

Praktyczny przewodnik  
po gromadzeniu danych dla  
planów zaopatrzenia  
w ciepło (LHP)

**Poprawa standardów  
udostępniania  
i jakości danych**

**Narodowa Agencja  
Poszanowania Energii S.A.**

# Praktyczny przewodnik po gromadzeniu danych dla planów zaopatrzenia w ciepło (LHP)

## Poprawa standardów udostępniania i jakości danych

### Autor opracowania:

Jakub Bobrowski, Narodowa Agencja Poszanowania Energii (NAPE S.A.)

### Data publikacji:

Luty 2026 r.

Niniejszy raport jest bezpośrednim rezultatem pierwszego etapu projektu **PlanHeat**, zatytułowanego „**Poprawa udostępniania i dostępu do danych**”. Informujemy, że projekt znajduje się obecnie w drugiej fazie: „**Pilotażowe wdrażanie wytycznych i metod zbierania danych**”. Ponieważ etap ten obejmuje testy w warunkach rzeczywistych oraz walidację metodologii, uzyskane wyniki mogą prowadzić do dalszej aktualizacji przedstawionych tutaj danych.

### Informacja o przyszłych aktualizacjach:

- **Planowana rewizja:** Na początku **2027 roku** do niniejszego raportu zostanie wprowadzony kompleksowy zestaw korekt i ulepszeń, oparty na wynikach etapu pilotażowego.
- **Zaproszenie do przekazywania opinii:** Zachęcamy Państwa do dzielenia się opiniami, spostrzeżeniami lub sugestiami dotyczącymi tego dokumentu. Państwa wkład jest kluczowym elementem naszego procesu iteracyjnego i pomoże nam udoskonalić końcowy produkt. Prosimy o przesyłanie opinii za pomocą krótkiej ankiety: <https://forms.gle/bxSs88YLUfZCQfer5> lub drogą mailową na adres: [planheat@nape.pl](mailto:planheat@nape.pl).



# Spis treści

---

Spis treści	3
Skróty	7
Streszczenie	8
Dla decydentów (władze samorządowe, zarządy przedsiębiorstw użyteczności publicznej, kierownicy jednostek)	8
Dla koordynatorów i realizatorów (liderów LHP, zespołów GIS/IT, analityków, wykonawców)	9
Wrażliwość danych i wykonalność	9
<b>Część A. Raport z badania</b>	<b>11</b>
A1. Wprowadzenie	11
A2. Kontekst regulacyjny	13
A2.1. Dyrektywa EED (UE) 2023/1791 - cel, logika działania i nowości	13
A2.2. Plany zaopatrzenia w ciepło - rola samorządów i wsparcie państw członkowskich	14
A2.3. Implikacje dla danych: dlaczego wymagania EED nie mogą zostać spełnione bez danych przestrzennych	15
A3. Podstawy systemu informacji geograficznej	16
A3.1. Czym jest GIS i dlaczego jest potrzebny w planach zaopatrzenia w ciepło (LHP)?	16
A3.2. Jak działa system GIS: dane, oprogramowanie, infrastruktura, ludzie i procesy	17
A3.3. Typy i formaty danych GIS istotne dla LHP	17
A3.4. Jakość danych i metadane: dlaczego są kluczowe dla wiarygodnego planu?	18
A3.5. GIS w LHP: od inwentaryzacji do analizy, scenariuszy i modelowania	19
A4. Przegląd danych i systemów GIS w Europie (stan obecny)	20
A4.1. Ekosystem danych w praktyce: modele organizacyjne i typowe schematy przepływu informacji	20
A4.2. Dostawcy danych: typowe źródła i ich specyfika	21
A4.3. Dostępność i dojrzałość warstw GIS: co zazwyczaj działa dobrze, a gdzie występują luki	22
A5. Podmioty objęte obowiązkiem i ekosystem interesariuszy - wprowadzenie do analizy ankiety	23
A5.1. Dla kogo zbieranie danych jest obowiązkowe i dlaczego jest to punkt wyjścia do badania	23
A5.2. Podmiot odpowiedzialny: samorządy lokalne opracowujące plany lokalne (główny użytkownik i „integrator danych”)	23
A5.3. Kluczowi dostawcy danych: kto naprawdę jest „właścicielem” informacji potrzebnych dla LHP	24
A6. Ankieta	26
A6.1. Wprowadzenie	26

<b>A6.2. Analiza wyników ankiety</b>	<b>29</b>
A6.3. Kluczowe wnioski i kierunki działań	35
<b>Część B: Podręcznik</b>	<b>37</b>
B.1. Wprowadzenie do podręcznika	37
B2. Proces kompleksowy: od potrzeby do gotowego zbioru danych LHP	40
B2.1. Określenie zakresu planu i ostatecznych rezultatów	40
B2.2. Inwentaryzacja źródeł danych (wewnętrznych i zewnętrznych)	41
B2.3. Pozyskiwanie danych: ścieżki, formalności, prywatność i licencje	42
B2.4. Harmonizacja i integracja danych w GIS	43
B2.5. Zapewnienie jakości (Testy QA/QC) i metadane	43
B2.6. Publikacja, utrzymanie i aktualizacja: jak uniknąć „jednorazowego pakietu plików”	44
B3. Katalog danych dla LHP - zestaw docelowy (katalog pełnego zakresu inwentaryzacji)	45
B3.1. Dane referencyjne (mapa bazowa i spójność przestrzenna)	45
B3.2. Budynki i zapotrzebowanie na ciepło (charakterystyka aktywów)	46
B3.3. Zużycie energii i ciepła (zapotrzebowanie rzeczywiste)	47
B3.4. Infrastruktura sieci ciepłowniczej (DH) i źródła ciepła	48
B3.5. Infrastruktura gazowa i energetyczna (jeśli wymagana na szczeblu krajowym)	48
B3.6. Potencjały OZE i lokalne źródła energii cieplnej	49
B3.7. Ciepło odpadowe - moduł obowiązkowy w wariantcie docelowym	49
B3.8. Dane dotyczące planowania, środowiska i ograniczeń	50
B3.9. Dane społeczno-ekonomiczne (opcjonalne, ale wspomagają priorytetyzację)	52
B4. Model danych i standardy interoperacyjności	54
B4.1. Struktura modelu: warstwy i relacje są kluczowe dla LHP	54
B4.2. Identyfikatory i klucze łączące dane	55
B4.3. Normy dotyczące formatów, jednostek i odniesień przestrzennych	56
B4.4. Minimalny pakiet metadanych (obowiązkowy dla każdej warstwy)	57
B4.5. Zasady integrowania danych wrażliwych (zużycie, klienci, operatorzy)	57
B4.6. Definicja „Zakończone” dla modelu danych (co oznacza, że model działa)	58
B5. Jakość danych (QA/QC) i metadane - procedury, progi i raportowanie	58
B5.1. Zasada ogólna: jakość „wystarczająca do podejmowania decyzji” i kontrolowana niepewność	59
B5.2. Testy QA vs QC: co sprawdzamy i kiedy	59
B5.3. Minimalny zestaw testów kontroli jakości (dla każdej warstwy)	59
B5.4. Progi akceptacji i decyzje korygujące (OK / Ostrzeżenie / Błąd)	61
B5.5. Metadane: obowiązkowy minimalny pakiet i zasady konserwacji	62
B5.6. Raport jakości danych (raport QC) - struktura i minimalna zawartość	62
B5.7. Jakość w czasie: wersjonowanie i możliwość porównywania między iteracjami	63

