.
- Cele kształcenia modułowego mogą być osiągnięte przy radykalnej zmianie procesu kształcenia, którą już charakteryzowano powyżej.

³ Bednarczyk H., *Zadania zawodowe i kształcenie mechaników*, ITeE, Radom 1996.

Przedstawione w tab. 2. wyniki modułowego podziału treści kształcenia zawodowego mechaników potwierdziły słuszność tezy o możliwościach znacznej poprawy efektywności kształcenia poprzez eliminację zbytecznych powtórzeń tych treści na kolejnych etapach edukacji.

Absolwent technikum na podbudowie szkoły podstawowej⁴ (aktualnie gimnazjum) powinien opanować 531 modułów, a absolwent szkoły zasadniczej – 309. Ten pierwszy natomiast na studiach wyższych powinien zrealizować tylko 210 modułów z 676, jakie ma do zrealizowania absolwent liceum ogólnokształcącego.

Tab. 2. Modułowy podział treści kształcenia zawodowego na różnych poziomach edukacyjnych

Lp.	Przedmiot (razem bloków tematycznych)	Liczba modułów				
		ZSZ	technikum na podbudowie		szkoła wyższa na podbudowie	
			ZSZ	SP	T	LO
1	Grafika GF 1-19	16	14	30	26	56
2	Elektrotechnika i elektronika EE 1-8	28	29	56	16	72
3	Budowa maszyn BM 1-30	36	30	65	39	63
4	Mechanika techniczna MH 1-33	15	76	90	57	147
5	Automatyka i robotyka AR 1-12	29	30	50	17	68
6	Technika pomiarowa TP 1-5	18	16	34	1	35
7	Materiałoznawstwo MT 1-6	10	13	23	1	23
8	Technologia mechaniczna TM 1-7	36	28	58	19	59
9	Technika komputerowa TK 1-7	6	10	15	8	19
10	Termodynamika i hydromechanika TD 1-8	10	20	28	15	43
11	Ekonomika EK 1-8	17	18	35	2	37
12	Środowisko pracy mechaników SP 1-9	17	16	33	2	34
13	Eksploatacja techniczna ET 1-5	7	9	14	7	20
	Σ Bloków tematycznych 157	245	309	531	210	676

Źródło: Bednarczyk H., *Zadania zawodowe i kształcenie mechaników*, ITeE, Radom 1996.

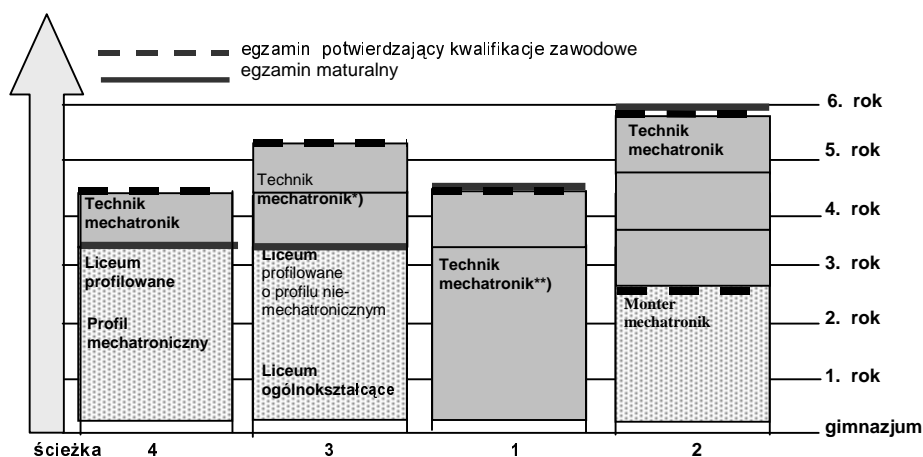
Na podstawie dopuszczonych w 2002 r. do użytku szkolnego programów nauczania dla profilu mechatronicznego oraz przyjętych w 2004 r. programów

⁴ Prace badawcze prowadzono przed reformą szkolnictwa.

nauczania dla zawodów: monter mechatronik oraz technik mechatronik, wybrane umiejętności zawodowe zostały pogrupowane. Z analizy zapisów w programach wynika, że wiele z tych umiejętności kształtowanych na poziomie montera mechatronika pokrywa się z umiejętnościami zdobywanymi na poziomie technika mechatronika, co czyni kształcenie mało efektywnym i wyjątkowo drogim.

3. Kształcenie monterów mechatroników i techników mechatroników

Ścieżki kształcenia techników mechatroników i monterów mechatroników w systemie szkolnym przedstawia rys. 1.



*) Naukę w szkole policealnej dwuletniej mogą podjąć także absolwenci technikum, dwuletniego liceum uzupełniającego i technikum uzupełniającego – ale ta ścieżka edukacyjna powoduje wydłużenie okresu kształcenia.

