



Sektorowa Rada ds. Kompetencji Informatyka

Informatyka i drony **Analiza zapotrzebowania na kompetencje informatyczne** **w dziedzinie systemów bezzałogowych** **Raport z badania Sektorowej Rady ds. Kompetencji – Informatyka** **2019**

Procesy cyfrowej transformacji sprawiają, że techniki informacyjno-komunikacyjne stają się integralnym elementem funkcjonowania wielu różnych dziedzin gospodarki i życia społecznego. Technologia cyfrowa decyduje w coraz większym zakresie o sposobach funkcjonowania firm i instytucji. Powoduje to pojawianie się specyficznych potrzeb w zakresie kompetencji informatycznych, które będą uwzględniały zarówno znajomość technik IT jak i środowiska ich wykorzystania. Jedną z dziedzin gospodarki, która rozwija się na styku kilku różnych dyscyplin a jednocześnie tworzy całkiem nowy obszar aktywności społecznej i biznesowej jest branża dronowa.

Celem badania przeprowadzonego przez Sektorową Radę ds. Kompetencji - Informatyka, we współpracy z Fundacją Instytut Mikromakro będącą pomysłodawcą i głównym organizatorem Konkursu Droniada 2019, było sprawdzenie w jakim zakresie kompetencje informatyczne stanowią obecnie istotny czynnik rozwoju branży dronowej oraz w jakim stopniu wiedza i umiejętności z dziedziny informatyki są dzisiaj wykorzystywane przy budowie drona i jego przygotowywaniu do użycia. Podjęta została także próba dokonania oceny przyszłego zapotrzebowania na niezbędne dla tej branży kwalifikacje z dziedziny IT. W konsekwencji powstał zestaw prognoz, oczekiwań i wskazań pod adresem modeli edukacji dla potrzeb rynku nie tylko dronów lecz również szerzej pojazdów autonomicznych.

Badanie, na podstawie którego powstał niniejszy raport, zostało przeprowadzone podczas Konkursu Droniada 2019 (5-8 czerwca, Katowice). Celem tej organizowanej od sześciu lat imprezy jest edukacja społeczna w zakresie popularyzacji systemów bezzałogowych i autonomicznych. Drony są tu rozumiane jako element złożonych systemów internetu rzeczy, przemysłu 4.0 i infrastruktury informacyjnej a poprzez to czynnik stymulujący rozwój gospodarki cyfrowej. W rywalizacji biorą udział zespoły akademickie, które potrafią łączyć wiedzę z różnych obszarów: robotyki, teleinformatyki, geoinformacji, elektroniki i lotnictwa.

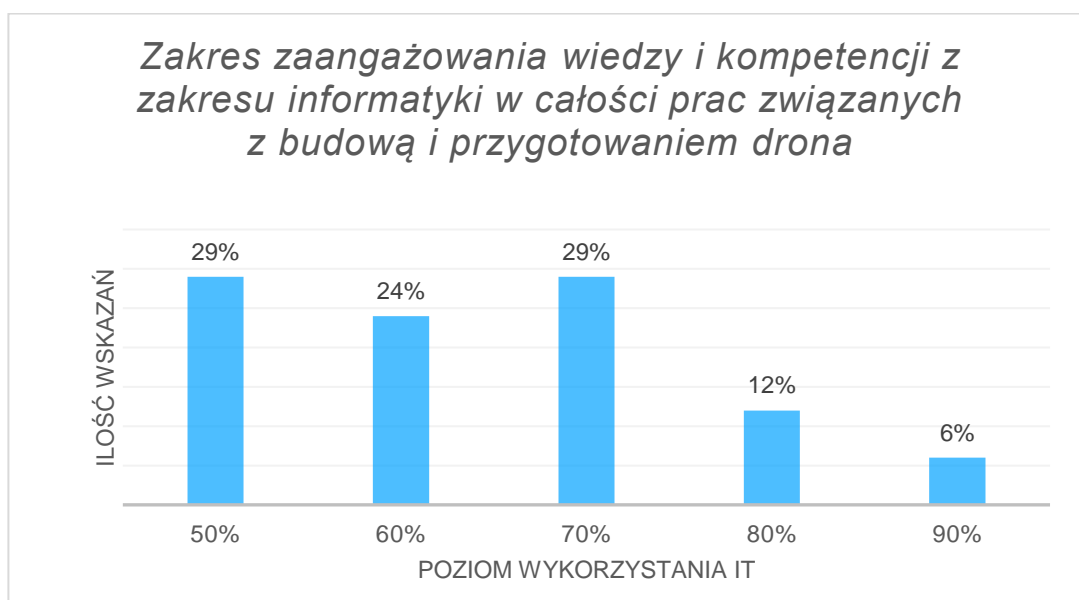
Badanie zostało przeprowadzone w formie ankiety skierowanej do zespołów studenckich biorących udział w konkursie oraz do przedstawicieli firm i organizacji dronowych wspierających organizację Droniady. Dodatkowo przeprowadzone

zostały pogłębione wywiady z wybranymi przedstawicielami biznesowego środowiska dronowego obecnego na Droniadzie.