B6. Wdrażanie, organizacja i współpraca z interesariuszami	63
B6.1. Model organizacyjny: gmina jako „integrator danych”	63
B6.2. Minimalny zespół i umiejętności (warianty „małego miasta” i „większego miasta”)	64
B6.3. Współpraca z operatorami i przedsiębiorstwami infrastrukturalnymi: zasady i scenariusze	65
B6.4. Dane wrażliwe: agregacja, anonimizacja i kontrola dostępu	66
B6.5. Modele wymiany danych: umowy, licencje i „pakiety danych”	66
B6.6. Utrzymanie i cykl życia danych: aktualizacja, wersjonowanie i audyt	67
B6.7. Zarządzanie ryzykiem wdrożeniowym: największe zagrożenia w procesie	67
B7. Modelowanie i prognozowanie miejskiej sieci ciepłowniczej (DH) (rozszerzenie opcjonalne)	68
B7.1. Cel i zakres	68
B7.2. Kryteria wstępne	68
B7.3. Katalog danych modelowania (czego potrzeba poza pełnym zakresem inwentaryzacji)	69
B7.4. Dane kalibracyjne i walidacyjne (jeśli dostępne)	70
<b>Załącznik do Streszczenia</b>	
<b>(Materiały gotowe do użycia)</b>	<b>71</b>
S-A. Listy kontrolne do streszczenia wykonawczego	72
Lista kontrolna A - Decydenci (kierownictwo miejskie / zarządzanie usługami komunalnymi)	72
Lista kontrolna B - Koordynatorzy i realizatorzy (kierownictwo LHP / GIS-IT / analitycy / wykonawcy)	73
Lista kontrolna C - Dane wrażliwe i infrastruktura krytyczna (dotyczy obu grup)	74
<b>Załączniki do części B (Materiały gotowe do użycia)</b>	<b>75</b>
B-A1. Tabele katalogu danych (wersja pełna)	76
B - A1.1 Dane referencyjne i administracyjne	76
B - A1.2 Budynki i typologia zapotrzebowania	77
B - A1.3 Zużycie energii (dane wrażliwe)	78
B - A1.4 Infrastruktura i źródła ciepła sieciowego (DH)	78
B - A1.5 Sieci gazowe i elektryczne (zależne od kraju)	79
B - A1.6 Potencjały OZE i lokalne	79
B - A1.7 Inwentaryzacja ciepła odpadowego	80
B - A1.8 Planowanie i ograniczenia	81
B - A2. Szablon rejestru źródeł danych	82
B - A3. Szablon pisma do operatora z prośbą o udostępnienie danych (z opcjami agregacji)	83
B - A4. Minimalny szablon metadanych warstwy	85
B - A5. Szablon raportu kontroli jakości (QA/QC)	86
B - A6. Jednostronicowa lista kontrolna	87
B - A7. Jednostronicowa lista kontrolna (modelowanie - modelowanie i prognozowanie sieci DH)	89

# Skróty

---

BSR - (Baltic Sea Region) Region Morza Bałtyckiego

CRS - (Coordinate reference system) Przestrzenny układ odniesienia

DH - (District Heating) Ciepłownictwo miejskie

EED - (EU Energy Efficiency Directive) Dyrektywa EED

GDPR - (General Data Protection Regulation) RODO - Rozporządzenie o ochronie danych osobowych Parlamentu Europejskiego i Rady (UE)

GIS - (Geographic Information System) System Informacji Geograficznej

LHP - (Local Heat Planning) Plany zaopatrzenia w ciepło

QA/QC tests - (Quality Assurance /Quality Control tests) Testy QA - Testy zapewnienia jakości / Testy QC - Testy kontroli jakości

# Streszczenie

---

Niniejszy dokument zawiera praktyczne wskazówki dotyczące tworzenia i utrzymywania powtarzalnego obiegu danych dla Planów zaopatrzenia w ciepło (LHP). Główne przesłanie jest proste: bez ustrukturyzowanego podejścia do gromadzenia, integracji i utrzymania danych, plany ciepłownicze stają się jednorazowymi zadaniami - kosztownymi w powielaniu, trudnymi do aktualizacji i o ograniczonej wartości dla decyzji inwestycyjnych. Zalecane podejście koncentruje się na stworzeniu operacyjnego „zasobu danych planistycznych” (zbiory danych + metadane + reguły jakości + procedury aktualizacji), zamiast kreacji statycznego pakietu plików skompilowanych wyłącznie na potrzeby planu.

**Dla decydentów (władze samorządowe, zarządy przedsiębiorstw użyteczności publicznej, kierownicy jednostek)**

Lokalne planowanie ciepłownicze wymaga współpracy między administracją samorządową, przedsiębiorstwami komunalnymi lub podmiotami użyteczności publicznej (np. ciepłownictwa miejskiego), operatorami infrastruktury (ciepłownictwo, gaz, energia elektryczna) oraz organami publicznymi, co umożliwi standaryzację i dostęp do danych. Kluczową rolą JST jest pełnienie roli właściciela procesu i integratora danych - wyznaczenie mandatu, zapewnienie koordynacji i ustanowienie jasnych zasad zarządzania danymi. Priorytety na poziomie decyzyjnym powinny obejmować: (1) uzgodnienie zakresu i oczekiwanych rezultatów (mapy, strefy, priorytety inwestycyjne, wskaźniki monitorowania), (2) zapewnienie zgodnego z prawem i bezpiecznego dostępu do danych - zwłaszcza dotyczących operatorów i zużycia - najlepiej w formie zagregowanej lub zanonimizowanej, oraz (3) zapewnienie, że plan pozostawi po sobie aktualizowany zbiór danych z określonym cyklem aktualizacji. Propozycja wartości to ograniczenie powtórzeń, poprawa spójności oraz plan, który może wspierać rzeczywiste wdrożenie w dłuższej perspektywie.

## Dla koordynatorów i realizatorów (liderów LHP, zespołów GIS/IT, analityków, wykonawców)

Celem operacyjnym jest zbudowanie możliwego do aktualizacji repozytorium planowania, które będzie mogło stale wspierać analizę i raportowanie. Minimalny, pełny cykl pracy obejmuje:

- definicję wyników analiz i minimalnych wymagań dotyczących danych;
- kompilację rejestru źródeł (właściciel, format, zakres, częstotliwość aktualizacji, ograniczenia);
- gromadzenie danych z wykorzystaniem uzgodnionych szablonów i standardów;
- harmonizację i integrację warstw w GIS (systemy odniesienia, identyfikatory, jednostki, definicje);
- przeprowadzanie kontroli jakości i dokumentowanie ograniczeń; oraz ustanawianie procedur utrzymania zbioru (wersjonowanie, zakres odpowiedzialności i harmonogramy aktualizacji).

„Definicja ukończenia” dla etapu danych to nie tylko mapy końcowe, ale także spójny zestaw zintegrowanych warstw z metadanymi, krótki raport jakościowy i praktyczny plan aktualizacji.

## Wrażliwość danych i wykonalność

Niektóre zbiory danych, zwłaszcza informacje o zużyciu i szczegółowe dane o zasobach sieciowych, są wrażliwe i mogą dotyczyć infrastruktury krytycznej. Dlatego domyślnym podejściem powinno być wykorzystanie agregacji przestrzennej i czasowej (strefy / siatki, typowe profile), minimalizacja danych oraz wdrożenie kontrolowanego dostępu i bezpiecznego przetwarzania, w sytuacjach gdy potrzebne są bardziej szczegółowe dane. W przypadku danych o dużym stopniu złożoności (zestawy danych operatorów, potencjalne ciepło odpadowe, zużycie), zalecaną strategią jest wdrażanie stopniowe: należy rozpocząć od wykonalnego poziomu bazowego, który jest w stanie wspierać decyzje planistyczne, a następnie zwiększać zasięg i jakość w kolejnych cyklach aktualizacji. Gwarantuje to, że plan od samego początku będzie możliwy do wdrożenia, a z czasem będzie stawał się coraz bardziej niezawodny.

