

ANALIZA KIERUNKOWA

System Ostrzegania i Alarmowania Ludności (SOIA)

wersja 2 — układ odgórny

Pokrycie ogólnokrajowe — luki — obszary ryzyka powodziowego
oraz integracja centralna przez CAP, IoT Feed, APN KG PSP i kanały odpornościowe

Materiał dla:

Ministra Spraw Wewnętrznych i Administracji
Komendanta Głównego Państwowej Straży Pożarnej

Data opracowania: 10 maja 2026 r.

Wersja danych źródłowych: inwentaryzacja z 5 maja 2026 r.; etap V13

Opracował analizę:

st. bryg. mgr inż. Michał Kłosiński

Biuro Informatyki i Łączności KG PSP

Koordynator prac:

st. bryg. mgr inż. Marek Wnęk

Biuro Ochrony Ludności KG PSP

Warszawa, maj 2026 r.

Spis treści

Streszczenie dla decydentów	3
CZĘŚĆ I — Pokrycie ogólnokrajowe sygnałem syren	4
1.1. Obraz krajowy — 22 614 syren, 77% mieszkańców w zasięgu	4
1.2. Mapa zasięgów akustycznych w Polsce	4
1.3. Pokrycie wg województw — od 86,6% do 64,4%	5
1.4. Pokrycie powiatów (380 jednostek)	7
1.5. Pokrycie gmin — najpełniejszy obraz przestrzenny (2 477 jednostek)	8
1.6. Treemap — proporcje populacyjne województw	9
1.7. Tabela wojewódzka — pełne dane	10
CZĘŚĆ II — Luki w pokryciu	12
2.1. 13 050 zidentyfikowanych obszarów bez ostrzeżenia	12
2.2. Krzywa Pareto — koncentracja problemu (5% luk = 60% populacji)	13
2.3. Hotspoty populacyjne	14
2.4. Profil parku syren — co dziś mamy	16
CZĘŚĆ III — Obszary ryzyka powodziowego	19
3.1. Skala ryzyka — 2,37 mln mieszkańców	19
3.2. Pokrycie syrenami w strefach ryzyka	19
3.3. Województwa z największym deficytem w strefach ryzyka	20
3.4. Mapa podwójnego ryzyka — najmocniejsza grafika decyzyjna	20
3.5. Cztery województwa krytyczne — zoom regionalny	21
3.6. Gminy z największym deficytem	23
CZĘŚĆ IV — Obszary do doposażenia w syreny	25
4.0. Wizualizacja efektu wariantu PODSTAWOWEGO — PRZED/PO	25
4.1. Ranking nowych lokalizacji w strefach ryzyka	26
4.2. Modernizacja istniejących syren	26
4.3. Obiekty wrażliwe w obszarach luk klasy A	27
4.4. Walidacja terenowa	29
CZĘŚĆ V — Publiczny CAP, IoT Feed i kanały odpornościowe	30
5.1. CAP/PL-CAP — publiczna warstwa alertów	30
5.2. ETAP I — publiczny feed i IoT Feed MVP	30
5.3. Kontrakt IoT Feed — bezpieczeństwo i TERYT	30
5.4. ETAP II — prywatny APN KG PSP	31
5.5. ETAP III — LoRa/TETRA dla urządzeń krytycznych	31
5.6. Rekomendacje decyzyjne	31
CZĘŚĆ VI — Warianty budżetowe i decyzje (bubble chart)	32
Załączniki tabelaryczne i materiały źródłowe	35

Streszczenie dla decydentów

System ostrzegania ludności w Polsce dysponuje **22 614 syrenami alarmowymi**. Modelowany sygnał (≥ 65 dB(A) — próg dobrej słyszalności w warunkach miejskich) dociera do **29,35 mln osób, czyli 77,2% mieszkańców kraju**. Poza zasięgiem pozostaje 8,7 mln osób — głównie na obszarach o rozproszonej zabudowie wiejskiej.

Pokrycie województw waha się od **86,6% (śląskie)** i **83,1% (łódzkie)** do **64,4% (kujawsko-pomorskie)** i **67,1% (warmińsko-mazurskie)**. Nawet województwa z dobrym pokryciem mają luki w gminach o rozproszonej zabudowie. Łącznie zidentyfikowano **13 050 obszarów luk inwestycyjnych** wymagających analizy decyzyjnej.

Po nałożeniu zasięgów syren na krajowe mapy ryzyka powodziowego (ISOK / Wody Polskie) widać, że na obszarach zagrożonych powodzią mieszka **2,37 mln osób**, z czego **447 593 osoby (18,9%) pozostają poza zasięgiem skutecznego ostrzeżenia syrenowego**. To jest najbardziej krytyczna luka systemowa, którą należy zamknąć w pierwszej kolejności.

Drugim — równoległym — kierunkiem jest integracja centralna systemu sterowania. Po analizie projektu KGPPS/CAP_ALERT rekomendowane jest wdrożenie trójetapowe: ETAP I — publiczny CAP/feed alertów i podpisany, jednokierunkowy IoT Feed dla dobrowolnie podłączonych urządzeń; ETAP II — prywatny APN KG PSP i zarządzane modemy/SIM dla urządzeń priorytetowych; ETAP III — LoRa i TETRA jako dywersyfikacja dla urządzeń krytycznych. CAP opisuje alert dla ludności, natomiast wzbudzanie syren i tablic informacyjnych jest widokiem wykonawczym PL-CAP-DIST-IOT, zabezpieczonym podpisem, TERYT i świadomym opt-in operatora.

KLUCZOWE LICZBY

- 38,04 mln — ludność Polski (NSP 2021)
- 22 614 — łączna liczba syren w inwentaryzacji
- 77,2% — populacja w zasięgu skutecznego ostrzeżenia (≥ 65 dB(A))
- 8,7 mln — osoby poza zasięgiem (głównie obszary wiejskie)
- 13 050 — zidentyfikowanych luk wymagających analizy
- 2,37 mln — mieszkańcy obszarów ryzyka powodziowego
- 447 593 — osoby w obszarach ryzyka POZA zasięgiem syren
- 15 909 — syren bez modułu GSM (priorytet ETAPU I)
- 9 grup podmiotów odpowiedzialnych — fragmentacja sterowania

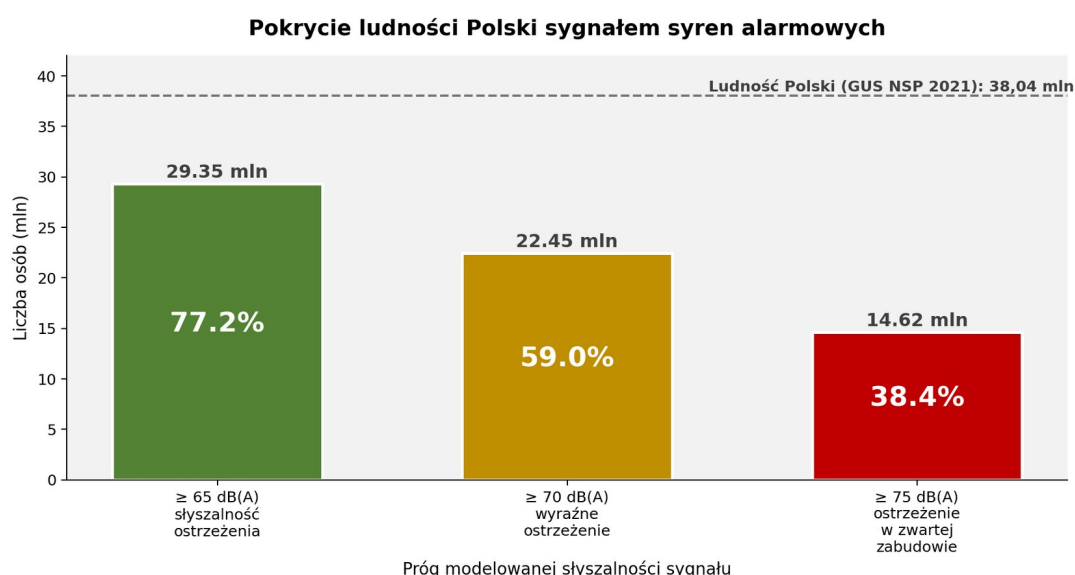
CZĘŚĆ I — Pokrycie ogólnokrajowe sygnałem syren

1.1. Obraz krajowy — 22 614 syren, 77% mieszkańców w zasięgu

Inwentaryzacja przeprowadzona na potrzeby SOIA objęła wszystkie 16 województw. Po weryfikacji i usunięciu zduplikowanych zgłoszeń uzyskano 22 032 unikalne lokalizacje syren. Spośród nich 20 921 daje mierzalny zasięg akustyczny w modelu obliczeniowym — pozostałe wymagają korekty parametrów lub weryfikacji w terenie.

Modelowany zasięg uwzględnia trzy progi słyszalności:

- 65 dB(A) — sygnał dobrze słyszalny w warunkach typowej zabudowy miejskiej; jest to próg minimalny dla skutecznego ostrzegania (29,35 mln osób, 77,2% kraju);
- 70 dB(A) — sygnał wyraźnie słyszalny, również w pomieszczeniach niezamkniętych (22,45 mln osób, 59,0% kraju);
- 75 dB(A) — sygnał słyszalny w pomieszczeniach zwartej zabudowy mieszkaniowej (14,62 mln osób, 38,4% kraju).

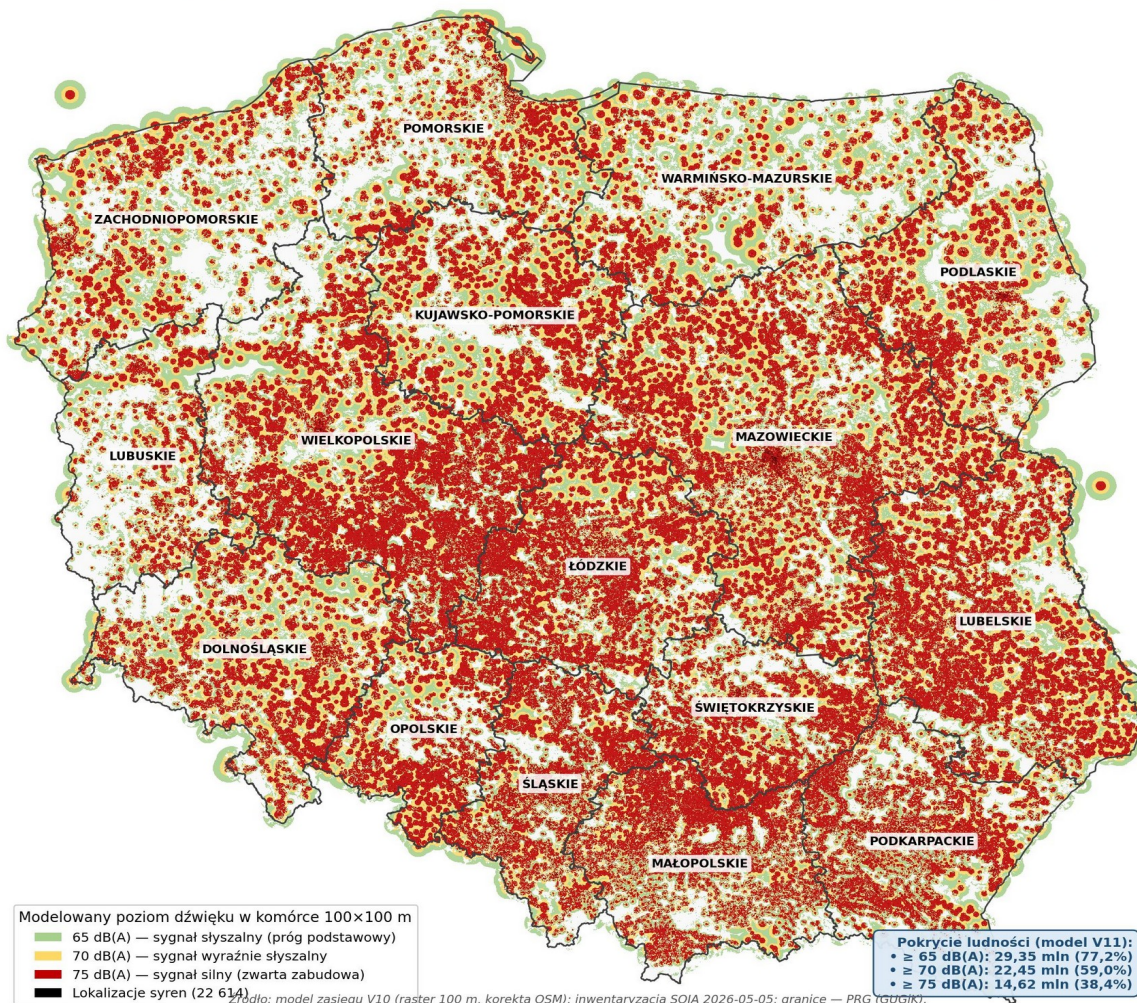


Wykres 1. Pokrycie ludności Polski sygnałem syren — trzy progi słyszalności. Próg 65 dB(A) jest podstawowym wskaźnikiem skuteczności systemu.

1.2. Mapa zasięgów akustycznych w Polsce

Poniższa mapa pokazuje przestrzenne rozmieszczenie zasięgów akustycznych syren w skali kraju. Widać wyraźnie skupiska w największych miastach (Warszawa, Łódź, Kraków, Wrocław, Katowice) oraz wzdłuż gęstszej sieci osadniczej. Obszary bez zasięgu (białe na mapie) to przede wszystkim tereny rolnicze województw warmińsko-mazurskiego, podlaskiego, lubelskiego oraz kujawsko-pomorskiego.