Warto zwrócić uwagę, że zespoły studenckie biorące udział w Droniadzie 2019 miały charakter interdyscyplinarny. Członkowie ekip akademickich reprezentowali wiele różnych kierunków studiów. Były to: automatyka i robotyka, elektronika, informatyka, lotnictwo, mechanika, telekomunikacja. Najczęściej występującym kierunkiem była automatyka i robotyka. Na udział przedstawiciela tego kierunku wskazało 80% startujących w tegorocznym konkursie zespołów.

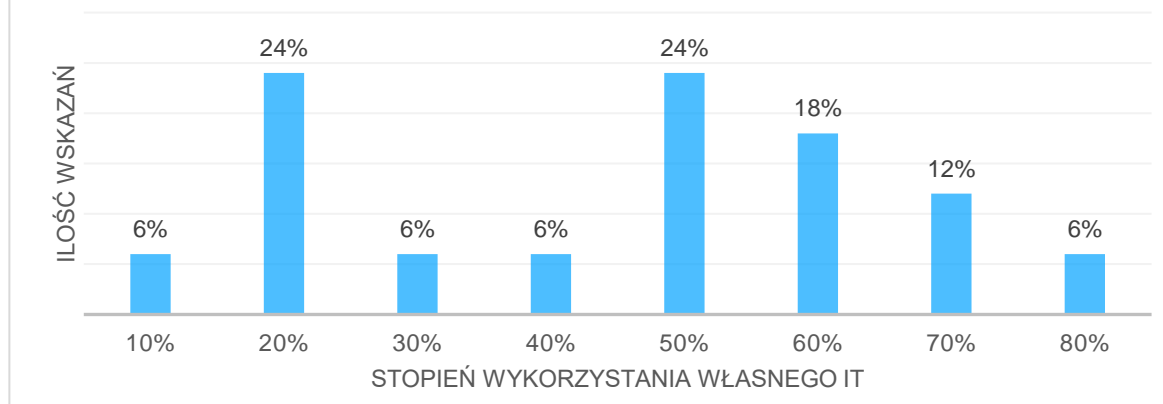
Aktualne zaangażowanie informatyki

Zdaniem wszystkich biorących udział w ankiecie, poziom zaangażowania wiedzy i kompetencji z zakresu informatyki w całości prac związanych z budową i przygotowaniem drona wynosi co najmniej 50%. Prawie połowa uczestników badania (47%) uznała, że jest to nawet 70% i więcej.