Aby ułatwić praktyczne wdrożenie, dokument kończy się listami kontrolnymi dotyczącymi poszczególnych ról (załącznik S-A) dla decydentów oraz koordynatorów / realizatorów. Podsumowują one minimalne działania niezbędne do ustanowienia zasobu danych planistycznych, który można aktualizować oraz powtarzalnego procesu pracy związanego z danymi.

# Część A. Raport z badania

---

## A1. Wprowadzenie

Niniejszy dokument został opracowany jako praktyczna odpowiedź na kluczowe wyzwanie związane z wdrażaniem Planów zaopatrzenia w ciepło (LHP). Jego celem jest pomoc w organizacji powtarzalnego przepływu danych, który będzie bazował na (niezbędnych) informacjach, będących już w posiadaniu wielu gmin. W praktyce dane te (np. zbiory danych budynków, wybrane warstwy Systemu Informacji Geograficznej (GIS), fragmenty informacji o infrastrukturze) są często rozproszone w różnych instytucjach, dostarczane są w różnych formatach i standardach, a czasami gromadzone są tylko raz na potrzeby konkretnego projektu czy dokumentu, po czym nie podlegają aktualizacji ani właściwemu zarządzaniu. Prowadzi to nie tylko do kosztownych i powtarzalnych działań planistycznych, ale także do powstawania map i analiz o ograniczonej wartości dla podejmowania decyzji inwestycyjnych.

Niniejszy raport został opracowany w ramach projektu PlanHeat, międzynarodowej inicjatywy, która łączy gminy i organizacje eksperckie z siedmiu krajów regionu Morza Bałtyckiego (BSR) w celu wzmocnienia lokalnych zdolności w zakresie Planów zaopatrzenia w ciepło (LHP). PlanHeat odpowiada bezpośrednio na rosnącą presję klimatyczną i energetyczną na miasta. Ciepłownictwo pozostaje głównym źródłem emisji gazów cieplarnianych w całej Europie, a przekształcona dyrektywa UE w sprawie efektywności energetycznej (EED 2023) nakłada na gminy, szczególnie te powyżej 45 000 mieszkańców, nowe oczekiwania dotyczące przygotowania solidnych lokalnych planów ciepłowniczych. Dzięki połączeniu doświadczeń miast, gmin i wiedzy eksperckiej, w ramach projektu powstaje kompleksowy podręcznik, który ma pomóc jednostkom organizacyjnym przejść od doraźnych wysiłków planistycznych do ustrukturyzowanych, powtarzalnych działań. Podręcznik jest podzielony na pięć uzupełniających się „podrozdziałów” obejmujących dostęp do danych, technologie, personel i umiejętności, udział interesariuszy oraz ustalenia finansowe i organizacyjne, z silnym zaangażowaniem kluczowych podmiotów, takich jak dostawcy ciepła, konsultanci ds. energii oraz władze krajowe czy regionalne. Niniejsze sprawozdanie przyczynia się do realizacji tego celu, przekładając doświadczenia z projektów na praktyczne, zorientowane na wdrożenie rozwiązania, które można powielać w całym regionie Morza Bałtyckiego i poza nim.

Dokument ma na celu wypełnienie istniejącej luki poprzez dostarczenie dwóch uzupełniających się elementów, które razem tworzą „most” między wymogami regulacyjnymi, a realiami wdrażania na szczeblu gminnym:

- komponent diagnostyczny - raport oparty na badaniu ankietowym, prezentujący poziom gotowości gmin i partnerów, typowe luki w danych oraz bariery dostępu (organizacyjne, prawne i techniczne);

- komponent wdrożeniowy - zestaw wytycznych i lista kontrolna, które prowadzą użytkowników przez proces przygotowywania danych: od identyfikacji potrzeb w zakresie danych, poprzez ich pozyskiwanie i harmonizację, po kontrolę jakości, metadane i przygotowanie zbioru danych, który można ponownie wykorzystać i aktualizować.

W ramach logiki projektu PlanHeat, dokument pełni funkcję „diagnostyczno-projektową”: najpierw określa, jakimi danymi dysponują gminy i jakie bariery uniemożliwiają ich pozyskanie, a następnie przekłada te ustalenia na narzędzie wdrożeniowe, które można zastosować w różnych krajach i kontekstach instytucjonalnych. To podejście jest szczególnie ważne, ponieważ jednym z najczęściej zgłaszanych problemów jest ograniczony dostęp do danych dotyczących energii oraz fakt, że informacje niezbędne do LHP są rozproszone wśród wielu interesariuszy (w tym operatorów sieci).

Dokument jest skierowany do grup docelowych PlanHeat, tj. podmiotów, które w praktyce muszą ściśle współpracować, aby planowanie zaopatrzenia w ciepło (LHP) działało:

- (Grupa docelowa nr 1) *lokalne i regionalne władze publiczne*, kierujące procesem planowania (administracje gminne i miejskie i ich jednostki odpowiedzialne za politykę energetyczną i klimatyczną, planowanie przestrzenne i digitalizację/GIS);
- (Grupa docelowa nr 2) *dostawcy infrastruktury i usług publicznych*, tacy jak przedsiębiorstwa ciepłownicze, właściciele i operatorzy sieci (ciepło, gaz, energia elektryczna) jako kluczowi posiadacze danych i partnerzy wdrażający;
- (Grupa docelowa nr 3) *agencje sektorowe*, w tym agencje energetyczne, biura inżynieryjno-planistyczne i inni zewnętrzni dostawcy usług, którzy wspierają gminy w zakresie analiz, integracji danych i modelowania;
- (Grupa docelowa nr 4) *grupy interesów* (np. stowarzyszenia obywateli, społeczności energetyczne, inicjatywy sąsiedzkie i organizacje biznesowe), których wczesne zaangażowanie jest niezbędne do uzyskania społecznej akceptacji i efektywnego uczestnictwa;
- (Grupa docelowa nr 5) *organy państwowe*, przede wszystkim ministerstwa odpowiedzialne za politykę energetyczną i klimatyczną, wraz z innymi organami publicznymi ustalającymi ramy prawne, które mogą umożliwić LHP poprzez wyjaśnianie zasad, standaryzację podejść oraz zapewnianie wsparcia finansowego i technicznego oraz mechanizmów na rzecz lepszego dostępu do danych („instytucje wsparcia”).

Zakres dokumentu obejmuje kontekst regulacyjny i jego implikacje dla danych, podstawy GIS „na potrzeby LHP” (formaty, jakość danych, komponenty systemu i cykl życia danych), analizę ankietową; oraz kompleksowy opis procesu pozyskiwania danych wraz z minimalnymi wymaganiami. Jednocześnie dokument ten nie jest specyfikacją

techniczną platformy informatycznej ani kompleksowym podręcznikiem modelowania systemów - analityka i modelowanie pojawiają się tylko w takim zakresie, w jakim uzasadniają to wymagania dotyczące danych.

Wnioski w części diagnostycznej opierają się na badaniu ankietowym przeprowadzonym wśród partnerów i gmin, w ramach którego analizowano: dostępność GIS i danych opisowych, bariery dostępu, dojrzałość procesów (aktualizacje, standaryzacja, dokumentacja); oraz potrzeby wsparcia (narzędzia, standardy, kompetencje). Kluczową cechą tego podejścia jest to, że wyniki badania nie pozostają wyłącznie „opisowe” - są one syntetyzowane i przekładane na konkretne listy kontrolne i elementy wytycznych, dzięki czemu raport jest przydatny w bezpośrednim wdrażaniu.

