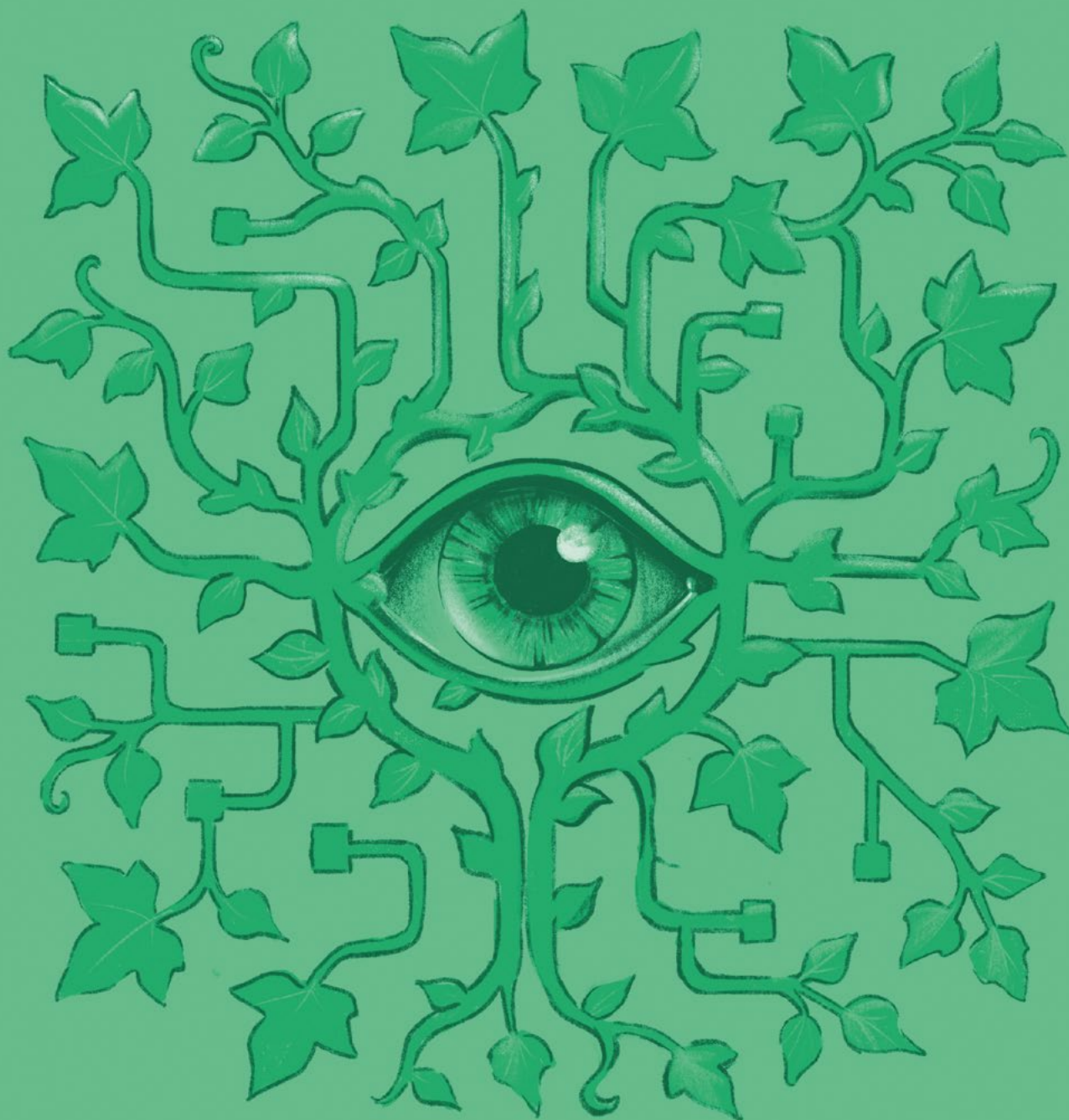


WV

WIEŚCI AKADEMICKIE

**CZASOPISMO
UNIwersYTETU
PRZYRODNICZEGO
W POZNANIU**

**WRZESIEŃ 2025/3 (279)
ISSN 1429-3064**

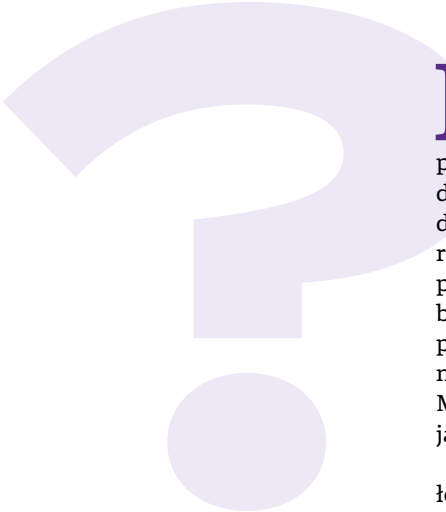


TEMAT NUMERU

ZIELONA INTELIGENCJA

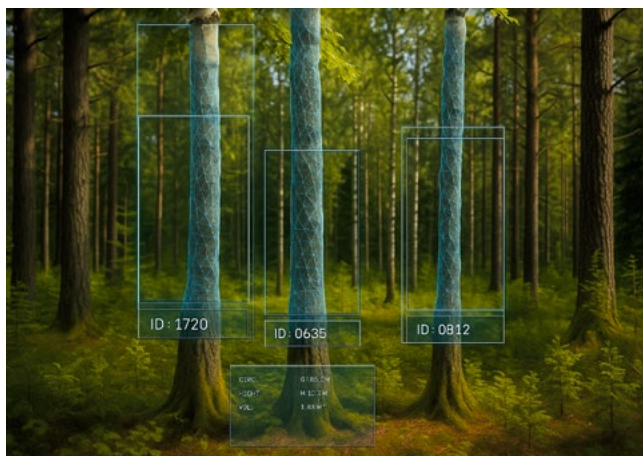
ZIELONY MATRIX:

CZY DRZEWA ŚNIĄ O ELEKTRYCZNYCH OWADACH?



Mówi się, że sztuczna inteligencja jest intensywnie rozwijana od kilku zaledwie lat. Rzeczywiście, przełom w tej dziedzinie nastąpił po 2010 r. (m.in. 2012: zwycięstwo AlexNet w konkursie ImageNet). Można też przyjąć datę pojawienia się pierwszego ChatGPT, udostępnionego w listopadzie 2022 r. przez OpenAI. Tymczasem trzeba sięgnąć dużo dalej. Prawdopodobnie po raz pierwszy motyw „stwórcy” i „niehumanicznego umysłu” w literaturze pojawił się w powieści „Frankenstein” (Mary Shelley, 1818), uznawanej za pierwsze dzieło science fiction (SF). W roku 1920 Karel Čapek opisuje motyw buntu maszyn w powieści „Rossumovi Univerzální Roboti”, w której po raz pierwszy użyto słowa „robot”. A już kilka lat później w kinie pojawia się monumentalny „Metropolis” (1927) – film uważany za pierwsze kinowe dzieło SF. Można więc powiedzieć, że sztuczna inteligencja powoli dojrzała, rozwijając się w tle trzeciej rewolucji przemysłowej i czekała na „swoją chwilę”.

