

POLSKA AKADEMIA NAUK

# **INŻYNIERIA BIOMEDYCZNA PODSTAWY I ZASTOSOWANIA**

Zespół Redakcyjny Monografii

Redaktor: WŁADYSŁAW TORBICZ

Z-cy Redaktora: ROMAN MANIEWSKI i ADAM LIEBERT

Sekretarz: LUDOMIRA GRANICKA

## **TOM 7**

# **INFORMATYKA W MEDYCYNIE**

redaktorzy tomu

MAREK KURZYŃSKI

LEON BOBROWSKI

ANTONI NOWAKOWSKI

JACEK RUMIŃSKI



AKADEMICKA OFICyna WYDAWNICZA EXIT

## Spis treści

<b>CZĘŚĆ 1.</b>	<b>Informatyka medyczna jako dyscyplina naukowa i sfera usługowa na rzecz ochrony zdrowia i środowiska</b>	<b>1</b>
Rozdział 1.1.	Informatyka medyczna jako dyscyplina naukowa i usługowa (A. Nowakowski) .....	3
Rozdział 1.2.	Zdrowie publiczne i promocja zdrowia w środowisku e-zdrowia (M. Dupłaga) .....	11
Rozdział 1.3.	Informatyka medyczna w programach nauczania (A. Nowakowski, J. Rumiński, M. Kaczmarek) .....	29
Rozdział 1.4.	Symulacja komputerowa w kształceniu medycznym (M. Kaczor) .....	47
<b>CZĘŚĆ 2.</b>	<b>Zarządzanie informacją medyczną i jej bezpieczeństwem</b> .....	<b>59</b>
Rozdział 2.1.	Dane i dokumentacja medyczna (J. Rumiński) .....	61
Rozdział 2.2.	Informacja jako wartość w ochronie zdrowia (A. Cacko, J. Michalik, E. Tataj) .....	67
Rozdział 2.3.	Standardy i profile interoperacyjności w ochronie zdrowia (S. Bojanowski, R. Radomski) .....	81
Rozdział 2.4.	Biobankowanie (J. Skokowski, W. Dobrucki, L. Kalinowski) .....	93
<b>CZĘŚĆ 3.</b>	<b>Systemy informatyczne w ochronie zdrowia</b> .....	<b>105</b>
Rozdział 3.1.	Wprowadzenie (M. Kurzyński) .....	107
Rozdział 3.2.	Kierunki rozwoju systemów centralnych ochrony zdrowia i ich uwarunkowania (K. Frączkowski) .....	111
Rozdział 3.3.	Badanie wpływu interesariuszy na projekty zarządzające przepływem informacji w ochronie zdrowia (K. Frączkowski) .....	127
Rozdział 3.4.	Interfejsy użytkownika w aplikacjach medycznych (J. Kawa, B. Pyciński, P. Stępień, M. Kręcichwost, D. Spinczyk, E. Piętka) .....	137

Rozdział 3.5.	Systemy informatyczne raportowania zdarzeń niepożądanych, a bezpieczeństwo pacjenta (W. Kwietniewski, R. Rudowski) .....	149
Rozdział 3.6.	Inteligentny system dla monitorowania ciąży i porodu z automatyczną analizą sygnałów matki i płodu (J. Wróbel, K. Horoba, J. Jeżewski, A. Matonia, T. Kupka) .....	165
<b>CZEŚĆ 4.</b>	<b>Odkrywanie wiedzy medycznej</b> .....	<b>185</b>
Rozdział 4.1.	Wprowadzenie (L. Bobrowski) .....	187
Rozdział 4.2.	Metodologia rozpoznawania wzorców w algorytmach wspomaganie diagnostyki medycznej (A. Ameljańczyk) .....	191
Rozdział 4.3.	Ekstrakcja i selekcja zestawów cech medycznych (L. Bobrowski, T. Łukaszuk, P. Zabielski) .....	217
Rozdział 4.4.	Separowalna agregacja zbiorów danych medycznych (L. Bobrowski, M. Topczewska) .....	247
Rozdział 4.5.	Drzewa decyzyjne oraz klasyfikatory wykorzystujące względną ekspresję w pozyskiwaniu wiedzy z danych genomicznych (M. Czajkowski, M. Krętowski) .....	267
Rozdział 4.6.	Zastosowania reprezentacji wektorowej tekstowych danych medycznych (T. Łukaszuk, J. Krawczuk, M. Ferenc) .....	281
Rozdział 4.7.	Interpretacja modeli uczonych ze złożonych danych medycznych (J. Stefanowski, M. Woźniak) .....	295
Rozdział 4.8.	Przetwarzanie wielkoskalowych danych w ochronie zdrowia – możliwości i korzyści (T. Dziubich) .....	315
<b>CZEŚĆ 5.</b>	<b>Komputerowe wspomaganie decyzji medycznych</b> .....	<b>329</b>
Rozdział 5.1.	Wprowadzenie (M. Kurzyński) .....	331
Rozdział 5.2.	Potrzeba wspomaganie procesu decyzyjnego – kiedy? dlaczego? w jaki sposób? (A. Cacko, E. Tataj, J. Michalik) .....	343
Rozdział 5.3.	Logiczne i praktyczne aspekty komputerowego wspomaganie diagnostyki medycznej (J. L. Kulikowski) .....	353
Rozdział 5.4.	Inteligentne wspomaganie decyzji w szpitalnej izbie przyjęć (S. Wilk, K. Farion, W. Michalowski, M. Michalowski, R. Słowiński) .....	371

Rozdział 5.5.	Rozmyte reguły warunkowe i metody inteligencji obliczeniowej we wspomaganiu diagnozy medycznej (M. Jeżewski, S. Porębski, R. Czabański, E. Straszecka, J. M. Łęski) .....	389
Rozdział 5.6.	Zastosowanie klasyfikatorów zespołowych w ocenie włóknienia wątroby w chorobach WZW (P. Porwik, T. Orczyk) .....	409
Rozdział 5.7.	Metaklasyfikator bayesowski jako narzędzie do wspomagania diagnostyki sekwencyjnej (M. Majak, A. Żołnierek, M. Kurzyński) .....	423
Rozdział 5.8.	Zastosowanie sieci bayesowskich w medycynie (A. Oniśko, M. J. Drużdżel) .....	437
Rozdział 5.9.	Metody komputerowe we wspomaganiu monitorowania i leczenia przewlekłej białaczki limfocytowej (M. Molik, P. Ładyżyński, P. Foltyński) .....	453
Rozdział 5.10.	Drzewiaste modele predykcyjne w analizie danych przeżycia (M. Krętowska) .....	483
Rozdział 5.11.	Model syntaktycznego rozpoznawania obrazów wspomagający uzasadnianie diagnozy EKG (M. Flasiński, P. Flasiński) .....	501
Rozdział 5.12.	Automatyzacja diagnostyki elektrokardiograficznej (P. Augustyniak) .....	513
<b>CZEŚĆ 6.</b>	<b>Systemy telemedyczne</b> .....	<b>533</b>
Rozdział 6.1.	Rozwój infrastruktury usług telemedycznych (A. Nowakowski) .....	535
Rozdział 6.2.	Rozwiązania telemedyczne w diagnostyce i terapii chorób przewlekłych (E. Tataj, A. Cacko, J. Michalik) .....	549
Rozdział 6.3.	System zdalnego monitorowania pacjentów szpitalnych (M. Kurzyński, G. Badura, M. Czerw, W. Goździk, J. Śmiechowicz, P. Trajdos, M. Woźniak) .....	561
Rozdział 6.4.	Wsparcie telemedyczne w chorobach układu oddechowego (M. Duplaga) .....	579
Rozdział 6.5.	Systemy teleopieki domowej i mobilnej oraz komputerowe wspomaganie leczenia cukrzycy i jej późnych powikłań (P. Ładyżyński, P. Foltyński) .....	599

Rozdział 6.6.	Zintegrowany system domowego monitoringu parametrów medycznych osób starszych i chorych (M. Kaczmarek, A. Bujnowski, J. Rumiński, T. Kocejko, J. Wtorek) .....	621
Rozdział 6.7.	Telemedycyna w audiologii i otolaryngologii (H. Skarżyński, A. Walkowiak, A. Lorens, P. H. Skarżyński, A. Obrycka, M. Zgoda, J. Kutyba, K. Kochanek) .....	641
Rozdział 6.8.	Telemedyczne systemy nadzoru zachowania człowieka w środowisku domowym (P. Augustyniak, E. Kańtoch).....	663
Rozdział 6.9.	Zastosowanie Internetu rzeczy jako element profilaktyki upadków seniorów (A. Pławiak-Mowna, J. Korbicz, M. Mazurkiewicz) .....	677
Rozdział 6.10.	Interaktywne systemy telekonsultacyjne i ich wykorzystanie w kardiologii (Ł. Czekierda, K. Zieliński, A. Gackowski) .....	691
Rozdział 6.11.	Gry komputerowe oraz mobilne systemy do monitorowania aktywności fizycznej pacjentów z niepełnosprawnością ruchową (K. Frączkowski, S. Łaska) .....	711
Rozdział 6.12.	Roboty medyczne w systemach teleinformatycznych (Z. Nawrat) .....	727
<b>CZĘŚĆ 7.</b>	<b>Zastosowanie nowoczesnych technologii informatycznych w ochronie zdrowia .....</b>	<b>761</b>
Rozdział 7.1.	Technologie informatyczne w ochronie zdrowia (J. Rumiński) .....	763
Rozdział 7.2.	Interpretacja zapisów fizjologicznych na rzecz detekcji emocji (M. Igras, J. Przybyło, E. Kańtoch, G. J. Nalepa, P. Augustyniak) .....	767
Rozdział 7.3.	Wybrane techniki informatyczne dla osób z niepełnosprawnościami (P. Strumiłło, P. Poryzała, A. Królak, A. Materka, A. Wojciechowski, B. Stasiak) .....	785
Rozdział 7.4.	Wykorzystanie argumentacji wspartej dowodami w kwalifikacji urządzeń medycznych (J. Górski, A. Wardziński) .....	807

