

Anna Lis-Zaldivar

Akademia im. Jakuba z Paradyża w Gorzowie Wielkopolskim

ORCID: 0000-0002-2160-1062

<https://doi.org/10.26881/ndps.2025.55/56.14>

Techniczne innowacje w protetyce słuchu jako fundament wspomagania uczniów z ubytkiem słuchu

Prawo do nauki zostało zagwarantowane Konstytucją RP i uregulowane szczegółowymi aktami prawnymi, które nakładają obowiązek respektowania indywidualnych potrzeb i możliwości uczniów z niepełnosprawnościami. Ewolucja przepisów umożliwiła dzieciom z wadą słuchu edukację również w szkołach ogólnodostępnych, z uwzględnieniem zindywidualizowanego procesu kształcenia. Nowoczesne rozwiązania techniczne w protetyce słuchu, takie jak aparaty słuchowe są niezbędnymi elementami edukacji. Artykuł koncentruje się na przedstawieniu rozwiązań technicznych stosowanych w nowoczesnych aparatach słuchowych w kontekście polepszenia zrozumienia mowy oraz komfortu słyszenia.

Słowa kluczowe: aparaty słuchowe, uczeń edukacji wczesnoszkolnej, uszkodzenie słuchu, wsparcie

Technical innovations in hearing prosthetics as a foundation for supporting students with hearing impairment

The right to education is guaranteed by the Polish Constitution and regulated by specific legal acts that impose an obligation to respect the individual needs and abilities of students with disabilities. The evolution of regulations has enabled children with hearing impairments to receive education in mainstream schools, taking into account the individualised learning process. Modern technical solutions in hearing prosthetics, such as hearing aids, are essential elements of education. This article focuses on presenting the technical solutions used in modern hearing aids in the context of improving speech comprehension and hearing comfort.

Key words: hearing aids, early school age pupils, hearing impairment, support

Wprowadzenie

Konstytucja RP gwarantuje prawo do nauki każdemu dziecku. Zmiana przepisów legislacyjnych nakłada obowiązek respektowania indywidualnych potrzeb oraz możliwości uczniów i umożliwia uczniom z niepełnosprawnościami naukę w szkołach ogólnodostępnych.

Nowoczesne rozwiązania techniczne stosowane w protetyce słuchu stanowią niezbędne elementy wsparcia edukacyjnego uczniów z wadą słuchu. Umożliwiają lepsze zrozumienie mowy, szczególnie w warunkach szumu tła oraz komfort słyszenia, przyczyniając się tym samym do rozwoju komunikacji werbalnej, umiejętności społecznych i kompetencji poznawczych.

Celem artykułu jest przedstawienie innowacyjnych technicznych rozwiązań, stosowanych w nowoczesnych aparatach słuchowych, w kontekście poprawy zrozumienia mowy oraz komfortu słyszenia uczniów. Skuteczna korekcja słuchu warunkuje prawidłowy rozwój uczniów, szczególnie w wieku wczesnoszkolnym.

Artykuł składa się z wprowadzenia, czterech podrozdziałów, podsumowania oraz bibliografii. W podrozdziale pierwszym zostały przytoczone główne akty prawne dotyczące wsparcia uczniów z niepełnosprawnością. W podrozdziale drugim w syntetyczny sposób przedstawiono niedosłuch w aspekcie medycznym, z uwzględnieniem kontekstu edukacyjnego. Trzeci podrozdział opisuje wybrane trudności uczniów z wadą słuchu, wynikające z niedosłuchu, ujawniające się w środowisku szkolnym. Czwarty podrozdział jest w pełni poświęcony innowacjom technologicznym w protetyce słuchu, ze szczególnym uwzględnieniem rozwiązań ukierunkowanych na zrozumienie mowy i komfort słyszenia. Całość zamyka podsumowanie oraz bibliografia.

System wsparcia edukacyjnego dla uczniów z niepełnosprawnością według regulacji prawnych

Prawo do nauki jest zagwarantowane Konstytucją RP (1997)

„Każdy ma prawo do nauki. Nauka do 18 roku życia jest obowiązkowa. Sposób wykonywania obowiązku szkolnego określa ustawa” (Konstytucji RP, art. 70, pkt 1.)

„Władze publiczne zapewniają obywatelom powszechny i równy dostęp do wykształcenia. W tym celu tworzą i wspierają systemy indywidualnej pomocy finansowej i organizacyjnej dla uczniów i studentów. Warunki udzielania pomocy określa ustawa” (Konstytucja RP, art. 70, pkt.4).

Jednak już kilka lat wcześniej Ustawa o systemie oświaty (Dz. U. z 1991 r. Nr 95, poz. 425) dała szansę uczniom z niepełnosprawnościami na naukę w szkołach ogólnodostępnych oraz nowo powołanych placówkach integracyjnych, dając:

„możliwość pobierania nauki we wszystkich typach szkół przez dzieci i młodzież niepełnosprawną oraz niedostosowaną społecznie, zgodnie z indywidualnymi potrzebami rozwojowymi i edukacyjnymi oraz predyspozycjami” (Dz. U. z 1991 r. Nr 95, poz. 425, rozdz. 1, art. 1, pkt 5).

Jednocześnie, pozwalając na indywidualne wsparcie uczniów za przyczyną usprawniania słabiej rozwijających się funkcji oraz zmniejszania deficytów roz-

wojowych. Poprzez „...dostosowanie treści, metod i organizacji nauczania do możliwości psychofizycznych uczniów, a także możliwości korzystania z opieki psychologicznej i specjalnych form pomocy dydaktycznej” (Dz. U. z 1991 r. Nr 95, poz. 425, rozdz. 1, art. 1, pkt 4). Również dzięki pomocy psychologiczno-pedagogicznej udzielanej w poradniach psychologiczno-pedagogicznych i poradniach specjalistycznych, a w szkole specjalistycznych zajęć „...zajęcia korekcyjno wyrównawcze organizowane dla uczniów mających trudności w nauce oraz inne zajęcia wspomagające rozwój dzieci i młodzieży z zaburzeniami rozwojowymi” (Dz. U. z 1991 r. Nr 95, poz. 425, rozdz. 5, art. 63, pkt 3).