Nie od razu też trafiła do lasu. Jednak już w 1974 r. w Polskim Radio zostało wyemitowane ciekawe słuchowisko autorstwa Krzysztofa Jaroszyńskiego



Biometryczna charakterystyka drzew na podstawie danych z naziemnego skaningu laserowego, prompt: P. Strzeliński, grafika ChatGPT, 22.07.2025

pt. „Nadleśnictwo Rzetelność”. Ponieważ jest ono trudno dostępne, streszczę je pokrótce Szanownym Czytelnikom. Grzybiarz zrywający małą rudą kurkę (wstyd przyznać – z grzybnią) zauważa dwa izolowane przewody biegnące

W pierwszej dekadzie nowego milennium, gdy Lasy Państwowe zaczęły wdrażać systemy informacji przestrzennej, na poziomie nadleśnictw znacznie rozwinęły się możliwości analityczne – początkowo oparte głównie na wykorzystaniu sztucznych sieci neuronowych (ang. Artificial Neural Networks).

spod kapelusza. Idąc ich śladem, trafia do budynku z gęszczeniem anten na dachu i napisem „Nadleśnictwo”. W dużym pomieszczeniu stoją tam potężne metalowe szafy, na górze oszklone, ze szpulami perforowanej taśmy, do tego magnetofony i duży jarzący się pulpit. Za biurkiem dostrzega nadleśniczego, w którego wcielił się fenomenalny Franciszek Pieczka. Dość szczegółowo przedstawiony w tym słuchowisku przewodowy oraz zdalny (systemy kamer) „monitoring” wszystkich żywych organizmów w lesie to nic innego, jak obecnie modne określenie ery „precyzyjnego leśnictwa” lub – cytując innego klasyka polskiego kina SF – „permanentna inwigilacja”.

Precyzyjne leśnictwo to termin, o którym dyskutuje się od dawna. Nie wiadomo, jak bardzo ma ono być precyzyjne ani nawet kto i jakiego poziomu szczegółowości potrzebuje. Niewątpliwie jednak monitorowanie jak największej liczby składowych ekosystemów leśnych usprawni procesy skutecznego podejmowania szybkich i trafnych decyzji. Lasy Państwowe (LP) w Polsce są w o tyle dobrej sytuacji, że dysponują olbrzymimi (a jednocześnie spójnymi i zintegrowanymi z mapami) bazami danych o zarządzanych przez siebie obszarach. Ich cyfrowe wersje są rozbudowywane już od blisko 30 lat (bazy danych 1992 r., warstwy map numerycznych od 2001 r.). Te liczone w setkach terabajtów zasoby (częściowo udostępnione na portalu Bank Danych o Lasach: <https://www.bdl.lasy.gov.pl/>) to oczywiście olbrzymie wyzwanie dla analityków. Próby wykorzystywania sztucznej inteligencji w polskim leśnictwie

podejmowano już w latach 90. W pierwszej dekadzie nowego milennium, gdy Lasy Państwowe zaczęły wdrażać systemy informacji przestrzennej, na poziomie nadleśnictw znacznie rozwinęły się możliwości analityczne – początkowo oparte głównie na wykorzystaniu sztucznych sieci neuronowych (ang. Artificial Neural Networks). Stosowano je w projektach naukowo-badawczych, m.in. do prognozowania zagrożeń ze strony szkodliwych owadów, optymalizacji tras dojazdu (np. przez jednostki straży pożarnej), planowania przestrzennego, analiz zdjęć lotniczych oraz obrazów satelitarnych i wielu innych. Jednym z pierwszych dużych, a jednocześnie łączących specjalistów z różnych dziedzin był projekt „Opracowanie metody inwentaryzacji lasu opartej na integracji danych pozyskiwanych różnymi technikami geomatycznymi” (realizowany w latach 2006–2009).

Niewątpliwie kolejnym ważnym etapem „cyfryzacji lasów” było wdrożenie naziemnego i lotniczego skaningu laserowego, opartego na technologii LiDAR (ang. Light Detection and Ranging). Umożliwia on gromadzenie bardzo dużych ilości danych 3D, precyzyjnie rejestrujących przestrzeń, ale jednocześnie wymagających zaawansowanych metod analitycznych. Duże znaczenie ma także rozwój technologii obrazowania z wykorzystaniem dronów. Relatywnie niskie koszty, wysoka precyzja i możliwość szybkiego rozpoczęcia misji to duże zalety w sytuacjach, gdy czas reakcji gra kluczową rolę w szybkim podejmowaniu trafnych decyzji.