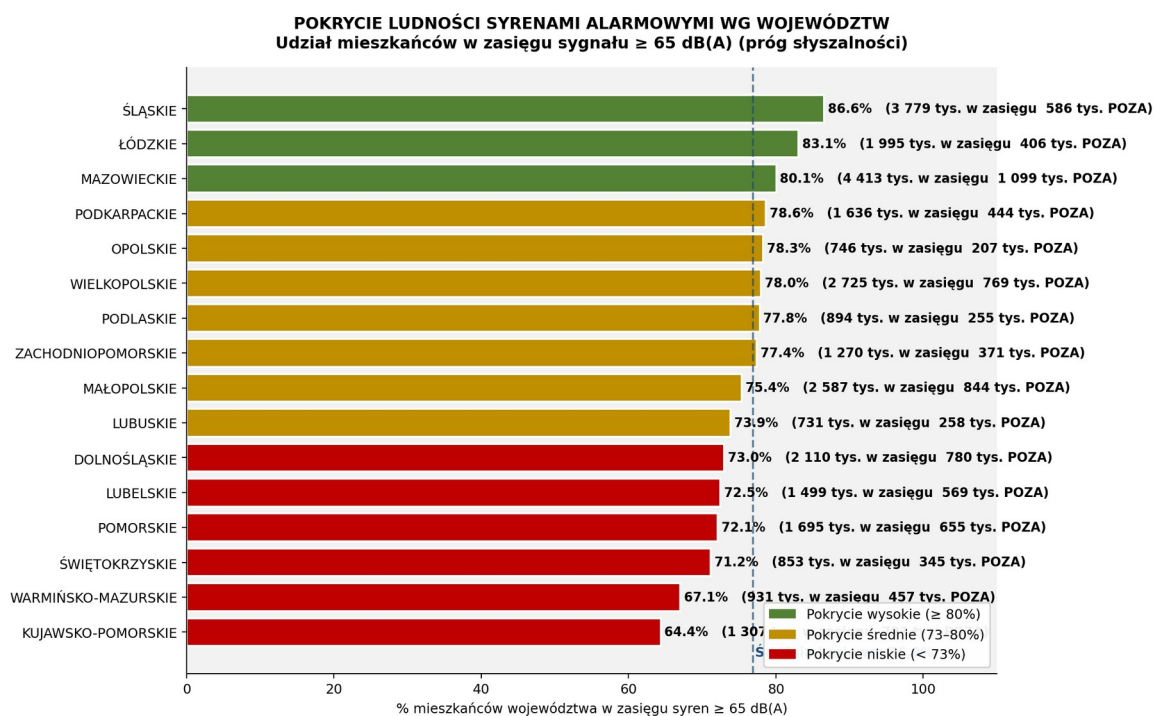
ZASIĘGI AKUSTYCZNE SYREN ALARMOWYCH W POLSCE
Model propagacji V10 — natywna rozdzielczość 100 m, kolor wg modelowanego progu dźwięku



Mapa 1. Zasięgi akustyczne syren alarmowych w Polsce — model V10 (rozdzielczość 100 m). Kolory wg modelowanego progu dźwięku w komórce.

1.3. Pokrycie wg województw — od 86,6% do 64,4%

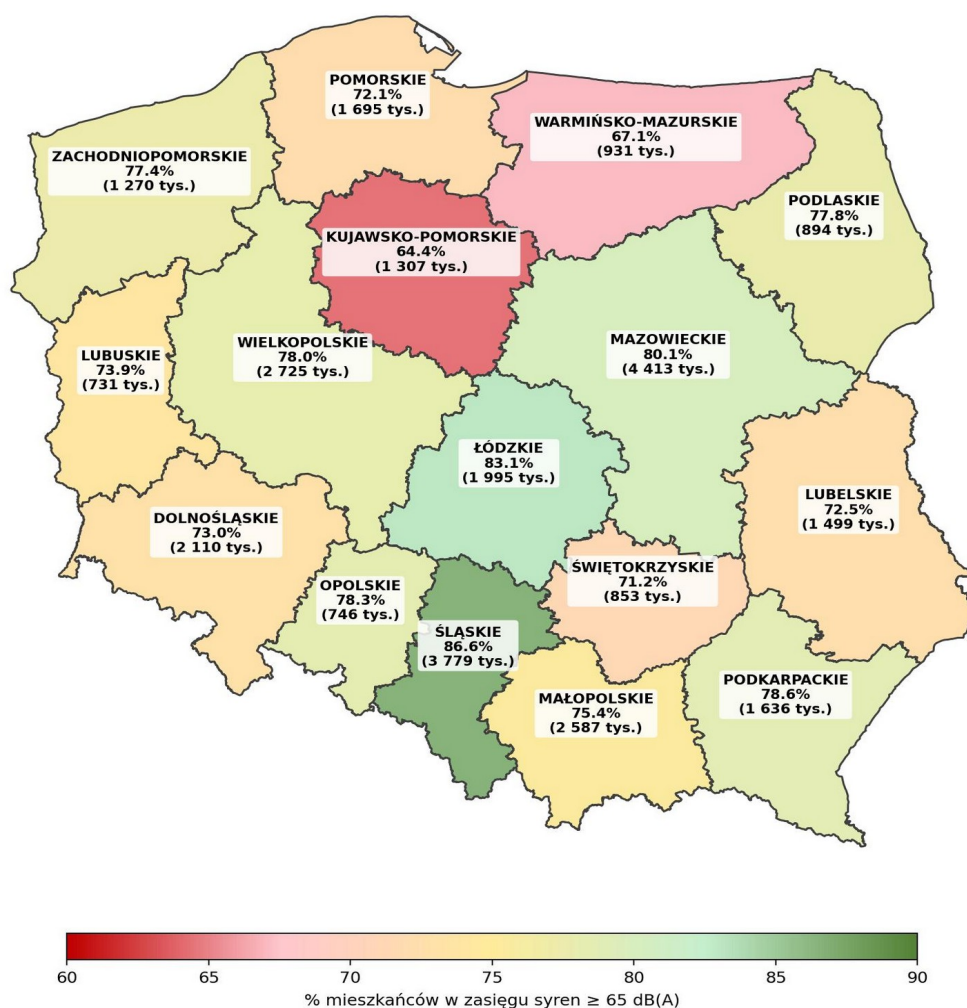
Pokrycie województw mierzone procentem mieszkańców w zasięgu sygnału ≥ 65 dB(A) jest wyraźnie zróżnicowane. Najlepiej wypada Śląskie (86,6%) — wynika to z bardzo gęstej zabudowy i silnej sieci syren w aglomeracji górnośląskiej. Najślabiej — Kujawsko-Pomorskie (64,4%), gdzie liczne małe miejscowości nie są objęte zasięgiem.



Wykres 2. Pokrycie ludności sygnałem syren wg województw — % mieszkańców w zasięgu ≥ 65 dB(A). Średnia krajowa: 76,9%.

POKRYCIE OGÓLNE WOJEWÓDZTWA SYGNAŁEM SYREN

Udział mieszkańców w zasięgu ≥ 65 dB(A) wg województw — model V11



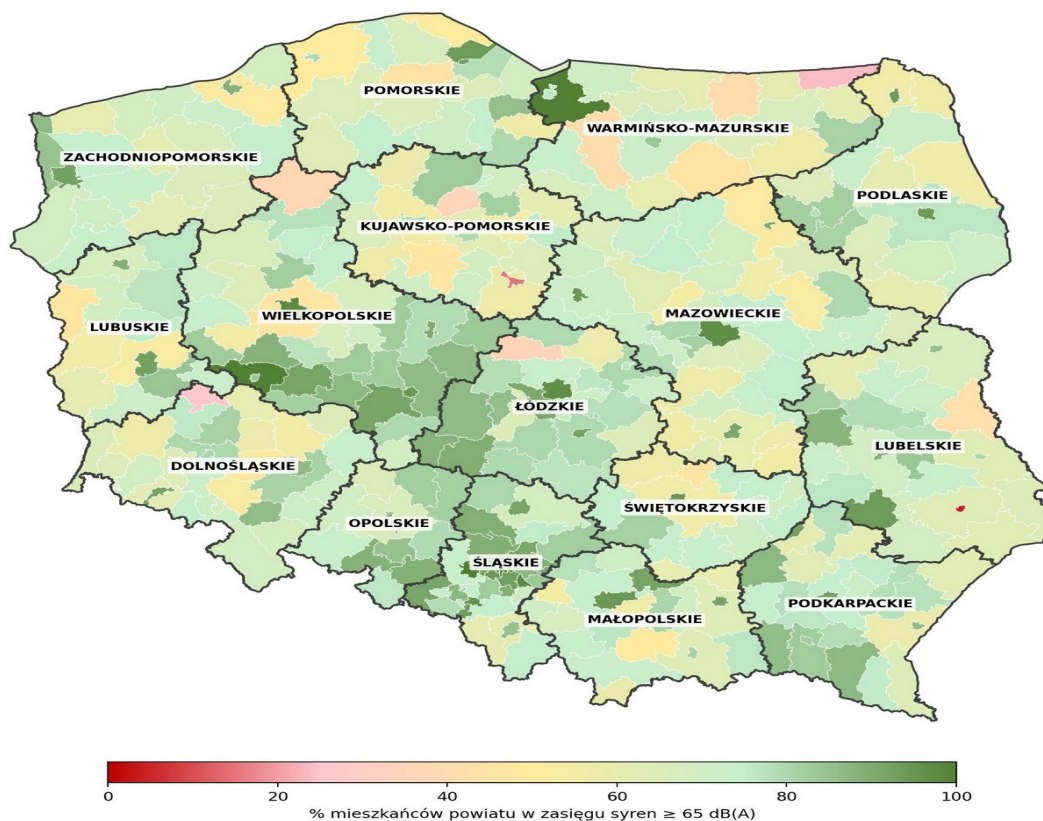
Źródło: model populacji V11 + zasięgi V10; populacja ogółem wg GUS NSP 2021; granice — PRG (GUGIK).

Mapa 2. Choropleth pokrycia województw — czerwone obszary mają najbliższe pokrycie, zielone — najsiłniejsze. Etykiety pokazują % i liczbę osób w zasięgu.

1.4. Pokrycie powiatów (380 jednostek)

Mapa wojewódzka maskuje silne zróżnicowanie wewnątrzregionalne. Na poziomie powiatów obraz jest dramatycznie inny: w tym samym województwie sąsiadują powiaty z pokryciem powyżej 90% (zwykle miasta na prawach powiatu) z powiatami ziemskimi, w których pokrycie spada poniżej 30%. Powiaty ziemskie wokół miast wojewódzkich (np. ziemski Zamość, Włocławek, Głogów) mają najniższe pokrycie — syreny są skoncentrowane w sąsiednim mieście, a populacja wiejska wokół pozostaje poza zasięgiem.

**POKRYCIE OGÓLNE POWIATÓW SYGNAŁEM SYREN
380 powiatów — % populacji w zasięgu ≥ 65 dB(A)**



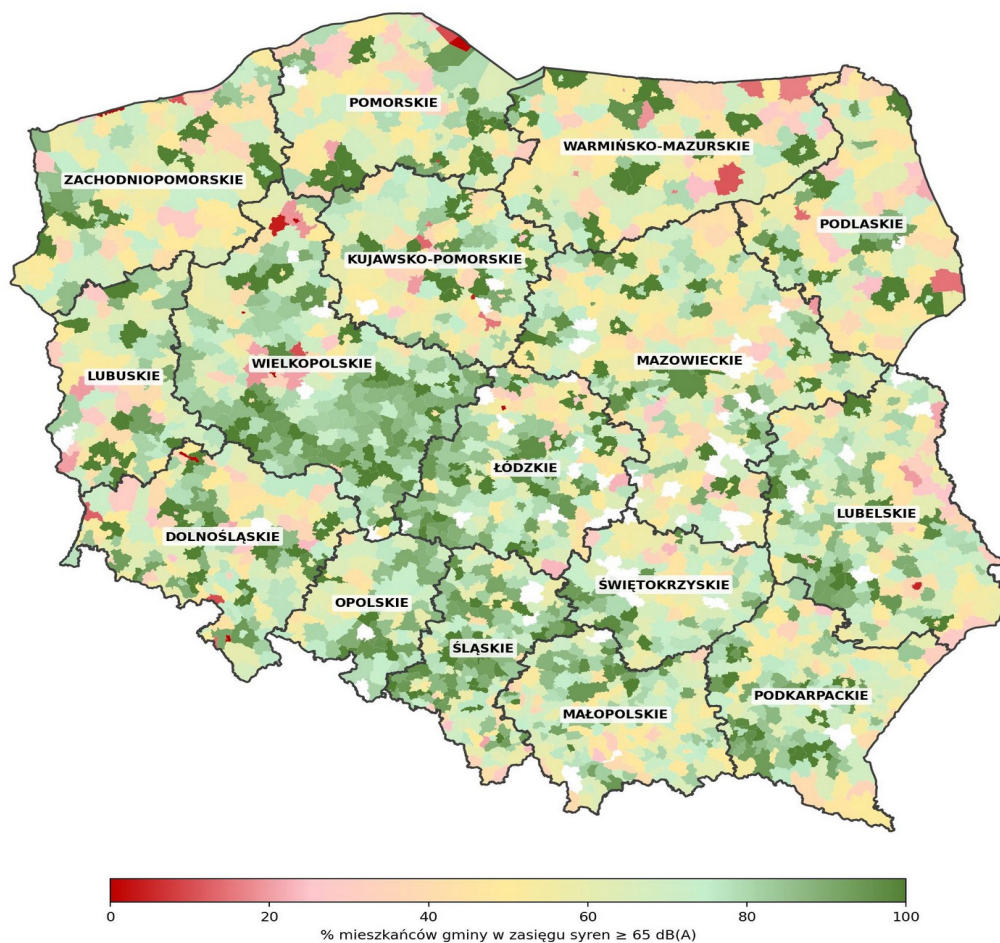
Źródło: model V11 + GUS NSP 2021; granice — PRG/V12. Powiaty białe = ekstremalnie niskie pokrycie (m.in. ziemskie wokół miast wojewódzkich).

Mapa 3. Choropleth 380 powiatów — % populacji w zasięgu syren. Białe powiaty: ekstremalnie niskie pokrycie (głównie powiaty ziemskie wokół miast wojewódzkich).

1.5. Pokrycie gmin — najpełniejszy obraz przestrzenny (2 477 jednostek)

Dopiero mapa gmin pokazuje rzeczywisty wzór problemu. Średnia ważona dla gmin to 66,9% (znacznie niżej niż dla województw, bo gminy wiejskie są mniejsze i częściej całkowicie poza zasięgiem). Mapa gmin to najmocniejszy pojedynczy obraz w dokumencie — pokazuje, że problem nie jest losowy, tylko ma wyraźny wzorzec: rdzenie miast = zielone, peryferie wiejskie = pomarańczowe, najbardziej rozproszone obszary wiejskie = czerwone.

**POKRYCIE OGÓLNE GMIN SYGNAŁEM SYREN — NAJPEŁNIEJSZY OBRAZ PRZESTRZENNY
2 477 gmin — % populacji w zasięgu ≥ 65 dB(A)**



Źródło: model V11 + GUS NSP 2021; granice — PRG/V12. Białe gminy = pełen brak ostrzeżenia (głównie wiejskie strefy o rozproszonej zabudowie).