## A2. Kontekst regulacyjny

### A2.1. Dyrektywa EED (UE) 2023/1791 - cel, logika działania i nowości

Znowelizowana dyrektywa w sprawie efektywności energetycznej (EED 2023/1791) wzmacnia rolę planowania jako narzędzia systemowego: państwa członkowskie mają nie tylko wdrażać środki poprawy efektywności energetycznej, ale także identyfikować i mobilizować potencjał w sektorach, w tym ciepłownictwie. W praktyce oznacza to przejście od podejścia opartego na pojedynczych projektach czy indywidualnych inwestycjach do podejścia opartego na diagnozie obecnej sytuacji, analizie potencjałów oraz planowaniu działań w ramach jednego programu w wieloletniej perspektywie.

W odniesieniu do ciepła, kluczowe znaczenie ma artykuł 25 dyrektywy. Zobowiązuje on państwa członkowskie do przygotowania kompleksowej oceny krajowego potencjału cieplnego, która ma zostać uwzględniona w krajowych planach w zakresie energii i klimatu. Ocena ta powinna opierać się na standardowych elementach określonych w załączniku X do dyrektywy EED. W tym między innymi na bilansie i podaży zapotrzebowania na ciepło i chłód, analizie technologicznej, scenariuszach oraz identyfikacji potencjałów.

Szczególnie istotną nowością dla szczebla lokalnego jest to, że dyrektywa wzmacnia obowiązki planistyczne władz lokalnych i regionalnych i to nie jako dobrą praktykę, ale jako wymagany element powiązany z danymi i procesami partycypacyjnymi. Co istotne, wymogi dotyczą nie tylko sporządzenia dokumentu, ale także: (a) oparcia go na danych z ocen krajowych, (b) zaangażowania interesariuszy i społeczeństwa, (c) uwzględnienia infrastruktury oraz (d) wskazania mechanizmów finansowania i monitorowania postępów.

## A2.2. Plany zaopatrzenia w ciepło - rola samorządów i wsparcie państw członkowskich

Artykuł 25(6) Dyrektywy EED nakłada na państwa członkowskie obowiązek zapewnienia, aby władze lokalne i regionalne przygotowały lokalne plany zaopatrzenia w ciepło w gminach, których całkowita liczba ludności przekracza 45 000.

Dyrektywa określa minimalny zakres takich planów. W szczególności powinny one:

- opierać się na informacjach i danych pochodzących z kompleksowych ocen krajowych oraz obejmować szacunki i mapy potencjału zwiększenia efektywności energetycznej i wdrożenia rozwiązań niskoemisyjnych (w tym sieci niskotemperaturowych, wydajnej kogeneracji, odzysku ciepła odpadowego i odnawialnych źródeł energii w ciepłownictwie),
- przestrzegać zasady „efektywność energetyczna przede wszystkim”,
- zawierać strategię wykorzystania zidentyfikowanego potencjału,
- być opracowywane przy udziale interesariuszy i społeczeństwa, w tym operatorów lokalnej infrastruktury energetycznej,
- uwzględniać istniejącą infrastrukturę energetyczną i potrzeby lokalnych społeczności,
- zawierać elementy dotyczące finansowania, ścieżek wdrażania w celu osiągnięcia zakładanych rezultatów, monitorowania postępów i synergii z planami sąsiednich jednostek.

Dyrektywa dopuszcza również współpracę terytorialną: lokalne plany mogą być opracowywane wspólnie przez kilka sąsiadujących ze sobą jednostek samorządu terytorialnego, jeżeli uzasadnia to kontekst geograficzny i infrastruktura. Ponadto plany podlegają ocenie właściwego organu (z możliwością podjęcia odpowiednich działań).

Istotne dla praktycznej wykonalności jest również to, że dyrektywa EED zobowiązuje państwa członkowskie do wspierania władz lokalnych i regionalnych. Dyrektywa wyraźnie wymienia przygotowywanie zaleceń i udzielanie wsparcia (w tym finansowego i technicznego) oraz harmonizację planów zaopatrzenia w ciepło z innymi lokalnymi planami w dziedzinie klimatu, energii i środowiska. Takie podejście ma na celu zmniejszenie obciążeń administracyjnych i zwiększenie skuteczności wdrażania.

W dokumentach PlanHeat wymagania artykułu 25(6) wskazane są jako jeden z kluczowych punktów odniesienia dla końcowego podręcznika projektu oraz działań skierowanych do samorządów lokalnych i partnerów infrastrukturalnych.

### A2.3. Implikacje dla danych: dlaczego wymagania EED nie mogą zostać spełnione bez danych przestrzennych

Wymagania dyrektywy EED, zwłaszcza te dotyczące „określania potencjałów” z uwzględnieniem infrastruktury oraz planowania ścieżki transformacji, oznaczają, że LHP staje się procesem ściśle opartym na danych. Plan nie jest jedynie opisem działań; musi wynikać z określenia: (a) miejsc występowania zapotrzebowania na ciepło/chłód, (b) charakterystyki zasobów budowlanych, (c) lokalizacji i sposobu przebiegu infrastruktury, (d) istniejących potencjałów technologicznych i ich lokalizacji (odnawialne źródła energii, ciepło odpadowe, kogeneracja) oraz (e) barier przestrzennych i funkcjonalnych utrudniających wdrożenie.

W tym kontekście dane przestrzenne stanowią „język integrujący” dla różnych domen danych, obejmujących: budynki, użytkowanie gruntów, strefy funkcjonalne, sieci infrastruktury, lokalizacje źródeł i odbiorców, obszary rozwoju oraz ograniczenia środowiskowe i planistyczne. GIS umożliwia:

- mapowanie potencjałów (zgodnie z wymogami EED ) jako operację analityczną, a nie tylko ilustrację,
- łączenie danych dotyczących zapotrzebowania i podaży z lokalizacją (np. strefy gęstości zapotrzebowania, obszary, w których sieci są opłacalne , lokalizacje źródeł ciepła odpadowego) ,
- analizowanie opcji i scenariuszy (np. wprowadzenie sieci niskotemperaturowych, modernizacja źródeł, stopniowe wycofywanie paliw kopalnych), które dyrektywa wiąże z monitorowaniem postępów i ścieżką osiągnięcia rezultatów.

W związku z tym konieczne jest systematyczne podejście do gromadzenia, harmonizacji i oceny jakości danych. Eksperci PlanHeat jako kluczowe wskazują co najmniej dane dotyczące: budynków (np. efektywność energetyczna, wielkość, wiek, systemy grzewcze), zużycia energii, infrastruktury energetycznej oraz potencjału energii odnawialnej. Czyli zbiory danych, które w praktyce pochodzą z wielu instytucji i często występują w różnych formatach i standardach.

Z tego powodu niniejszy dokument nie ogranicza się jedynie do opisu wymagań. Jego rolą jest przełożenie Dyrektywy EED na praktyczny, przyjazny dla użytkowników sposób organizacji gromadzenia danych oraz ułatwienie samorządom dostępu do rozproszonych źródeł informacji, tak aby spełnienie wymagań planistycznych (w tym potencjalnego mapowania) było możliwe przy rzeczywistych ograniczeniach organizacyjnych i kadrowych.