Osiągnięto więc etap szybkiego dostępu do dużych zasobów danych, często nadmiarowych, określanych wręcz mianem „szumu informacyjnego”, gdzie głównym problemem jest sprawna analiza. I tu właśnie zbawienne są narzędzia sztucznej inteligencji, ułatwiające przetwarzanie oraz interpretację danych. Wchodzimy więc w nowy etap – zarządzania lasami z wykorzystaniem AI.

CZEGO ZATEM MOŻEMY SIĘ SPODZIEWAĆ W CIĄGU NAJBLIŻSZYCH KILKU LAT?

Jednym z najważniejszych zagadnień pozostaje **monitoring stanu zdrowotnego lasów**, oparty głównie na danych teledetekcyjnych, gdzie AI analizując obrazy satelitarne, uruchamia alert i wysyła drony do precyzyjnych zobrazowań na obszarach podejrzanych np. o pojawianie się ognisk gradacyjnych (szkodliwych owadów).

Stale powtarzające się okresy suszy oraz wysokie temperatury w miesiącach wiosennych i letnich to wysoka konieczność rozwoju metod **prognozowania ryzyka pożarowego i zarządzania nim**. Szczegółowe dane meteorologiczne z wielu dekad, wspomagane historią pożarów oraz danymi satelitarnymi i naziemnym monitoringiem wilgotności, to niezwykle cenne informacje. Pozwalają one na planowanie działań prewencyjnych (np. tak bardzo nie lubianych zakazów wstępu do lasu) oraz szybkie reagowanie i działania w sytuacjach kryzysowych.

Kolejny ważny zakres prac w lasach to **inwentaryzacja**. Oprócz zadań bieżących jest ona w bardzo szczegółowym zakresie wykonywana cyklicznie przez wyspecjalizowane firmy zajmujące się pracami z zakresu tzw. zarządzania lasu (<https://encyklopedialesna.com/haslo/urzadzanie-lasu/>). Nietrudno dzisiaj wyobrazić sobie leśnika wyposażonego

nie tylko w tablet i specjalistyczne narzędzia pomiarowe, ale przede wszystkim w zintegrowane z nimi **okulary AR** (ang. Augmented Reality). A to umożliwia m.in. identyfikację gatunków, pomiary, ocenę ich stanu i rozpoznawanie czynników szkodliwych. Natomiast to, czego nie widać z poziomu okularów AR, można uzupełnić obrazami z drona wyjętego z plecaka lub z kieszeni.

Inwentaryzacja i monitoring to także **wykrywanie nielegalnych działań**. Leśnicy w swojej codziennej pracy już od dawna wykorzystują nie tylko obrazy satelitarne, lotnicze czy z dronów, ale także fotopułapki i czujniki akustyczne. Kłusownictwo, nielegalne wycinki, wjazdy do lasu, palenie ognisk czy nagminne śmiecenie niestety wymagają interwencji straży leśnej. Opisane już technologie, po ich zintegrowaniu z wykorzystaniem analityki AI, umożliwiają dużo szybszą reakcję odpowiednich służb. Tym samym nie tylko zwiększają wykrywalność, ale też zniechęcają sprawców i zmniejszają potencjalne zagrożenia.

Bez danych z inwentaryzacji i monitoringu nie sposób skutecznie **planować i zarządzać ekosystemami leśnymi**. Nietrudno dzisiaj wyobrazić sobie niewielkie drony penetrujące wnętrza drzewostanów, aby na podstawie wskaźników siedliskowych, klimatycznych oraz ilości światła wskazać optymalną lokalizację, np. do wprowadzania młodego pokolenia drzewek pod koronami starego lasu. Zarządzanie to także **działania związane z ochroną gatunków**, siedlisk czy dużych obszarów. To niezwykle istotna dziedzina, dodatkowo wywołująca w ostatnich czasach burzliwe dyskusje społeczne, w których ścierają się poglądy i oczekiwania różnych grup.