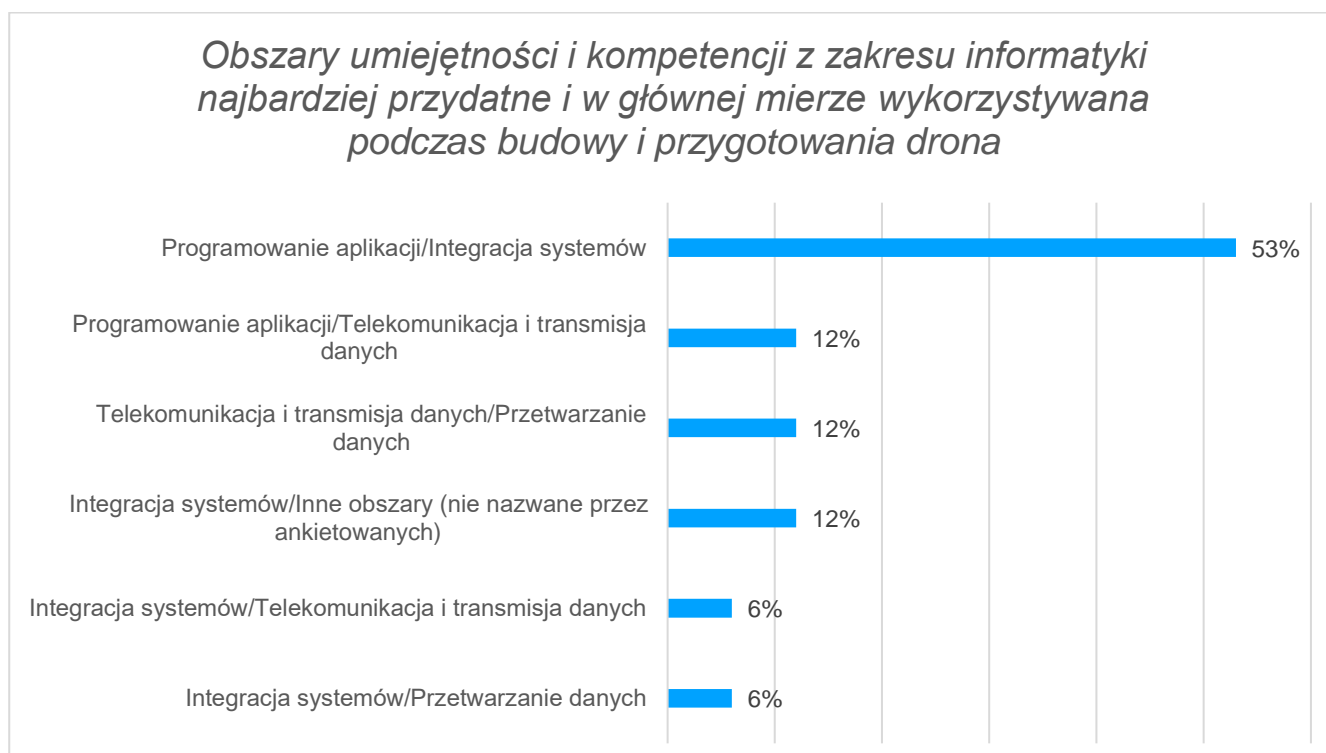
Istnieje natomiast duża rozbieżność w ocenie skali posługiwania się tworzonymi samodzielnie rozwiązaniami programistycznymi w stosunku do wykorzystania gotowych, standardowych modułów oprogramowania. Dla 60% respondentów poziom zaangażowania własnego oprogramowania (rozumianego również jako tworzenie aplikacji na bazie istniejących rozwiązań open source) wynosi 50% i więcej. Najwięcej ankietowanych, po 24%, deklaruje stosowanie własnego oprogramowania na poziomie 20% i 50% rozwiązań programistycznych potrzebnych w procesie budowy i przygotowania drona.

Zakres wykorzystania tworzonych samodzielnie rozwiązań programistycznych w stosunku do posługiwania się gotowymi, standardowymi modułami oprogramowania



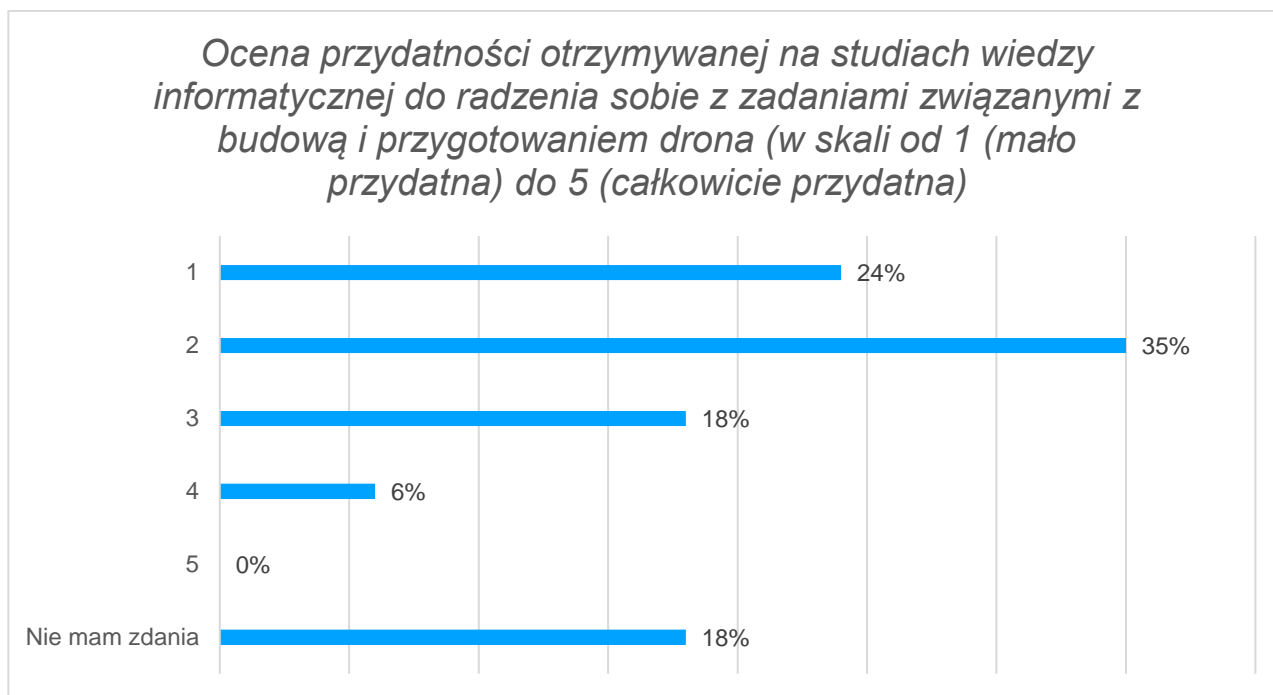
Jakie umiejętności i kompetencje z dziedziny informatyki są najbardziej przydatne i w głównej mierze wykorzystywane podczas budowy i przygotowania drona? Uczestnicy badania zostali poproszeni o wskazanie dwóch, ich zdaniem najważniejszych, obszarów. Dla 53% respondentów była to para: programowanie aplikacji i integracja systemów. Pozostałe zestawienia nie uzyskały już tak wyraźnie dominującej pozycji, aczkolwiek w większości z nich znalazła się integracja systemów.