Mapa 4. Choropleth 2 477 gmin — % mieszkańców w zasięgu syren. Najpełniejszy obraz przestrzenny dystrybucji problemu.

1.6. Treemap — proporcje populacyjne województw

Treemap kompresuje cały kraj do jednego obrazu: wielkość każdego kafelka odpowiada populacji województwa, a podział kolorystyczny pokazuje udział populacji w zasięgu (kolor) i poza zasięgiem (jasnoróżowa część kafelka). Mazowieckie i śląskie zajmują największą powierzchnię, ale to mazowieckie ma większą bezwzględną liczbę osób bez ostrzeżenia.

TREEMAP POPULACJI WOJEWÓDZTW — UDZIAŁ W ZASIĘGU SYREN ≥ 65 dB(A)
Wielkość kafelka = populacja województwa · zielony = w zasięgu, czerwony = poza



Wykres 3. Treemap populacji województw — proporcje wielkości i udział w zasięgu syren.

1.7. Tabela wojewódzka — pełne dane

Tabela 1. Pokrycie OGÓLNE województw sygnałem syren ≥ 65 dB(A) — populacja w zasięgu i poza zasięgiem.

Województwo	Mieszkańców (NSP 2021)	W zasięgu ≥ 65 dB(A)	% w zasięgu	POZA zasięgiem	% poza
ŚLĄSKIE	4 365 287	3 779 090	86,6%	586 197	13,4%
ŁÓDZKIE	2 401 993	1 995 460	83,1%	406 533	16,9%
MAZOWIECKIE	5 512 794	4 413 178	80,1%	1 099 616	19,9%
PODKARPACKIE	2 080 611	1 636 286	78,6%	444 325	21,4%
OPOLSKIE	954 048	746 789	78,3%	207 259	21,7%
WIELKOPOLSKIE	3 494 468	2 725 141	78,0%	769 327	22,0%
PODLASKIE	1 149 365	894 258	77,8%	255 107	22,2%
ZACHODNIOPOMORSKIE	1 641 189	1 270 004	77,4%	371 185	22,6%
MAŁOPOLSKIE	3 431 499	2 587 352	75,4%	844 147	24,6%
LUBUSKIE	989 981	731 220	73,9%	258 761	26,1%
DOLNOŚLĄSKIE	2 891 321	2 110 555	73,0%	780 766	27,0%
LUBELSKIE	2 068 134	1 499 082	72,5%	569 052	27,5%
POMORSKIE	2 350 067	1 695 004	72,1%	655 063	27,9%
ŚWIĘTOKRZYSKIE	1 199 094	853 170	71,2%	345 924	28,8%
WARMIŃSKO-MAZURSKIE	1 389 810	931 921	67,1%	457 889	32,9%
KUJAWSKO-POMORSKIE	2 031 471	1 307 795	64,4%	723 676	35,6%

WNIOSEK CZĘŚCI I

Pokrycie kraju jest wysokie (77,2%), ale nierównomierne — różnica między najlepszym a najłabszym województwem to 22 punkty procentowe.

Cztery województwa mają poniżej 73% pokrycia: kujawsko-pomorskie, warmińsko-mazurskie, świętokrzyskie i pomorskie. To w nich należy w pierwszej kolejności analizować potencjał inwestycyjny.

Zwiększanie liczby syren wszędzie jest nieefektywne — dalsza analiza (Część II) wskaże konkretne miejsca o największym znaczeniu.

CZĘŚĆ II — Luki w pokryciu

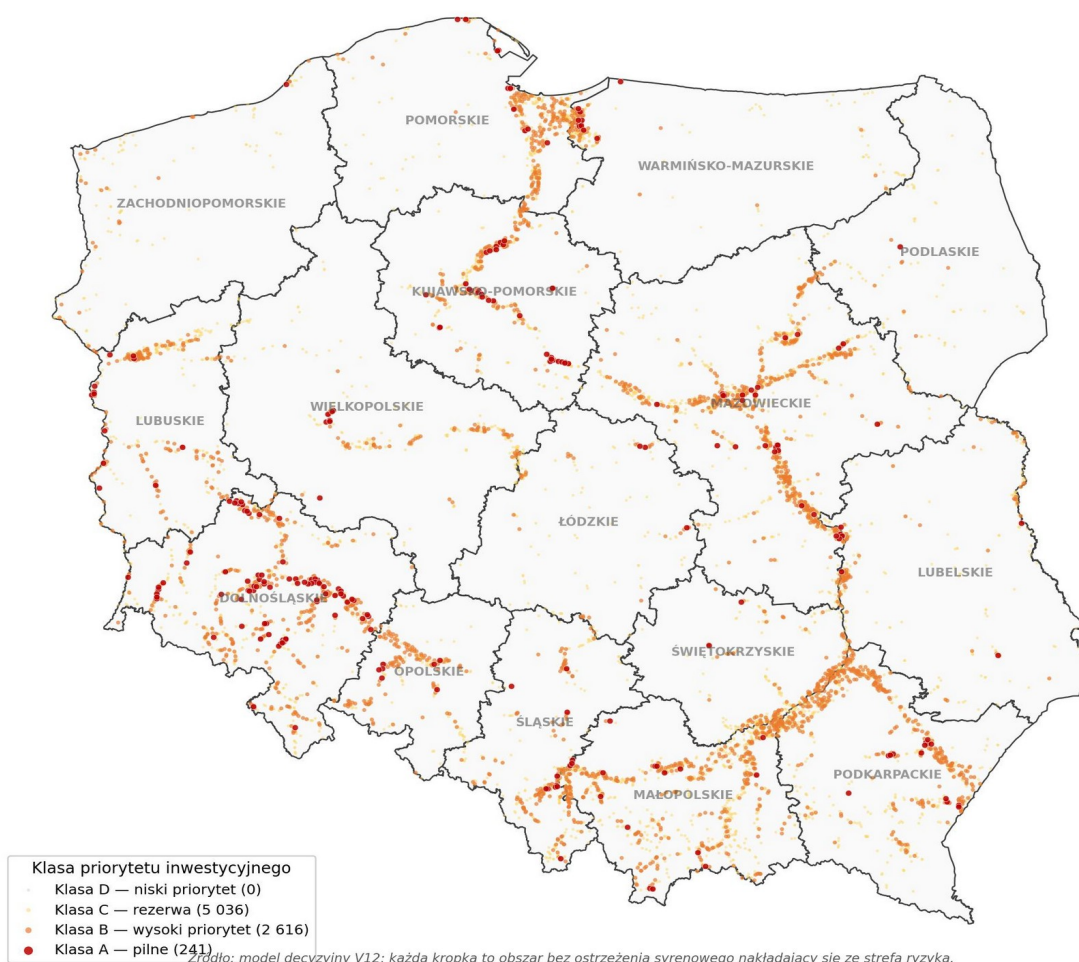
2.1. 13 050 zidentyfikowanych obszarów bez ostrzeżenia

Z modelu V12 wynika, że na terenie Polski znajduje się 13 050 odrębnych obszarów (luk), w których brak skutecznego zasięgu syren nakłada się na obszar wymagający ostrzegania. Każda luka jest scharakteryzowana liczbą osób bez ostrzeżenia, klasą ryzyka i rekomendowanym działaniem inwestycyjnym.

Tabela 2. Klasyfikacja luk inwestycyjnych wg klasy priorytetu.

Klasa priorytetu	Liczba luk	Charakterystyka	Rekomendacja
A — pilne	241	Wysoka populacja, wysokie ryzyko, brak alternatyw	Działanie w pierwszej kolejności (12 mies.)
B — wysoki priorytet	2 616	Istotna populacja lub wysokie ryzyko	Działanie po potwierdzeniu lokalizacji (24 mies.)
C — rezerwa	5 036	Mniejsze populacje, średnie ryzyko	Modernizacja tańszym wariantem
D — niski priorytet	5 157	Małe populacje lub niskie ryzyko	Monitorować, nie inwestować priorytetowo

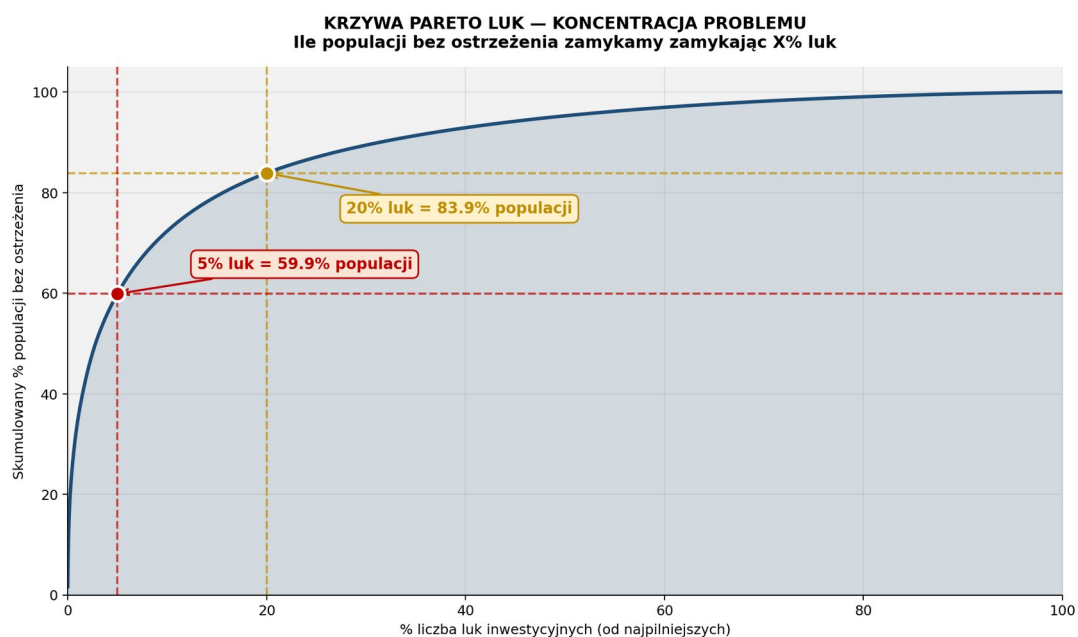
MAPA LUK INWESTYCYJNYCH — GDZIE BRAKUJE OSTRZEGANIA
13 050 zidentyfikowanych luk; klasa A — najpilniejsze wymagają reakcji w pierwszej kolejności



Mapa 5. Wszystkie 13 050 luk inwestycyjnych w Polsce — kolorowanie wg klasy priorytetu. Klasa A (czerwone) = pilne; klasy B/C/D = niższe priorytety.

Krzywa Pareto — koncentracja problemu

Analiza Pareto luk pokazuje silną koncentrację: **5% najpilniejszych luk pokrywa 60% całej populacji bez ostrzeżenia, a 20% luk — niemal 84%**. Ten wzorzec uzasadnia podejście warianowe: zamknięcie pierwszych 451 luk klasy A (3,5% wszystkich luk) daje większość efektu populacyjnego za ułamek kosztu wariantu docelowego.

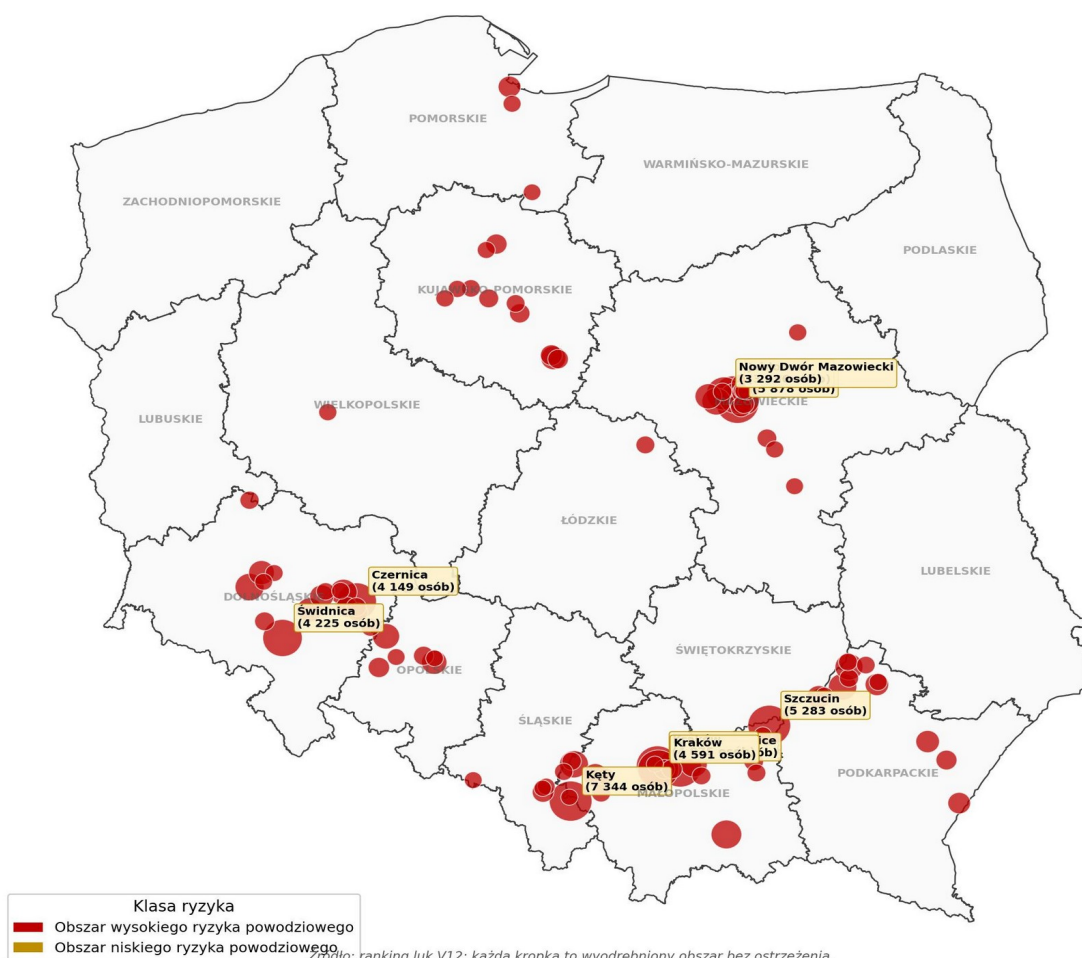


Wykres 4. Krzywa Pareto luk — skumulowany % populacji bez ostrzeżenia w funkcji % zamkniętych luk. Mocny argument liczbowy za wariantem podstawowym/optymalnym.

