

**Bożena MAJ-TATSIS**

Uniwersytet Rzeszowski, Polska

## **Edukacja matematyczna w kształceniu zawodowym i ustawicznym – wyzwania i potrzeby**

### **Wstęp i ramy teoretyczne badań**

Edukacja w wymiarze społecznym i ekonomicznym ma do odegrania zasadniczą rolę, która polega na zapewnieniu nabycia przez obywateli Europy kompetencji kluczowych koniecznych, aby umożliwić im elastyczne przystosowywanie się do szybko zmieniającego się świata, w którym zachodzą rozliczne wzajemne powiązania [Komisja Europejska 2007]. Również we współczesnych programach nauczania matematyki na świecie jako cel kształcenia określa się pewne kompetencje, którymi uczeń powinien się charakteryzować, kończąc szkołę. W unijnych dokumentach [ET 2020] znaleźć można cztery strategiczne cele, a wśród nich „poprawę jakości i skuteczności kształcenia i szkolenia – kompetencje kluczowe”. Kompetencje kluczowe to te, których wszystkie osoby potrzebują do samorealizacji i rozwoju osobistego, bycia aktywnym obywatelem, integracji społecznej i zatrudnienia [Komisja Europejska 2007]. „Produktem” edukacji powinien być człowiek przygotowany do życia we współczesnym świecie, podejmowania wyzwań przyszłości. Jest to młody człowiek, który będzie miał nie tyle szeroką wiedzę z różnych dziedzin, ale przede wszystkim określone kompetencje. Wśród nich ważną rolę odgrywają kompetencje matematyczne. Obejmują one umiejętność rozwijania i wykorzystywania myślenia matematycznego w celu rozwiązywania problemów wynikających z codziennych sytuacji [Komisja Europejska 2007]. Według M. Nissa [2003] matematyczna kompetencja to zdolność rozumienia, osądzania, wykonywania i wykorzystywania matematycznych czynności w kontekście matematycznym i pozamatematycznym.

Tymczasem jest pewien rozdźwięk pomiędzy matematyką szkolną a matematyką wykorzystywaną w życiu zawodowym i prywatnym. Można stwierdzić, że w szkole wciąż większy nacisk kładzie się na wiedzę matematyczną, a nie na kompetencje praktyczne. Badania naukowe pokazują, iż proste przeniesienie wiedzy szkolnej z zakresu matematyki na umiejętności matematyczne potrzebne w pracy nie jest możliwe [Tatsis i in. 2015].

Istnieje wyraźna potrzeba badań dydaktycznych na polu edukacji w zakresie szkolenia zawodowego. Dziedzina ta jest wciąż niedoreprezentowana w literaturze naukowej. Jedną z przyczyn może być różnorodność form takiego kształcenia na świecie. W niektórych krajach szkolenie zawodowe nie jest częścią systemu edukacji, podczas gdy np. w Holandii ponad połowa uczniów na poziomie szkoły średniej wybiera ścieżkę zawodową. Drugą przyczyną jest fakt, iż mate-

matyka potrzebna i używana w pracy zawodowej nie jest w ogóle postrzegana jako matematyka [FitzSimons 2002]. Jako trzeci powód wymienia się brak wystarczającej wiedzy z zakresu kształcenia zawodowego u dydaktyków matematyki [Bakker 2014]. Badania w tym obszarze wymagają bycia ekspertem nie tylko w dziedzinie dydaktyki matematyki, lecz również szerokiej znajomości danego sektora pracy, do którego uczniowie czy praktykanci są przygotowywani. Przeprowadzenie badań oraz gromadzenie materiału badawczego w szkole i miejscach pracy ma wiele ograniczeń organizacyjnych i logistycznych.