Rozdział 7.5.	System komputerowy do treningu korowych ośrodków sensoryczno-motorycznych osób przed przeszczepem ręki wykorzystujący wirtualną rzeczywistość oraz czuciowe i wzrokowe sprzężenie zwrotne (K. Kisiel-Sajewicz, A. Jaskólska, A. Wołczowski, J. Marusiak, M. Kurzyński) .....	825
Rozdział 7.6.	Systemy bezdotykowej oceny parametrów życiowych (J. Rumiński) .....	843
Rozdział 7.7.	Wykorzystanie interfejsów człowiek komputer w medycynie i rehabilitacji (T. Kocejko) .....	871
Rozdział 7.8.	Zastosowanie systemów wieloklasyfikatorowych do rozpoznawania biosygnatów i sterowania bioprotezą dłoni (P. Trajdos, M. Kurzyński, A. Wołczowski) .....	883
Rozdział 7.9.	Systemy automatycznej detekcji bezdechu sennego (P. Przystup, A. Poliński, A. Bujnowski, J. Wtorek) .....	903
Rozdział 7.10.	Techniki wykorzystywane w zdalnych interakcjach personelu medycznego oraz pomiędzy personelem medycznym i pacjentami (D. Świetlik, M. Baran) .....	929
<b>CZĘŚĆ 8.</b>	<b>Posłowie</b> .....	941
Rozdział 8.	Posłowie (A. Nowakowski, R. Tadeusiewicz) .....	943

## Rozdział 6.7

# TELEMEDYCYNĄ W AUDIOLOGII I OTOLARYNGOLOGII

Henryk SKARŻYŃSKI<sup>1</sup>, Adam WALKOWIAK<sup>1</sup>, Artur LORENS<sup>1</sup>, Piotr H. SKARŻYŃSKI<sup>1,2,3</sup>, Anita OBRYCKA<sup>1</sup>, Małgorzata ZGODA<sup>1</sup>, Justyna KUTYBA<sup>1</sup>, Krzysztof KOCHANEK<sup>1</sup>

### 6.7.1. Wstęp

Rozwiązania telemedyczne w dziedzinie audiologii i otolaryngologii są wykorzystywane coraz powszechniej w praktyce klinicznej, a w Instytucie Fizjologii i Patologii Słuchu od 2000 roku. Działania prowadzone są w wymiarze lokalnym, regionalnym, krajowym oraz międzynarodowym. Dla potrzeb upowszechniania telemedycyny wdrożono, zorganizowaną w Instytucie - pierwszą w świecie - Krajową Sieć Teleaudiologii. Aktualnie obejmuje ona 17 ośrodków krajowych oraz 8 zagranicznych w Europie, Azji i Afryce. Sieć umożliwia realizację: telekonsultacji, telediagnostyki z zastosowaniem metod obrazowych i elektrofizjologicznych, zdalne ustawianie parametrów aparatów słuchowych oraz implantów ślimakowych, a także rehabilitację pacjentów z protezami słuchowymi, szumami usznymi oraz zaburzeniami głosu. Kolejne ważne zastosowanie dotyczy badań przesiewowych słuchu u dzieci w wieku szkolnym i osób dorosłych prowadzone na 4 kontynentach. Istotnym elementem tych badań jest pierwsza w skali międzynarodowej, zbudowana w Instytucie, Kapsuła Badań Zmysłów

### 6.7.2. Krajowa Sieć Teleaudiologii

Telemedycyna jest terminem powszechnie kojarzonym z usługami opieki zdrowotnej dostarczanych pacjentom za pośrednictwem medium telekomunikacyjnego. Wybór tego terminu jest rozsądny, ponieważ „tele” pochodzi od greckiego słowa „telos”, co oznacza, że opieka zdrowotna jest świadczona na odległość. W praktyce usługi telemedyczne są zazwyczaj świadczone przez klinicystów korzystających z sieci komputerowej (lub systemu satelitarnego) osobom mieszkającym w odizolowanych społecznościach. Światowa Organizacja Zdrowia, definiuje telemedycynę jako świadczenie usług opieki zdrowotnej, w których odległość jest czynnikiem krytycznym dla wszystkich specjalistów medycznych. Usługi te są zazwyczaj dostarczane z wykorzystaniem technologii komputerowej dostosowanej do unikalnej wymiany informacji o opiece zdrowotnej między lekarzem a pacjentem. W szczególności telemedycyna jest wykorzystywana do diagnozowania, leczenia i profilaktyki, prowadzenia badań i kształcenia ustawicznego w ośrodkach opieki zdrowotnej na odległość.

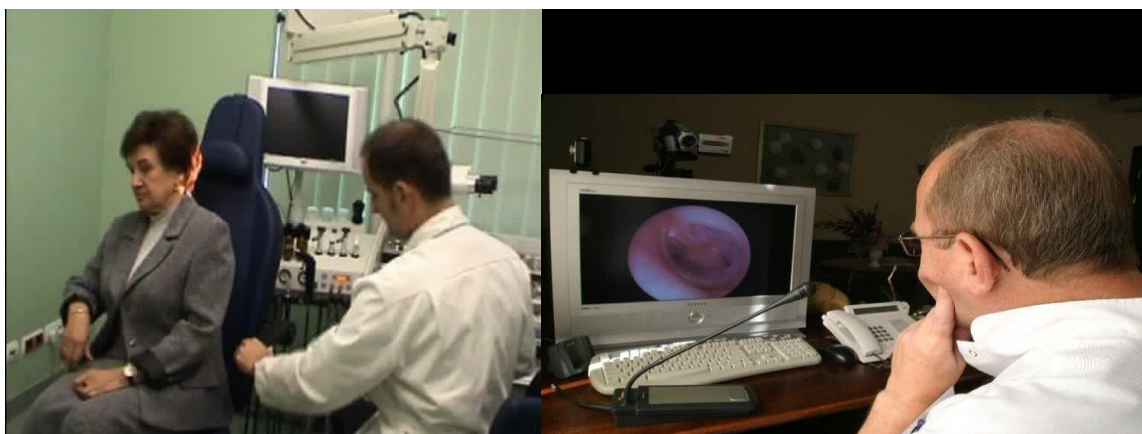
Zespół pod kierownictwem prof. Henryka Skarżyńskiego był jednym z pionierów współczesnej telemedycyny w Polsce, prowadząc działalność w tej dziedzinie od początku XXI wieku. Już w roku 2000 prof. Henryk Skarżyński przeprowadził pierwsze telekonsultacje, podczas których obraz ucha zarejestrowany wideo-otoskopem był przesyłany za pomocą Internetu do specjalistów w innej lokalizacji do analizy

i konsultacji. To wydarzenie, będące zapowiedzią nadchodzących usprawnień w medycynie, spotkało się z szerokim odzewem mediów i opinii publicznej i było początkiem działań Instytutu na rzecz promocji tej dziedziny medycyny w Polsce.

<sup>1</sup>Instytut Fizjologii i Patologii Słuchu, ul. M. Mochnackiego 10, 02-042 Warszawa, Polska  
e-mail: h.skarzynski@ifps.org.pl

<sup>2</sup>Instytut Narządów Zmysłów, Kajetany, ul. Mokra 1, 05-830 Nadarzyn, Polska  
e-mail: p.skarzynski@ifps.org.pl

<sup>3</sup>Zakład Niewydolności Serca i Rehabilitacji Kardiologicznej II Wydziału Lekarskiego Warszawskiego Uniwersytetu Medycznego, ul. Kondratowicza 8, 03-242 Warszawa



Rys. 6.7.1. Profesor Henryk Skarżyński konsultujący w czasie rzeczywistym obraz ucha pacjenta zarejestrowany wideo-otoskopem i przesłany połączeniem internetowym

W 2004 roku przeprowadzono pierwszą transmisję obrazu z mikroskopu operacyjnego do telefonu komórkowego, co było efektem eksploracji nowej gałęzi telemedycyny – mHealth, czyli możliwości świadczenia usług telemedycznych z pomocą urządzeń mobilnych – telefonów, palmtopów, smartfonów. Aplikacja ta zapewniła wczesne wsparcie dla współczesnych aplikacji telemedycznych i stanowi jedną z pierwszych aplikacji systemu mHealth. Ta innowacja stała się katalizatorem ówczesnych działań Instytutu na rzecz rozwoju i promocji dziedziny teleaudiologii i telemedycyny w Polsce. Takie preludium spotkało się z ogromnym zainteresowaniem i zostało szeroko opisane w lokalnych mediach (rys. 6.7.2.).