## A3. Podstawy systemu informacji geograficznej

### A3.1. Czym jest GIS i dlaczego jest potrzebny w planach zaopatrzenia w ciepło (LHP)?

System Informacji Geograficznej (GIS) to zestaw narzędzi i metod służących do gromadzenia, organizowania, integrowania, analizowania i prezentowania danych powiązanych z wymiarami przestrzennymi. Kluczową cechą GIS jest to, że umożliwia on pracę na różnych „warstwach” informacji (np. budynkach, sieciach, źródłach ciepła, użytkowaniu gruntów) i łączy je we wspólnym kontekście przestrzennym. Dzięki temu dane techniczne, statystyczne i opisowe mogą stać się jednym, spójnym zasobem analitycznym. W praktycznym wymiarze planowania zaopatrzenia w ciepło GIS jest narzędziem, które umożliwia przejście od ogólnego opisu do planowania opartego na dowodach: pozwalającego na identyfikację obszarów priorytetowych, ocenę potencjału i porównywanie scenariuszy.

W kontekście Planów zaopatrzenia w ciepło (LHP), GIS to nie tylko „ładna mapa na końcu”. To przede wszystkim spójna struktura danych i środowisko analityczne, które umożliwiają udzielanie odpowiedzi na pytania planistyczne, takie jak: gdzie występuje największe zagęszczenie zapotrzebowania, gdzie istnieje infrastruktura, gdzie występuje potencjał ciepła odnawialnego i odpadowego oraz jakie są ograniczenia wdrożeniowe.

### A3.2. Jak działa system GIS: dane, oprogramowanie, infrastruktura, ludzie i procesy

GIS funkcjonuje jako ekosystem, w którym dane, narzędzia informatyczne i procesy organizacyjne są równie ważne. W praktyce (istotnej dla gmin) można wyróżnić:

- Dane: warstwy przestrzenne (np. budynki, sieci) i dane opisowe (np. zużycie, parametry techniczne), połączone za pomocą identyfikatorów i geometrii.
- Oprogramowanie: narzędzia do edycji, integrowania i analizowania danych; mogą to być systemy stacjonarne, serwery map lub platformy internetowe.
- Infrastruktura: bazy danych, repozytoria plików, usługi sieciowe, mechanizmy tworzenia kopii zapasowych i wersjonowanie.
- Ludzie i role: właściciel danych, administrator systemu, analityk GIS, specjalista ds. energii i osoba odpowiedzialna za aspekty prawne czy udostępnianie danych.
- Procesy: pozyskiwanie → standaryzacja → kontrola jakości → publikacja/udostępnianie → aktualizacja (czyli cykl życia danych).

W ciepłownictwie i sieciach ciepłowniczych GIS może również pełnić rolę systemu odniesienia dla infrastruktury (inwentaryzacja majątku), a w bardziej zaawansowanych zastosowaniach stanowi podstawę modelowania i optymalizacji termohydraulicznej (np. planowanie przebiegu sieci, zmienianie średnic rur, analiza pracy systemu w czasie).

### A3.3. Typy i formaty danych GIS istotne dla LHP

Z perspektywy LHP kluczowe są trzy kategorie danych przestrzennych:

- Dane wektorowe - reprezentują obiekty jako punkty/linie/wielokąty (np. punkt: źródło ciepła; linia: segment sieci; wielokąt: budynek lub strefa). Ten typ danych stanowi podstawę analiz infrastruktury i jest powiązany z atrybutami (np. rok budowy, typ budynku, średnica rury). W praktycznej integracji często używane są formaty takie jak Shapefile lub GeoJSON (szczególnie w środowiskach internetowych); najważniejsza jest spójna struktura atrybutów i jednoznaczne identyfikatory obiektów.
- Dane rastrowe - przedstawiają zjawiska jako siatkę komórek, z których każda ma określoną wartość (np. gęstość zapotrzebowania na ciepło, potencjał słoneczny). W planowaniu cieplnym powszechne są mapy zapotrzebowania/potencjału o rozdzielczości 100 x 100 m, umożliwiające porównywanie obszarów i identyfikację skupisk o wysokim zapotrzebowaniu.
- Dane usługowe (usługi sieciowe) - udostępniane w postaci map/usług danych (np. do przeglądania i pobierania). Jest to istotne dla współpracy międzyinstytucjonalnej i budowania „wspólnej przestrzeni danych” dla LHP, zwłaszcza w przypadku dystrybucji danych między różnymi dostawcami. (W praktyce ma to kluczowe znaczenie, ponieważ jako jedną z głównych barier badania wskazują właśnie na fragmentację i brak standaryzacji).

Niezależnie od formatu warstw, warunkiem koniecznym do ich połączenia jest wspólny standardowy przestrzenny układ odniesienia (CRS i georeferencja). Bez tego warstwy nie będą się poprawnie nakładać, a obliczenia odległości czy powierzchni będą podatne na błędy, co bezpośrednio wpływa na planowanie i wynikające z niego wnioski ekonomiczne.

### A3.4. Jakość danych i metadane: dlaczego są kluczowe dla wiarygodnego planu?

Ponieważ LHP ma wspierać decyzje inwestycyjne i regulacyjne, GIS musi opierać się na danych, których jakość można ocenić i obronić. W praktyce oznacza to sprawdzenie co najmniej pięciu wymiarów:

- **Kompletność:** czy warstwa obejmuje cały obszar i wszystkie obiekty (np. wszystkie budynki, wszystkie segmenty sieci)?
- **Aktualność:** kiedy dane zostały zaktualizowane i czy odzwierciedlają stan obecny?
- **Dokładność:** dokładność geometryczna (lokalizacja, układ sieci) i atrybutów (np. przepustowość, parametry techniczne).

- **Spójność:** brak sprzeczności pomiędzy warstwami i w obrębie warstwy (np. spójne identyfikatory, jednostki, klasyfikacje).
- **Pochodzenie i ograniczenia:** jakie jest źródło, jakie są warunki korzystania i jakie ograniczenia prawne mają zastosowanie (np. dane wrażliwe, dane operatora).

W praktyce europejskiej jednym z najczęstszych problemów jest integracja zróżnicowanych, niespójnych zbiorów danych: dane budowlane, statystyki, rejestry energii i sieci operatorów. Często istnieją one jednocześnie na różnych poziomach agregacji i odmiennych standardach, co wymusza stosowanie przybliżeń i zwiększa niepewność.

Dlatego metadane są niezbędnym elementem każdej warstwy LHP: opisu treści, zakresu, jakości, daty pozyskania, odniesienia przestrzennego, odpowiedzialności i warunków udostępniania. Metadane nie są „formalnością” - tworzą mechanizm, który umożliwia audyt i aktualizację planu oraz umożliwia ponowne wykorzystanie danych w kolejnych iteracjach planu.

### A3.5. GIS w LHP: od inwentaryzacji do analizy, scenariuszy i modelowania

W LHP GIS wspiera cały proces, od diagnozy do wdrożenia, poprzez trzy główne funkcje:

- **Integracja i „wspólny obraz” sytuacji**  
GIS łączy budynki (zapotrzebowanie), infrastrukturę (zdolność przesyłową), źródła (podaż) i potencjały (odnawialne źródła energii/ciepło odpadowe). Wyniki ankiety przeprowadzonej w projekcie PlanHeat pokazują, że w gminach partnerskich warstwy budynków i dane dotyczące sieci ciepłowniczych (trasy, długość, straty, wiek) są najsilniej rozwinięte, co stanowi solidną podstawę do analiz zapotrzebowania i infrastruktury. Jednocześnie zidentyfikowano systemową słabość w obszarze ciepła odpadowego. W tym obszarze brakuje zarówno identyfikacji, jak i informacji o dostępności lub sezonowości, często z powodu ograniczeń organizacyjnych i prawnych .
- **Analiza przestrzenna i wyznaczanie obszarów priorytetowych**  
Typowym produktem GIS jest „mapa cieplna”, czyli mapa gęstości zapotrzebowania, często tworzona poprzez agregację danych o budynkach do siatki (np. 100 x 100 m). Umożliwia to wskazanie obszarów o największym potencjale dla sieci lub intensywnych działań na rzecz efektywności. Takie mapy są szeroko stosowane jako narzędzia wspomagające podejmowanie decyzji (przez gminy, operatorów, inwestorów), ponieważ upraszczają identyfikację skupisk o wysokim zapotrzebowaniu i porównywanie wariantów działań.
- **Scenariusze i modelowanie (o ile pozwala na to dojrzałość danych)**  
W bardziej zaawansowanych zastosowaniach, GIS stanowi podstawę modelowania sieci i testowania opcji: od automatycznego wyznaczania tras sieciowych na podstawie układu ulic po analizy uwzględniające parametry

techniczne i działanie systemu w czasie (np. symulacje roczne, optymalizacja średnic i temperatur). W takich zastosowaniach kluczowe jest to, że GIS przestaje być „tłem”, a staje się zbiorem zmiennych i ograniczeń w procesie projektowania.