2.2. Hotspoty populacyjne — gdzie pojedyncza luka obejmuje najwięcej osób

Mapa hotspotów pokazuje 100 luk, w których liczba osób bez ostrzeżenia jest największa. Rozmiar kropki odzwierciedla liczbę mieszkańców. Największe pojedyncze luki znajdują się w gminach: Kęty (7 344 osób), Szczucin (5 283), Kraków (4 591), Świdnica (4 225) i Czernica (4 149).

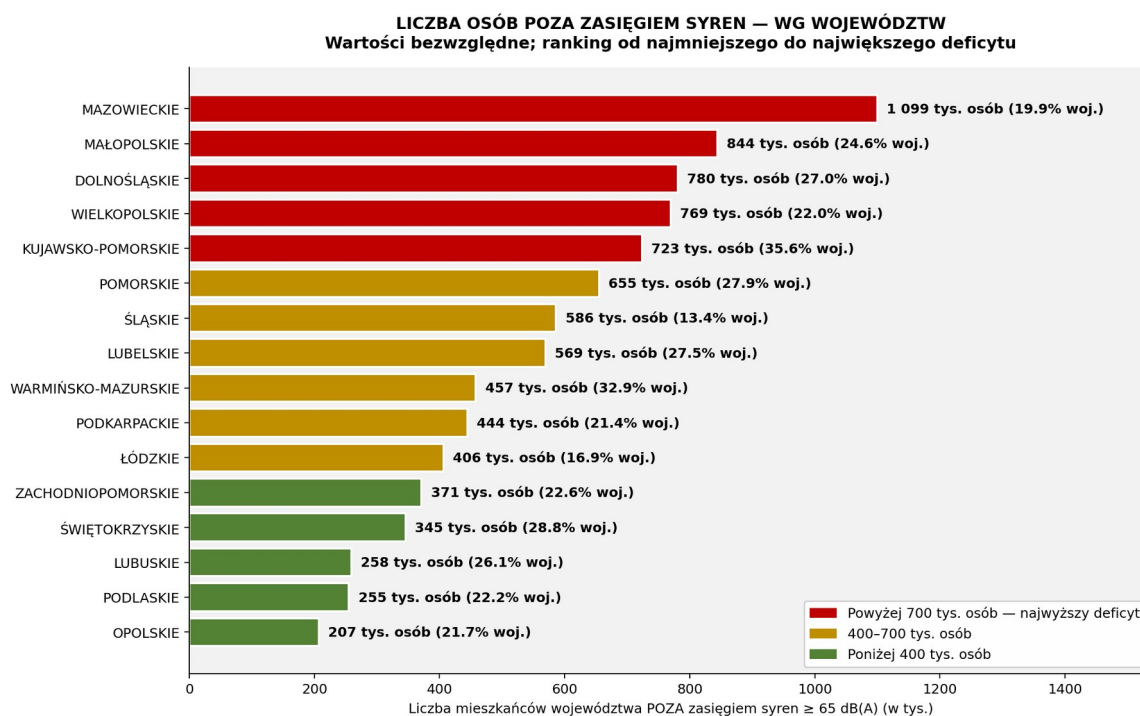
HOTSPOTY DEFICYTU OSTRZEGANIA — TOP 100 LUK POPULACYJNYCH
Rozmiar kropki = liczba osób bez ostrzeżenia · etykiety pokazują 10 największych luk



Mapa 4. TOP 100 hotspotów populacyjnych — etykiety na 10 największych lukach. Skala kropki proporcjonalna do liczby mieszkańców bez ostrzeżenia.

2.3. Województwa wymagające najszybszego działania

Liczbowo największe deficyty pokrycia (mierzone bezwzględną liczbą mieszkańców poza zasięgiem) odnotowano w województwach: mazowieckim (1,10 mln osób), małopolskim (844 tys.) i dolnośląskim (781 tys.). To liczby ogólne — w Części III pokażemy, jak ta sama metryka wygląda w obszarach ryzyka powodziowego.

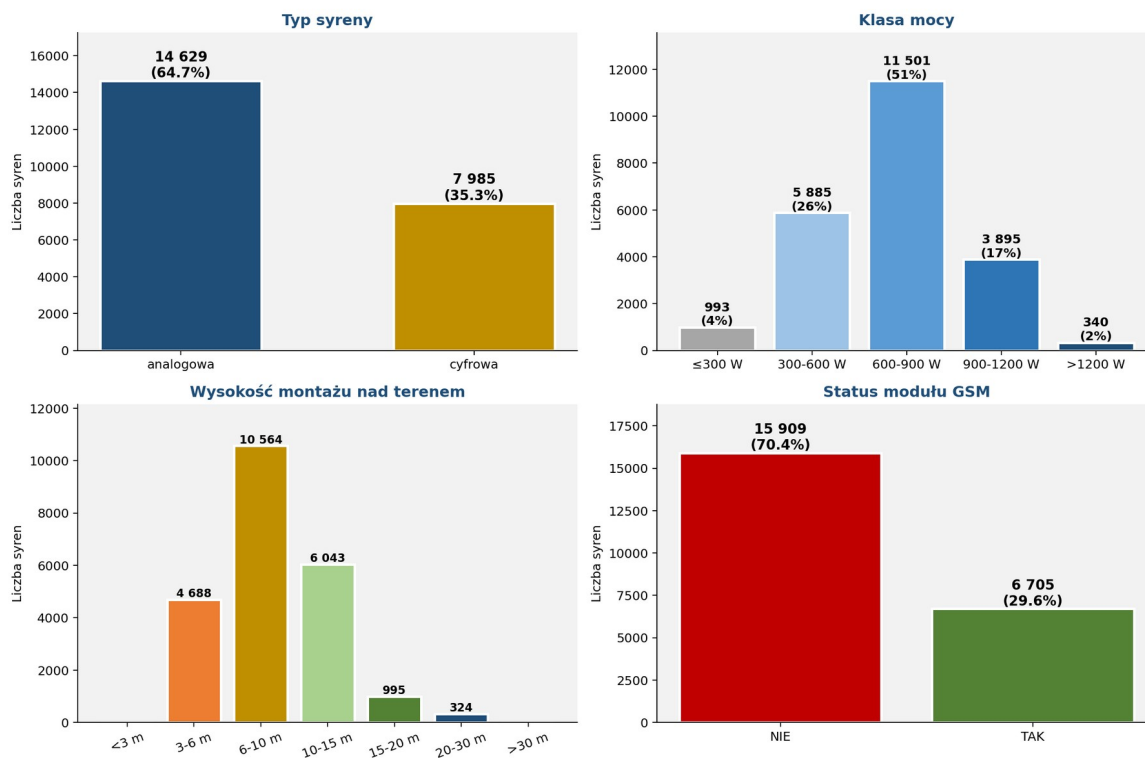


Wykres 5. Liczba mieszkańców województwa POZA zasięgiem syren ≥ 65 dB(A) — wartości bezwzględne (w tysiącach).

2.4. Profil parku syren — co dziś mamy

Zanim wskażemy luki do zamknięcia, warto zobaczyć aktualny profil parku syren w Polsce. W ujęciu krajowym inwentaryzacja V9 obejmuje 22 614 syren: 14 629 analogowych (64,7%) i 7 985 cyfrowych (35,3%). Cztery wykresy pokazują strukturę inwentaryzacji V9 w czterech wymiarach: typ (cyfrowe vs analogowe), klasę mocy, wysokość montażu nad terenem oraz status łączności GSM. Podział wojewódzki doprecyzowuje, gdzie modernizacja powinna oznaczać przede wszystkim cyfryzację i integrację sterowania, a gdzie najpierw utrzymanie dużej skali istniejącego parku.

PROFIL PARKU SYREN W POLSCE — STRUKTURA INWENTARYZACJI (22 614 syren)



Wykres 6. Profil parku syren w Polsce — typ, moc, wysokość montażu, status GSM. 14 629 (65%) syren analogowych, 70% syren bez monitorowanego GSM.

Podział wojewódzki typów syren

Rozkład typów nie jest równomierny: w 14 z 16 województw przeważają syreny analogowe. Przewagę cyfrowych mają tylko województwa pomorskie i śląskie, natomiast największy wolumen parku pozostaje w województwach mazowieckim, wielkopolskim i lubelskim. Oznacza to, że program modernizacji powinien łączyć kryterium skali z kryterium udziału urządzeń analogowych.

Tabela 2A. Profil parku syren według województw — liczba i udział typów.

Województwo	Razem	Analogowe	Cyfrowe	Profil dominujący
Mazowieckie	3 465	1 980 (57,1%)	1 485 (42,9%)	analogowy
Wielkopolskie	2 455	1 772 (72,2%)	683 (27,8%)	analogowy
Lubelskie	1 798	1 588 (88,3%)	210 (11,7%)	analogowy
Małopolskie	1 756	1 191 (67,8%)	565 (32,2%)	analogowy
Śląskie	1 717	774 (45,1%)	943 (54,9%)	cyfrowy
Podkarpackie	1 685	1 169 (69,4%)	516 (30,6%)	analogowy
Łódzkie	1 651	1 284 (77,8%)	367 (22,2%)	analogowy
Dolnośląskie	1 166	636 (54,5%)	530 (45,5%)	analogowy
Kujawsko-Pomorskie	1 139	906 (79,5%)	233 (20,5%)	analogowy
Pomorskie	1 076	366 (34,0%)	710 (66,0%)	cyfrowy
Świętokrzyskie	948	749 (79,0%)	199 (21,0%)	analogowy
Podlaskie	910	585 (64,3%)	325 (35,7%)	analogowy
Zachodniopomorskie	866	469 (54,2%)	397 (45,8%)	analogowy
Warmińsko-Mazurskie	727	437 (60,1%)	290 (39,9%)	analogowy
Opolskie	703	426 (60,6%)	277 (39,4%)	analogowy
Lubuskie	552	297 (53,8%)	255 (46,2%)	analogowy

Interpretacja operacyjna. Sam wskaźnik krajowy 65/35 nie wystarcza do planowania. Województwa o dużym wolumenie syren wymagają stabilnego programu utrzymania i integracji, a województwa silnie analogowe — w pierwszej kolejności doposażenia w sterowanie i łączność. Pomorskie i Śląskie mogą być traktowane jako punkt odniesienia dla docelowego profilu cyfrowego, ale nie zdejmują z programu krajowego potrzeby modernizacji regionów o największej liczbie urządzeń.

CZĘŚĆ III — Obszary ryzyka powodziowego

3.1. Skala ryzyka — 2,37 mln mieszkańców

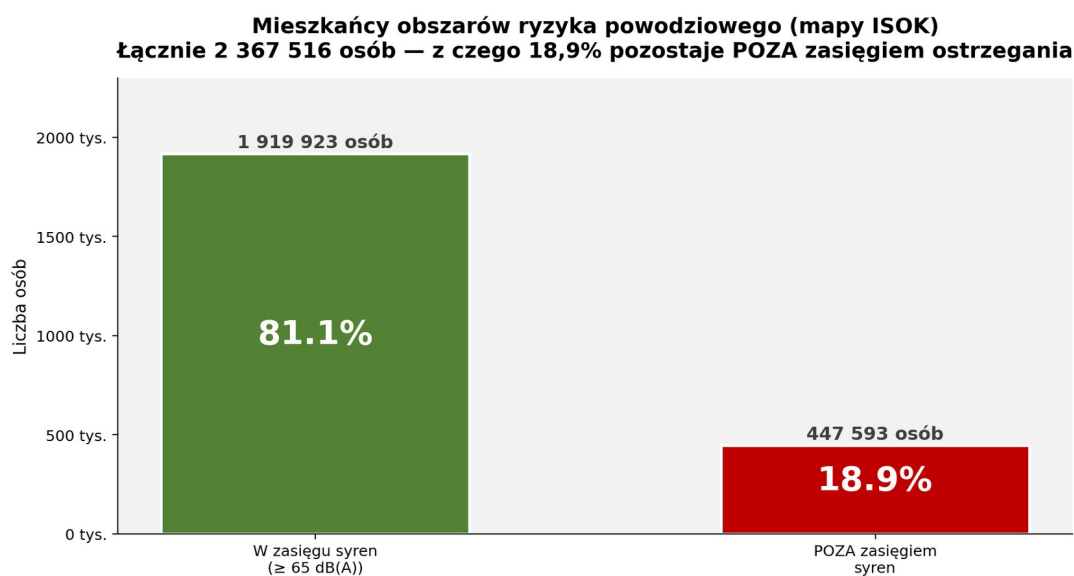
Krajowe mapy ryzyka powodziowego (opracowane przez Państwowe Gospodarstwo Wodne Wody Polskie w ramach systemu ISOK) identyfikują 1 741 142 odrębne obszary ryzyka, z czego 404 796 zaklasyfikowano jako wysokie ryzyko. Po nałożeniu siatki ludności GUS NSP 2021 uzyskano:

Tabela 3. Mieszkańcy obszarów ryzyka powodziowego w Polsce wg klasy ryzyka.

Klasa ryzyka powodziowego	Mieszkańcy (osoby)	Udział kraju
wysokie ryzyko	1 527 797	4,02%
niskie ryzyko	839 719	2,21%
RAZEM (obszary ryzyka)	2 367 516	6,23%

3.2. Pokrycie syrenami w strefach ryzyka — 81,1% / 18,9%

Z 2,37 mln mieszkańców obszarów ryzyka powodziowego sygnał syren dociera do 1,92 mln (81,1%). Pozostałe 447 593 osoby (18,9%) — co piąty mieszkaniec strefy ryzyka — pozostaje poza zasięgiem skutecznego ostrzeżenia. To jest mierzalna luka systemowa o najwyższym priorytecie zarządczym.



Wykres 4. Pokrycie ludności obszarów ryzyka powodziowego sygnałem syren ≥ 65 dB(A).

INTERPRETACJA

447 593 osoby zamieszkujące obszary ryzyka powodziowego nie zostaną ostrzeżone sygnałem syreny. Z tej grupy 226 250 osób mieszka w obszarach wysokiego ryzyka.