Rys. 6.7.2 Transmisja obrazu z mikroskopu operacyjnego na telefon komórkowy

W celu zapewnienia usług na dużą skalę, w 2009 w Światowym Centrum Słuchu została utworzona Krajowa Sieć Teleaudiologii. Projekt uzyskał dofinansowanie ze środków Norweskiego Mechanizmu Finansowego. W sieci wykorzystano możliwości kierowania rehabilitacją pacjenta (2006 r) oraz zdalnego ustawiania procesora mowy w implantach ślimakowych (2007 r.)



Tab. 6.7.1. Cele Krajowej Sieci Teleaudiologii

<b>Cele Krajowej Sieci Teleaudiologii</b>
Zapewnienie wszechstronnej opieki dla pacjentów z implantami ślimakowymi, implantami pnia mózgu, implantami ucha środkowego, implantami na przewodnictwo kostne, a także nowoczesnymi aparatami słuchowymi wykorzystującymi technologię cyfrową. Wyposażenie sieci w nowoczesne systemy komputerowe umożliwia zapewnienie kompleksowej opieki zdrowotnej osobom z ubytkiem słuchu, umożliwiając wysoce spersonalizowane usługi dla każdego pacjenta.
Umożliwienie koordynacji procesu rehabilitacji słuchu, która jest niezbędna do rozwoju zdolności odbioru i percepcji dźwięku, a dzięki systematycznemu szkoleniu, wzmocnienia umiejętności komunikacji werbalnej.
Realizacja programów rozwoju społecznego, edukacyjnego i zawodowego opartych na wiedzy multidyscyplinarnego zespołu specjalistów z Instytutu Fizjologii i Patologii Słuchu.
Rozpowszechnianie wiedzy na temat implantów ślimakowych i procesu rehabilitacji.

W chwili obecnej w Krajowej Sieci Teleaudiologii wykorzystywane jest najnowocześniejsze oprogramowanie i sprzęt videokonferencyjny oraz unikalne procedury badań, pomiarów oraz doboru parametrów stymulacji elektrycznej. Sieć Teleaudiologii oraz rezultaty jej wdrożenia były prezentowane na najważniejszych krajowych i zagranicznych konferencjach naukowych oraz targach dotyczących nowoczesnych technologii w ostatnich 10 latach. Uzyskała wiele prestiżowych nagród, w tym Złote Medale na targach innowacji Concours Lepine w Paryżu w 2009 oraz tytuł Lidera Innowacji na targach Intarg w Katowicach w 2010. W czerwcu 2010 roku, w Waszyngtonie, uzyskała prestiżową nagrodę 21st Achievement Award w kategorii Healthcare w konkursie The Computerword Honors Program. W listopadzie 2012 w kategorii „*Innowacyjne rozwiązanie informatyczne dla medycyny*” otrzymała Nagrodę Specjalną Elsevier Prix Galien w polskiej edycji tego konkursu.

Nowatorstwo i kompleksowość stosowanych rozwiązań oraz jakość procesu integracji usług telemedycznych w ramach Krajowej Sieci Teleaudiologii zostały również docenione przez kapitułę prestiżowego konkursu Prix Galien w grudniu 2014 w Monte Carlo, gdzie w kategorii „urządzenia medyczne” przyznano jej Złoty Medal - Grand Prix Międzynarodowej Edycji Konkursu.



Rys. 6.7.3. Nagroda Elsevier Prix Galien za Krajową Sieć Teleaudiologii

### 6.7.2.1. Wyposażenie techniczne Krajowej Sieci Teleaudiologii

Krajowa Sieć Teleaudiologii składa się z jednostki centralnej znajdującej się z Światowym Centrum Słuchu oraz ośrodków współpracujących rozlokowanych w kraju i za granicą. W ośrodkach tych dostępne jest najnowocześniejsze oprogramowanie i sprzęt do videokonferencji, który umożliwia wykonywanie unikalnych procedur testowania, pomiarów i programowania implantów ślimakowych. Krajowa Sieć Teleaudiologii umożliwia współpracę specjalistów z wielu dziedzin, w tym inżynierów klinicznych, lekarzy, logopedów, psychologów i audiologów, aby zapewnić najlepszą opiekę pooperacyjną pacjentom z implantami ślimakowymi.

Krajowa Sieć Teleaudiologii dysponuje rozwiniętym zapleczem technologicznym, w skład którego wchodzi:

- system wideokonferencyjny oparty o Multipoint Control Unit RMX2000, będący jednostką centralną umożliwiającą połączenie audio-wizualne dwóch lub więcej ośrodków ze sobą,
- 16 stanowisk telemedycznych oparte o mostki wideokonferencyjne HDX8006, panele LCD i sterowane poprzez Internet komputery wyposażone w kliniczne interfejsy diagnostyczne, audiometry impedancyjne wraz z niezbędnym oprogramowaniem. Mostki wideokonferencyjne kamerami umożliwiają przekazywanie obrazu i dźwięku wysokiej jakości, dopasowywanej do możliwości łącza internetowego. Kliniczne interfejsy diagnostyczne służą do podłączania systemów implantów słuchowych do komputera, a w konsekwencji do dostępu do tych systemów przez eksperta za pomocą Internetu,
- nowoczesne Studio telemedyczne OTX300 będące centrum Krajowej Sieci Teleaudiologii, umożliwiające wygodne połączenie z wieloma ośrodkami równocześnie i prowadzenie różnorodnych telekonsultacji.

Poszczególne elementy połączone są szybkim, symetrycznym Internetem zapewniającym wysoką jakość połączeń wideokonferencyjnych oraz bezproblemowe funkcjonowanie aplikacji zdalnego pulpitu.



Rys. 6.7.4. Studio telemedyczne OTX 300 znajdujące się w Światowym Centrum Słuchu w Kajetanach [opracowanie własne]

#### 6.7.2.2. Centra medyczne Krajowej Sieci Teleaudiologii

Ogólnym celem Krajowej Sieci Teleaudiologii jest zapewnienie szerokiego zakresu aplikacji telezdrowia, takich jak telefitting, telediagnostyka, telerehabilitacja oraz teleedukacja. Obecnie Sieć składa się z 17 współpracujących ośrodków w Polsce i 8 za granicą:

- Białoruś- Brześć,
- Kazachstan- Szymkent,
- Kirgistan- Biszkek, Osz,
- Senegal- Dakar,
- Ukraina- Kijów, Odessa, Łuck.



Rys. 6.7.5. Schemat Krajowej Sieci Teleaudiologii. [whc.ifps.org.pl/dla-pacjentów/telefitting-i-telerehabilitacja/]

Utworzenie i działanie Krajowej Sieci Teleaudiologii odbyło się w ścisłej współpracy z szeregiem ośrodków klinicznych w kraju. Współpraca ta dotyczy zarówno pracy klinicznej, jak i nowych badań naukowych i wdrożeniowych realizowanych w ramach rozwoju Sieci. Ośrodki współpracujące to między innymi Uniwersytecki Szpital Kliniczny w Białymstoku, Uniwersytet Marii Curie Skłodowskiej w Lublinie, Centrum Słuchu i Mowy i jego filie w Polsce czy Akademicki Szpital Kliniczny we Wrocławiu.

Kontakty naukowe obejmują również ośrodki naukowo-kliniczne i firmy z sektora medycznego, z którymi w przeszłości realizowane były prace badawcze w dziedzinie telemedycyny:

- Department of Otorhinolaryngology, University Hospital Freiburg, Niemcy
- Hospital Insular de Gran Canaria, Hiszpania
- University Hospital of Thessaloniki A.H.E.P.A., Grecja
- Cochlear AG, Basel, Szwajcaria
- MedEl, Innsbruck, Austria

### 6.7.3. Skrining - monitorowanie jakości badań przesiewowych u dzieci w wieku szkolnym

Na rok 2000 datuje się także start programów badań przesiewowych „Widzę”, „Słyszę” i „Mówię”, stworzonych i zrealizowanych przez Instytut Fizjologii i Patologii Słuchu, które umożliwiły tysiącom pacjentów wstępną, przesiewową diagnozę dwóch narządów zmysłów i aparatu mowy przy użyciu Internetu. W rezultacie tysiące polskich dzieci zostało przebadanych za pomocą multimedialnego programu komputerowego „Widzę, Słyszę, Mówię”, który monitoruje zdolności widzenia, słuchu i mowy. Dzieci i młodzież były głównymi odbiorcami programu. Test słuchu składał się z automatycznej analizy słyszenia bodźców audiometrycznych i testu zrozumiałości mowy w hałasie. Wzrok oraz mowa były badane w podobny, łatwy i skuteczny sposób.