GIS to fundamentalne narzędzie umożliwiające prowadzenie analiz LHP w sposób spójny, porównywalny i iteracyjny. Jego skuteczność zależy jednak od tego, czy gmina jest w stanie stworzyć powtarzalny obieg danych (pozyskiwanie - harmonizacja - zapewnienie i/lub kontrola jakości - metadane - aktualizacja) oraz czy ma realny dostęp do danych od kluczowych interesariuszy (w szczególności operatorów i podmiotów posiadających dane dotyczące zużycia i potencjału).

## A4. Przegląd danych i systemów GIS w Europie (stan obecny)

### A4.1. Ekosystem danych w praktyce: modele organizacyjne i typowe schematy przepływu informacji

W większości krajów UE dane potrzebne do lokalnego planowania ciepła i chłodu nie są gromadzone w jednym miejscu. Zamiast tego istnieje ekosystem rozproszonych rejestrów i instytucji, które dostarczają różnych elementów, tworzących jedną całość: geometrii i adresów budynków, danych statystycznych, informacji o infrastrukturze, zużyciu oraz potencjale ciepła odnawialnego i odpadowego. To rozproszenie oznacza, że przygotowanie projektu LHP jest w dużej mierze zadaniem integracyjnym: zbiory danych o różnych skalach, formatach i poziomach agregacji muszą być łączone, często wypełniając luki metodami pośrednimi (np. zmniejszaniem skali, siatkami, wskaźnikami zastępczymi).

W praktyce dominują dwa modele:

- Model rozproszony („silosy danych”) - każdy interesariusz utrzymuje własne zbiory danych, a gmina gromadzi dane ad hoc na potrzeby planowania. Choć takie zbiory danych są z założenia możliwe do połączenia, w praktyce integracja jest często jedynie częściowa ze względu na zróżnicowane standardy i definicje, nierówną jakość danych oraz niespójne cykle aktualizacji w różnych organizacjach (problem obserwowany szczególnie w mniejszych gminach). W rezultacie prace integracyjne są wielokrotnie dublowane, częściej występują niespójności, a proces staje się w dużym stopniu zależny od indywidualnych kontaktów i lokalnej wiedzy specjalistycznej, zwłaszcza tam, gdzie brakuje jasnych zasad lub procedur udostępniania danych przez operatorów infrastruktury.
- Model platformowy („wspólna baza danych / repozytorium planowania”) - dane są agregowane i przechowywane w jednym miejscu (zazwyczaj na poziomie krajowym lub regionalnym) w formie umożliwiającej ich ponowne wykorzystanie. W literaturze często wskazuje się na to podejście jako sposób na ograniczenie

barier dostępu i pracy ręcznej, poprawę porównywalności oraz wspieranie zharmonizowanych standardów i procedur aktualizacji.

W obu modelach GIS odgrywa kluczową rolę jako „warstwa łącząca”: może strukturyzować i dokumentować dane wejściowe (warstwy + metadane + zasady harmonizacji), obsługiwać kontrole interoperacyjności i jakości oraz przekształcać heterogeniczne dane źródłowe w wyniki analizy wymagane dla LHP (np. mapy zapotrzebowania, infrastruktury, potencjałów i strefowania).

#### A4.2. Dostawcy danych: typowe źródła i ich specyfika

Upraszczając, dane wykorzystywane w lokalnym planowaniu systemów ciepłowniczych można podzielić według dostawców:

##### **Administracja katastralna / topograficzna (centralna lub regionalna).**

Zazwyczaj odpowiedzialna za najbardziej „stabilne” zbiory danych referencyjnych: budynki (geometria), adresy, granice administracyjne i sieci ulic. W kontekście UE ważne jest, aby harmonizacja geodanych była wspierana przez ramy INSPIRE, co ułatwia uzyskiwanie porównywalnych danych o geometrii budynków/adresów i zmniejsza koszty integracji dla gmin.

##### **Statystyki publiczne / rejestry demograficzne**

Dostarczają danych o populacji i strukturach społecznych, ale często na poziomach agregacji, które nie „pasują” do skali budynku (np. strefy statystyczne kontra pojedyncze obiekty). Badanie przeprowadzone w ramach projektu PlanHeat pokazuje, że chociaż dane dotyczące populacji są powszechnie dostępne, to nie zawsze są skutecznie wdrażane w warstwach GIS wykorzystywanych bezpośrednio do analiz zapotrzebowania.

##### **Samorządy lokalne i jednostki miejskie**

Dostarczają dane planistyczne (użytkowanie/funkcje gruntów, inwestycje, obszary zdegradowane), które często mają kluczowe znaczenie dla faktycznej „realizacji” scenariuszy. Badanie pokazuje, że dane planistyczne są powszechnie wykorzystywane (np. planowane inwestycje, obszary funkcjonalne), co wskazuje na rosnącą integrację planowania ciepłowniczego z polityką przestrzenną i rewitalizacją.

##### **Operatorzy i przedsiębiorstwa (ciepło, gaz, energia elektryczna) oraz przemysł**

Najważniejsze źródło danych z obszaru energii: rzeczywiste zużycie, parametry sieci i źródeł, informacje o przepływach oraz potencjał ciepła odpadowego. Jednocześnie dane te są najczęściej trudne do uzyskania, ponieważ mogą być uważane za wrażliwe, handlowe lub nie podlegające obowiązkowemu ujawnieniu. Literatura wskazuje, że brak dostępu do danych o zużyciu od operatorów wymusza szacunki i zmniejsza precyzję planów; przedstawia również przykłady rozwiązań systemowych, w których współdzielenie zostało uregulowane (np. mechanizmy współdzielenia danych w Danii i Francji).

### A4.3. Dostępność i dojrzałość warstw GIS: co zazwyczaj działa dobrze, a gdzie występują luki

Wyniki badania PlanHeat, omawianego dokładniej w dalszej części raportu, wyraźnie pokazują, że „problem danych” rzadko oznacza całkowity brak informacji - dominują luki częściowe wynikające z rozproszenia, zmiennego poziomu szczegółowości i ograniczeń w dostępie.

W praktyce najwyższą dojrzałość obserwuje się zazwyczaj w przypadku:

- warstwy budynku (rodzaj, powierzchnia użytkowa, system ogrzewania, często także rok budowy), które stanowią podstawę map zapotrzebowania;
- warstwy sieci ciepłowniczej (trasy, długości, straty, wiek, często także średnice i reżimy temperaturowe), co sugeruje, że infrastruktura ciepłownicza jest stosunkowo dobrze zinwentaryzowana i podatna na analizę GIS.