Zarówno podczas realizacji zadań związanych z pozyskaniem surowca drzewnego, jak i ochronnych oraz hodowlanych niezbędne jest **zastosowanie autonomicznych maszyn**. Dostosowanie ich konstrukcji do trudnych warunków terenowych, a jednocześnie do minimalizacji szkód w środowisku to niewątpliwie duże wyzwanie technologiczne. Maszyny, zwłaszcza bezzałogowe i sterowane przez operatora wyposażonego w okulary AR, mogą już

dzisiaj dotrzeć prawie wszędzie (np. łązik z trwającego projektu E-FORESTER).

Obiektywizm dużych zasobów danych wsparty naukowo potwierdzonymi metodami analiz daje nadzieję na wypracowanie powszechnie akceptowalnych rozwiązań, łączących podejście ochroniarzkie z wymogami gospodarki leśnej, oczekiwaniami przemysłu drzewnego i funkcjami społecznymi. Pogodzenie tych często skrajnie różnych

Obiektywizm dużych zasobów danych wsparty naukowo potwierdzonymi metodami analiz daje nadzieję na wypracowanie powszechnie akceptowalnych rozwiązań, łączących podejście ochroniarzkie z wymogami gospodarki leśnej, oczekiwaniami przemysłu drzewnego i funkcjami społecznymi.

grup interesariuszy to duże **wyzwanie związane z edukacją społeczną**. Czas pandemii upowszechnił zdalne metody nauczania. Wykorzystując możliwości realistycznego odwzorowania lasu, symulacje różnorodnych zmian i scenariusze rozwoju ekosystemów leśnych, otrzymujemy nowoczesne narzędzia edukacyjne, pomocne nie tylko dla uczniów, studentów czy pracowników LP.

Pozostają jeszcze **sytuacje kryzysowe** wymagające wsparcia AI, m.in. w akcjach ratunkowych. Integracja danych z ziemi i z powietrza oraz sprawna koordynacja działań to dzisiaj podstawa skutecznego zażegnania sytuacji kryzysowych, zwłaszcza w trudno dostępnych terenach leśnych.

Opisane zakresy to nie zestaw życzeń czy szkic opowiadania SF, a realne potrzeby, które bez wątpienia zostaną „zaspokojone” przez AI.

CHYBA ŻE...

Pisząc, pracując czy tylko myśląc o AI, trudno oprzeć się wrażeniu, że to wszystko już było (wymyślone). Niestety, w wielu scenariuszach książkowych czy filmowych człowiek musiał zmierzyć się ze zbuntowanym droidem. Począwszy od przywołanego już na wstępie robota, którego opisał Karel Čapek, przez komputer Hall 9000 (Odyseja kosmiczna 2001, 1968) do chyba najsłynniejszego Terminatora (1984) może nam towarzyszyć przeczucie, że nadciąga coś nieuchronnego. Nawet jeżeli zaimplementujemy prawa robotyki Asimova (1942), to nie możemy zapominać, że osiągnięcie samoświadomości przez AI (raport AI 2027: <https://ai-2027.com/>) niekoniecznie musi przynieść naszej cywilizacji tylko pozytywne efekty.

Na szczęście zdecydowana większość twórców SF pozycjonuje człowieka jako zwycięzcę lub partnera AI.

dr inż. Paweł Strzeński

Katedra Urządzania Lasu, Wydział Leśny
i Technologii Drewna
Biuro Urządzania Lasu i Geodezji Leśnej,
Oddział w Brzegu

GRAFIKA TYTUŁOWA

Prompt: P. Strzeński, grafika: ChatGPT, 28.07.2025



Monitoring stanu zdrowotnego drzew na podstawie zdjęć z drona, prompt: P. Strzeński, grafika Microsoft 365 Copilot, 26.07.2025