Współczesne praktyki audiologiczne i otolaryngologiczne zazwyczaj obejmują zarówno wczesną identyfikację, jak i środki zapobiegawcze, aby pomóc pacjentom doświadczającym upośledzenia słuchu. Pożądanym rezultatem tych praktyk jest to, że zaburzenia słuchu są wykrywane i leczone we wczesnym stadium. Technologia teleaudiologiczna umożliwia identyfikację i obserwacje utraty słuchu w wielu grupach (w tym dzieci), gdzie monitorowanie słuchu nie jest łatwo dostępne. Nawet przy minimalnej łączności z Internetem usługi teleaudiologiczne mogą być wykorzystywane do przeprowadzania masowych badań przesiewowych i badań pediatrycznych. Dlatego teleaudiologia (stosowana w połączeniu z innymi

strategiami telemedycyny) może być wykorzystywana zgodnie z krajową polityką zdrowotną i zwiększać dostępność przy jednoczesnym obniżaniu kosztów opieki zdrowotnej.

Instytut Fizjologii i Patologii Słuchu od lat prowadzi innowacyjne programy wykorzystujące telemedycynę i teleaudiologię. Jednym z priorytetowych działań opracowanych przez zespół Instytutu jest program badań przesiewowych dla dzieci w każdym wieku we współpracy z wieloma ośrodkami krajowymi oraz w Europie. W odpowiedzi na oczywistą potrzebę profilaktyki i monitoringu słuchu u dzieci na całym świecie, Międzynarodowe Towarzystwo Telemedycyny i e-Zdrowia ([www.isfteh.org/](http://www.isfteh.org/)) utworzyło grupę roboczą i opracowało metody, procedury i urządzenia do administrowania programami opieki zdrowotnej dla dzieci w różnych krajach.

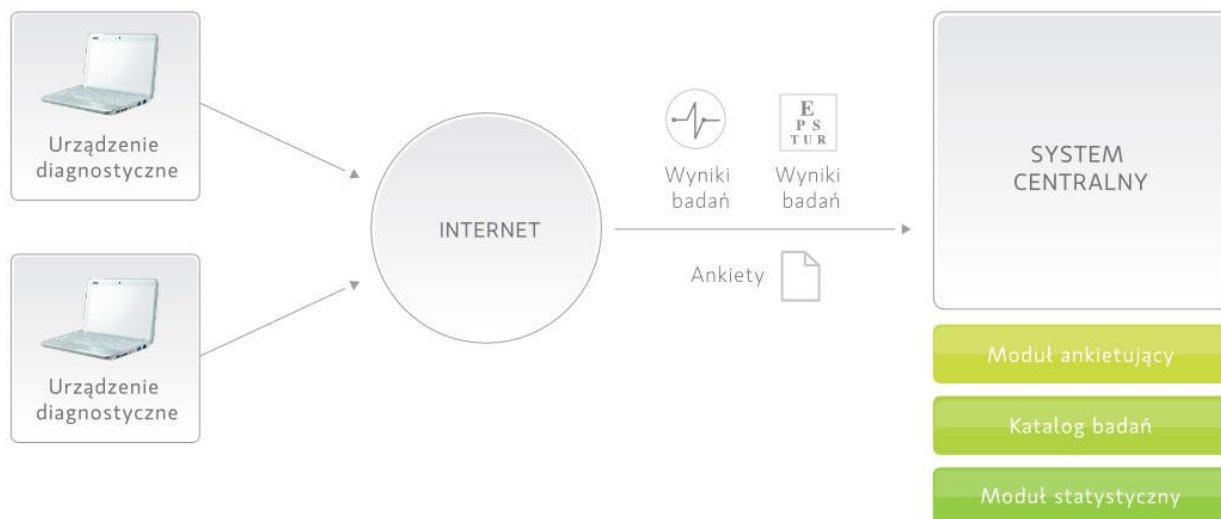
### 6.7.3.1. Rozwój Platformy Badań Zmysłów

W 2008 r. Instytut Fizjologii i Patologii Słuchu oraz Instytut Narządów Zmysłu z siedzibą w Światowym Centrum Słuchu w Kajetanach opracował platformę do wykonywania badań przesiewowych u osób dorosłych oraz dzieci. Platforma Badań Zmysłów to przenośne urządzenie, służące do przeprowadzania badań przesiewowych słuchu wzroku i mowy u dzieci, młodzieży oraz osób ze specjalnymi potrzebami edukacyjnymi. Zaburzenia takie, niewykryte we wczesnym okresie, mogą zaburzać harmonijny rozwój dziecka. Poza tym Platforma umożliwia zebranie danych do ankiety dla celów badań epidemiologicznych. Rodzaj danych i forma ankiety mogą być dostosowane do wymogów organizatorów programów badań przesiewowych różnego typu.



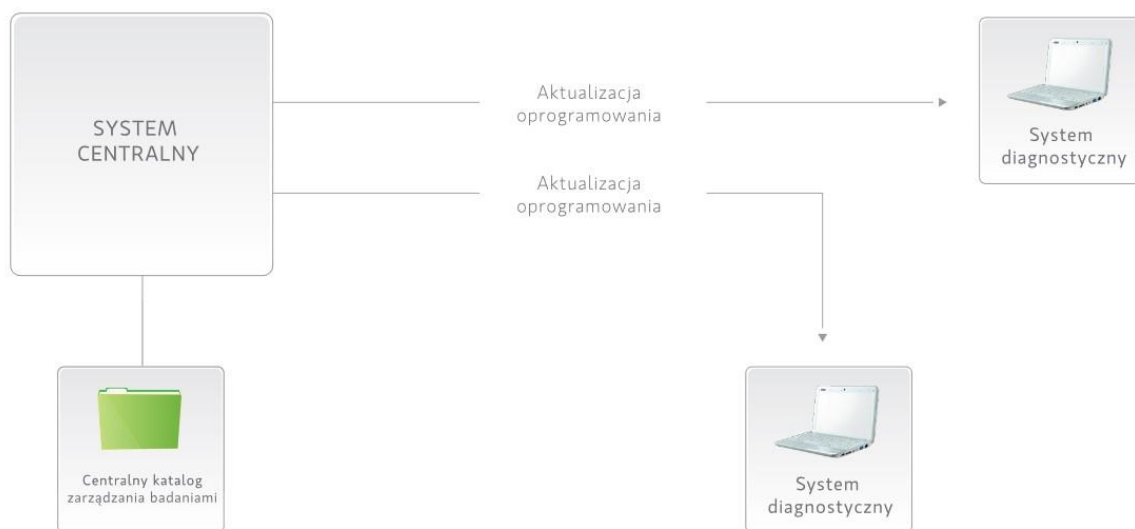
Rys. 6.7.6. Platforma Badań Zmysłów

Platforma Badań Zmysłów jest zbudowana w oparciu o zaawansowany, centralny system informatyczny oraz komputery przenośne, które są wyposażone w słuchawki audiometryczne i przycisk osoby badanej. Komputery komunikują się z centralną bazą danych za pośrednictwem Internetu. Platforma umożliwia przesyłanie, za pośrednictwem Internetu, wyników badań do systemu centralnego, który został wyposażony w nowoczesne rozwiązania informatyczne, umożliwiające zarządzanie programem oraz bieżący nadzór nad jakością i liczbą wykonanych badań. Wyniki badań są automatycznie oceniane i klasyfikowane, a te które nie spełniają określonych warunków, mogą być przesyłane do lekarzy specjalistów celem dalszej oceny.



Rys. 6.7.7. Schemat połączenia pomiędzy urządzeniem diagnostycznym a systemem centralnym

Dzięki zastosowanym rozwiązaniom on-line, możliwe jest udostępnianie statystyk poszczególnym użytkownikom Platformy oraz bezpośrednio przesyłanie do nich informacji o zaleceniach dla osób, u których wyniki badań były nieprawidłowe. Dla wygody użytkowników, urządzenia diagnostyczne zostały wyposażone w mechanizm automatycznej aktualizacji oprogramowania. Dzięki takiemu rozwiązaniu użytkownik ma gwarancję, że na jego urządzeniu jest zainstalowana najnowsza wersja programu oraz aktualna wersja szablonu ankiety. W celu automatycznej aktualizacji wymagane jest jedynie podłączenie urządzenia do Internetu. Wszystkie procedury związane ze sprawdzeniem wersji oprogramowania oraz ewentualną aktualizacją wykonują się automatycznie bez konieczności jakichkolwiek działań ze strony użytkownika.



Rys. 6.7.8. Schemat aktualizacji systemu diagnostycznego Platformy Badań Zmysłów

### 6.7.3.2. Dostępne testy

Urządzenie umożliwia przeprowadzenie następujących badań i testów: badanie audiometryczne: „Audiogram” badanie przesiewowe słuchu: „Słyszę” badanie przesiewowe mowy: „Mówię” badanie przesiewowe wzroku: „Widzę” ankieta audiologiczna: „Ankieta” test „DDT” test „GDT”.