Ponadto dano sposobność realizowania obowiązku szkolnego według indywidualizowanych programów nauczania w kwestii metod i form pracy dostosowanych do potrzeb uczniów.

Rozporządzeniem MEN z dnia 4 października 1993 r. w sprawie zasad organizowania opieki nad uczniami niepełnosprawnymi, ich kształcenia w ogólnodostępnych i integracyjnych publicznych przedszkolach, szkołach i placówkach oraz organizacji kształcenia specjalnego (Dz. U. MEN. z 1993 r. Nr 9, poz. 36, rozdz. 1, § 9, pkt.4) wprowadzono do systemu edukacji ogólnodostępnej nauczyciela z przygotowaniem z zakresu pedagogiki specjalnej, zwanym wspomagającym lub specjalnym „...w celu współorganizowania kształcenia integracyjnego, a w szczególności: udzielania pomocy nauczycielom w zakresie doboru treści programowych i metod pracy z uczniami niepełnosprawnymi oraz prowadzenia bądź organizowania różnego rodzaju form pomocy psychologicznej i pedagogicznej oraz zajęć rewalidacji indywidualnej”.

Powołując się na Gołubiew-Konieczną (2024: 52–53) pedagodzy specjaliści zatrudniani na stanowisku nauczyciela wspomagającego lub pedagoga specjalnego zostali powołani do udzielania bezpośredniej pomocy zarówno nauczycielom w realizacji zadań edukacyjnych i wychowawczych, jak również uczniom z niepełnosprawnościami będącymi uczestnikami i odbiorcami oddziaływań edukacyjnych.

Rozporządzenie MEN z dnia 17 listopada 2010 r. w sprawie zasad udzielania i organizacji pomocy psychologiczno-pedagogicznej w publicznych przedszkolach, szkołach i placówkach (Dz.U. z 2010 r. Nr 228, poz. 1487) wprowadziło obowiązek dla specjalistów, rozpoznawania i zaspokojenia indywidualnych potrzeb rozwojowych i edukacyjnych i możliwości psychofizycznych uczniów, wynikających z niepełnosprawności.

Rozporządzenie MEN z dnia 9 sierpnia 2017 r. w sprawie warunków organizowania kształcenia, wychowania i opieki dla dzieci i młodzieży niepełnosprawnych, niedostosowanych społecznie i zagrożonych niedostosowaniem społecznym (Dz. U. z 2017 r., poz. 1578), wprowadziło konieczność zatrudniania pedagogów specjalnych w określonych typach szkół celem współorganizowania kształcenia integracyjnego.

„W przedszkolach ogólnodostępnych z oddziałami integracyjnymi, przedszkolach integracyjnych, szkołach ogólnodostępnych z oddziałami integracyjnymi i szkołach integracyjnych zatrudnia się dodatkowo nauczycieli posiadających kwalifikacje z zakresu pedagogiki specjalnej w celu współorganizowania kształcenia integracyjnego, z uwzględnieniem realizacji zaleceń zawartych w orzeczeniu o potrzebie kształcenia specjalnego” (Dz. U. z 2017 r., poz. 1578, § 7, pkt. 1).

Zadania nauczycieli posiadających kwalifikacje z zakresu pedagogiki specjalnej (Dz. U. z 2017 r., poz. 1578, § 7, pkt. 7):

- „1) prowadzą wspólnie z innymi nauczycielami zajęcia edukacyjne oraz wspólnie z innymi nauczycielami, specjalistami i wychowawcami grup wychowawczych realizując zintegrowane działania i zajęcia określone w programie;
- 2) prowadzą wspólnie z innymi nauczycielami, specjalistami i wychowawcami grup wychowawczych pracę wychowawczą z uczniami niepełnosprawnymi, niedostosowanymi społecznie oraz zagrożonymi niedostosowaniem społecznym;
- 3) uczestniczą, w miarę potrzeb, w zajęciach edukacyjnych prowadzonych przez innych nauczycieli oraz w zintegrowanych działaniach i zajęciach, określonych w programie, realizowanych przez nauczycieli, specjalistów i wychowawców grup wychowawczych;
- 4) udzielają pomocy nauczycielom prowadzącym zajęcia edukacyjne oraz nauczycielom, specjalistom i wychowawcom grup wychowawczych realizującym zintegrowane działania i zajęcia, określone w programie, w doborze form i metod pracy z uczniami niepełnosprawnymi, niedostosowanymi społecznie oraz zagrożonymi niedostosowaniem społecznym;
- 5) prowadzą zajęcia, o których mowa w § 5 pkt 4, czyli inne zajęcia odpowiednie ze względu na indywidualne potrzeby rozwojowe i edukacyjne oraz możliwości psychofizyczne uczniów, w szczególności zajęcia rewalidacyjne, resocjalizacyjne i socjoterapeutyczne”.

Tak więc pedagog specjalny w placówkach ogólnodostępnych pełni rolę osoby wspierającej nauczycieli oraz innych specjalistów w udzielaniu pomocy uczniom z niepełnosprawnościami, z uwzględnieniem ich indywidualnych potrzeb i możliwości rozwojowych.