Istniejące badania dydaktyczne dotyczące kształcenia zawodowego dostarczają niezwykle interesujących wniosków i mogą być traktowane jako ważny wkład w dziedzinę badań edukacyjnych. Pomagają one zrozumieć, jak można zapełnić lukę pomiędzy abstrakcyjną i bardzo ogólną wiedzą matematyczną, która jest uczona w szkole, a matematyką usytuowaną w kontekście pracy. Jest to niezwykle ważne dla uczniów z perspektywy celów uczenia się matematyki w szkole. Wyjaśnienie, jak matematyka jest rzeczywiście stosowana w konkretnej sytuacji w pracy zawodowej, dostarcza uczniom motywacji do uczenia się tego przedmiotu, a także do kształcenia się w ogóle [Bakker 2014].

### **Metodologia badań**

W artykule tym zostaną przedstawione rezultaty badań przeprowadzonych wśród 60 pracowników sektora zaawansowanej technologii z różnorodnych firm usytuowanych w Polsce i UK (odpowiednio 8 i 52 osoby), a także wśród 104 uczniów-praktykantów kształcących się w Centrum Kształcenia Ustawicznego Nowoczesnych Technologii w Łodzi (64 osoby) oraz w AMRC w Wielkiej Brytanii (40 osób). Badania te były zaprojektowane i zorganizowane w ramach Projektu NAMA (Numeracy for Advanced MAnufacturing) za pomocą kwestionariuszy on-line (m.in. w języku polskim i angielskim) [Tatsis i in. 2015]. W sumie przebadano 164 osoby. Badani reprezentowali 21 zawodów (uczniowie są również zatrudnieni na poszczególnych stanowiskach w firmach współpracujących ze szkołą), które są rozpoznawane jako kluczowe w tym sektorze. Największą grupę stanowili operatorzy obrabiarek CNC (34), inżynierowie mechanicy (21) oraz technicy mechanicy (18).

Zaprojektowanie narzędzia badawczego było wynikiem przestudiowania literatury dotyczącej tych zagadnień oraz wsparcia ze strony partnerów Projektu NAMA, którzy mają duże doświadczenie w kształceniu w tym sektorze. Kwestionariusz zawiera serię pytań, których celem było zidentyfikowanie potrzeb pracowników sektora zaawansowanej technologii odnośnie do kształcenia matematycznego. Nakreślenie faktycznego zapotrzebowania pozwoli na zaprojektowanie odpowiednich materiałów dydaktycznych, które będą następnie testowane w placówkach kształcenia. Pytania badawcze można skategoryzować w następujący sposób:

- Pytania o dane personalne (wiek, wykształcenie, miejsce zamieszkania).

- Pytania dotyczące wykonywanego zawodu (opis wykonywanej pracy, staż pracy, rodzaj zatrudnienia) oraz firmy, w której badani są zatrudnieni (lub odbywają praktyki – w przypadku uczniów).
- Pytania dotyczące ogólnych matematycznych umiejętności. Ich celem było zbadanie oceny własnych umiejętności matematycznych przez uczestników badania. Dotyczyły one zarówno matematyki z życia codziennego (np. rozumienia i obliczania procentów), jak i ogólnych umiejętności numerycznych potrzebnych w ich pracy (np. graficznego posługiwania się danymi eksperymentalnymi, kosztorysu projektu, interpretacji dużych zbiorów danych), a także umiejętności z poszczególnych działów matematyki (np. liczby i działania matematyczne, wyrażenia algebraiczne, funkcje i wzory, trygonometria, geometria płaska, geometria przestrzenna).
- Pytania dotyczące specyficznych umiejętności numerycznych powiązanych z sektorem zaawansowanej technologii. Umiejętności te były zidentyfikowane we współpracy z partnerami Projektu, którzy mają duże doświadczenie w kształceniu w tym sektorze (AMRC i CKUNT).

## Wyniki badań

Analizę danych skupiono na trzech aspektach: matematycznych dziedzinach, w których pracownicy/uczniowie potrzebują dalszego kształcenia, ogólnych umiejętnościach matematycznych oraz specyficznych umiejętnościach numerycznych, które wymagają dalszego treningu.