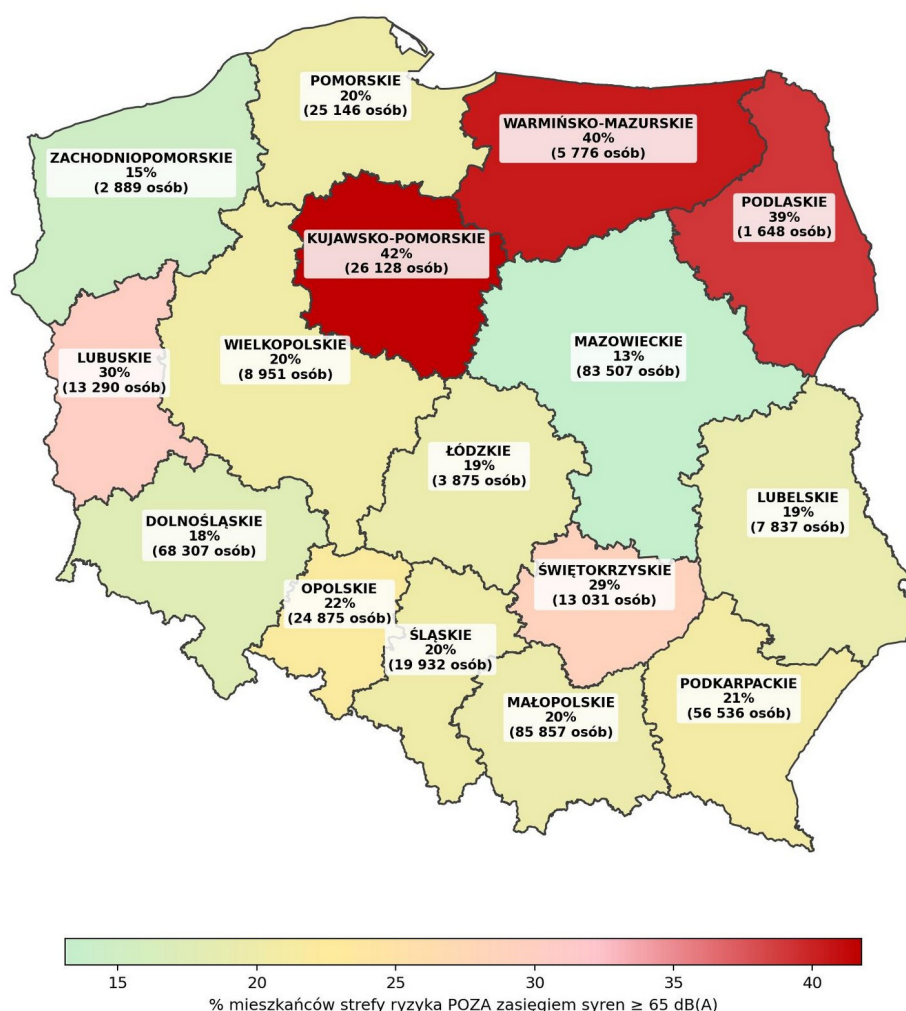
Awaria pojedynczego elementu systemu (wyłączenie energii, brak GSM, awaria stacji bazowej) oznacza dla nich pełną utratę kanału ostrzegania.

To jest priorytet absolutny dla planu inwestycyjnego — dotyczy ludzi, którzy najbardziej potrzebują ostrzeżenia w sytuacji realnego zagrożenia.

3.3. Województwa z największym deficytem w strefach ryzyka

Liczbowo najwięcej osób bez ostrzeżenia w strefach ryzyka powodziowego mieszka w województwach: małopolskim (85 857 osób), mazowieckim (83 507) i dolnośląskim (68 307). Razem te trzy województwa odpowiadają za 53% krajowego deficytu w strefach ryzyka. Procentowo największy deficyt mają jednak: kujawsko-pomorskie (42% mieszkańców strefy ryzyka bez ostrzeżenia), warmińsko-mazurskie (40%) i podlaskie (39%).

DEFICYT OSTRZEGANIA W OBSZARACH RYZYKA POWODZIOWEGO Udział mieszkańców obszarów ryzyka POZA zasięgiem syren — wg województw



Źródło: model populacji V11 + mapy ryzyka powodziowego ISOK; granice — PRG (GUGIK).

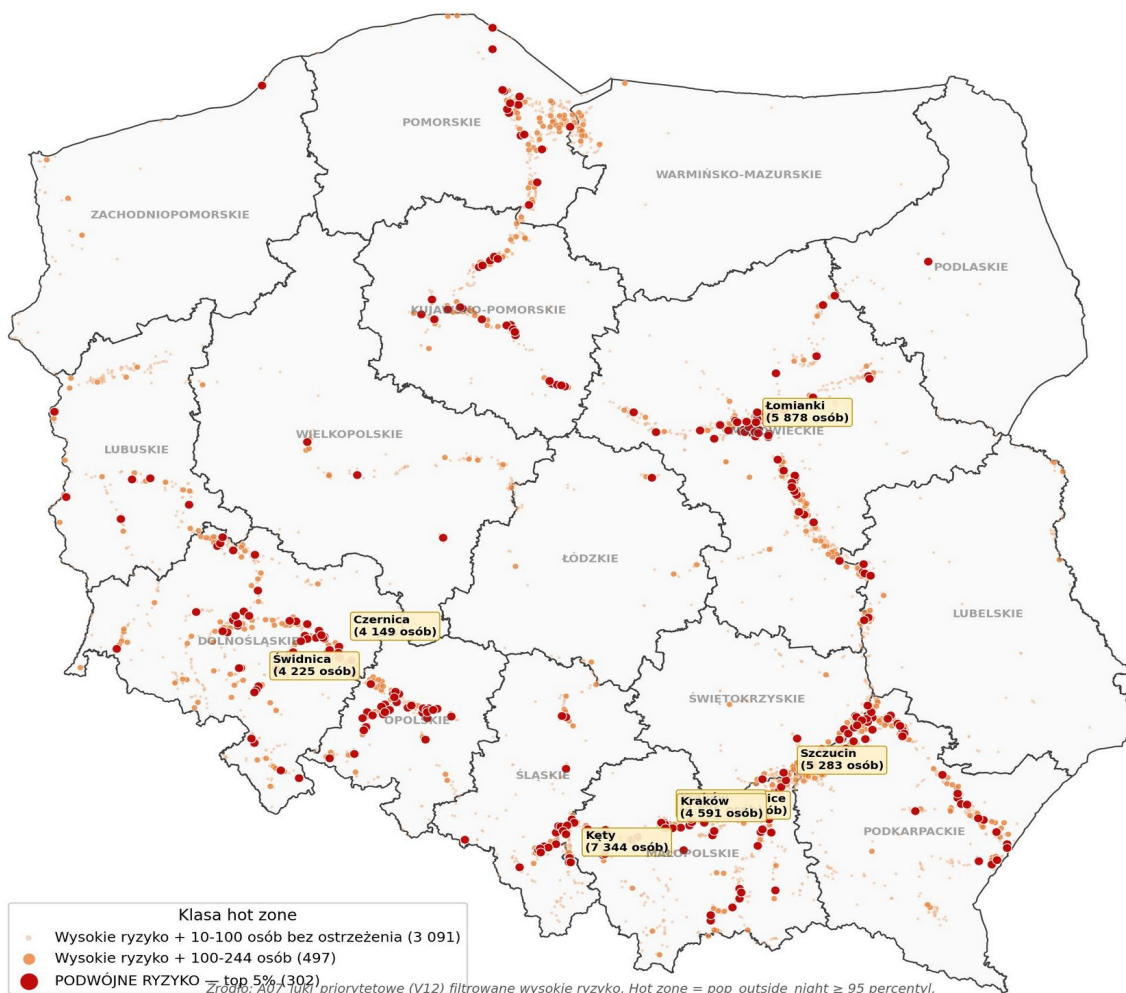
Mapa 6. Deficyt ostrzegania w strefach ryzyka powodziowego — % mieszkańców strefy ryzyka POZA zasięgiem ≥ 65 dB(A) wg województw.

3.4. Mapa podwójnego ryzyka — najmocniejsza pojedyncza grafika decyzyjna

Przecięcie trzech warunków — wysokie ryzyko powodziowe + brak zasięgu syren + duża populacja — wskazuje konkretne miejsca na mapie Polski wymagające bezwzględnego priorytetu inwestycyjnego. Z 6

036 luk w obszarach wysokiego ryzyka powodziowego wyodrębniono 302 hot zones (top 5% wg populacji). To są lokalizacje, w których brak ostrzeżenia w sytuacji powodzi oznacza dla tysięcy ludzi pełną utratę kanału alarmowania.

MAPA PODWÓJNEGO RYZYKA — GDZIE ZBIEGAJĄ SIĘ TRZY ZAGROŻENIA
Wysokie ryzyko powodziowe + brak zasięgu syren + duża populacja

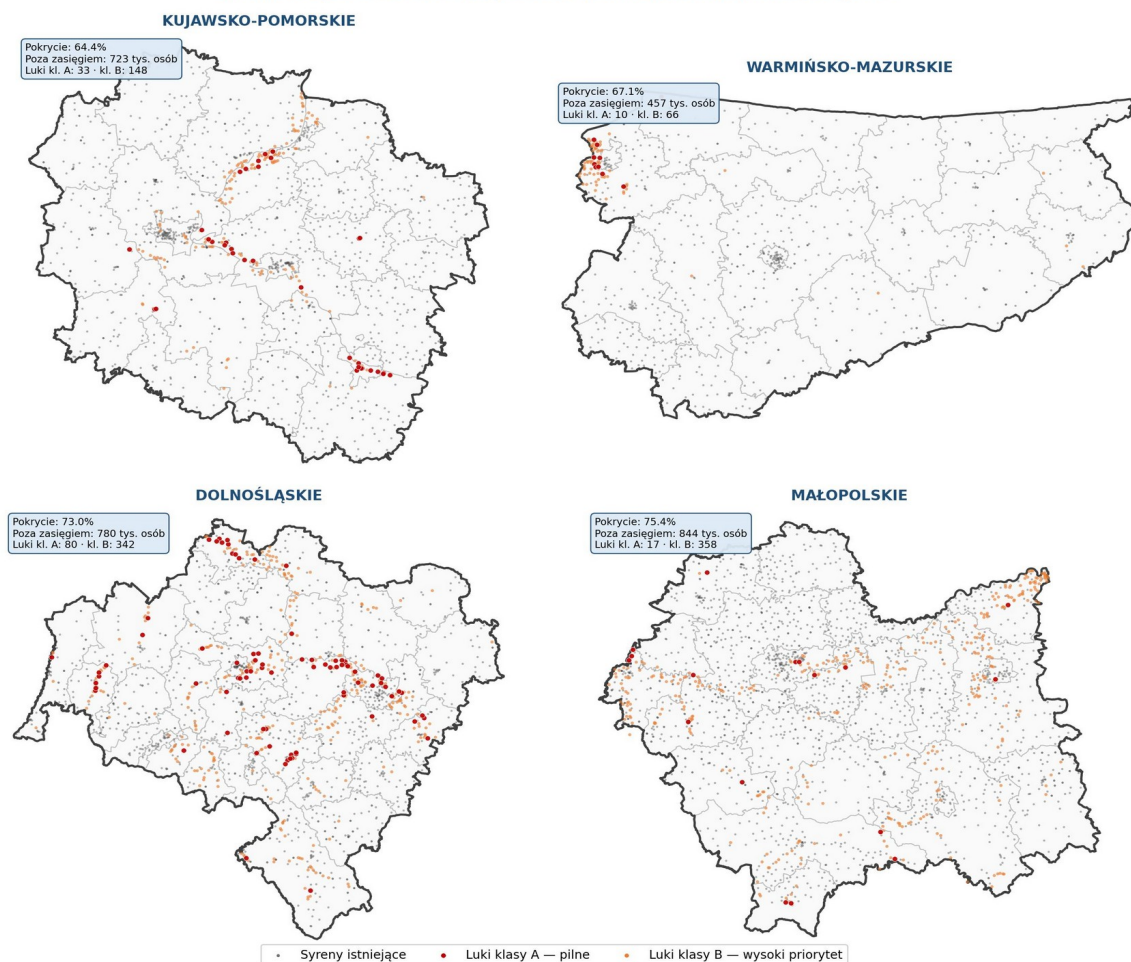


Mapa 7. Podwójne ryzyko — etykiety na 8 największych hot zones. Każda kropka to obszar wymagający natychmiastowej decyzji inwestycyjnej.

3.5. Cztery województwa o najwyższym priorytecie — zoom regionalny

Dla wojewodów i komendantów wojewódzkich PSP czterech regionów najbardziej deficytowych — Kujawsko-Pomorskiego, Warmińsko-Mazurskiego, Dolnośląskiego i Małopolskiego — przygotowano mapy regionalne. Każdy panel pokazuje istniejące syreny (czarne kropki), pilne luki klasy A (czerwone) i luki klasy B (pomarańczowe) na tle granic powiatowych. Dolnośląskie ma najwięcej pilnych luk klasy A (80) — to bezpośredni efekt powodzi z 2024 r.

CZTERY WOJEWÓDZTWA O NAJWYŻSZYM PRIORYCIE INWESTYCYJNYM



Mapa 8. Cztery województwa krytyczne — zoom regionalny z lukami klasy A i B na tle granic powiatów.

Tabela 4. Deficyt ostrzegania w strefach ryzyka powodziowego — wszystkie województwa.