Najniższą dojrzałością z kolei wykazują się zazwyczaj dane dotyczące:

- głównych klientów - lokalizacja jest często znana, ale parametry obciążenia i roczne zużycie są zwykle niedostępne, co ogranicza precyzję bilansowania i planowania sieci;
- ciepła odpadowego - badanie wskazuje na niską kompletność nawet w odniesieniu do podstawowych atrybutów (źródło / lokalizacja / dostępność / sezonowość) i podkreśla bariery organizacyjne i prawne po stronie branży.

W części opisowej ankiety respondenci jednoznacznie wskazują, że do głównych barier należą: fragmentacja instytucjonalna, brak obowiązku udostępniania danych przez operatorów, brak standardów formatowania oraz ograniczone kompetencje integracyjne. Są to typowe bariery w krajach, w których nie opracowano jeszcze „warstwy systemowej” dla LHP (platform, standardów i egzekwowanego dostępu do danych).

## A5. Podmioty objęte obowiązkiem i ekosystem interesariuszy - wprowadzenie do analizy ankiety

### A5.1. Dla kogo zbieranie danych jest obowiązkowe i dlaczego jest to punkt wyjścia do badania

Wymagania dyrektywy EED dotyczące planowania zaopatrzenia w ciepło przekładają się na konkretne konsekwencje organizacyjne: władze lokalne i regionalne mają obowiązek sporządzania planów lokalnych, a zatem również organizowania pozyskiwania, integracji i przechowywania danych, na których te plany się opierają.

Dyrektywa wskazuje, że plany powinny być opracowywane przynajmniej dla jednostek, w których liczba mieszkańców przekracza 45 000, a państwa członkowskie powinny zapewnić wsparcie (w tym organizacyjne, techniczne i finansowe) umożliwiające wypełnienie tego obowiązku.

W praktyce oznacza to, że obowiązek „gromadzenia danych” nie spoczywa wyłącznie na pojedynczej instytucji. Jest to obowiązek systemowy realizowany przez samorząd, ale uzależniony od współpracy z podmiotami, które tymi danymi dysponują lub je współtworzą (operatorzy, spółki komunalne, instytucje publiczne, przemysł, zarządcy zasobów budowlanych). Dlatego badanie PlanHeat zostało zaprojektowane jako narzędzie diagnostyczne: aby zbadać czy i w jakim stopniu podmioty te są gotowe do udostępniania danych, jakimi zasobami dysponują i jakie bariery blokują przepływ informacji.

### A5.2. Podmiot odpowiedzialny: samorządy lokalne opracowujące plany lokalne (główny użytkownik i „integrator danych”)

Podstawową grupą, dla której tworzony jest proces zbierania danych (i dla której przygotowana została niniejsza publikacja) są: urzędy miast i gmin oraz w zależności od krajowego podziału kompetencji, władze regionalne, które organizują przygotowywanie lokalnych planów zaopatrzenia w ciepło.

Z perspektywy danych, samorząd pełni rolę integratora w tym procesie: łączy informacje przestrzenne i opisowe z wielu źródeł w spójny zestaw wykorzystywany do analiz, mapowania potencjału i opracowywania scenariuszy. W typowej strukturze organizacyjnej oznacza to współpracę co najmniej kilku funkcji lub jednostek:

- jednostki odpowiedzialnej za energię / środowisko / transformację (rzeczowy właściciel planu),
- jednostki planowania przestrzennego i inwestycji (spójność z polityką przestrzenną i projektami inwestycyjnymi),
- zespołu GIS / IT (integracja danych, jakość, publikacja, konserwacja),
- wsparcia prawnego / RODO (warunki udostępniania, anonimizacja, licencje),
- przedsiębiorstw i jednostek komunalnych (budynki publiczne, transport, mieszkalnictwo, usługi komunalne).

Właśnie ta rozproszona natura jest powodem, dla którego - niezależnie od dostępności danych w danym kraju - gminy często potrzebują procedury i listy kontrolnej, aby proces nie zakończył się jednorazowym zebraniem plików, ale prowadził do danych, które można aktualizować i ponownie wykorzystywać.

### A5.3. Kluczowi dostawcy danych: kto naprawdę jest „właścicielem” informacji potrzebnych dla LHP

Analiza ankiety wymaga wyraźnego rozróżnienia między podmiotem zobowiązanym do sporządzenia planu (samorządem terytorialnym), a podmiotami posiadającymi dane. W lokalnym planowaniu ciepłowniczym kluczowe są następujące grupy dostawców:

- **Operatorzy infrastruktury i przedsiębiorstwa użyteczności publicznej (ciepło, gaz, energia elektryczna).**  
Jest to najbardziej „krytyczny” interesariusz z perspektywy planowania, ponieważ posiada dane o sieciach, źródłach, parametrach operacyjnych oraz - w zależności od przypadku - profili zużycia i obciążenia. Jednocześnie w tej grupie najczęściej pojawiają się bariery dostępu (wrażliwość danych, tajemnica handlowa, brak standardów udostępniania), co bezpośrednio wpływa na jakość i poziom szczegółowości planu. W badaniu PlanHeat temat dostępu do danych operatorów jest jednym z kluczowych obszarów diagnostycznych.
- **Podmioty publiczne prowadzące rejestry przestrzenne i referencyjne.**  
Są to instytucje odpowiedzialne za zbiory danych referencyjnych, bez których danych energetycznych nie można powiązać z przestrzenią (budynkami, adresami, granicami, układem komunikacyjnym). Dla LHP stanowi to fundament umożliwiający geokodowanie, agregację w strefy / siatki oraz tworzenie map zapotrzebowania / potencjału.
- **Zasoby budowlane (publiczne i prywatne)**  
W przypadku planowania lokalnego istotne są informacje o charakterystyce budynku (rodzaj, funkcja, wielkość, stan techniczny / energetyczny, system ogrzewania), ponieważ determinują one zapotrzebowanie i scenariusze modernizacji. W wielu miastach kluczowym podzbiorem są budynki publiczne (zarządzane przez jednostki organizacyjne), gdzie dane są stosunkowo łatwiejsze do uzyskania i mogą stanowić pierwszy krok w kierunku zbudowania wysokiej jakości zasobu danych.
- **Przemysł i podmioty wytwarzające ciepło odpadowe / dysponujące lokalnym potencjałem.**  
Ta grupa ma kluczowe znaczenie dla identyfikacji potencjałów (zwłaszcza ciepła odpadowego), ale często jest najtrudniejszym źródłem danych ze względu na wrażliwość informacyjną i brak ugruntowanych kanałów współpracy. Dlatego badanie analizuje nie tylko „czy dane istnieją”, ale także „czy są dostępne” i w jakiej formie (poziom agregacji, warunki udostępniania).
- **Instytucje wspierające (poziom krajowy / regionalny)**  
Dyrektywa EED podkreśla rolę państwa w dostarczaniu narzędzi i wspieraniu samorządów. W praktyce grupa ta obejmuje podmioty, które mogą standaryzować podejście, opracowywać wytyczne, udostępniać platformy danych lub programy finansowania, obniżając koszty początkowe dla

poszczególnych gmin.

W świetle powyższego, projekt PlanHeat i jego rezultaty skierowane są właśnie do tych grup dostawców. Zwłaszcza, że pokrywają się one z grupami docelowymi projektu, czyli: władzami publicznymi na szczeblach lokalnym i regionalnym, dostawcami infrastruktury i usług publicznych (w tym operatorami sieci) oraz władzami publicznymi na szczeblu krajowym, które odpowiedzialne są za politykę energetyczną i klimatyczną.