Na pytanie: „Jak ważna jest matematyka w Twojej pracy?” respondenci mieli do wyboru pięciostopniową skalę odpowiedzi 1–5, gdzie: 1 – w ogóle nie jest ważna, 5 – jest bardzo ważna. Wyniki są zaprezentowane w tabeli 1.

**Tabela 1**

### Odpowiedzi badanych dotyczące ważności matematyki w pracy

Skala	Pracownicy	Uczniowie	Suma	%
1	0	0	0	0
2	3	6	9	5
3	15	9	24	15
4	18	33	51	31
5	24	56	80	49

Kolejne pytanie dotyczyło oceny własnej wiedzy z zakresu matematyki: „Czy uważasz, że posiadasz wystarczającą wiedzę matematyczną, aby efektywnie wykonywać pracę na Twoim obecnym stanowisku? (skala 1–5, gdzie 1 – zdecydowanie nie, 5 – zdecydowanie tak). Wyniki są zaprezentowane w tabeli 2.

Tabela 2

## Odpowiedzi badanych oceniające własną wiedzę matematyczną

Ska- la	Pracowni- cy	Uczniowie	Suma	%
1	0	0	0	0
2	1	9	10	6
3	14	25	39	24
4	24	44	68	41
5	21	26	47	29

Wyniki wyraźnie pokazują, iż matematyka jest postrzegana jako bardzo ważna w wykonywanej pracy przez ogromną większość badanych (80% badanych przyznało 4 i 5 pkt). Jednocześnie respondenci deklarują, iż posiadają wystarczającą wiedzę matematyczną, by móc wykonywać swoje obowiązki zawodowe. Nie przeszkodziło to jednak wskazać pewne działy matematyki (tabela 3), ogólne umiejętności numeryczne (tabela 4), jak i specyficzne umiejętności, w których życzyliby sobie dalszego kształcenia.

Tabela 3

## Działy matematyki, w których badani deklarowali chęć dokończenia (odpowiedzi „raczej tak” i „zdecydowanie tak” na pytanie „W którym z poniższych obszarów matematyki potrzebujesz się jeszcze podszkolić?”)

Dział matematyki		Pracownicy	Uczniowie	Suma	%
1	liczby i działania matematyczne	13	37	50	30
2	wyrażenia algebraiczne, funkcje i wzory	24	54	78	48
3	Trygonometria	20	49	69	42
4	geometria płaska	14	45	59	36
5	geometria przestrzenna	26	52	78	48
6	obliczanie masy, długości, pola i objętości	10	39	49	30
7	statystyka i prawdopodobieństwo	24	44	68	41

Fakt, że badani uważają, iż mają dużą lub bardzo dużą wiedzę matematyczną i jest ona wystarczająca do wykonywania ich obowiązków zawodowych, nie miał wpływu na to, że zadeklarowali chęć dodatkowego szkolenia w niemalże wszystkich wymienionych działach matematyki (tabela 3). Niemalże 50% badanych chciałoby uczestniczyć w zajęciach dotyczących geometrii przestrzennej, tyle samo respondentów jest zainteresowanych uczestnictwem w szkoleniu z zakresu wyrażeń algebraicznych, funkcji oraz stosowania i przekształcania

różnego typu wzorów algebraicznych. 42% uczestników badania życzyłoby sobie treningu w obrębie trygonometrii. Świadczyć to może o tym, że badani są świadomi nie tylko swoich umiejętności, ale również tego, że chcieliby się dalej rozwijać oraz że doskonale orientują się, jakie kompetencje matematyczne są wymagane w zawodach, które wykonują.

Kolejne pytanie dotyczyło pewnych ogólnych umiejętności numerycznych i brzmiało: „W zakresie których z niżej podanych umiejętności numerycznych chciałbyś/chciałabyś pogłębić swoją wiedzę?” (skala od 1 do 5; 1 – zdecydowanie nie, 2 – raczej nie, 3 – raczej tak, 4 – zdecydowanie tak, 5 – nie dotyczy mojego przypadku). W tabeli 4 przedstawiono sumę odpowiedzi pozytywnych (3 i 4).