1. „Audiogram”- funkcja ta umożliwia wykonanie badania audiometrycznego dla przewodnictwa powietrznego, dla każdego ucha oddzielnie, w zakresie częstotliwości tonów od 250 do 8000 Hz, dla ubytków nie przekraczających 80 dB HL. Wynikiem badania jest audiogram wyświetlany na ekranie

- urządzenia.
2. „Słyszę”- funkcja ta umożliwia wykonanie badania przesiewowego słuchu dla tonów o częstotliwościach 1000, 2000 i 4000 Hz i natężeniu maksymalnym 80 dB HL oraz badania zrozumiałości mowy w szumie.
  3. „Mówię”- badanie mowy prowadzone jest tak, aby doprowadzić do uzyskania jak największej ilości wiarygodnych informacji na temat:
    - jakości zachowań werbalnych dziecka (również niepełnosprawnego),
    - stopnia rozwoju mowy (lub ewentualnych opóźnień),
    - patologicznych zjawisk językowych występujących w mowie dziecka.
  4. „Widzę”- badanie wzroku oparte jest na teście różnicowania kontrastu, teście widzenia barwnego oraz teście widzenia stereoskopowego.
  5. „Ankieta”- moduł ten pozwala na przeprowadzenie ankiety ogólnej dotyczącej słuchu, wzroku oraz mowy pacjenta. Ankiety zostały opracowane przez specjalistów w oparciu o wieloletnie doświadczenia w poszczególnych dziedzinach i stanowią solidny wywiad na temat badanej osoby. Dzięki możliwości aktualizacji pytań i schematu ankiety jest to rozwiązanie które pozwoli nieustannie doskonalić formę wywiadu z pacjentem.
  6. „DDT”- jest to test słyszenia rozdzielności. Podczas badania prezentowane są do obu uszu pary cyfr, a zadaniem osoby badanej jest powtórzenie tego co usłyszała w jednym, bądź obu uszach.
  7. „GDT”- test ten umożliwia ocenę możliwości rozpoznania przerw w szumie. Podczas badania prezentowany jest szum, w którym pojawiają się przerwy o zmiennej długości.

### 6.7.3.3. System zintegrowanych operacji komunikacyjnych: „SZOK” ®

Każdy projekt na dużą skalę z udziałem dzieci lub dorosłych stanowi znaczącą okazję do wczesnego wykrywania zaburzeń wrodzonych lub nabytych. W odpowiedzi na potrzeby społeczne związane z wczesnym wykrywaniem zaburzeń porodowych i nabytych, Instytut Fizjologii i Patologii Słuchu wdrożył projekt

o nazwie System Zintegrowanych Operacji Komunikacyjnych „SZOK” ®. W projekcie wykorzystano system do pierwszej oceny pacjentów za pomocą zdalnej technologii komputerowej. Wyniki te zostały następnie przekazane lekarzom do interpretacji w Światowym Centrum Słuchu w Kajetanach. Liderzy projektu wysunęli hipotezę, że ocena danych pacjenta za pomocą systemu SZOK w paradygmacie telezdrowia skróciłaby czas oczekiwania pacjentów na wizyty w ośrodku (lub innych specjalistycznych placówkach partnerskich). Ponadto zapewniłoby to pacjentom większy dostęp, ponieważ bariery powszechnie związane z odległością byłyby zmniejszone.

W latach 2007-2016 Instytut Fizjologii i Patologii Słuchu przebadał ponad milion uczniów od pierwszej do szóstej klasy szkoły podstawowej w Polsce i prawie pięćset tysięcy dzieci na całym świecie. Doświadczenie to umożliwiło zbadanie znacznej liczby dzieci w wieku szkolnym w celu prototypowania i walidacji systemu SZOK. Ponadto projekt SZOK stworzył międzynarodową infrastrukturę do badań przesiewowych, która zapewnia skuteczne rozwiązanie nawet w odległych obszarach wiejskich.

Program badań przesiewowych SZOK na dużą skalę wymagał zawarcia umowy o europejskim konsensusie naukowym, która została opracowana i ratyfikowana podczas European Federation of Audiology Society (EFAS). W rezultacie uruchomiono szereg pilotażowych programów przesiewowych w różnych krajach. Poniżej przedstawiamy kraje, w których zespół z Instytutu Fizjologii i Patologii Słuchu w Kajetanach prowadzi wspomniane programy.

Niektóre z tych krajów nawiązały współpracę z Krajową Siecią Teleaudiologii. W tym celu rozwiązania IT oraz oprogramowanie i rozwiązania pamięci masowej są udostępniane partnerom.

Tab. 6.7.2. Programy badań przesiewowych słuchu na świecie prowadzonych przez Instytut Fizjologii i Patologii Słuchu

Kraje w których IFPS przeprowadził badania przesiewowe słuchu	Wiek dzieci	Liczba przebadanych dzieci
Armenia	6-9	200
Azerbejdżan	6-8	200
Kamerun	5-15	220
Kolumbia	6-8	150
Kongo	6-8	200
Ghana	6-12	170
Wybrzeże Kości Słoniowej	6-8	130
Kazachstan	7-8	250
Kirgistan	6-7	300
Mołdawia	6-7	179
Nigeria	4-12	350
Rumunia	6-7	130
Rosja	6-12	166
Rwanda	6-15	195
Senegal	6-10	400
Tadżykistan	7-8	143
Tanzania	6-11	200
Turkmenia	6-8	200
Ukraina	6-11	384
Uzbekistan	6-8	200

#### 6.7.3.4. Aplikacje mobilne w badaniach przesiewowych

Na rynku aplikacji instalowanych w telefonach komórkowych coraz więcej jest narzędzi przeznaczonych do samodzielnej oceny słuchu. Ich twórcy zgodnie twierdzą, że oferowane produkty są prostym i wiarygodnym sposobem sprawdzenia stanu swojego słuchu. Badanie takie może wykonać każdy użytkownik mający zainstalowaną w telefonie odpowiednią aplikację, gdyż nie wymaga ono posiadania ani dodatkowego specjalistycznego sprzętu, ani profesjonalnej wiedzy. W sklepie Google Play dostępnych jest wiele różnych aplikacji pozwalających samodzielnie i w krótkim czasie ocenić stan swojego słuchu. Do najpopularniejszych należą testy oparte na zasadach audiometrii tonalnej i słownej. Istnieją również testy przeznaczone do oceny lokalizacji źródła dźwięku, wyznaczenia progu dyskomfortowego słyszenia oraz sprawdzenia objawu wyrównania głośności.

Poniżej przykładowe aplikacje:

1. Aplikacja „Badanie słuchu”- aplikacja w języku polskim, której działanie oparte jest na zasadach audiometrii tonalnej. Osoba badana za pomocą przycisków: „słyszę”, „nie słyszę”, „na granicy słyszenia” ma wyznaczyć próg słyszenia dla częstotliwości 250-8000 Hz. Test można wykonać w zakresie intensywności tonów od 0 do 100 dB. W sytuacji gdy natężenie tonu przekracza 50 dB HL, w uchu niebadanym prezentowany jest szum. Wyniki wyświetlają się w postaci kolorowego audiogramu z wykreślonym oddzielnie lewym i prawym uchem. Dodatkowe funkcjonalności:

- przeglądanie wyników badań,
- dodawanie notatki do wyników badań,
- drukowanie wyników badań,
- dostosowanie kalibracji (kalibracja współczynników może zostać dostosowana na podstawie twojego audiogramu wykonanego przy użyciu audiometru),
- weryfikacja współczynników kalibracji,

- tłumienie szumu maskującego na potrzeby audiometrii w wolnym polu.

2. Aplikacja „Tester Słuchu” - aplikacja w języku polskim również wykorzystująca zasady audiometrii tonalnej. Badanie przebiega w 14 etapach. Badany ma za zadanie nacisnąć przycisk kiedy słyszy dźwięk. Test przeprowadzany jest na częstotliwościach od 125-8000 Hz i intensywności bodźca od -10 do 80 dB HL. Wynik badania przedstawiany jest w postaci audiogramu.

Twórcy aplikacji zgodnie twierdzą, że proponowane przez nich narzędzia są wiarygodne. Urządzenia te stają się coraz bardziej popularne, ale cały czas brak konkretnych badań potwierdzających ich skuteczność.

Wychodząc na przeciw potrzebom pacjentów, zespół Światowego Centrum Słuchu przeprowadził pilotażowe badania wybranych aplikacji. Pierwsze testy zostały wykonane z użyciem aplikacji uSound, której działanie oparte jest na zasadach audiometrii tonalnej. W trakcie badań wykonano dwa pomiary:

- I. został wykonany samodzielnie przez pacjenta za pomocą aplikacji uSound,
- II. został wykonany przez osobę wykwalifikowaną standardowym urządzeniem wykorzystywanym do badań przesiewowych słuchu- Platforma Badań Zmysłów.

Wyniki uzyskane podczas obu pomiarów zostały porównane i wykazano, że aplikacja uSound osiąga prawie identyczne wyniki, niż te otrzymane za pomocą standardowego urządzenia. Testowana aplikacja pozwala na samodzielne wykonanie badania słuchu, a uzyskany wynik nieprawidłowy powinien skłonić do wizyty u specjalisty.