Obszary umiejętności i kompetencji z zakresu informatyki najbardziej przydatne i w głównej mierze wykorzystywana podczas budowy i przygotowania drona

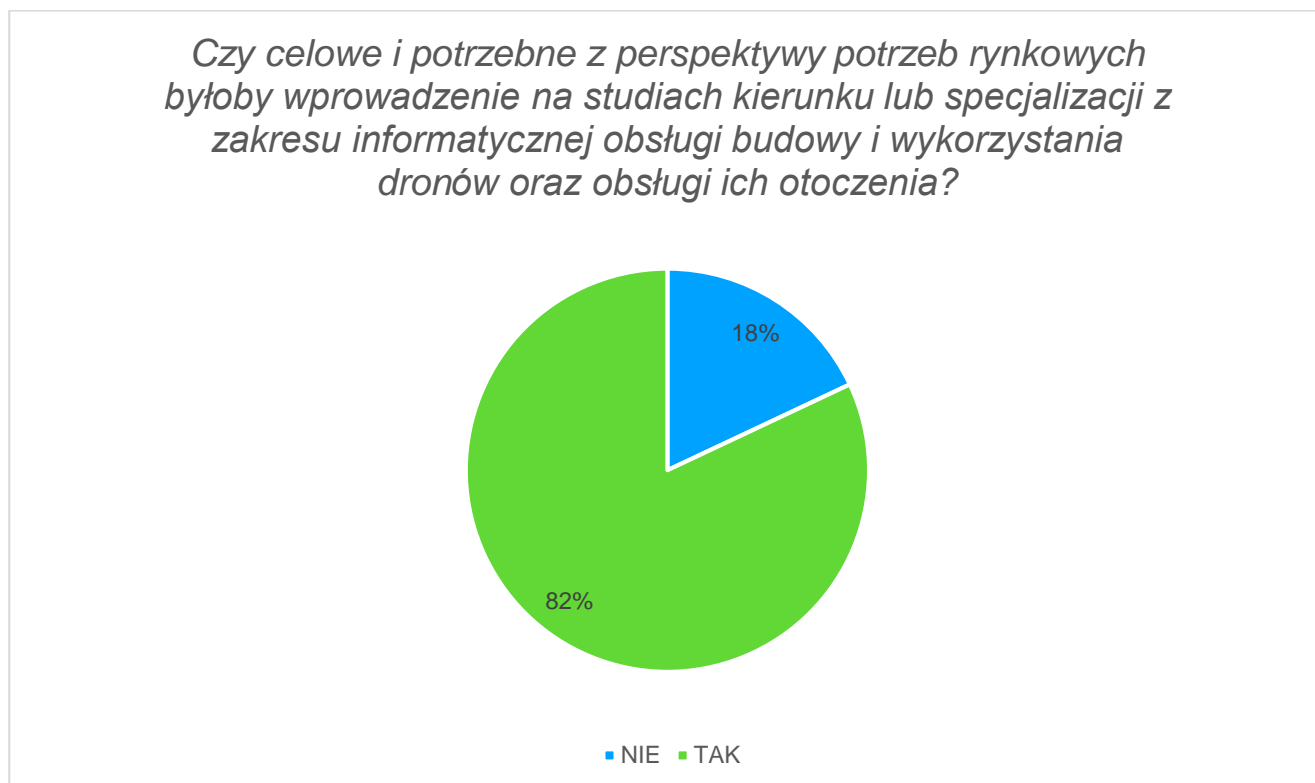


Z niską oceną, zarówno wśród biorących udział w Droniadzie zespołów studenckich jak i przedstawicieli dronowego środowiska biznesowego, spotkała się przydatność otrzymywanej na studiach wiedzy informatycznej do radzenia sobie z zadaniami związanymi z budową i przygotowaniem drona. 35% ankietowanych

określiło ją na poziomie 2 w skali od 1 (mało przydatna) do 5 (całkowicie wystarczająca). Nikt nie przyznał najwyższej oceny.



Niemal jednogłośnie respondenci uznali za celowe i potrzebne wprowadzenie na studiach kierunku lub specjalizacji związanej z informatyczną obsługą budowy i wykorzystania dronów oraz zarządzania środowiskiem ich użytkowania. Za takim rozwiązaniem opowiedziało się 82% ankietowanych.



Perspektywiczne potrzeby i wyzwania

Przedstawiciele obecnego na Droniadcie biznesowego środowiska dronowego, uczestniczący w przeprowadzonych na potrzeby badania wywiadach, uznali, że w przyszłości najbardziej potrzebnymi w branży dronowej kompetencjami informatycznymi będą te związane z przetwarzaniem i analizą danych. Wskazało na nie trzy czwarte uczestników przeprowadzonych wywiadów. Za równie ważny uznany został obszar sztucznej inteligencji, w tym znajomość i umiejętność tworzenia oraz posługiwania się algorytmami sztucznej inteligencji, uczenia maszynowego, sieci neuronowych i deep learning. Wśród istotnych wymieniono także: integrację systemów, telekomunikację i programowanie.

Obszary kompetencji informatycznych najbardziej potrzebnych w przyszłości na szeroko pojętym rynku dronowym (od najczęściej do najrzadziej wskazywanych przez przedstawicieli biznesowego środowiska dronowego)

Przetwarzanie i analiza danych
Sztuczna inteligencja
Integracja systemów
Telekomunikacja
Programowanie