Jak stwierdza Chrzanowska (2018), na podstawie *Profilu nauczycieli edukacji włączającej*, w kształceniu każdego nauczyciela istotne jest kształtowanie doceniania różnorodności uczniów, wspieranie wszystkich uczniów, nastawienie na współpracę, indywidualny rozwój zawodowy. „Niemniej i w ich przypadku konieczne wydają się zmiany programów kształcenia w kierunku poszerzenia kompetencji absolwentów kierunku pedagogika specjalna o obszar związany ze współczesnym rozumieniem edukacji włączającej, a tym bardziej wspierania realizacji idei w szkołach ogólnodostępnych” (Chrzanowska 2018).

Wspieranie uczniów z niepełnosprawnością ma zróżnicowany, wielowymiarowy charakter i uwzględnia:

- indywidualizację procesu nauczania poprzez dostosowanie form i metod pracy;
- wyniki wielospecjalistycznej diagnozy ucznia i opracowanie Indywidualnych Planów Edukacyjno-Terapeutycznych (IPET-ów);

- zorganizowanie dodatkowych zajęć specjalistycznych wynikających z niepełnosprawności ucznia oraz jego potrzeb psychofizycznych;
- dbanie o dostosowanie warunków szkolnych do zróżnicowanych potrzeb uczniów;
- konieczność współpracy rodziców, grona pedagogicznego, specjalistów, w tym spoza szkoły.

W świetle aktualnych przepisów prawnych (Dz. U. z 2023 r., poz. 1798 oraz ustawy Prawo Oświatowe, Dz. U. z 2025 r., poz. 1043) wsparcie dzieci i uczniów z niepełnosprawnościami polega między innymi na udzielaniu pomocy psychologiczno-pedagogicznej, którą na terenie szkoły organizuje dyrektor, a realizują ją psycholodzy, pedagodzy specjali, logopedzi, terapeuci pedagogiczni, inni specjaliści i nauczyciele. Pomoc uczniom z niepełnosprawnościami jest udzielana w różnorodnych formach, takich jak zajęcia terapeutyczne, logopedyczne, rozwijające kompetencje emocjonalno-społeczne. Powołany przez dyrektora Zespół, na podstawie wielospecjalistycznej diagnozy planuje i koordynuje pomoc udzielaną uczniom z orzeczeniem o potrzebie kształcenia specjalnego. Zespół prowadzi także konstruktywną współpracę z rodzicami i placówkami pozaszkolnymi. MEN rozporządzeniem z dnia 27 czerwca 2025 r. (Dz. U. z 2025 r., poz. 849) wprowadziło prawo umożliwiające ukończenie klasy uczniowi z niepełnosprawnością w danym roku szkolnym, mimo zmiany orzeczenia, dając szansę na realizację nauki w jednej placówce, w tym samym roku szkolnym.

Należy podkreślić, że edukacja włączająca, inkluzyjna zakłada maksymalne wspieranie funkcjonowania uczniów ze zróżnicowanymi, specjalnymi potrzebami w środowisku szkolnym, w tym kształtowanie relacji i przynależności do grupy społecznej.

Podsumowując, według obowiązujących aktów prawnych (każde dziecko, niezależnie od stanu zdrowia i warunków społecznych, sytuacji osobistej lub społecznej, ma prawo do wszechstronnego rozwoju, dokonywanego w systemie edukacji, z uwzględnieniem indywidualnych możliwości i potrzeb. Dzieci z niepełnosprawnością w stopniu lekkim, umiarkowanym, znacznym mogą pobierać naukę w każdym rodzaju szkół, ogólnodostępnym, integracyjnym lub specjalnym, zaś obowiązkiem placówek edukacyjnych jest dostosowanie metod i form pracy do zasobów i potencjału uczniów. Realizacja polityki oświatowej państwa dokonuje się poprzez wprowadzenie edukacji integracyjnej, następnie włączającej, inkluzyjnej do szkolnictwa ogólnodostępnego, której celem jest zarówno budowanie wspólnoty społecznej, jak i prowadzenie zindywidualizowanych działań ukierunkowanych na wspieranie potencjału uczniów, zdiagnozowanie ich mocnych stron, potrzeb i wyzwań oraz przeprowadzenie procesów edukacyjno-terapeutycznych. Edukacja włączająca wymaga współpracy zarówno rodziców, grona pedagogicznego danej placówki oświatowej, specjalistów, jak i instytucji

oraz organizacji działających poza murami szkolnymi. Głos samego ucznia jest również słyszany i uwzględniany w procesie decyzyjnym.

Edukacja włączająca polega również na szerszym niż placówka oświatowa budowaniu wspólnoty. Występująca współpraca z różnymi instytucjami ma na celu poprawę potencjału uczestników działalności edukacyjnej, przede wszystkim uczniów oraz zasobów edukacyjnych.

Jednym z najważniejszych i istotnych wyzwań edukacji włączającej jest dobra i skuteczna komunikacja, która nabiera szczególnego znaczenia w sytuacji dzieci z wadą słuchu korzystających z aparatów słuchowych bądź implantów ślimakowych. Jakość komunikacji werbalnej, która w dużej mierze jest uzależniona od poziomu technologicznego sprzętów medycznych, nie tylko wpływa na kontakty społeczne, ale też na stopień zrozumienia i przyswojenia materiału szkolnego. Badania naukowe sprawdzające korzyści płynące z wykorzystania technologii wspomagających w edukacji wskazują na ich wartość w procesie edukacyjnym (Goddard 2004; Gustafson i in. 2015; Reed, Browser 2005; Siemieniecki 2005; Smith i in. 2005; Walker i in. 2015; Zielińska 2005).