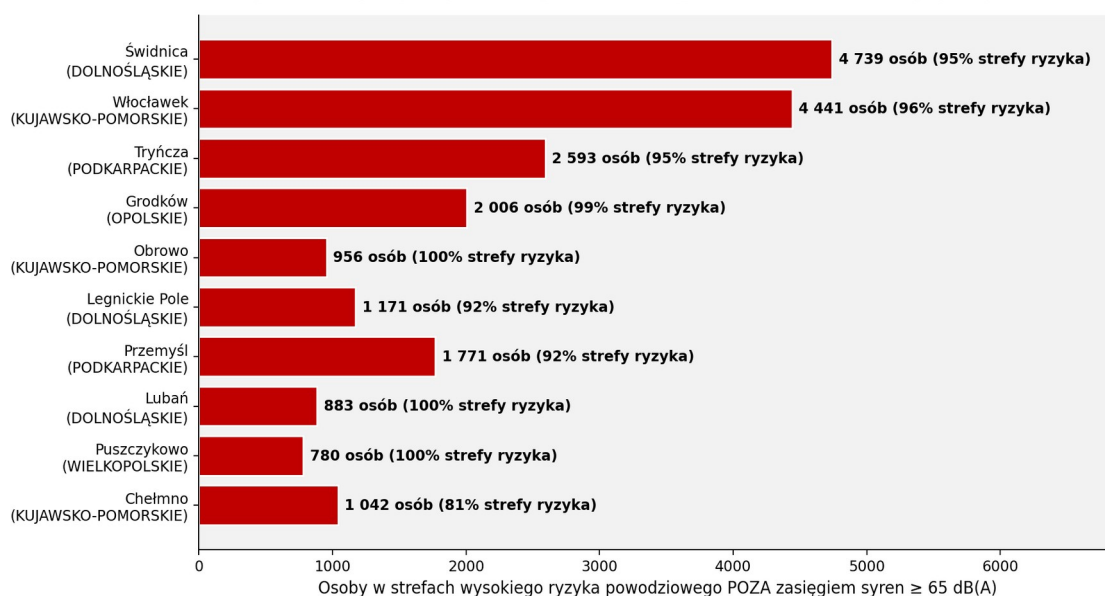
Województwo	W strefie ryzyka	W zasięgu ≥ 65 dB(A)	POZA zasięgiem	% poza
MAŁOPOLSKIE	436 381	350 523	85 858	19,7%
MAZOWIECKIE	637 285	553 778	83 508	13,1%
DOLNOŚLĄSKIE	387 544	319 237	68 308	17,6%
PODKARPACKIE	272 099	215 563	56 536	20,8%
KUJAWSKO-POMORSKIE	62 568	36 440	26 128	41,8%
POMORSKIE	125 541	100 395	25 147	20,0%
OPOLSKIE	114 288	89 412	24 875	21,8%
ŚLĄSKIE	99 518	79 585	19 933	20,0%
LUBUSKIE	44 238	30 948	13 291	30,0%
ŚWIĘTOKRZYSKIE	44 915	31 884	13 031	29,0%
WIELKOPOLSKIE	44 095	35 144	8951	20,3%
LUBELSKIE	41 123	33 285	7838	19,1%
WARMIŃSKO-MAZURSKIE	14 275	8499	5776	40,5%
ŁÓDZKIE	19 973	16 098	3875	19,4%

Województwo	W strefie ryzyka	W zasięgu ≥ 65 dB(A)	POZA zasięgiem	% poza
ZACHODNIOPOMORSKIE	19 456	16 566	2890	14,9%
PODLASKIE	4216	2567	1649	39,1%

3.4. Gminy z największym deficytem

Na poziomie gmin największe deficyty w obszarach wysokiego ryzyka powodziowego odnotowano w: Świdnicy (woj. dolnośląskie, 4 739 osób bez ostrzeżenia), Włocławku (4 442), Tryńcy (2 593) i Grodkowie (2 006). Pełen ranking 1 688 gmin zawiera załącznik tabelaryczny.

TOP 10 gmin z największym deficytem ostrzegania na obszarach ryzyka powodziowego



Wykres 5. TOP 10 gmin z największym deficytem w strefach ryzyka powodziowego.

Tabela 5. TOP 20 gmin z największym deficytem ostrzegania na obszarach ryzyka powodziowego.

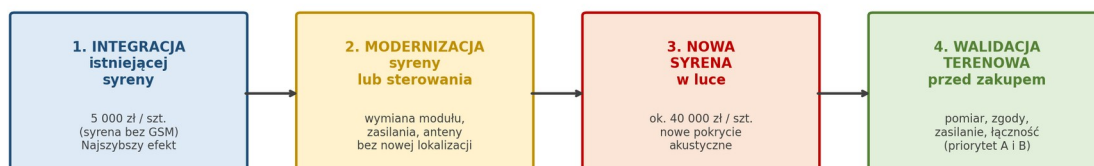
Lp.	Gmina	Powiat	Województwo	Bez ostrzeżenia	% strefy
1	Świdnica	świdnicki	DOLNOŚLĄSKIE	4739	95,2%
2	Włocławek	Włocławek	KUJAWSKO-POMORSKIE	4442	95,9%
3	Tryńcza	przeworski	PODKARPACKIE	2593	94,7%
4	Grodków	brzeski	OPOLSKIE	2006	99,0%
5	Obrowo	toruński	KUJAWSKO-POMORSKIE	956	100,0%
6	Legnickie Pole	legnicki	DOLNOŚLĄSKIE	1172	92,3%
7	Przemyśl	przemyski	PODKARPACKIE	1771	91,5%
8	Lubań	lubański	DOLNOŚLĄSKIE	884	99,9%
9	Puszczykowo	poznański	WIELKOPOLSKIE	781	100,0%
10	Chełmno	chełmiński	KUJAWSKO-POMORSKIE	1042	81,1%
11	Zławieś Wielka	toruński	KUJAWSKO-POMORSKIE	2885	88,7%
12	Chełmno	chełmiński	KUJAWSKO-POMORSKIE	2985	84,8%
13	Elbląg	elbląski	WARMIŃSKO-MAZURSKIE	2903	86,7%

Lp.	Gmina	Powiat	Województwo	Bez ostrzeżenia	% strefy
14	Miękinia	średzki	DOLNOŚLĄSKIE	2681	82,1%
15	Wisznia Mała	trzebnicki	DOLNOŚLĄSKIE	571	99,9%
16	Krzeszyce	sulęciński	LUBUSKIE	988	93,0%
17	Alwernia	chrzanowski	MAŁOPOLSKIE	585	97,5%
18	Włocławek	włocławski	KUJAWSKO-POMORSKIE	645	99,1%
19	Tarnów Opolski	opolski	OPOLSKIE	569	91,7%
20	Gniewoszów	kozienicki	MAZOWIECKIE	1239	80,5%

CZĘŚĆ IV — Obszary do doposażenia w syreny

Każda zidentyfikowana luka jest oceniana w 4-stopniowym łańcuchu decyzyjnym: integracja istniejącej syreny → modernizacja istniejącej syreny → nowa syrena → walidacja terenowa przed zakupem. Nie każdy brak ostrzeżenia wymaga zakupu — w wielu lokalizacjach problem leży w łączności lub sterowaniu, a nie w fizycznym braku urządzenia.

Łańcuch decyzji inwestycyjnej — od integracji do nowej syreny

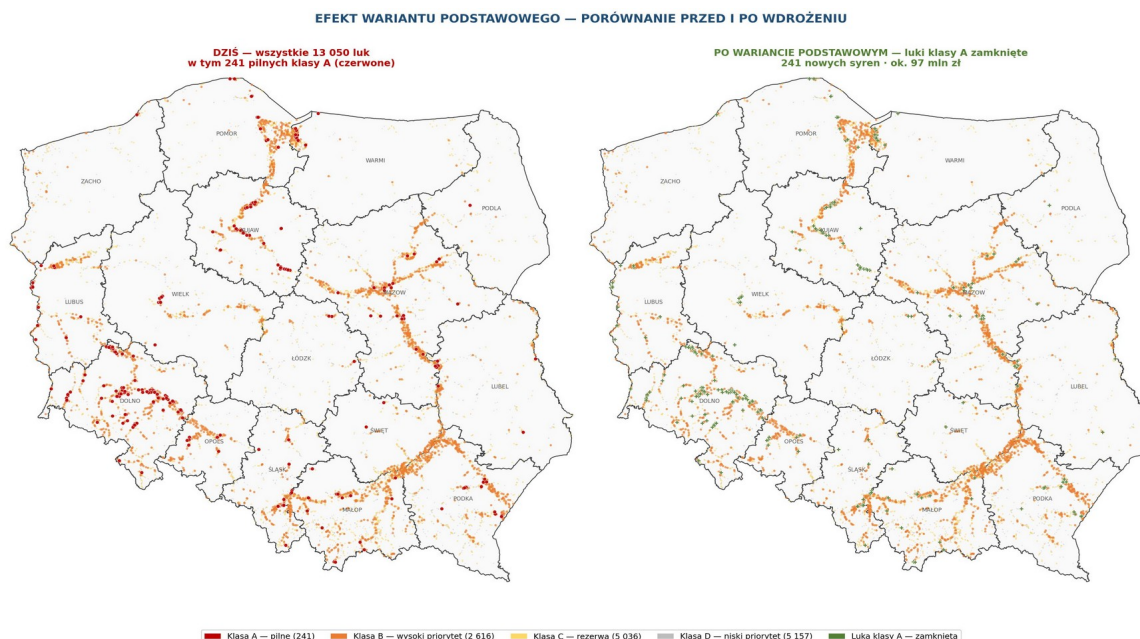


Każda zidentyfikowana luka — najpierw ocena, czy wystarczy integracja lub modernizacja, dopiero potem nowa syrena

Diagram 1. Czterostopniowy łańcuch decyzji inwestycyjnej dla każdej zidentyfikowanej luki.

4.0. Wizualizacja efektu wariantu PODSTAWOWEGO — porównanie PRZED i PO

Najprostszy sposób uzasadnienia inwestycji to pokazanie wizualnego efektu. Mapa porównawcza pokazuje stan obecny (lewy panel — wszystkie 13 050 luk z 241 pilnymi czerwonymi) oraz stan po wdrożeniu wariantu PODSTAWOWEGO (prawy panel — 451 luka klasy A zamkniętych zielonymi krzyżykami, klasa B i niższe pozostają do dalszych etapów). Inwestycja 97 mln zł zamyka pełen priorytet A — czyli obejmuje populację z 60% wszystkich luk (zgodnie z krzywą Pareto).



Mapa 9. Efekt wariantu PODSTAWOWEGO — porównanie przed (czerwone luki) i po wdrożeniu (zielone krzyżyki = zamknięte). Wizualna obrona inwestycji.

4.1. Ranking nowych lokalizacji w strefach ryzyka

Z modelu V13 wynika 2 501 kandydackich lokalizacji nowych syren, z czego 451 zakwalifikowano w kategorii nowa duża syrena w priorytecie A (najpilniejsze inwestycje). Dla każdej lokalizacji obliczono dodatkową populację objętą sygnałem ≥ 65 dB(A), klasę ryzyka i rekomendowaną klasę mocy.

Tabela 6. TOP 12 priorytetowych lokalizacji nowych syren w strefach ryzyka powodziowego (priorytet A).

Lp.	Gmina	Województwo	Klasa ryzyka	Moc rek.	Nowa pop. ≥ 65 dB	Koszt szac.
1	Włocławek	KUJAWSKO-POMORSKIE	wysokie ryzyko	1200 W	1 526	40 000 zł
2	Mosina	WIELKOPOLSKIE	wysokie ryzyko	600 W	129	40 000 zł
3	Włocławek	KUJAWSKO-POMORSKIE	wysokie ryzyko	600 W	105	40 000 zł
4	Świebodzice	DOLNOŚLĄSKIE	wysokie ryzyko	600 W	115	40 000 zł
5	Karczew	MAZOWIECKIE	wysokie ryzyko	900 W	507	40 000 zł
6	Świdnica	DOLNOŚLĄSKIE	wysokie ryzyko	1200 W	4 226	40 000 zł
7	Legnickie Pole	DOLNOŚLĄSKIE	wysokie ryzyko	600 W	102	40 000 zł
8	Świdnica	DOLNOŚLĄSKIE	wysokie ryzyko	900 W	312	40 000 zł
9	Włocławek	KUJAWSKO-POMORSKIE	wysokie ryzyko	900 W	912	40 000 zł
10	Włocławek	KUJAWSKO-POMORSKIE	wysokie ryzyko	1200 W	1 079	40 000 zł
11	Wisznia Mała	DOLNOŚLĄSKIE	wysokie ryzyko	900 W	447	40 000 zł
12	Świdnica	DOLNOŚLĄSKIE	wysokie ryzyko	300 W	78	wal. terenowa

4.2. Modernizacja istniejących syren

Dla wielu lokalizacji wystarczająca jest modernizacja istniejącej infrastruktury — wymiana modułu komunikacyjnego, instalacja anten, dodanie podtrzymania baterijnego. Koszt jest istotnie niższy od nowej syreny (5–10 tys. zł za lokalizację vs 40 tys. zł za nowe urządzenie). W wielu obszarach syrena fizycznie istnieje, ale nie ma niezawodnej łączności lub potwierdzeń.

Modernizacja powinna w pierwszej kolejności objąć:

- syreny w 15 największych miastach wojewódzkich, które są krytyczne pod względem populacji (lista syren krytycznych w Tabeli 7);
- syreny w obszarach wysokiego ryzyka powodziowego, gdzie istniejące urządzenie ma sprawne ramię akustyczne, ale brak monitorowanej łączności;
- syreny w lokalizacjach z dobrym pokryciem terenu, ale starym sterowaniem analogowym — tu wymiana modułu kosztuje znacznie mniej niż nowa instalacja.