Do najważniejszych wyzwań związanych z informatyczną obsługą rozwoju rynku dronowego przedstawiciele firm i organizacji dronowych zaliczyli następujące zagadnienia:

- **Opracowanie odpowiednich systemów operatorskich**, w tym prostych, łatwych w użyciu modułów obsługi, aby korzystanie z drona było dostępne dla jak największej grupy użytkowników, bez potrzeby posiadania zaawansowanych umiejętności. Oprogramowanie do kierowania dronem może mieć z tego powodu niejednokrotnie postać aplikacji webowych, które są obecnie dosyć szeroko rozpowszechnione a tym samym potrafi z nich korzystać znaczna ilość osób.
- **Tworzenie systemów do zarządzania ruchem dronów**, zarówno w zasięgu jak i poza zasięgiem wzroku oraz w przestrzeni miejskiej (U-Space). Trzeba wypracować i wdrożyć zasady oraz rozwiązania podobne - chociaż nie takie same - do tych, które obowiązują w tradycyjnym lotnictwie (systemy antykolizyjne, transpondery, systemy telekomunikacyjne) jak również przygotować nowe rozwiązania i narzędzia odpowiadające na specyficzne potrzeby z zakresu zarządzania ruchem obiektów bezzałogowych. Szczególnie przydatne będą tutaj rozwiązania bazujące na technikach informacyjnych i przetwarzaniu dużych ilości danych. Ważną rolę będzie odgrywało oprogramowanie do kontroli lotów i zarządzania ruchem dronów.
- **Zapewnienie bezpieczeństwa korzystania z systemów bezzałogowych** i wykonywania przez nie poszczególnych zadań, w tym zbierania i przetwarzania danych. Bezpieczeństwo musi być zapewnione tak samo na poziomie korzystania z pojedynczego drona jak i w odniesieniu do zarządzania całym środowiskiem ruchu bezzałogowych statków powietrznych (BSP) w udostępnionej do tego przestrzeni. Kwestie bezpieczeństwa powinny być brane pod uwagę

już na poziomie projektowania i przygotowywania oprogramowania dla dronów - od samego początku musi być ono tworzone z uwzględnieniem odpowiednich standardów bezpieczeństwa; konieczne jest także jego testowanie pod kątem wymogów bezpieczeństwa dla obiektów bezzałogowych.