Niedosłuch – zagadnienia medyczne w kontekście edukacyjnym

Narząd słuchu rozwija się w pierwszych tygodniach życia płodowego, by w piątym miesiącu być w pełni ukształtowanym. W każdym okresie życia może nastąpić uszkodzenie słuchu, które w przypadku dzieci i uczniów jest szczególnie niebezpieczne.

Wyróżniamy niedosłuch przewodzeniowy, odbiorczy (sensoryczno-neuralny) oraz mieszany (Pruszevicz 2003). W przypadku uszkodzenia słuchu typu przewodzeniowego, przyczyna jest zlokalizowana w uchu zewnętrznym lub środkowym i utrudniony jest odbiór dźwięków na drodze powietrznej. Nie występują zniekształcenia odbieranych dźwięków (Szczepanowski 1999). Niedosłuch typu odbiorczego powstaje, gdy uszkodzenie następuje w uchu wewnętrznym (ślimak) i/lub na drodze nerwowo/centralnej. Związany jest z utrudnionym odbiorem mowy, szczególnie w sytuacjach wielogłosowych, w hałasie oraz w akustycznie złożonych środowiskach. Niedosłuch mieszany, jak wskazuje sama nazwa, jest kompiacją niedosłuchów przewodzeniowego oraz odbiorczego.

W kontekście kształtowania mowy fundamentalne znaczenie ma czas powstania wady słuchu. Im wcześniej nastąpi, tym trudniej jest dzieciom przyswoić język i mowę ustną.

Utrata słuchu wpływa na stopień rozwoju mowy, dzięki której nawiązują się relacje i więzi społeczne oraz poznaje się świat. Nawet lekki niedosłuch musi być skorygowany stosowaniem aparatów słuchowych. Dla percepcji mowy najważniejsza jest granica częstotliwościowa przebiegająca na poziomie 2000 Hz. Jeśli

ubytek słuchu występuje powyżej tej częstotliwości, wówczas zaburzenia zrozumienia mowy są niewielkie, jeśli poniżej wówczas utrata zrozumienia jest znacząca. „Zrozumiałość ta spadał praktycznie do zera dla filtru dolnoprzepustowego o częstotliwości odcięcia równej 200 Hz i filtru górnoprzepustowego o częstotliwości odcięcia powyżej 6000 Hz. Pasma częstotliwości od 1000 do 2000 Hz pozwala na uzyskanie zrozumiałości zdań w granicach około 90%. Największy udział w zrozumiałości mowy (około 68%) ma stosunkowo wąskie pasmo o częstotliwości środkowej 1900 Hz” (Ozimek 2018).

W sytuacji gdy wada słuchu jest stopnia głębokiego i zlokalizowana w uchu wewnętrznym, rozważa się kwalifikację do wszczepienia implantu ślimakowego. Podstawowymi wskazaniami do implantacji są: obustronna głuchota lub głęboki niedosłuch typu odbiorczego, brak korzyści słuchowych z zastosowania przez co najmniej pół roku aparatów słuchowych (Radomska, Szymański 2025; Karlik, Wiskirska-Woźnica, Sekula 2016).

Przy uszkodzeniach lub w przypadku przewlekłych chorób ucha zewnętrznego lub środkowego, również wad wrodzonych zlokalizowanych w tym obszarze, rozważa się zastosowanie implantu słuchowego kostnego, na przewodnictwo kostne (Konopka, Strużycka, Śmiechura 2016; Ueda, Soares, Jardim, Ferreira Bento 2022; Rusinowska 2022).

Jak pokazują badania, urządzenia wspomagające słyszenie zmniejszają bariery powstałe utratą słuchu (Cywka, Sztabnicka, Skarżyński 2019; Czaplicka, Cywka, Skarżyński, Czajka 2025; Pankowska, Barej, Lutek, Zgoda, Zielińska 2013; Woźniczko, Rajchel, Dziendziel, Skarżyński 2019), dzięki czemu bardziej dostępne są dla uczniów treści edukacyjne przekazywane na zajęciach szkolnych (Szczepanowski 2009; Zgoda i in. 2014).

Uczniowie w wieku wczesnoszkolnym z wadą słuchu w szkole

Uczniowie z wadą słuchu w młodszym wieku szkolnym to szczególne wyzwanie w pracy nauczyciela. Tak jak rówieśnicy przekraczają próg szkolny, wchodzą w nieznane środowisko, otrzymują obowiązki i nawiązują nowe relacje społeczne, jednakże mają trudności w słyszeniu nauczyciela, kolegów i koleżanek, w orientacji przestrzennej, gdzie głównym elementem różnicującym jest dźwięk. Uszkodzenia słuchu są przyczyną powstawania trudności szkolnych, edukacyjnych, społecznych, emocjonalnych.

Uczniowie z wadą słuchu wymagają specjalnego wsparcia w procesie nauki i kontaktach społecznych. Jak podaje Burczyk (2021: 42): „Niesprawności receptora słuchowego skutkują u dziecka (...) utrudniony(m) odbiór (odbiozem) dźwięków płynących z dużej odległości lub zbyt cichych, natomiast dziecko charakteryzujące się zaburzeniami analizy i syntezy słuchowej prawidłowo słyszy poszczególne

dźwięki, jednak nie potrafi wyróżnić ich w potoku mowy”. Słuchacz musi oddzielić sygnał zainteresowania dźwiękowego (np. mowy) od dźwięków tła (Bailey, Snowling 2002).