Syreny krytyczne — najwyższe ryzyko utraty pokrycia

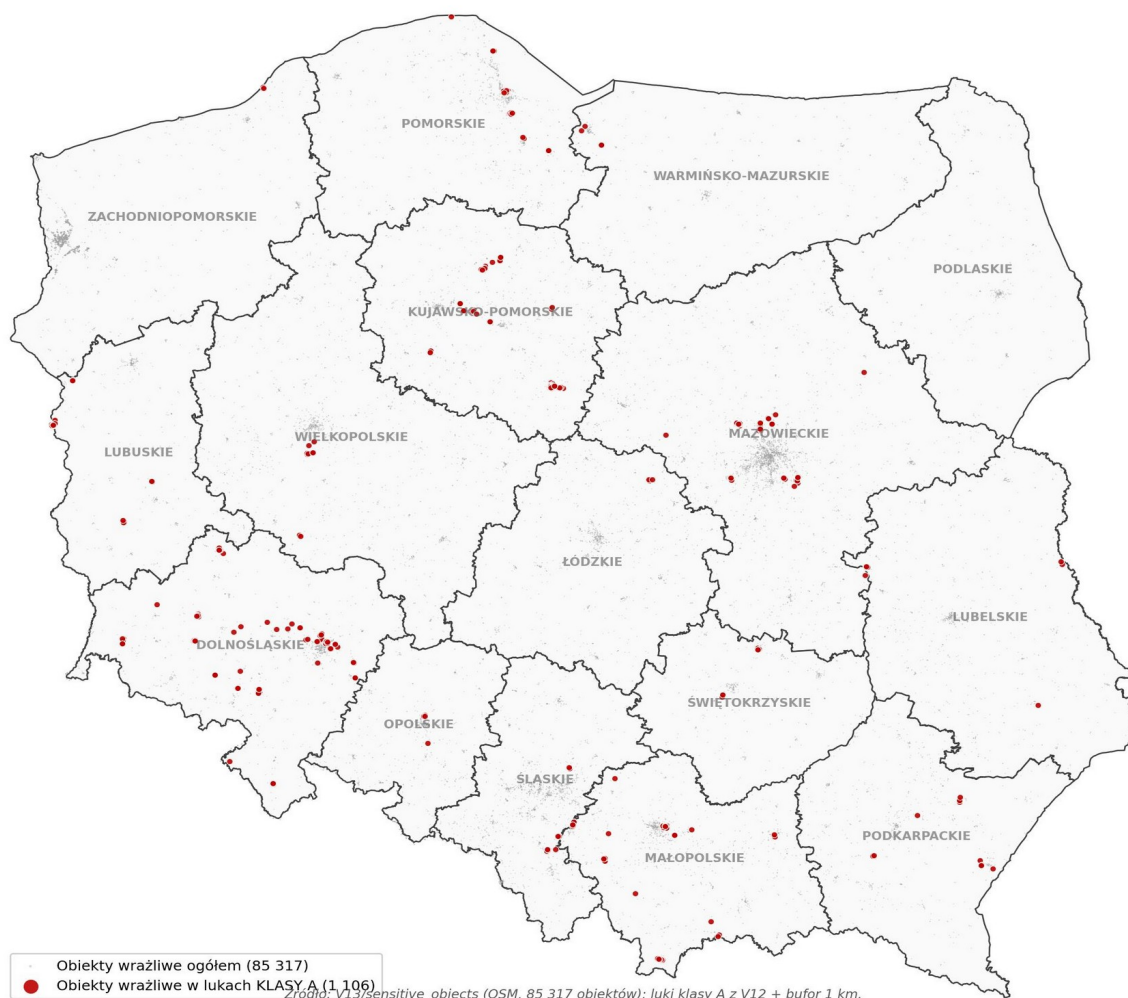
Tabela 7. TOP 15 syren krytycznych — najwyższe ryzyko utraty pokrycia po awarii pojedynczego urządzenia.

Lp.	Województwo	Miasto	Właściciel	Rodzaj	Moc	GSM	Pop. zagrożona
1	ŁÓDZKIE	Łódź	Prezydent Miasta	cyfrowa	1200 W	NIE	32 343
2	DOLNOŚLĄSKIE	Wrocław	Prezydent Miasta	cyfrowa	1500 W	NIE	29 832
3	DOLNOŚLĄSKIE	Wrocław	Prezydent Miasta	cyfrowa	1500 W	NIE	28 620
4	ŁÓDZKIE	Łódź	Prezydent Miasta	cyfrowa	1200 W	NIE	28 125
5	LUBELSKIE	Lublin	Wojewoda	analogowa	900 W	NIE	26 743
6	WIELKOPOLSKIE	Września	Burmistrz	analogowa	1200 W	NIE	26 344
7	ŁÓDZKIE	Łódź	Prezydent Miasta	cyfrowa	1200 W	NIE	26 300
8	KUJAWSKO-POMORSKIE	Bydgoszcz	Wojewoda	cyfrowa	2000 W	TAK	26 100
9	MAŁOPOLSKIE	Kraków	Wojewoda	analogowa	1200 W	NIE	25 501
10	DOLNOŚLĄSKIE	Wrocław	Prezydent Miasta	cyfrowa	1500 W	NIE	24 892
11	ŁÓDZKIE	Łódź	Prezydent Miasta	cyfrowa	1200 W	NIE	24 808
12	DOLNOŚLĄSKIE	Wrocław	Prezydent Miasta	cyfrowa	1500 W	NIE	24 647
13	DOLNOŚLĄSKIE	Wrocław	Prezydent Miasta	cyfrowa	1500 W	NIE	24 589
14	ŁÓDZKIE	Łódź	Prezydent Miasta	cyfrowa	1200 W	NIE	23 750
15	DOLNOŚLĄSKIE	Wrocław	Prezydent Miasta	cyfrowa	1500 W	NIE	23 734

4.3. Obiekty wrażliwe w obszarach luk klasy A

Z bazy OSM wyodrębniono **85 317 obiektów wrażliwych** — szkoły, przedszkola, szpitale, DPS, urzędy, dworce. W buforze 1 km od pilnych luk klasy A znajduje się **1 106 takich obiektów**. To są miejsca, w których brak ostrzeżenia syrenowego ma podwyższoną wagę społeczną — bo dotyczy zorganizowanych grup ludności (uczniów, pacjentów, pensjonariuszy, podróżnych).

OBIEKTY WRAŻLIWE W LUKACH PRIORYTETOWYCH KLASY A
Szkoły, szpitale, DPS, urzędy w buforze 1 km od pilnych luk inwestycyjnych



Mapa 10. Obiekty wrażliwe w lukach klasy A — szkoły, szpitale, DPS, urzędy w buforze 1 km od pilnych luk.

Tabela 8. TOP 14 gmin wg liczby obiektów wrażliwych znajdujących się w buforze 1 km od luk klasy A.

Lp.	Gmina	Liczba obiektów wrażliwych w lukach
1	Gdańsk	199
2	Włocławek	190
3	Wrocław	96
4	Nowy Dwór Mazowiecki	61
5	Kraków	54
6	Legionowo	37
7	Słubice	36
8	Chojnów	33
9	Zakopane	31
10	Głogów	23
11	Chełmno	21
12	Konstancin-Jeziorna	17
13	Nieporęt	16

Lp.	Gmina	Liczba obiektów wrażliwych w lukach
14	Zławieś Wielka	14
15	pozostałe gminy	278

4.4. Walidacja terenowa

Przed ostatecznym zakupem lub montażem nowej syreny dla lokalizacji w priorytecie A i B konieczna jest walidacja terenowa:

- sprawdzenie możliwości montażu na obiekcie (zgody właścicielskie, parametry konstrukcji);
- potwierdzenie zasilania i miejsca na podtrzymanie bateryjne;
- test łączności GSM/APN oraz dostępność kanału zapasowego;
- pomiar tła akustycznego i identyfikacja przeszkód terenowych;
- odsłuch próbny dla reprezentatywnych punktów w obszarze oddziaływania.

Walidacja terenowa jest planowana dla 2 501 kandydackich lokalizacji — pełna lista w pliku candidate_site_validation_V13.csv.

CZĘŚĆ V — Publiczny CAP, IoT Feed i kanały odpornościowe

Analiza projektu KGPSP/CAP_ALERT zmienia punkt ciężkości integracji centralnej. Rdzeniem nie powinien być od razu zamknięty system sterowania wszystkimi syrenami, lecz wspólny standard alertu i kontrolowany, podpisany widok wykonawczy dla urządzeń. PL-CAP, oparty o CAP 1.2, zapewnia jednolitą treść ostrzeżenia, a PL-CAP-DIST-IOT umożliwia sterownikom syren i tablic informacyjnych pobieranie komend wykonawczych bez mieszania semantyki alertu z routingiem kanałów.

Zasada architektoniczna: CAP/PL-CAP opisuje alert dla ludności; PL-CAP-DIST wybiera kanały dystrybucji; IoT Feed jest tylko podpisanym, jednokierunkowym widokiem wykonawczym. Publikacja komendy w feedzie albo pobranie feedu przez sterownik nie jest dowodem fizycznego uruchomienia syreny.

5.1. CAP/PL-CAP — publiczna warstwa alertów

Projekt CAP_ALERT stanowi punkt wejścia do profilu PL-CAP: publicznego, maszynowo-czytelnego formatu ostrzegania ludności, opartego o OASIS CAP 1.2. Repozytorium obejmuje profil PL-CAP, serwer demonstracyjny Next.js/PostgreSQL/Drizzle, publiczne API JSON i CAP XML, publiczny feed, kokpit operatora, walidację, audyt oraz IoT Feed MVP. Dla SOIA oznacza to, że kanały telefoniczne, aplikacyjne, WWW, medialne, tablice informacyjne i syreny mogą korzystać ze wspólnego opisu alertu.

- Publiczne API dla ludności i aplikacji powinno udostępniać aktywne alerty, szczegóły alertu, CAP XML oraz publiczny feed.
- Routing kanałów, retry, potwierdzenia, statusy dostarczenia i parametry wykonawcze nie powinny być dopisywane do publicznego CAP; należą do PL-CAP-DIST.
- Dane obszaru muszą być spójne z TERYT/PRG, aby alert i komenda wykonawcza wskazywały właściwe województwo, powiat, gminę lub miejscowość.

5.2. ETAP I — publiczny feed i IoT Feed MVP

Pierwszym etapem jest uruchomienie publicznej warstwy alertów oraz podpisanego, odczytowego IoT Feed dla urządzeń, które dobrowolnie połączą się z serwerem CAP/PL-CAP. W tej fazie telefon, aplikacja, serwis WWW lub system zewnętrzny pobiera publiczny alert, natomiast sterownik syreny albo tablice informacyjnej pobiera osobny feed wykonawczy. Sterownik wykonuje tylko komendy zgodne z jego klasą urządzenia, profilem, wersją słowników i przypisaniem TERYT.

Tabela 9. Trzy etapy aktualizacji centralnej warstwy wzbudzania alertów.

Etap	Zakres	Mechanizm	Warunek / ograniczenie
I	Publiczny CAP/feed i dobrowolny IoT Feed MVP dla syren, tablic oraz innych urządzeń wykonawczych.	Publiczne alerty dla ludzi; /api/v1/iot/feed, /profile, /dictionaries i public-key dla sterowników.	Brak ACK/telemetrii; opt-in operatora; podpis Ed25519; zgodność TERYT i wersji profilu.
II	Przejście urządzeń priorytetowych do zarządzanego kanału KG PSP.	SIM w APN operatora KG PSP, prywatna transmisja GSM/DMR, centralna polityka konfiguracji.	Wymaga rejestru urządzeń, procedury wydawania SIM i osobnej decyzji dla kanału zwrotnego.
III	Dywersyfikacja dla urządzeń krytycznych i obszarów wysokiego ryzyka.	LoRa i TETRA jako kanały zapasowe lub alternatywne wobec IP/GSM.	Stosować selektywnie: centra miast, obszary powodziowe, infrastruktura krytyczna i miejsca bez odpornej łączności.

5.3. Kontrakt IoT Feed — bezpieczeństwo i TERYT

IoT Feed w CAP_ALERT jest osobnym kontraktem technicznym dla sterowników. Minimalny zestaw endpointów obejmuje GET /api/v1/iot/feed, GET /api/v1/iot/profile, GET /api/v1/iot/dictionaries, GET /api/v1/iot/public-key oraz GET /api/v1/iot/public-key.pem. Koperta feedu zawiera m.in. activeCommands, eventWindow, sequence, feedExpiresAt i signature. Sterownik musi zweryfikować podpis Ed25519, kid, środowisko, profileVersion, dictionaryVersion, świeżość feedExpiresAt, monotoniczność sequence oraz unikalność iotCommandId.

- Syrena nie uruchamia się automatycznie od każdego alertu P1; wymagany jest świadomy wybór operatora, tj. sirenRequested.

- Sygnały MVP dla SIREN_CONTROLLER to SIREN_ALARM_MODULATED_3M oraz SIREN_CANCEL_PENDING.
- Adresowanie do gminy powinno używać PL-TERYT:TERC-GMI; urządzenie uruchamia się tylko wtedy, gdy jego przypisany obszar pasuje do geokodów komendy.
- MVP nie definiuje endpointów POST dla ACK, telemetrii, statusu urządzenia ani dowodu wykonania alarmowania.

Tabela 10. Ryzyka i bramki kontrolne dla publicznego CAP/IoT Feed.

Ryzyko	Znaczenie dla SOIA	Minimalna bramka kontrolna
Brak dowodu wykonania	HTTP 200, pobranie feedu albo obecność komendy nie potwierdzają fizycznego uruchomienia syreny.	W UI i raportach nie używać statusu „wykonano” bez osobnego kanału potwierdzeń; ACK/telemetria tylko po nowym ADR/OpenAPI.
Różna jakość sterowników	Część urządzeń może nie obsługiwać podpisów, cache, sekwencji, okien czasu albo słowników.	Certyfikacja zgodności producenta: podpis, ETag/304/429, feedExpiresAt, sequence, iotCommandId, profile/dictionary version.
Zależność od internetu i operatorów	Publiczny feed i komercyjny GSM mogą być niedostępne podczas awarii lub przeciążenia.	Etap II przez APN KG PSP oraz Etap III przez LoRa/TETRA dla urządzeń priorytetowych.
Błędne mapowanie TERYT	Niewłaściwa gmina lub miejscowość może spowodować brak alarmu albo alarm poza obszarem zdarzenia.	Rejestr przypisać TERYT sterownika, walidacja TERC-GMI/SIMC i testy scenariuszy powiat/gmina/miejscowość.
Rotacja kluczy i wersji	Zmiana kid, profilu lub słownika może zablokować urządzenia bez aktualnej konfiguracji zaufania.	Procedura rotacji z kluczem current/previous, lista akceptowanych wersji i testy rollback.

5.4. ETAP II — prywatny APN KG PSP

Drugi etap obejmuje urządzenia priorytetowe, które powinny działać w zarządzanej domenie KG PSP. W praktyce oznacza to przekazanie kart SIM do APN operatora KG PSP, uporządkowanie identyfikatorów urządzeń, centralną politykę konfiguracji i kontrolowany kanał transmisji GSM/DMR. CAP/PL-CAP nadal pozostaje źródłem semantyki alertu, natomiast APN wzmacnia warstwę transportową, nadzór i bezpieczeństwo urządzeń włączonych do programu.

- Zakres Etapu II powinien zaczynać się od gmin i obiektów o najwyższym ryzyku oraz największej liczbie osób poza zasięgiem ostrzegania.
- Rejestr urządzeń musi wiązać numer SIM, identyfikator sterownika, klasę urządzenia, TERYT, właściciela i status certyfikacji.
- Kanał zwrotny, jeśli będzie wymagany, powinien zostać opisany jako osobny kontrakt, a nie dopisany ad hoc do publicznego IoT Feed.