**Tabela 4**

**Ogólne umiejętności numeryczne, w których badani potrzebują szkolenia**

Umiejętności numeryczne		Pracownicy	Uczniowie	Suma	%
1	graficzne posługiwanie się danymi (eksperymentalnymi)	19	54	73	45
2	kosztorys projektu (np. odnośnie do pieniędzy, materiałów, zużycia energii itp.)	27	64	91	55
3	interpretacja dużych zbiorów danych	21	60	81	49
4	użycie matematycznych wykresów, diagramów	26	51	77	47
5	użycie proporcji	24	45	69	42
6	mierzenie wielkości	19	49	68	41

Wszystkie wymienione rodzaje umiejętności numerycznych okazały się ważne dla dalszego szkolenia według badanych (powyżej 40%). Najbardziej preferowane to: kosztorys projektu (55%), interpretacja dużych zbiorów danych (49%) oraz użycie matematycznych wykresów, diagramów (47%). Te umiejętności były też wskazywane jako te, z którymi badani mają do czynienia w swojej pracy [Tatsis i in. 2015]. Podobną relację można zauważyć, gdy rozpatrujemy specyficzne umiejętności matematyczne, które były przedmiotem badania w następnych pytaniach. W tym przypadku respondenci również wybierali do dalszego kształcenia te umiejętności, które są niezwykle potrzebne w ich pracy. Największą popularnością wśród pracowników cieszyły się: znajomość układów sterowania opartych na układach przekąźnikowych oraz na programowalnych sterownikach logicznych PLC (52%), badanie materiałów, w tym udarność i rozciąganie, pomiary twardości i próby ścinania (45%), pomiary struktury geometrycznej powierzchni (chropowatość, falistość, odchyłki kształtu) (42%) oraz planowanie produkcji, kalkulacja kosztów w procesie produkcyjnym, czasów maszynowych i przepustowości maszyn (42%). Uczniowie-praktykanci preferowaliby zaś szkolenie z zakresu: obliczania tolerancji, pasowania, tolerancji kształtu i położenia (67%), geometrii i parametrów narzędzi skrawających

(67%), pomiarów zbieżności, równoległości, pionu i poziomu, współosiowości (67%) oraz czytania rysunku technicznego i jego interpretacji (60%).

## **Wnioski**

Według G. FitzSimons i D. Cobena [2009] umiejętności numeryczne nie mogą być rozpatrywane i uczone niezależnie od kontekstu. Oczekiwania, że wiedza i kompetencje matematyczne będą mogły być bezpośrednio przeniesione na umiejętności praktyczne bez żadnych trudności, są bezzasadne. Powinno się raczej tę wiedzę przekształcić, bazując na doświadczeniu, w wiedzę praktyczną poprzez integrację z normami socjalnymi i kulturowymi z miejsca pracy. Środowisko szkolne powinno zaadaptować techniki symulacji, a uczniowie powinni być świadomi różnic oraz zmienności pomiędzy miejscem pracy a szkołą. Potrzebne są zintegrowane programy nauczania, dydaktyka rozwiązywania problemów, rozwijanie zdolności komunikowania się i refleksji, jak również umiejętności rozwiązywania problemów, modelowania sytuacji i pracy w grupie [FitzSimons 2002]. Matematyka powinna być umieszczona w kontekście, który jest bliski uczniowi. Ważne jest również rozwijanie krytycznego myślenia, by uczeń mógł odpowiednio zinterpretować zbiór danych, jak i postawić odpowiednie wnioski. G. Wake i J. Williams [2001] zaznaczają, że ważne jest również umieszczanie elementarnej matematyki w sytuacjach kompleksowych ze złożonym kontekstem. Kolejnym zaleceniem ze strony tych autorów jest stawianie uczniów w sytuacjach zróżnicowanych ze względu na różne konwencje i metody. Zadaniem edukacji zawodowej i ustawicznej jest przygotowanie przyszłych pracowników do umiejętności adaptowania swojej wiedzy ze szkoły do nieznanych sytuacji z pracy.