Wada słuchu bezpośrednio wpływa na występowanie trudności szkolnych o różnym nasileniu. Dziecko z lekkim ubytkiem słuchu, do 40 dB, ma trudności z koncentracją uwagi słuchowej, z analizą i syntezą słuchową, z przyswojeniem umiejętności czytania i pisania, ze słyszeniem w sytuacjach wielogłosowych lub zrozumieniem mowy wypowiedzanej cicho lub szeptem. Uczeń ze średnim (umiarkowanym) ubytkiem słuchu (40–70 dB) ma dodatkowo trudności ze zrozumieniem przebiegu lekcji i omawianych treści, z dłuższym skupieniem na słowie i śledzeniem wypowiedzi, nasilają się problemy z czytaniem i pisanem, z poprawnym leksykalnym, semantycznym, gramatycznym wypowiadaniem się oraz zrozumieniem dłuższych, bardziej rozbudowanych komunikatów, z uchwyceniem sensu treści czytanki. Uczeń z poważnym (znacznym) niedosłuchem (71–90dB.) ma problemy z formułowaniem własnych wypowiedzi oraz ze zrozumieniem komunikatów słownych, czytaniem, pisanem, duże kłopoty z przyswojeniem wiedzy szkolnej. Może posługiwać się znacznie ograniczonym słownictwem, budując proste zdania (Skibska 2014; Buryń i in. 2011).

Dlatego też należy szczególną uwagę zwrócić na prawidłowe protezowanie słuchu, dzięki temu możliwe będzie kształtowanie mowy, umiejętności komunikacyjnych, społecznych, poznawczych, regulowanie zachowania oraz wsparcie emocjonalne.

Nowoczesne rozwiązania stosowane w protetyce słuchu

Kluczowym elementem wsparcia ucznia z wadą słuchu jest wykorzystanie nowoczesnych rozwiązań technicznych stosowanych w protetyce słuchu, czyli aparatów słuchowych lub implantów ślimakowych, w przypadku występowania głębokiego niedosłuchu. Urządzenia te umożliwiają bowiem usłyszeć, to co jest dla tej grupy uczniów niedostępne, zwiększając szanse na szeroko pojęty rozwój zgodny z możliwościami dziecka oraz zaspokojenie potrzeb wynikających z relacji społecznych. Dzięki urządzeniom uczniowie mogą lepiej odbierać dźwięki, aktywnie uczestniczyć w lekcjach oraz komunikować się.

Jednym z najważniejszych aspektów wsparcia uczniów z wadą słuchu jest odpowiedni dobór, a następnie dopasowanie aparatów słuchowych, z uwzględnieniem indywidualnych potrzeb. W ostatnich kilkunastu latach obserwuje się w branży aparatów słuchowych ogromny postęp technologiczny. Dzięki nowoczesnym technologiom w protetyce słuchu możliwe jest precyzyjne dopasowanie aparatów słuchowych do stopnia uszkodzenia słuchu oraz preferencji słuchowych ucznia.

Podstawowym problem dzieci z uszkodzonym narządem słuchu jest zrozumienie mowy w różnorodnych sytuacjach, gdyż mowa jest złożonym, szybko zmieniającym się widmem akustycznym. Jej percepcja i rozumienie generują złożone procesy umysłowe, których jest szczególnie wiele w pierwszych latach życia. Dźwięki z otoczenia, czyli tło akustyczne dla osób prawidłowo słyszących nie stanowią przeszkody w zrozumieniu wypowiedzi, dla dzieci z wadą słuchu są poważnym utrudnieniem, zakłócającym możliwość wychwytywania mowy z tła. Dodatkowo obniżona zdolność selektywności percepcji słuchowej pogłębia trudności w rozumieniu mowy. Dlatego podstawowym zadaniem konstruktorów aparatów słuchowych, jako urządzeń wspomagających słyszenie osób z wadą słuchu, jest poprawa zrozumiałości mowy w złożonych środowiskach akustycznych. Istotnym parametrem akustycznym jest stosunek sygnału do szumu (SNR), który określa relację pomiędzy poziomem sygnału użytecznego a poziomem szumu tła. Wyższa wartość SNR, czyli większa przewaga sygnału nad szumem przekłada się na poprawę komfortu słyszenia oraz ułatwienie zrozumienia mowy.

Istnieją różne drogi rozwiązania tego problemu, z których jedną jest zastosowanie mikrofonów kierunkowych (*directional*), które wychwytyując dźwięki z ograniczonego pola słyszenia redukują szumy z tła. To czyni je idealnymi do wykorzystywania w takich środowiskach, jak sale lekcyjne (Stiles i in. 2008; Ricketts 2013; Jespersen i in. 2021). Mikrofony kierunkowe (*directional*) skupiają się na dźwiękach dochodzących z przodu głowy słuchacza. Badania pokazują, że dzieci korzystające z mikrofonów kierunkowych (*directional*) mogą osiągać zrozumiałość mowy w hałaśliwym otoczeniu na poziomie podobnym do słyszących rówieśników, w środowisku, takim jak np. sale lekcyjne (Ricketts, Picou 2013). Zauważalne korzyści ze stosowania mikrofonów kierunkowych (*directional*) występują przy cięższych ubytkach słuchu (Madi 2024). Natomiast mikrofony wszechkierunkowe (*omnidirectional*) zapewniają lepszą orientację dźwięków w przestrzeniach otwartych, np. na boisku szkolnym, sali gimnastycznej. Pozwalają bowiem na lokalizację źródeł dźwięku, co wpływa na świadomość otoczenia i ma znaczenie dla bezpieczeństwa uczniów, jak również nauki w dynamicznie zmieniającym się otoczeniu (McCreery i in. 2012). Każdy z dwóch typów mikrofonów (kierunkowy (*directional*) i wszechkierunkowy (*omnidirectional*)) sprawdza się w określonych środowiskach akustycznych, w jakich może znajdować się uczeń. Jednakże przełączanie z trybu wszechkierunkowego (*omnidirectional*) na kierunkowy (*directional*) i odwrotnie, wymaga bezpośredniego zaangażowania zarówno umysłowego (spostrzeżenie i uświadomienie zmiany akustyki otoczenia) oraz fizycznego. Dlatego też najlepszym rozwiązaniem jest zastosowanie mikrofonów adaptacyjnych (uzyskując kierunkowość adaptacyjną), które są w stanie automatycznie przełą-

czyć się między trybami pracy w zależności od dynamicznie zmieniającego się środowiska akustycznego (Madi 2024).