- **Stworzenie generalnych procedur weryfikacji przydatności i bezpieczeństwa** technologii wykorzystywanych do budowy i użytkowania BSP. Bezpieczeństwo musi być zapewnione już na poziomie projektowania architektury systemu informatycznego. Testowanie rozwiązań związanych z bezpieczeństwem będzie mogło się odbywać m.in. dzięki stosowaniu technik symulacji - ważna będzie tu umiejętność wykorzystania narzędzi bazujących na sztucznej inteligencji, np. deep learning. Można bowiem nauczyć model pewnych zachowań, ale nie wszystko da się przewidzieć, trzeba więc będzie testować projektowane rozwiązania przez symulację z użyciem odpowiednich algorytmów sztucznej inteligencji;;
- **Automatyzacja przetwarzania danych** w związku z rosnącą ilością informacji możliwych do pozyskania za pomocą sensorów zainstalowanych na dronach jak również ze względu na rosnące zapotrzebowanie na ich przetwarzanie i analizę ze strony różnych grup użytkowników i klientów, coraz częściej już z wymogiem przetwarzania w czasie rzeczywistym;
- **Przemyślenie odpowiedniego sposobu wykorzystania nowych technologii** typu sztuczna inteligencja, internet rzeczy, chmura obliczeniowa i znalezienie optymalnych modeli ich implementacji dla potrzeb związanych z zastosowaniami BSP. Niezbędna stanie się też optymalizacja wielu technologii pod kątem ich wykorzystania dla potrzeb środowiska dronowego. Ważnym zadaniem będzie opracowanie nowych narzędzi informatycznych pod kątem potrzeb specyficznych dla funkcjonowania dronów (np. do diagnostyki, do symulacji lotów i warunków bezpieczeństwa, do analizy funkcjonalności przyjętych rozwiązań i technologii). Potrzebne jest dobre przemyślenie stosownych rozwiązań już na etapie projektowania architektury systemów.
- **Umiejętność integracji systemów i rozwiązań** wykorzystywanych do sprawnego, bezpiecznego użytkowania dronów i realizacji coraz bardziej złożonych zadań z wykorzystaniem platform dronowych, na które będą się składać zarówno bezzałogowe pojazdy latające wyposażone w odpowiednie sensory jak i systemy przetwarzania oraz analizy dostarczanych danych czy też systemy automatycznego sterowania ruchem i wykonywania zleconych misji.
- **Automatyzacja i robotyzacja procesów** związanych z wykorzystaniem dronów. Niezbędne przy tym będzie zapewnienie skutecznych metod interakcji systemów między sobą oraz z człowiekiem. Robotyzacja powinna być przeprowadzona w taki sposób, aby człowiek rozumiał działanie algorytmów.

W trakcie wywiadów zwrócono również uwagę, że dla efektywnego wykorzystania możliwości oferowanych przez bezzałogowe statki powietrzne wraz z ich poszerzającym się stale wyposażeniem cyfrowym potrzebna będzie w coraz większym zakresie praca grupowa. Konieczne staje się tworzenie multidyscyplinarnych zespołów z wzajemnie dopełniającymi się kwalifikacjami i kompetencjami (programiści, integratorzy, analitycy itp.). Coraz większego znaczenia będzie też nabierała umiejętność zbierania wymagań biznesowych i przekładania ich na dostępne rozwiązania technologiczne bazujące na platformach dronowych. Coraz

ważniejsze będzie się stawać identyfikowanie konkretnych potrzeb poszczególnych użytkowników i ich zaspokajanie poprzez odpowiednio skonfigurowane rozwiązania i systemy. Ten element współpracy z odbiorcami i klientami biznesowymi powinien być również uwzględniony w przyszłym modelu kształcenia specjalistów dla potrzeb dronowego rynku pracy.

Pożądane modele edukacji

Dla zapewnienia w przyszłości odpowiednich kompetencji i umiejętności dla rynku dronowego konieczne jest jednak odejście od wąskiego patrzenia na potrzeby środowiska dronowego tylko przez pryzmat samych dronów, rozumianych jako bezzałogowe obiekty latające. Drony stają się w coraz większym zakresie bezobsługowymi, coraz bardziej skomputeryzowanymi robotami i w tej perspektywie należy patrzeć na związane z nimi wyzwania edukacyjne, których realizacja będzie służyła zaspokajaniu potrzeb rysujących się na horyzoncie obszarów rynku pracy. Drony należy rozumieć coraz bardziej również jako element generalnie całego środowiska pojazdów autonomicznych i z tego punktu widzenia oceniać potencjalne potrzeby w zakresie kształcenia pożądanym na tym polu kwalifikacji.