**) Dla absolwentów gimnazjum.

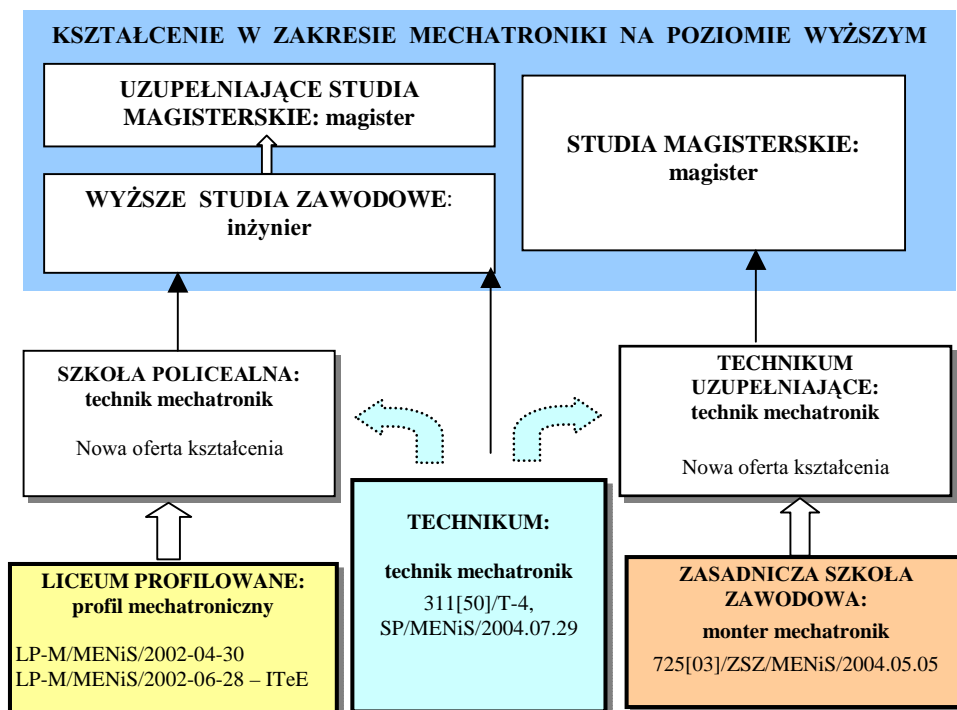
Rys. 1. Typowe ścieżki kształcenia monterów mechatroników i techników mechatroników

Powyższy schemat ilustruje możliwości zostania technikiem mechatronikiem, jakie system edukacji stwarza absolwentom: (1) gimnazjów, (2) trzyletnich zasadniczych szkół zawodowych kształcących w zawodzie monter mechatronik, (3) liceów ogólnokształcących, liceów profilowanych, techników, liceów uzupełniających oraz techników uzupełniających, oraz (4) liceum profilowanego o profilu mechatronicznym.

4. Oferta edukacyjna dla kształcenia, doksztalcenia i doskonalenia zawodowego w zakresie mechatroniki – nowe programy doskonalenia kompetencji zawodowych

Aktualna oferta edukacyjna (od roku szkolnego 2004/2005) przewiduje pełną drożność kształcenia w zakresie mechatroniki, co zostało przedstawione na

rys. 2. Dla liceum profilowanego oraz technikum oferta programów dopuszczonych do użytku szkolnego jest przygotowana w układzie modułowym⁵. W konsekwencji również oferta programowa szkoły policealnej oraz technikum uzupełniającego powinna być budowana w takim samym układzie. Dla szkoły zasadniczej obowiązujący program nauczania w zawodzie monter mechatronik jest opracowany w konwencji przedmiotowej.



Rys. 2. Możliwości efektywnego kształcenia w zakresie mechatroniki na poziomie zasadniczym, średnim oraz wyższym

Warto również poszerzyć ofertę kształcenia na poziomie robotnika wykwalifikowanego o program modułowy, co zapewni większą elastyczność w doborze i realizacji zwłaszcza tych treści kształcenia, które podlegają szybkiemu „starzeniu się”. Taki projekt jest w trakcie opracowania. Prowadzone są też przygotowania do kompleksowej ewaluacji pełnego cyklu kształcenia w liceum profilowanym.

Obecnie problemem uznawania kwalifikacji zawodowych na rynku europejskim (w tym również kwalifikacji mechatronicznych) zajmuje się rozpoczęty w 2004 r. międzynarodowy projekt pilotażowy **MoFIT2** – *Zastosowanie modelu elastycznego szkolenia przemysłowego*. Natomiast w Polsce, w ramach projektu Phare 2000 – Krajowy System Szkolenia Zawodowego, został opracowany projekt standardu kwalifikacji zawodowych dla zawodu technik mechatronik oraz

⁵ Modułowy program nauczania dla zawodu. *Poradnik metodyczny dla autorów*, MENiS-DKZiU, Warszawa 24 kwietnia 2003 r.

przygotowano sześć modułowych programów szkolenia zawodowego, które uwzględniają aktualne potrzeby rynku pracy.

Wspomniana oferta programowa uwzględnia następujące zakresy treści kształcenia zawodowego:

- systemy pneumatyczne i elektropneumatyczne,
- systemy hydrauliczne i elektrohydrauliczne,
- sterowanie mikroprocesorowe,
- montaż urządzeń mechatronicznych,
- przemysłowe systemy mechatroniki,
- serwis i naprawy systemów mechatronicznych.

Tego typu programy mogą być z powodzeniem wykorzystywane do rozwoju ofert szkoleniowych dla absolwentów liceum profilowanego o profilu mechatronicznym w ramach szkoły policealnej. Ponadto stanowią one propozycję opracowania programu dla specjalizacji zawodowej w zawodzie technik mechatronik.