Kolejnym rozwiązaniem stosowanym w celu poprawy percepcji mowy w hałasie jest wykorzystanie procesorów cyfrowych o złożonych algorytmach, które najpierw identyfikują odebrane dźwięki, by odseparować mowę od dźwięków niebędących mową. Dzięki temu możliwe jest uzyskanie bardziej wyrazistych komunikatów werbalnych, oddzielonych od tła akustycznego. Aby uzyskać jak najlepsze efekty, odczyty dokonywane są z częstotliwością ponad 20 000 razy na sekundę.

Nowoczesne aparaty słuchowe mają dodatkowo zamontowane czujniki dla lepszej identyfikacji potrzeb użytkowników aparatów słuchowych. Mogą być to czujniki ruchu głowy, ruchu ciała, aktywności konwersacyjnej oraz środowiska akustycznego, dzięki czemu lepiej można przeanalizować potrzeby osób z wadą słuchu i zastosować odpowiednie algorytmy. Na przykład czujnik konwersacyjny monitoruje czy trwa rozmowa i przekazuje informację systemowi, aby nadawał priorytet mowie. Czujnik ruchu głowy informuje o zainteresowaniu słuchacza odpowiednimi dźwiękami. Czujnik ruchu ciała wykrywa ruch fizyczny i skupia się na analizowaniu dźwięków otoczenia.

Najważniejsze funkcje nowoczesnych aparatów słuchowych ukierunkowanych na poprawę zrozumiałości mowy to¹:

- 1) stosowanie co najmniej 2 mikrofonów;
- 2) zastosowanie 2 niezależnych procesorów;
- 3) adaptacyjna kierunkowość;
- 4) koordynacja bilateralna;
- 5) optymalizacja słyszenia w głośnym, niesymetrycznym otoczeniu;
- 6) przetwarzanie dźwięków w płynnej konfiguracji według aktualnego akustycznego otoczenia;
- 7) dynamiczne zwiększanie głośności mowy w trudnych środowiskach;
- 8) indywidualne wzmocnienie cichych dźwięków;
- 9) udoskonalenia przestrzennej analizy wspomagającej lokalizowanie źródła dźwięku;
- 10) odbicie niektórych wysokotonowych głosek;
- 11) zwiększone pasmo przenoszenia sygnału do 12 kHz;
- 12) rozszerzony zakres dynamiki;
- 13) sensory ruchów;
- 14) wykorzystanie efektu małżowiny usznej;
- 15) zwiększanie kanałów przetwarzania;
- 16) streaming dźwięków bezpośrednio do aparatów słuchowych.

¹ Dane zostały zebrane na podstawie katalogów danych technicznych aparatów słuchowych Signia, Phonak, Bernafon, Audibel, Philips.

Komfort słyszenia uzyskuje się dzięki:

- 1) redukcji szumu wiatru;
- 2) wykrywaniu i likwidowaniu sprzężenia;
- 3) likwidacji nagłych, ostrych dźwięków;
- 4) likwidacji echa i pogłosu w pomieszczeniach;
- 5) kompresji dźwięków;
- 6) aplikacjom;
- 7) różnego rodzaju akcesoriom, np. TV adapter, Phone Adapter;
- 8) odbiorowi rozmów telefonicznych poprzez kilkukrotny dotyk obudowy.

Dodatkowo, celem lepszego zrozumienia mowy na odległość bądź w hałasie, w sytuacjach wielogłosowych można stosować system RM, czyli Remote Microphone (unowocześnieńszą wersję systemu FM), która to bezprzewodowo, drogą radiową, przesyła sygnał mowy na odległość. Natomiast system RM do przesyłania danych wykorzystuje Bluetooth. Systemy te pozwalają na oddzielenie mowy od niekorzystnego środowiska akustycznego, dzięki czemu zwiększa się jej zrozumiałość, nawet wówczas gdy prowadzone są rozmowy w większych grupach czy na odległość.

Systemy działające na Bluetooth wychwytują sygnał mowy i przesyłają go bezpośrednio do aparatów słuchowych. Dodatkowo systemy wielomikrofonowe wychwytują mowę wokół siebie, np. podczas zajęć prowadzonych w grupie. Kiedy urządzenie jest położone na środku stołu, potrafi automatycznie wykryć kierunek osoby mówiącej i wzmocnić jej głos, by był bardziej słyszalny. Płynnie potrafi przełączać się pomiędzy mikrofonami, dzięki czemu na bieżąco można śledzić wypowiedzi dochodzące z różnych kierunków, nie przemieszczając się ani też nie obracając głowy. Urządzenie jest szczególnie pomocne podczas prowadzenia zajęć grupowych. Można je również wykorzystać do rozmów telefonicznych, oglądania TV i materiałów z urządzeń multimedialnych.

Do nowoczesnych rozwiązań, stosowanych w protetyce słuchu, należą aplikacje telefoniczne umożliwiające sterowanie aparatami słuchowymi, jak również rejestrację aktywności użytkownika. Wskazują na naładowanie aparatu, a niektóre mogą diagnozować niektóre usterki, co jest niezwykle pomocne w pracy z małym dzieckiem. Pomagają również odnaleźć zagubione aparaty, jeśli lokalizacja jest włączona w telefonie. Jest to niezwykle istotne, w sytuacjach gdy dziecko w szkole, w niekontrolowanych chwilach ściąga i zakłada aparaty słuchowe.