Edukacja powinna być ukierunkowana na takie dziedziny jak: sztuczna inteligencja, internet rzeczy, uczenie maszynowe, deep learning, analiza danych, automatyzacja działań. Chodzi o przekazanie wiedzy istotnej generalnie dla tworzenia i rozwoju rozwiązań potrzebnych dla zapewnienia sprawnego funkcjonowania pojazdów autonomicznych. Uczenie umiejętności i przekazywanie kwalifikacji potrzebnych do tworzenia, rozwoju i obsługi systemów dla bezzałogowych statków powietrznych powinno mieć takie same podstawy jak w przypadku samochodów autonomicznych, a być może wręcz powinno być nawet prowadzone wspólnie. Zdaniem wielu respondentów, sama platforma mobilna nie jest w tej sytuacji tak ważna jak umiejętność zarządzania systemem autonomicznym.

To szerokie podejście nie stoi jednak w sprzeczności z potrzebą tworzenia wąskich specjalizacji ukierunkowanych na budowę, wyposażenie i optymalizację wykorzystania dronów oraz wdrażanie potrzebnych w środowisku dronowym rozwiązań. W opinii uczestników badania, tworzy się duży przemysł dronowy, który będzie w coraz większym zakresie potrzebował odpowiednio przygotowanych specjalistów. Podstawą do zdobywania przez nich stosownych, ukierunkowanych na środowisko dronowe kwalifikacji będą jednak wiedza i kompetencje stanowiące generalnie fundament rozwoju pojazdów autonomicznych. Specjalizacja dronowa musi również uwzględniać: sztuczną inteligencję, internet rzeczy, uczenie maszynowe, automatyzację ruchu. Specyficzne dla branży dronowej umiejętności będą dotyczyć m.in. obsługi i integracji sensorów, testowania oprogramowania pod kątem zapewnienia bezpieczeństwa użytkownika latających systemów bezzałogowych, tworzenia i obsługi systemów zarządzania ruchem dronów w przestrzeni miejskiej.

Wysokiej specjalizacji inżynierskiej powinna jednak towarzyszyć szeroka umiejętność rozumienia sztucznej inteligencji i komunikowania się z systemami ba-

zującymi na algorytmach AI. Znajomość mechanizmów funkcjonowania tej technologii i umiejętność właściwego odczytywania oraz interpretowania efektów jej działania jest podstawowym warunkiem uzyskania możliwości zapanowania nad nią i zapewnienia warunków jej bezpiecznego wykorzystania. Umiejętności rozumienia sztucznej inteligencji i zarządzania nią będzie coraz potrzebniejsza, gdyż segment bezzałogowych, bezobsługowych, zautomatyzowanych urządzeń będzie się mocno rozrastał. Będzie dotyczył nie tylko dronów i samochodów autonomicznych lecz także wielu innych maszyn i urządzeń.

„Edukacja powinna być ukierunkowana na takie dziedziny jak: sztuczna inteligencja, internet rzeczy, uczenie maszynowe, deep learning, analiza danych, automatyzacja działań. Chodzi o przekazanie wiedzy istotnej generalnie dla tworzenia i rozwoju rozwiązań potrzebnych dla zapewnienie sprawnego funkcjonowania pojazdów autonomicznych.”

Swoiście pojętą specjalizacją może być w związku z tym umiejętność tworzenia i obsługi systemów autonomicznych. Będą potrzebni pracownicy, którzy będą orientować się w specyfice komunikacji i interakcji między systemami sztucznej inteligencji a człowiekiem. Będzie to niezbędne chociażby dla zachowania kontroli nad prawidłowym funkcjonowaniem algorytmów, orientacji czy system rzeczywiście wykonuje to, co miał wykonać. To wymaga szerszego podejścia, bo nie tylko czynniki technologiczne i inżynierskie trzeba w tym celu uwzględniać lecz też cały kontekst funkcjonowania użytych rozwiązań technicznych, niejednokrotnie również społeczny i kulturowy. Coraz większej specjalizacji technicznej w dziedzinie sztucznej inteligencji powinno więc jednocześnie towarzyszyć coraz szersze spojrzenie na wykorzystanie sztucznej inteligencji, żeby móc dobrze rozumieć zachowanie algorytmów w różnych dziedzinach i różnych sytuacjach. To zrozumienie pozwoli też na coraz lepsze, coraz bardziej użyteczne programowanie algorytmów i tworzenie bazujących na nich rozwiązań.