Możliwość wykorzystania aplikacji mobilnych w praktyce medycznej jest stosunkowo nową ścieżką badań. Prezentowane wyniki należy uznać za wstępne, które wymagają potwierdzenia w większej i bardziej zróżnicowanej populacji. Niemniej jednak badania przeprowadzane na całym świecie dowodzą, o wiarygodnych pomiarach uzyskiwanych z różnych urządzeń. Dzięki alternatywnym metodom pomiaru progów słyszenia, zwiększa się możliwość dotarcia do większej liczby osób, również na obszarach z ograniczoną dostępnością specjalistów.

#### 6.7.4. TeleABR/OAE

Zdalne badania słuchu wykonujemy posługując się tzw. hybrydowym modelem telemedycznym. Metoda ta łączy w sobie dwa schematy: synchroniczny i asynchroniczny. Przed wdrożeniem systemu zdalnego badania słuchu, przeprowadzono szkolenia techników z ośrodków współpracujących. Zostali oni przeszkoleni

w zakresie prawidłowego przygotowania pacjenta do badania, a także prawidłowej obsługi systemów. Przygotowano również materiały instruktażowe. Cała procedura zdalnego wykonania badań obiektywnych odbywa się za pomocą ogólnodostępnych aplikacji, które służą do współdzielenia pulpitu. Ponadto mamy możliwość obserwowania pokoju testowego oraz rozmowy z personelem w lokalizacji zdalnej. Po zakończeniu badania wyniki są gromadzone i przesyłane do specjalisty, który opisuje otrzymane dane.

Centra audiologiczne w większości krajów europejskich rutynowo stosują słuchową odpowiedź pnia mózgu (ABR) i otoemisje akustyczne (OAE) w celu uzupełnienia procedur diagnostycznych dla kompleksowej oceny słuchu. Podczas gdy wszystkie obiektywne procedury testowe mogą być trudne do zastosowania klinicznego, bardzo techniczny charakter słuchowej odpowiedzi pnia mózgu (ABR) może prowadzić do wielu błędów klinicystów uczących się dopiero tej procedury. OAE, chociaż ogólnie łatwe do administrowania, mogą dawać wyniki, które są błędnie interpretowane. Wiele klinik partnerskich Krajowej Sieci Teleaudiologii rozszerzyło swoje usługi o testy ABR i OAE. Klinicyści i technicy pracujący w ośrodkach międzynarodowych ukończyli kompleksowe szkolenia, w tym instrukcje dla pacjenta, umieszczenie słuchawek, umieszczenie sondy OAEs, aplikację elektrody, montaż elektrod, uruchomienie odpowiedniego oprogramowania i interpretację.

#### 6.7.5. Zdalne dopasowanie systemu implantu ślimakowego (Telefitting)

Dzięki opracowaniu nowych metod chirurgicznych oraz nowoczesnych protez słuchowych, takich jak, implanty ślimakowe, współczesna medycyna jest w stanie przywrócić zdolność do słyszenia coraz większej grupie pacjentów. System implantu ślimakowego jest elektroniczną protezą narządu sensorycznego. Jego zasada działania opiera się na stymulacji elektrycznej zakończeń nerwu słuchowego realizując w ten sposób funkcje uszkodzonego narządu receptorowego ślimaka i pozwalając pacjentom z głębokim niedosłuchem lub z częściową głuchotą na odbiór wrażeń słuchowych w pełnym zakresie częstotliwości dźwięku. System

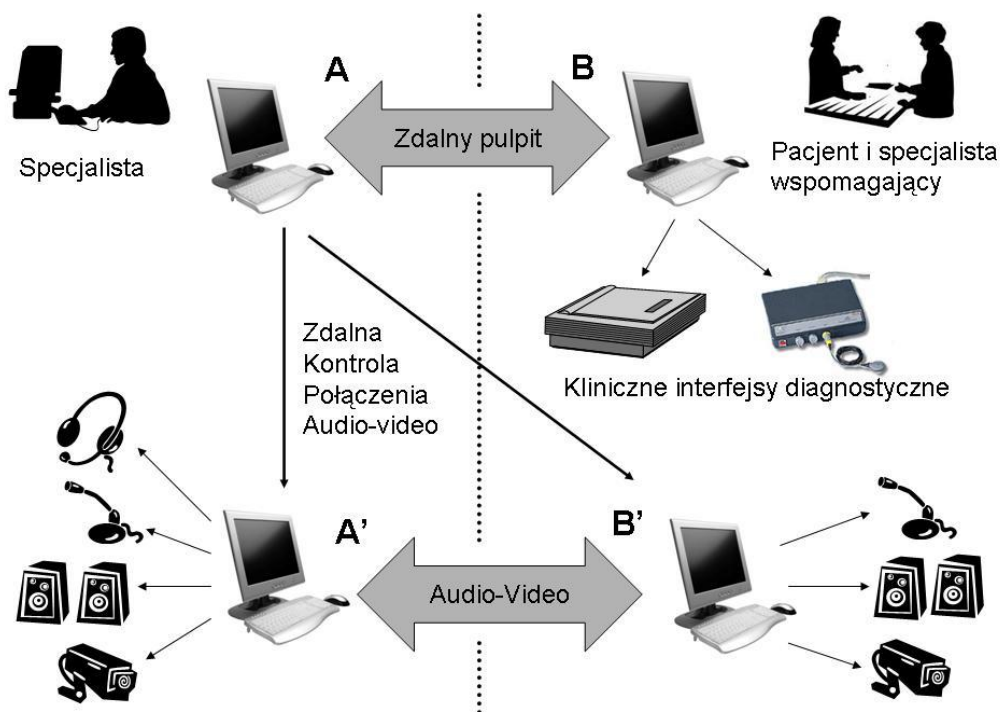


składa się z dwóch części: wewnętrznej – wszczepianej operacyjnie, i zewnętrznej – procesora mowy, który przetwarza dźwięki na bodźce elektryczne.

Osiągnięcie efektu zdrowotnego po zabiegu wszczepienia implantu ślimakowego zależy w znacznym stopniu od długofalowej, dobrze zorganizowanej i skoordynowanej rehabilitacji medycznej, której jednym z głównych elementów jest proces dopasowania procesora mowy (części zewnętrznej systemu implantu ślimakowego). Dopasowanie to jest procesem rozłożonym w czasie z uwagi na indywidualny charakter dopasowania parametrów stymulacji do zmieniających się pod wpływem doświadczenia słuchowego potrzeb pacjenta.

Zdalne dopasowanie systemu implantu ślimakowego (telefitting) jest to programowanie procesora mowy za pomocą łączenia się przez Internet dwóch współpracujących ośrodków. Są to z reguły ośrodki w którym dokonuje się wszczepienia implantów (ośrodek centralny, gdzie zatrudnieni są specjaliści) oraz ośrodek znajdujący się w pobliżu miejsca zamieszkania pacjenta (ośrodek lokalny zatrudniający specjalistów pomocniczych)

Do zdalnej metody dopasowania systemu implantu ślimakowego używane są dwa komputery PC: (komputer A i B na rys. Rys. 6.7.9) oraz system telekonferencyjny (A' B'). Komputer w ośrodku lokalnym jest wyposażony w specjalistyczne oprogramowanie i interfejsy diagnostyczne umożliwiające dopasowanie procesora mowy. W momencie rozpoczęcia badania, specjalista (inżynier kliniczny) za pomocą odpowiedniego oprogramowania przejmie kontrolę nad komputerem B, wykorzystując do tego połączenie internetowe. Umożliwia mu to uruchomienie aplikacji służącej do programowania procesorów mowy, oraz wykonanie wszystkich czynności przez tą aplikację dozwolonych. W ośrodku lokalnym specjalista wspomagający (logopeda, pedagog, audiolog) wspomagający podłącza, a po zakończeniu sesji odłącza procesor mowy pacjenta od interfejsu klinicznego i w razie potrzeby wspomaga kontakt specjalisty z pacjentem, który odbywa się za pomocą systemu telekonferencyjnego.



Rys. 6.7.9. Schemat zdalnego dopasowania implantu ślimakowego.

Przykładem praktycznej realizacji koncepcji zdalnego dopasowania systemu implantu jest telefitting realizowany w Instytucie Fizjologii i Patologii Słuchu jako jedna z usług telemedycznych w ramach Krajowej Sieci Teleaudiologii. Każda z jednostek współpracujących wyposażona jest w terminal Polycom HDX 8006, ruchomą kamerę i 32 calowy ekran LCD – pozwalające na komunikację audiowizualną oraz komputer klasy PC, specjalistyczne oprogramowanie i interfejsy diagnostyczne umożliwiające dopasowanie procesora mowy. W Instytucie telefitting realizowany jest z wykorzystaniem systemu teleinformatycznego, w którego skład wchodzi studio teleobecności OTX 300 oraz most telekonferencyjny RMX 2000. Telefitting odbywa się w czasie rzeczywistym. Dwukierunkowe przesyłanie danych pomiędzy Instytutem a jednostką

współpracującą odbywa się za pośrednictwem symetrycznego połączenia internetowego zapewniającego transmisję danych z prędkością minimum 2 Mbit/s. W jednostce współpracującej pacjent przebywa w asyście personelu pomocniczego, którego zadaniem jest zapewnienie komfortu pacjentowi oraz połączenie procesora mowy z interfejsem diagnostycznym. Wykorzystując platformę Logmein, będącą elementem systemu teleinformatycznego, specjalista z Instytutu wykonuje, przy pomocy specjalistycznego oprogramowania, szereg pomiarów telemetrycznych umożliwiających monitorowanie poprawności działania protezy jak również dopasowanie jej do indywidualnych potrzeb pacjenta.