Nowoczesne rozwiązania techniczne zastosowane w aparatach słuchowych są ukierunkowane na poprawę zrozumiałości mowy przy jednocześnie zapewnionym komforcie słyszenia w hałaśliwym otoczeniu. Stwarza to szansę na ich stosowanie przez cały dzień, dzięki czemu uczniowie nieprzerwanie mają dostęp do świata dźwięków i informacji słuchowych, stymulujących rozwój poznawczy i sfery społeczno-emocjonalne.

Niezależnie od stosowania nowoczesnych rozwiązań w protetyce słuchu celem poprawy zrozumiałości mowy, należy zadbać o przestrzeń, w której zachodzi percepcja dźwięków. Mając na uwadze zmniejszenie hałasu, poprawę komfortu słyszenia i poprawę zrozumiałości mowy, została opracowana norma akustyki budowlanej, ochrony przed hałasem w budynkach PN-B-02151-4:2015-06. Dla pomieszczeń przeznaczonych do komunikacji słownej, czyli m.in. klas lekcyjnych, są określone maksymalne wartości czasu pogłosu (T) oraz minimalne dla wskaźnika zrozumiałości mowy (STI). Oba warunki muszą być spełnione łącznie. Przestrzeganie zachowania odpowiedniego poziomu czasu pogłosu oraz wskaźnika transmisji mowy (STI) wpływa na poprawę zrozumiałości mowy. W tym celu należy zadbać o ograniczenie czasu pogłosu oraz poziomu tła akustycznego w pustym pomieszczeniu (<35–40 dBA). Czas pogłosu powinien być w miarę możliwości zbliżony we wszystkich oktaowych pasmach częstotliwości 125 Hz – 8 kHz (PN-B-02151-4:2015-06).

Podsumowanie

Wsparcie uczniów z niepełnosprawnościami, w tym z wadą słuchu, dokonuje się poprzez regulacje prawne i implikacje pedagogiczno-społeczne. Wdrażanie przepisów pozwala dzieciom z różnym rodzajem i stopniem niepełnosprawności na naukę w szkołach ogólnodostępnych i integracyjnych. Obowiązkiem placówek oświatowych jest dostosowanie do potrzeb i możliwości uczniów wymagających specjalnego wsparcia, a kluczową rolę w tym aspekcie pełnią nauczyciele, w tym nauczyciel na stanowisku pedagoga specjalnego.

Integrowanie i inkluzja dzieci w wieku wczesnoszkolnym, z wadą słuchu ze słyszącymi rówieśnikami nie może odbyć się bez wspierania słuchu, co dokonuje się poprzez stosowanie aparatów słuchowych, systemów wspomagających słyszenie, odpowiednie dostosowanie warunków i przestrzeni sal lekcyjnych do możliwości słuchowych uczniów. Obecny postęp technologiczny w zakresie protetyki słuchu, stosowanie adaptacyjnych mikrofonów, dwóch niezależnych procesorów cyfrowych ukierunkowanych na analizę środowiska akustycznego i wychwytywanie dźwięków mowy oraz stworzenie na tej podstawie różnorodnych rozwiązań technologicznych, stosowanie systemów FM czy Bluetooth znacząco podnosi możliwości percepcji mowy, komunikacji werbalnej i funkcjonowania dzieci z wadą słuchu, co bezpośrednio wpływa na wspieranie ich rozwoju poznawczego, społecznego i emocjonalnego.