Jedna z kluczowych w tym kontekście kompetencji będzie związana z umiejętnością budowania optymalnej architektury systemów wykorzystywanych zarówno przez same systemy bezzałogowe jak i w ich otoczeniu, na przykład do zarządzania ruchem czy do analizy danych. Zanim powstaną konkretne rozwiązania i aplikacje trzeba będzie zaprojektować odpowiednie dla ich funkcjonowania środowisko, określić gdzie i jak mają działać, co, kiedy i dokąd przesyłać, na jakiej zasadzie i w jakich warunkach ma się odbywać udostępnianie i integracja danych, który program lub aplikacja, na jakich warunkach i w jakim zakresie może z nich korzystać itd. Te wszystkie kwestie należy uwzględnić już na etapie projektowania systemów, które będą się stawać coraz bardziej złożone. Tak samo jak niezbędne stanie się przygotowanie systemu na potencjalne sytuacje awaryjne, gdy na przykład nastąpi zafałszowanie odczytu danych lub dane będą niekompletne.

Zapewnienie niezbędnych do tego kompetencji wymaga m.in. kształcenia interdyscyplinarnego. Uczestnicy wywiadów byli generalnie zgodni co do tego, że kształcenie dla potrzeb przyszłego, dronowego - czy szerzej związanego z pojazdami autonomicznymi - rynku pracy powinno mieć charakter interdyscypli-

narny. W programie powinny się znaleźć zarówno elementy informatyki, sztucznej inteligencji jak również innych dziedzin, w których drony czy skomputeryzowane urządzenia bezobsługowe mogą znaleźć zastosowanie.

Formy kształcenia

Jeśli chodzi o same formy kształcenia pożądanym na rynku dronowym, czy szerzej na rynku pojazdów autonomicznych, umiejętności i kwalifikacji, to uczestnicy badania w szczególności zwracali uwagę na praktyczne aspekty procesu edukacji. Chodzi o to, by był zapewniony udział w realizacji konkretnych projektów, w trakcie których można nabyć praktycznego doświadczenia w konkretnym środowisku pracy z konkretnymi wyzwaniami i konkretnymi narzędziami do ich realizacji.

Poprzestawanie na samym programie akademickim to za mało, by zdobyć faktycznie użyteczne i potrzebne na rynku pracy kwalifikacje. Stąd m.in. postulat oferowania kursów specjalistycznych organizowanych przez firmy działające na rynku. Mogą się one odbywać w trakcie studiów, ale powinny być prowadzone przez specjalistów z przedsiębiorstw działających w danym obszarze i nastawione na przekazywanie praktycznie użytecznej wiedzy. Student powinien mieć możliwość wzięcia udziału bezpośrednio w tworzeniu i wykorzystaniu w praktyce systemów autonomicznych. Samo studiowanie związanych z tym zagadnień nie wystarczy, gdyż w wielu przypadkach potrzebna jest już dzisiaj specjalistyczna, mocno sprofilowana wiedza, której uczelnie nie posiadają a jest dostępna w firmach działających na rynku. Rozwiązaniem mogą być tu również praktyki odbywane w firmach dronowych.

Z drugiej strony należy też jednak pamiętać, że dla zdobycia potrzebnych w rozwijającym się środowisku dronowym kompetencji nie wystarczy tylko udział w samych kursach czy szkoleniach. Przemysł dronowy stał się już bardzo bardzo zaawansowaną dziedziną. Poziom jej zaawansowania świadczy m.in. o potrzebie powołania studiów, które by uwzględniały jej specyficzne potrzeby. Mogą to być zarówno studia pierwszego jak i drugiego stopnia, czy też studia podyplomowe (od ogółu do szczegółu). Ważne, aby kształciły rzeczywiście specjalistów poszukiwanych na rynku dronowym. Mogą to być m.in. studia ze specjalizacjami dedykowanymi przemysłowi dronowemu, na przykład inżynieria budowy drona z umiejętnościami programowania systemów dronowych. Na rynku, jak przewidują uczestniczący w badaniu przedstawiciele firm i organizacji dronowych, będzie już w najbliższym czasie potrzeba coraz więcej takich pracowników.