Wyzwaniem projektu NAMA, do którego badań odnosi się ten artykuł, jest wdrożenie potrzeb pracowników i uczniów do zaprojektowania serii zadań, które będą wspierać ich umiejętności potrzebne do pracy, ale też do życia w społeczeństwie. W części teoretycznej zostało już wspomniane, iż proste przeniesienie szkolnej matematyki do różnych sytuacji w pracy nie jest możliwe. Dlatego tak ważne jest, by zmienić orientację matematyki w kształceniu zawodowym w kierunku bardziej realistycznym i w kierunku kontekstualizacji.

## **Notka**

Zagadnienia dyskutowane w tym artykule są częściowo realizowane w ramach Europejskiego Projektu Erasmus+ NAMA – Numeracy for Advanced MAnufacturing nr 2014-1-PL01-KA202-003409.

## **Literatura**

- Bakker A. (2014): *Characterizing and Developing Vocational Mathematical Knowledge*, „Educational Studies in Mathematics” vol. 86.
- ET (2020): *Edukacja i szkolenia 2020*, Dziennik Urzędowy Unii Europejskiej, (2009/C 119/02), <http://men.gov.pl/wp-content/uploads/2014/01/konkluzje.pdf>.
- FitzSimons G.E. (2002): *What Counts as Mathematics? Technologies of Power in Adult and Vocational Education*, vol. 28, Dordrecht.

- FitzSimons G.E., Coben, D. (2009): *Adult Numeracy for Work and Life: Curriculum and Teaching Implications of Recent Research*, [w:] Maclean R., Wilson D. (red.), *UNESCO-UNEVOC International Handbook of Technical and Vocational Education and Training*, vol. 6, Dordrecht.
- Komisja Europejska (2007): *Kompetencje kluczowe w uczeniu się przez całe życie – europejskie ramy odniesienia*, Luksemburg.
- Niss M. (2003): *Quantitative Literacy and Mathematical Competencies*, [w:] Madison B.L., Steen L.A. (red.), *Quantitative Literacy: Why Literacy Matters for Schools and Colleges*, Princeton, New Jersey.
- Tatsis K., Maj-Tatsis B., Swoboda E., Pytlak M. (2015), *VET Guidelines Report, NAMA – Numeracy for Advanced MANufacturing*, project no. 2014-1-PL01-KA202-003409, unpublished manuscript.
- Wake G.D., Williams J.S. (2001): *Using College Mathematics in Understanding Workplace Practice: Summative Report of the Research Project Funded by the Leverhulme Trust*, Manchester.

### **Streszczenie**

Artykuł dotyczy diagnozy potrzeb kształcenia zawodowego i ustawicznego w zakresie matematyki. Przedstawia wyniki badań przeprowadzonych w ramach europejskiego Projektu NAMA wśród pracowników i uczniów z sektora zaawansowanej technologii. Celem tych badań było zidentyfikowanie pewnych ogólnych i specyficznych umiejętności numerycznych, które są potrzebne w pracy, a wymagają dalszego kształcenia. We wnioskach nakreślono też pewne rekomendacje, które powinny się wziąć pod uwagę podczas projektowania materiałów dydaktycznych dla tej grupy docelowej.

**Słowa kluczowe:** kształcenie zawodowe i ustawiczne, umiejętności numeryczne, sektor zaawansowanej technologii.

### **Mathematics Education in Vocational Training – Challenges and Needs**

#### **Abstract**

This paper presents an identification of the needs of vocational training in mathematics. The results of a research within the European Project NAMA are presented. The participants were workers and trainees of the Advanced Manufacturing sector. The research was aimed to identify some general and specific numerical skills which are needed in their work and also the skills for which the participants require more training. Our conclusions include also some recommendations which should be taken into consideration while designing some learning materials for the AM sector's workers.

**Keywords:** vocational training, numerical skills, Advanced Manufacturing sector.