Bibliografia

- Burczyk I. (2021), *Percepcja słuchowa dzieci 6- i 7-letnich z Polski i Republiki Czeskiej – analiza porównawcza*, Problemy Opiekuńczo-Wychowawcze, 602(7): 41–50.
- Buryn U., Hulboj T., Kowalska M., Podziemska T. (2011), *Mój uczeń nie słyszy. Poradnik dla nauczycieli szkół ogólnodostępnych*, MEN.
- Ecophon Polska (2018), *Nowa norma: Akustyka wewnątrz – PN-B-02151-4:2015-06*, https://www.ecophon.com/globalassets/media/pdf-and-documents/pl/nowa-norma/ecophon_polska_norma_01_01_2018.pdf [dostęp: 3.11.2025].
- Cywka K.B., Sztabnicka A., Skarżyński P.H. (2019), *Zastosowanie aparatów słuchowych u dzieci z umiarkowanym niedosłuchem poniżej drugiego roku życia*, Nowa Audiologia, 8(3): 28–32.
- Czaplicka E., Cywka K.B., Skarżyński P.H., Czajka N. (2025), *Ocena korzyści z zastosowania aparatów słuchowych u małych dzieci z umiarkowanym ubytkiem słuchu za pomocą kwestionariusza LittleEARS*, Nowa Audiologia, 14(1): 21–31.
- Goddard M. (2004), *Access through technology*, Library Journal, 2: 2–6.
- Gustafson S.J., Davis H., Hornsby B.W.Y., Bess F.H. (2015), *Factors influencing hearing aid use in the classroom: A pilot study*, American Journal of Audiology, 24(4): 563–568.
- Jespersen C.T., Kirkwood B.C., Groth J. (2021), *Increasing the effectiveness of hearing aid directional microphones*, Seminars in Hearing, 42(3): 224–236 [dostęp: 23.09.2025].
- Karlik M., Wiskirska-Woźnica B., Sekuła A. (2016), *Uwagi dotyczące kwalifikacji pacjentów do implantacji ślimakowej*, Polski Przegląd Otolaryngologiczny, 5(1): 18–21.
- Konopka W., Strużycka M., Śmiechura M. (2016), *Leczenie głuchoty z zastosowaniem implantów na przewodnictwo kostne (BAHD)*, Polski Przegląd Otolaryngologiczny, 5(1): 11–17.
- Madi M.A.A. (2024), *Pediatric hearing aid solutions: Assessing the impact of microphone directionality on speech perception*, <https://saera.eu/en/wp-content/uploads/2024/11/1.-Madi-M.-2024.-Pediatric-Hearing-aid-Solutions-Assessing-the-Impact-of-Microphone-directionality-on-Speech-Perception.-SAERA.pdf> [dostęp: 25.09.2025].
- McCreery R.W., Bentler R.A., Roush P.A. (2012), *An evidence-based systematic review of directional microphones and digital noise reduction hearing aids in school-age children with hearing loss*, American Journal of Audiology, 21(2): 295–312.
- Obwieszczenie Marszałka Sejmu Rzeczypospolitej Polskiej z dnia 25 lipca 2025 r. w sprawie ogłoszenia jednolitego tekstu ustawy – Prawo oświatowe (Dz. U. z 2025 r., poz. 1043).
- Obwieszczenie Ministra Edukacji Narodowej z dnia 25 lipca 2023 r. w sprawie ogłoszenia jednolitego tekstu rozporządzenia w sprawie zasad organizacji i udzielania pomocy psychologiczno-pedagogicznej w publicznych przedszkolach, szkołach i placówkach (Dz. U. z 2023 r., poz. 1798).
- Ozimek K. (2018), *Dźwięk i jego percepcja. Aspekty fizyczne i psychoakustyczne*, PWN.
- Pankowska A., Barej A., Lutek A., Zgoda M., Zielińska E. (2013), *Metoda audytywno-werbalna w rehabilitacji słuchu i mowy dzieci z wadą słuchu – historia, zasady i praktyka*, Nowa Audiofonologia, 2(4): 22–27.
- Pruszewicz A. (red.) (2003), *Audiologia kliniczna. Zarys*, Akademia Medyczna im. Karola Marcinkowskiego.
- Radomska M., Szymański M. (2025), *Zalecenia Polskiego Towarzystwa Otorinolaryngologów, Chirurgów Głowy i Szyi do wykonywania procedury wszczepiania implantów ślimakowych u dzieci i dorosłych*, Pol Otorhino Rev, 14(2): 1–7; <https://doi.org/10.5604/01.3001.0055.1711>.

- Reed P., Bowser G. (2005), *Assistive technologies and the IEP* [w:] D. Edyburn, K. Higgins, R. Boone (red.), *Handbook of Special Education Technology Research and Practice*, Knowledge by Design Inc: 275–296.
- Ricketts T.A., Picou E.M. (2013), *Speech recognition for bilaterally asymmetric and symmetric hearing aid microphone modes in simulated classroom environments*, *Ear and Hearing*, 34(5): 601–609.
- Rusinowska B. (2022), *Patogeneza i przegląd najnowszych metod leczenia wrodzonej atrezji przewodu słuchowego zewnętrznego u dzieci*, *Nowa Audiofonologia*, 11(2): 44–51.
- Siemieniecki B. (2005), *Technologia informacyjna w pedagogice specjalnej*, Wydawnictwo Adam Marszałek.
- Skibska J. (2014), *Dziecko z wadą słuchu w młodszym wieku szkolnym w szkole ogólnodostępnej – problemy i ich rozwiązania* [w:] J. Skibska (red.), *Dziecko z wadą słuchu oraz zaburzeniami centralnego przetwarzania słuchowego (CAPD)*, Libron–Filip Lohner, 27–46.
- Smith R.W., Austin D.R., Lee Y., Hutchinson P. (2005), *Inclusive and special recreation: Opportunities for persons with disabilities* (wyd. 5), McGraw Hill.
- Stiles D.J., Bentler R.A., McGregor K.K. (2008), *Effects of a directional microphone on children's word recognition and novel-word learning*, *The Hearing Journal*, 61(11): 22–25.
- Szczepankowski B. (1999), *Niesłyszący, głusi, głuchoniemi. Wyrównywanie szans*, WSiP.
- Szczepanowski B. (2009), *Wspomaganie rozwoju dziecka niesłyszącego: Audiofonologia pedagogiczna*, UKSW.
- Ueda C.H.Y., Soares R.M., Jardim I., Ferreira Bento R. (2022), *Assessment protocol for candidates for bone anchored hearing devices*, *International Archives of Otorhinolaryngology*, 26(4): 718–724.
- Walker E.A., Holte L., McCreery R.W., Spratford M., Page T., Moeller M.P. (2015), *The influence of hearing aid use on outcomes of children with mild hearing loss*, *Journal of Speech, Language, and Hearing Research*, 58: 1611–1625.
- Woźniczko K., Rajchel J.J., Dziendziel B., Skarżyński P.H. (2019), *Charakterystyka niedosłuchu u dzieci z zespołem Pendreda oraz wyniki jego leczenia za pomocą implantów ślimakowych – przegląd piśmiennictwa*, *Nowa Audiologia*, 8(2): 20–25.
- Zgoda M., Lorens A., Obrycka A., Putkiewicz-Aleksandrowicz J., Skarżyński H. (2014), *Analiza porównawcza osiągnięć szkolnych trzynastoletków korzystających z implantu ślimakowego wszczepionego przed ukończeniem 3. roku życia i słyszących rówieśników*, *Nowa Audiofonologia*, 3(5): 66–74.
- Zielińska J. (2005), *Komputer w rozwoju sprawności komunikacyjnej dzieci niesłyszących*, Wydawnictwo Adam Marszałek.