Podczas sesji telefittingu specjalista z instytutu dokonuje oceny parametrów biofizycznych złącza elektroda-struktury ucha wewnętrznego aby ocenić poprawność funkcjonowania implantu oraz możliwości stymulacji elektrycznej zakończeń nerwu słuchowego.

Wykonuje pomiary bioelektryczne – tj. pomiary elektrycznie wywołanych złożonych potencjałów nerwu słuchowego – pozwalające na obiektywną ocenę funkcjonowania nerwu słuchowego.

Prowadzone są również pomiary psychofizyczne pozwalające na wyznaczenie elektrycznie wywołanej funkcji narastania głośności oraz na ocenę dynamiki słuchu elektrycznego.

Wyniki przeprowadzonych pomiarów telemetrycznych pozwalają na dobór parametrów stymulacji zakończeń nerwu słuchowego przez implant.

Wdrożenie telefittingu do praktyki klinicznej wymagało przeprowadzenia szeregu badań naukowych mających na celu walidację wdrażanej metody. Wyniki badań wykazały, że dopasowanie procesora mowy odbywające się w Instytucie oraz w ramach telefittingu nie różnią się pod względem parametrów dopasowania procesora oraz satysfakcji pacjenta z wykonywanej usługi. Ponadto badania dotyczące efektywności i bezpieczeństwa zastosowanych rozwiązań teleinformatycznych potwierdziły, że telefitting jest bezpieczny i niezawodny zarówno pod względem bezpieczeństwa transferu danych jak również pod względem bezpieczeństwa związanego ze stymulacją elektryczną zakończeń nerwu słuchowego.

O sukcesie po operacji wszczepienia implantu ślimakowego w dużej mierze decyduje optymalne dopasowanie procesora mowy. Włączenie do programu opieki zdrowotnej zdalnego dopasowania procesora mowy podnosi jakość świadczonych usług poprzez ułatwienie pacjentowi dostępu do specjalisty. Tym samym pacjent jest dodatkowo zmotywowany do pełnej realizacji programu opieki kooperacyjnej.

### **6.7.6. Telerehabilitacja**

W 2004 r. założono Domową Klinikę Rehabilitacji, której nadrzędnym celem była chęć zwiększenia efektywności rehabilitacji dzieci z uszkodzonym narządem słuchu. Dodatkowo ważne były ograniczenia kosztów opieki medycznej i edukacyjnej nad dzieckiem. Udany rozwój Domowej Kliniki Rehabilitacji dowiódł, że efektywne wyniki miały miejsce, gdy telekonsultacje, telerehabilitacja i teledukacja były wykorzystywane razem w celu osiągnięcia celów terapeutycznych.

Realizując ideę „Domowej Kliniki Rehabilitacji” w Instytucie Fizjologii i Patologii Słuchu opracowano i wydano różnego typu materiały przygotowywane z myślą o rodzicach, którym czasami bardzo trudno jest zostawić pracę, dom i inne obowiązki i regularnie odwiedzać specjalistów w poradniach – często dojeżdżając z dużych odległości. Dotychczas była to jedyna możliwość, aby dowiedzieć się, jak pracować z dzieckiem, by nie tracić drogiego czasu. Celem naszych działań było wyposażenie rodziców w różne nośniki potrzebnych informacji, z których mogą korzystać w domu. Nie sugerujemy bynajmniej, aby ograniczać lub zaprzestawać kontaktów ze specjalistami lub kontaktów rówieśniczych dziecka. Zarówno jedno, jak i drugie są mu bardzo potrzebne. Wiemy, że książki, filmy, komputery nie zastąpią czegoś, co jest najistotniejsze w rehabilitacji – kontaktu z drugim człowiekiem, gdyż jedynie w takiej relacji może się rozwijać język i mowa dziecka.

Sukces w rehabilitacji odniesie ta rodzina, w której dziecko:

- nauczy się wykorzystywać swoje resztki słuchowe,
- opanuje język ojczysty w sposób bierny (rozumienie mowy i języka),
- opanuje język ojczysty w sposób czynny (mówienie, posługiwanie się językiem ojczystym we wszelkich formach komunikacji językowej).

Istotą procesu, który nazywamy rehabilitacją dziecka z wadą słuchu, jest towarzyszenie mu w rozwoju języka ojczystego. Praca ta ma miejsce nie tylko w poradni, lecz także w domu, gdzie dziecko przebywa stale, tj. od rana do wieczora przez 365 dni w roku. To zadanie mogą wypełnić rodzice odpowiednio przygotowani merytorycznie i emocjonalnie.



Rys. 6.7.10. Telerehabilitacja wykonywana przez logopedę (po prawej) ze Światowego Centrum Słuchu

Rodzice łatwiej osiągną zamierzone cele we współpracy z wielospecjalistycznym zespołem profesjonalistów. Niestety współcześnie pojawia się wiele przeszkód w systematycznym korzystaniu z porad specjalistów w poradni. Stąd wynika potrzeba wspierania działań rodziców na terenie domu rodzinnego. Domowa Klinika Rehabilitacji chce wyjść naprzeciw specyficznym potrzebom i wypełniać luki, jakie istnieją na polu zapewnienia kompetentnej i skutecznej pomocy rodzinie wychowującej dziecko z wadą słuchu.

Formy pracy Domowej Kliniki Rehabilitacji:

- przygotowanie publikacji – książki, broszury, materiały do powielania,
- opracowywanie i upowszechnianie informacji praktycznych,
- przygotowanie pomocy edukacyjnych do zajęć logopedycznych i wspierających rozwój poznawczy dziecka (na płytach CD),
- udzielanie konsultacji na rzecz rodziców i dziecka bez konieczności dojeżdżania do odległej placówki specjalistycznej (telefon, fax, poczta),
- wykorzystywanie internetu – materiały edukacyjne na stronach www,
- konsultacje on-line.



Rys. 6.7.11. Płyty będące częścią Domowej Kliniki Rehabilitacji

### 6.7.7. Telediagnostyka

Zasadniczo istnieją dwa tryby, w których można przeprowadzić telediagnostykę: asynchroniczny (lub „przechowuj i przesyłaj”) i synchroniczny. Ocena asynchroniczna jest na ogół przeprowadzana przez lekarza (lub innego praktykującego), który wykonuje badania u pacjenta, a po zakończeniu testu przekazuje wyniki do formatu elektronicznego (takiego jak zeskanowane obrazy, elektroniczne formularze, a nawet faks). Te dane elektroniczne są następnie przesyłane do doświadczonego lekarza przez e-mail, SMS-y, fakсы lub rozwiązania oparte na chmurze. Po otrzymaniu wyników profesjonalista analizuje je w formie telekonsultacji.

Model synchroniczny (lub działająca na żywo) jest używany do telefitowania implantów ślimakowych. Ale technologia synchroniczna może być również wykorzystywana do wykonywania testów słuchowych w czasie rzeczywistym. Audiolodzy najczęściej preferują model synchroniczny, ponieważ ta technologia (z odpowiednim zestawem urządzeń) jest praktycznie tym samym doświadczeniem, co testowanie pacjenta „twarzą w twarz”.

Istnieje kilka modyfikacji powyższych paradygmatów. Teleaudiologia może obejmować model hybrydowy, który integruje zarówno metody synchroniczne, jak i asynchroniczne. Zazwyczaj niektóre systemy nadają się do metod synchronicznych, takich jak skomputeryzowane audiometry lub jednostki programujące aparaty słuchowe, podczas gdy inne są trudne do połączenia z siecią komputerową, taką jak tympanometr przesiewowy lub system prawdziwego ucha. Dzięki systemowi hybrydowemu klinicysta może zbudować prawdziwie elastyczny i opłacalny system teleaudiologiczny, wykorzystujący zarówno analogowe, jak i skomputeryzowane systemy audiologiczne, aby stworzyć system diagnostyczny, który spełnia większość, jeśli nie wszystkie, potrzeby w zakresie usług telaudiologicznych.

### 6.7.8. Kapsuła Badań Zmysłów

Programy badań przesiewowych to ważny element zdrowia publicznego. Wczesne wykrycie zaburzeń i podjęcie leczenia znacząco zmniejsza koszty opieki zdrowotnej. Obecnie nie ma na świecie takiego systemu urządzeń, dzięki któremu można wykonać badanie najważniejszych narządów zmysłów i mowy, w jednym miejscu i krótkim czasie. Aby diagnozować kolejne narządy, pacjenci muszą odwiedzić kilka ośrodków – oznacza to wiele wizyt i nierzadko długie miesiące oczekiwania na konsultacje. Dla wielu diagnostyka jest na tyle uciążliwa, że rezygnują z badań i leczenia. W odpowiedzi na zapotrzebowanie została stworzona innowacyjna kapsuła diagnostyczno – rehabilitacyjna.