5.5. ETAP III — LoRa/TETRA dla urządzeń krytycznych

Trzeci etap nie powinien obejmować wszystkich syren w kraju jedną technologią. Jego celem jest odporność wybranych urządzeń: tam, gdzie awaria GSM/IP miałaby największe skutki, należy dodać modemy LoRa oraz TETRA jako kanały zapasowe lub alternatywne. LoRa może obsługiwać proste, lokalne komendy o małej przepływności, a TETRA powinna zostać użyta dla węzłów bezpieczeństwa publicznego, centrów miast, obszarów powodziowych i infrastruktury krytycznej.

- Dobór urządzeń do LoRa/TETRA powinien wynikać z rankingu ryzyka: populacja poza zasięgiem, ryzyko powodziowe, rola obiektu i awaryjność łączności.
- Kanał zapasowy nie zastępuje CAP/PL-CAP; przenosi jedynie uzgodnioną decyzję wykonawczą do sterownika.
- Każdy kanał redundantny musi przejść test zgodności: poprawny obszar TERYT, brak powtórzeń komendy, obsługa cancel i zachowanie po utracie czasu/klucza.

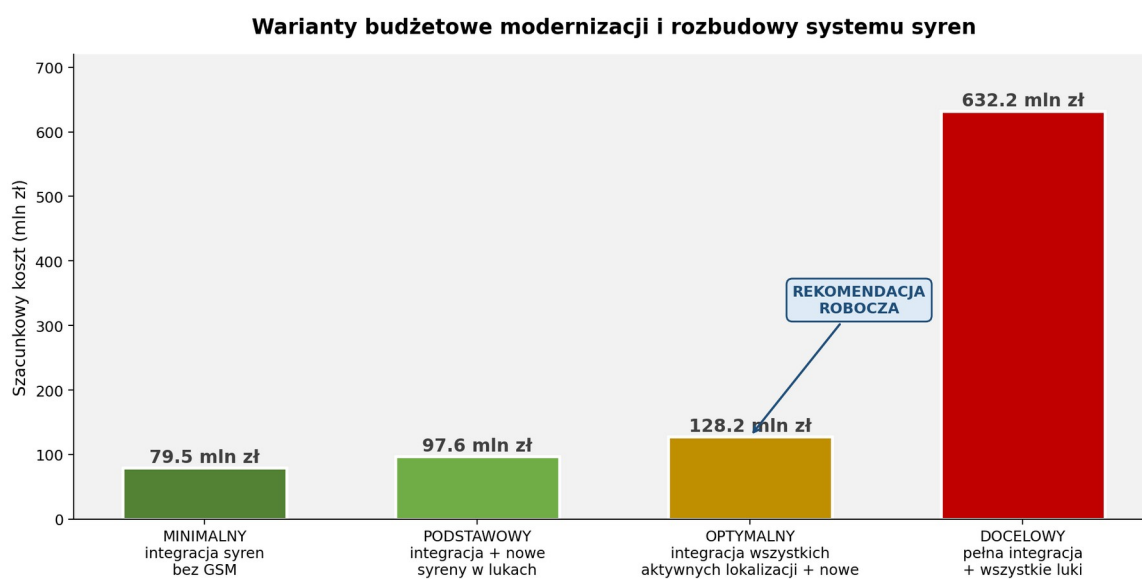
5.6. Rekomendacje decyzyjne

- Utrzymać IoT Feed jako jednokierunkowy MVP do czasu formalnej decyzji o ACK, telemetrii i statusie urządzeń.
- Nie komunikować w systemach publicznych „syrena uruchomiona” na podstawie samego feedu; można potwierdzać tylko publikację i ważność komendy.
- Zatwierdzić test zgodności producentów sterowników: Ed25519, kid, ETag, sequence, feedExpiresAt, profileVersion, dictionaryVersion i TERYT.

- Rozpocząć Etap II od urządzeń priorytetowych wskazanych przez analizę luk i ryzyka, a nie od równomiernego zakupu dla wszystkich gmin.
- LoRa/TETRA wdrażać selektywnie, jako element odporności narodowej i regionalnej, po wyborze urządzeń krytycznych dla bezpieczeństwa ludności.

CZĘŚĆ VI — Warianty budżetowe i decyzje

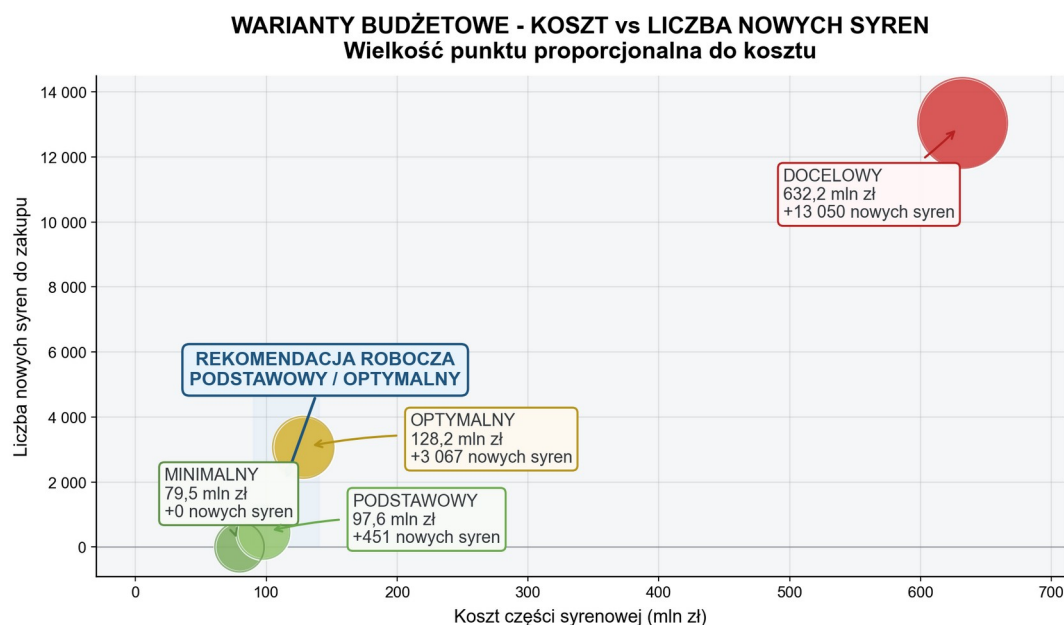
Na podstawie inwentaryzacji V9, ocenionych luk V12 i kosztów jednostkowych zbudowano cztery realistyczne warianty inwestycyjne dla działań terenowych. Do każdego wariantu należy doliczyć osobno koszt warstwy integracyjnej: publiczny CAP/IoT Feed, APN KG PSP dla urządzeń priorytetowych oraz kanały LoRa/TETRA dla urządzeń krytycznych.



Wykres 10. Cztery warianty budżetowe modernizacji systemu — koszty części syrenowej (bez pełnych kosztów APN KG PSP, LoRa/TETRA i produkcyjnej warstwy IoT Feed).

Warianty na płaszczyźnie koszt × liczba nowych syren

Bubble chart pokazuje warianty na dwóch wymiarach jednocześnie — kosztu i liczby nowych syren do zakupu. Wariant DOCELOWY (632 mln zł, 13 050 nowych syren) jest niewspółmierny do efektu populacyjnego — zgodnie z krzywą Pareto większość populacji bez ostrzeżenia jest pokryta już przez wariant podstawowy lub optymalny.



Wykres 11. Bubble chart wariantów budżetowych — koszt vs liczba nowych syren. Wielkość kropki proporcjonalna do kosztu.

Tabela 11. Warianty budżetowe — koszt syren plus wydzielona warstwa integracji CAP/IoT/APN.

Wariant	Zakres	Liczba pozycji	Koszt syren (mln zł)	+ warstwa integracyjna	RAZEM
Minimalny	CAP/IoT Feed + integracja syren bez GSM	15 909 syren	79,5	ok. 50–100	129,5–179,5
Podstawowy	CAP/IoT Feed + APN priorytetowy + nowe syreny w lukach A	16 360 pozycji	97,6	ok. 50–100	147,6–197,6
Optymalny	CAP/IoT Feed + APN szerszy + nowe syreny w lukach A i B	22 483 pozycje	128,2	ok. 80–120	208,2–248,2
Docelowy	Pełny CAP/IoT/APN + LoRa/TETRA + wszystkie 13 050 luk	35 082 pozycje	632,2	ok. 100–150	732,2–782,2

REKOMENDACJA ROBOCZA

Wariant PODSTAWOWY lub OPTYMALNY z etapowaniem CAP/IoT Feed, APN KG PSP i LoRa/TETRA dla urządzeń krytycznych. Budżet roboczy: 148–248 mln zł / 24 mies.; zakres zamyka najpilniejsze luki i prowadzi od publicznego feedu do zarządzanej, odpornej warstwy wzbudzenia.

Decyzje wymagające zatwierdzenia kierunkowego

1. Wybór wariantu budżetowego (rekomendacja: PODSTAWOWY lub OPTYMALNY).
2. Zatwierdzenie trójetapowego harmonogramu integracji centralnej: CAP/IoT Feed, APN KG PSP, LoRa/TETRA, wraz z zasadą jednokierunkowego IoT Feed MVP i certyfikacją sterowników względem profilu PL-CAP-DIST-IOT.
3. Wskazanie zespołu międzyresortowego odpowiedzialnego za wdrożenie warstwy sterowania (z udziałem MSWiA, KG PSP, RCB, Wód Polskich, samorządów wojewódzkich).
4. Akceptacja zlecenia walidacji terenowej dla 12 priorytetowych lokalizacji nowych syren (Tabela 6).
5. Akceptacja standardu danych inwentaryzacji syren (formularz, słowniki, walidacje).
6. Akceptacja standardu raportowania jakości i gotowości systemu (kwartalna ocena pokrycia, lista luk, audyt łączności).

Załączniki tabelaryczne i materiały źródłowe

Lista załączników do dokumentu

Załącznik	Lokalizacja w pakiecie	Opis
A01_kraj_podsumowanie.csv	zalaczniki/csv/	Podsumowanie krajowe — populacja, zasięg, ryzyko, luki
A02_województwa.csv	zalaczniki/csv/	Pokrycie obszarów ryzyka — wszystkie województwa
A03_powiaty.csv	zalaczniki/csv/	Pokrycie obszarów ryzyka — wszystkie powiaty
A04_gminy.csv	zalaczniki/csv/	Pokrycie obszarów ryzyka — wszystkie gminy
A05_riskzone_kraj_woj_pow_gmi.csv	zalaczniki/csv/	Pełna hierarchia obszarów ryzyka
A06_riskzone_poza_zasięgiem.csv	zalaczniki/csv/	Osoby w ryzyku poza zasięgiem ≥ 65 dB(A)
A07_luki_priorytetowe.csv	zalaczniki/csv/	Ranking 13 050 luk inwestycyjnych
A08_kandydaci_syreny.csv	zalaczniki/csv/	2 501 kandydackich lokalizacji nowych syren
A09_redundancja.csv	zalaczniki/csv/	Syreny krytyczne — ranking podatności
A10_jakosc_danych.csv	zalaczniki/csv/	Audyt jakości danych inwentaryzacji
A11_integracja_GSM.csv	zalaczniki/csv/	Koszty integracji GSM w podziale na gminy
SOIA_wyniki_tabele.xlsx	zalaczniki/tabele/	Pełen pakiet wyników w Excelu (11 arkuszy)
woj_general_coverage.csv	zalaczniki/tabele/	Pokrycie OGÓLNE województw (Tabela 1)
MAPA_01B_zasiegi_akustyczne.jpg	zalaczniki/mapy/	Mapa zasięgów akustycznych w skali kraju
MAPA_02_deficyt_województwa.jpg	zalaczniki/mapy/	Mapa deficytu w strefach ryzyka per woj.
MAPA_03_luki_priorytetowe.jpg	zalaczniki/mapy/	Mapa 13 050 luk inwestycyjnych
MAPA_05_hotspoty_top100.jpg	zalaczniki/mapy/	TOP 100 hotspotów populacyjnych
W12_mapa_pokrycia_woj.jpg	zalaczniki/mapy/	Mapa pokrycia ogólnego województw

Materiały źródłowe

- Inwentaryzacja syren — wersja z 5 maja 2026 r., 22 614 rekordów (V9).
- Krajowe mapy ryzyka powodziowego ISOK / Wody Polskie — 1 741 142 obiekty (RiskZone).
- Siatka ludności GUS NSP 2021 (kratka 500 m), suma 38 035 768 osób.
- Granice administracyjne PRG/GUGiK — 16 województw, 380 powiatów, 2 477 gmin.
- Dane OpenStreetMap — budynki (17,7 mln), drogi (4,1 mln), 85 317 obiektów wrażliwych.
- Pełen pipeline obliczeniowy: V9 → V10 (zasięgi) → V11 (populacja) → V12 (ryzyko/luki) → V13 (rekomendacje).

Projekt KGSP/CAP_ALERT — PL-CAP, publiczny feed alertów, IoT Feed MVP PL-CAP-DIST-IOT, ADR-0019, ADR-0028, ADR-0032.

Ograniczenia interpretacyjne

- Modelowane zasięgi nie są certyfikowanym pomiarem propagacji akustycznej — uwzględniają lokalne tłumienie OSM, ale nie zastępują pomiaru terenowego.
- Populacja policzona na podstawie GUS NSP 2021 (stan koniec marca 2021) — nie odzwierciedla bieżącej obecności osób w czasie zdarzenia.
- Mapy ryzyka powodziowego ISOK opisują obszary ryzyka, nie konkretne prawdopodobieństwo zalania działki.
- Koszty są szacunkowe (5 000 zł/integracja GSM, 40 000 zł/nowa syrena) — wymagają uściślenia w studium wykonalności.
- Lista priorytetowych nowych lokalizacji wskazuje miejsca do sprawdzenia w terenie, nie projekt wykonawczy montażu.
- Koszty APN KG PSP, zarządzanych modemów/SIM, LoRa i TETRA są szacunkowe — wymagają osobnego studium technicznego, testów producentów oraz decyzji, czy i kiedy wprowadzać zwrotny kanał ACK/telemetrii.

STATUS DOKUMENTU

Materiał roboczy do decyzji kierunkowych — wersja 2 z 10 maja 2026 r.

Wykonano w oparciu o etap analityczny V13, indeks projektu z 10 maja 2026 r. i Plan raportu SOIA.

Materiał nie zawiera operacyjnych danych sterowania syrenami ani szczegółów łączności.

Pełne dane techniczne dostępne na zapotrzebowanie po zatwierdzeniu kierunku przez MSWiA / KG PSP.