Kapsuła Badań Zmysłów to pierwsze na świecie zintegrowane urządzenie do badania zmysłów człowieka. Zawiera infrastrukturę oraz urządzenia i wystandaryzowane testy do prowadzenia badań przesiewowo- diagnostycznych. Została opracowana przez konsorcjum. Liderem projektu dofinansowanego przez Narodowe Centrum Badań i Rozwoju w ramach przedsięwzięcia STRATEGMED było Światowe Centrum Słuchu Instytutu Fizjologii i Patologii Słuchu we współpracy m.in. z zespołami Politechniki Warszawskiej, Warszawskiego Uniwersytetu Medycznego, Collegium Medicum w Bydgoszczy, Instytutem Narządów Zmysłów i Centrum Słuchu i Mowy „Medincus”. Do tej pory, żeby zdiagnozować poszczególne narządy, pacjenci musieli odwiedzić kilka ośrodków specjalistycznych. Dzięki mobilnej kapsule, którą można ustawić np. w centrum handlowym, przeprowadzenie badań przesiewowych jest prostsze i sprawniejsze niż kiedykolwiek wcześniej, Kapsuła umożliwia przeprowadzenie testów słuchu, wzroku, węchu, smaku, równowagi oraz mowy i funkcji przetwarzania. Jej głównym zadaniem jest:

- wczesne wykrycie zaburzeń narządów zmysłów,
- wczesne uchwycenie czynników prognostycznych zapowiadających rozwój chorób neurodegeneracyjnych,
- wczesne wdrożenie treningu umysłowego i ruchowego,
- upowszechnienie i poprawa dostępu do badań profilaktycznych osób z zaburzeniami wielu narządów zmysłów, a także ich rehabilitację.

Dodatkowo Kapsuła Badań Zmysłów:

- zawiera nowoczesne i wystandaryzowane testy diagnostyczne,
- umożliwia szybkie wykonanie badań,
- zapewnia optymalne warunki do wykonywania badań,
- posiada modułową konstrukcję umożliwiającą mobilność,
- upowszechnia i ułatwia dostęp do badań profilaktycznych,

- przeznaczona zarówno dla dzieci w wieku szkolnym, jak i osób dorosłych,
- dostosowana do osób niepełnosprawnych ruchowo,
- łatwa w obsłudze,
- umożliwia telekonsultacje ze specjalistami,
- posiada dedykowany portal dla użytkowników i lekarzy.



Rys. 6.7.12. Kapsuła Badań Zmysłów

### Bibliografia

- [1] Currell R., Urquhart C., Wainwright P., Lewis R. *Telemedicine versus face to face patient care: effects on professional practice and health care outcomes*. Cochrane Database Syst Rev, 2000; (2): CD002098.
- [2] Wąsowski A., Skarżyński H., Obrycka A., Walkowiak A., Lorens A., Zgoda M., Skarżyński P.H., Bruski Ł., *Nationwide network of teleaudiology in postoperative care over implanted patients*, Journal of Hearing Science(2083-389x), t. 1(1), 139, 2011
- [3] Bruski Ł.: *Ocena klinicznej i ekonomicznej efektywności metody telefitingu stosowanej dla pacjentów z wszczepionym implantem słuchowym*, rozprawa doktorska, 2015
- [4] Skarżyński, P. H., Kochanek, K., Skarżyński, H., et al. (2011). *Hearing Screening Program in School-Age Children in Western Poland*. Journal of International Advanced Otology, 7(2), pp. 194-200.
- [5] Pankowska A, Solnica J, Skarzynski H. *Telerehabilitation - a new form of help to patients who are using the cochlear implant under the postoperative care*. Now Audiofonol 2012;1(3):35-38. GICID:71.0000.1500.1693
- [6] Pankowska A., Solnica J., Wąsowski A., Geremek A., Skarżyński H. *Home Rehabilitation Clinic (HRC) – the proposition of solution of organizing rehabilitation close to patient's home*, 10th European Federation of Audiology Societies Congress. Abstract book. J Hear Sci, 2011; 1(1).
- [7] Skarżyński P.H., Skarżyński H., Wąsowski A., et al. *First in the World National Network of Teleaudiology, Med-e-Tel 2015 Electronic Proceedings of The International eHealth, Telemedicine and Health ICT Forum for Educational, Networking and Business*, tom: , 482-483, 2015
- [8] [www.lion-web.org](http://www.lion-web.org) (wersja z dnia 24.04.2019)
- [9] [http://edu.ifps.org.pl/index.php?link=kursy\\_miedzynarodowe&fm=1](http://edu.ifps.org.pl/index.php?link=kursy_miedzynarodowe&fm=1) (wersja z dnia 24.04.2019)
- [10] Wąsowski A., Obrycka A., Walkowiak A., Skarżyński H., Bruski Ł., Skarżyński P.H., *Expert telefitting mode with the help of support specialists for cochlear implant recipients*, Otorhinolaryngologia Hungarica, t. 59, 104, 2013
- [11] Wąsowski A., Skarżyński H., Lorens A., Obrycka A., Walkowiak A., Skarżyński P. H., Włodarczyk A. W., Bruski Ł., *The Telefitting Method used in the National Network of Teleaudiology: Assessment of Quality and cost effectiveness*, Journal of Hearing Science, vol. 2, No.2, s.81-85, 2012
- [12] [www.telefitting.ifps.org.pl](http://www.telefitting.ifps.org.pl) (wersja dnia 24.04.2019)
- [13] Wesarg T, Wasowski A, Skarzynski H, et al. *Remote fitting in Nucleus cochlear implant recipients*. Acta Otolaryngol 2010;130(12):1379-1388. <https://doi.org/10.3109/00016489.2010.492480>

- [14] Skarżyński, P. H., Świerniak, W., Piłka, A., Skarżyńska, M. B., Włodarczyk, A. W., Kholmatov, D., Hatzopoulos, S. (2016). *A Hearing Screening Program for Children in Primary Schools in Tajikistan: A Telemedicine Model*. *Medical Science Monitor*(22), 2424-2430. doi:10.12659/MSM.895967
- [15] Kelm M., Dąbrowska A., Skarżyński P.H., Skarżyński H., *Diagnostic and rehabilitation of vestibular disorders with using of telemedicine tools*, *ScienceMED an International Journal of Medical Sciences*, vol. 4, s. 17-19
- [16] Skarżyński P.H., Piłka A, Ludwikowski M, Skarżyńska MB., *Comparison of the frequency of positive hearing screening outcomes in schoolchildren from Poland and other countries of Europe, Central Asia, and Africa*,
- [17] Śliwa L, Hatzopoulos S, Kochanek K, Piłka A, Senderski A., Skarżyński P.H., *A comparison of audiometric and objective methods in hearing screening of school children. A preliminary study*, <https://whc.ifps.org.pl/2018/08/stymulator-polimodalnej-percepcji-sensorycznej-skarzynskiego-spps-s-oraz-kapsula-badan-zmyslow-nagrodzona-w-japonii/> (wersja z dnia 24.04.2019)
- [18] Davis H. *Some principles of sensory receptor action*. *Physiol Rev*, 1961; 4: 391–416.
- [19] Allen A. *Morphing Telemedicine - Telecare - Telehealth - eHealth*. *Telemed Today*, Special issue, Buyer's Guide and Directory, 2000; 1:43.
- [20] Kutyba J., Kochanek K., Piłka A., Skarżyński P.H. *Wykorzystanie aplikacji uSound do badań przesiewowych sluchu u osób dorosłych*. *Now Audiofonol* 2018; 7(2): 17 - 24 :: ID: 1003010
- [21] Bashshur R.L. *On the definition and evaluation of telemedicine*. *Telemed J*, 1995; 1: 19–30.
- [22] Craig J., Patterson V. *Introduction to the practice of telemedicine*. *J Telemed Telecare*, 2005; 11: 1, 3–12.
- [23] <http://www.telezdrowie.pl/> (wersja z dnia 24.04.2019)
- [24] Skarżyński, H., Piotrowska, A., Szaflik, J., Luxon, L., am Zehnhoff-Dinnesen, A., Kaufmann-Meyer, M., Skarżyński, P. H. (2011). *European Consensus statement on hearing, vision, and speech screening in pre-school and school-age children*. *Journal of Hearing Science*, 1(2), pp. 89-90.
- [25] Tomaszewska-Hert I, Skarżyński P.H, Ludwikowski M. *Audiology Measurement Using Telemedical Solution in Central Asia*. *J Int Soc Telemed EHealth* 2017;5:56-1-3.
- [26] Wasowski A, Skarżyński PH, Lorens A, Obrycka A, Walkowiak A, Bruski L. *Remote fitting of cochlear implant system*. *Cochlear Implants Int* 2010;11 Suppl 1:489–92. <https://doi.org/10.1179/146701010X12671177318105>
- [27] Świerniak W, Skarżyński P.H, Ludwikowski M, Bruski Ł. *Telefitting Between Kajetany and Odessa, Ukraine for Cochlear Implants*, *Journal of the International Society for Telemedicine and eHealth*