## A6. Ankieta

### A6.1. Wprowadzenie

#### Cele badania

Głównym celem badania jest identyfikacja i systematyzacja zapotrzebowania gmin na dane do planowania zaopatrzenia w ciepło (LHP), ze szczególnym uwzględnieniem danych przestrzennych (GIS) i nieprzestrzennych (opisowych). Badanie ma na celu wsparcie opracowywania międzynarodowych wytycznych i narzędzi analitycznych, które spełniają wymogi dyrektywy EED i są dostosowane do zróżnicowanych kontekstów krajowych i lokalnych.

W szczególności, badanie ma na celu:

- ocenić dostępność, zakres i jakość danych GIS wykorzystywanych do analizy zapotrzebowania na ciepło, systemów dostaw i infrastruktury;
- zidentyfikować źródła danych i mechanizmy ich pozyskiwania, z których obecnie korzystają gminy i ich partnerzy eksperci;
- zbadać, w jakim stopniu odnawialne źródła energii (OZE) i technologie niskotemperaturowe są wspierane przez analizy danych;
- zidentyfikować bariery instytucjonalne, techniczne, prawne i organizacyjne utrudniające dostęp do i wykorzystanie istotnych danych;
- określić potrzeby w zakresie budowania potencjału i wsparcia związanych z integracją i standaryzacją danych oraz kompetencjami analitycznymi.

Badanie ma charakter badawczo-diagnostyczny i nie ma na celu oceny poszczególnych gmin. Stanowi natomiast zagregowaną bazę wiedzy dla opracowywanych rezultatów projektów, wspierających planowanie zaopatrzenia w ciepło (LHP) w regionie Morza Bałtyckiego.

#### Zakres badania i grupa docelowa

Kwestionariusz został rozesłany do wszystkich partnerów projektu PlanHeat, w tym miast i organizacji eksperckich z Polski, Litwy, Łotwy, Estonii, Finlandii, Niemiec i Szwecji. W Polsce ankietę przeprowadzono w dwóch miastach partnerskich, a ich odpowiedzi analizowano i raportowano oddzielnie ze względu na odmienną specyfikę i kontekst planistyczny obu miast. Ankietę skierowano do tandemów krajowych, w skład których wchodziły:

- miasto partnerskie lub gmina zaangażowana w projekt oraz
- organizacja merytoryczna lub ekspercka, udzielająca wsparcia gminie w kwestiach planowania zaopatrzenia w ciepło.

Respondenci zostali zachęcani do wspólnego przygotowania odpowiedzi w ramach każdego tandemu, aby zapewnić odpowiednie uwzględnienie zarówno lokalnych perspektyw administracyjnych, jak i wiedzy technicznej. Ankieta została udostępniona wszystkim partnerom projektu, zapewniając kompleksowy zasięg terytorialny i instytucjonalny w ramach konsorcjum projektu.

### **Struktura kwestionariusza**

Kwestionariusz podzielony jest na trzy główne sekcje tematyczne, z których każda dotyczy innego aspektu planowania ciepłownictwa miejskiego i wykorzystania danych.

#### **Część I - Informacje ogólne**

W pierwszej części zebrano informacje kontekstowe i organizacyjne dotyczące ankietowanego tandemu. Część ta obejmuje:

- ogólne informacje o gminie i kraju;
- aktualny status Planów zaopatrzenia w ciepło (LHP), w tym czy takie plany istnieją i kiedy zostały przygotowane lub zaktualizowane;
- wskazanie osób kontaktowych zarówno ze strony gminy, jak i partnera eksperckiego;
- wcześniejsze doświadczenia we współpracy partnerów i gmin;
- kluczowe obszary tematyczne wspólnych działań bieżących związanych z planowaniem zaopatrzenia w ciepło.

W tej sekcji przedstawiono tło instytucjonalne i strategiczne niezbędne do interpretacji późniejszych odpowiedzi dotyczących wykorzystania danych i potrzeb w tym zakresie.

#### **Część II - Analiza danych GIS**

Druga część stanowi główny moduł analityczny badania, koncentrując się na wykorzystaniu danych przestrzennych w planowaniu zaopatrzenia w ciepło (LHP). Jest

ona wyraźnie oparta na kategoriach danych wynikających z wymogów dyrektywy EED oraz najlepszych praktyk w zakresie przestrzennego planowania energetycznego.

Ta część uwzględnia:

- dane przestrzenne dotyczące zapotrzebowania na ciepło, w tym charakterystyka budynków, struktura miejska i główni odbiorcy ciepła;
- dane dotyczące źródeł ciepła i systemów dystrybucji, takich jak sieci ciepłownicze, jednostki wytwarzające ciepło i źródła ciepła odpadowego;
- ocenę przestrzenną odnawialnych źródeł energii i technologii niskotemperaturowych, w tym energię geotermalną, potencjał słoneczny, dostępność biomasy i zasobów pomp ciepła;
- dane dotyczące infrastruktury i planowania, takie jak lokalne plany rozwoju, obszary zdegradowane i infrastruktura krytyczna;
- dane statystyczne i modele wykorzystywane do wspierania prognoz zapotrzebowania, analiz demograficznych i opracowywania scenariuszy.

W każdej kategorii respondenci proszeni są o wskazanie używanych warstw danych i atrybutów oraz o wskazanie dodatkowych zestawów danych, redundancji lub problemów związanych z danymi. Taka struktura umożliwi szczegółową ocenę, w jaki sposób GIS wspiera poszczególne etapy lokalnego planowania ciepłownictwa.

### **Część III - Dane opisowe w planach zaopatrzenia w ciepło**

Trzecia sekcja uzupełni analizę skoncentrowaną na GIS, omawiając dane nieprzestrzenne (opisowe) wykorzystywane w planowaniu cieplnym. Analizuje ona:

- główne źródła danych opisowych, takie jak statystyki zużycia energii, parametry techniczne sieci, informacje o ciepłe odpadowym i dane dotyczące cen energii;
- dostępność tych danych, ich źródła instytucjonalne oraz ograniczenia związane z aktualnością, kompletnością lub uwarunkowaniami prawnymi;
- postrzeganą przydatność obecnie dostępnych danych do przygotowywania kompleksowych planów ogrzewania;
- główne bariery dostępu do danych, w tym czynniki prawne, organizacyjne, techniczne i finansowe;
- rodzaje wsparcia najbardziej potrzebne do poprawy dostępności i jakości danych, takie jak szkolenia, platformy integracji danych, instrumenty prawne lub finansowanie.

W tej sekcji omówiono środowisko danych nieprzestrzennych, które warunkuje skuteczność analiz opartych na GIS.

## A6.2. Analiza wyników ankiety

W tej części przedstawiono opisową analizę odpowiedzi na pytania ankietowe, ustrukturyzowanych zgodnie z układem ankiety. Badanie podkreśla kluczowe trendy, wzorce i ograniczenia zidentyfikowane przez gminy i ich partnerów eksperckich w zakresie dostępności danych i wykorzystania GIS w lokalnym planowaniu ciepłowniczym.

### Część I - Informacje ogólne

#### Status planów zaopatrzenia w ciepło (LHP)

*(Pytanie: „Czy gmina/miasto ma zatwierdzony plan zaopatrzenia w ciepło (LHP)?”)*

Odpowiedzi wskazują na zróżnicowany poziom przygotowania w zakresie rozwoju LHP. Spośród ośmiu prawidłowych odpowiedzi:

- 37,5% (3/8) respondentów deklaruje, że posiada w pełni zatwierdzony LHP,
- 25,0% (2/8) wskazuje na plan częściowo opracowany plan,
- 37,5% (3/8) ankietowanych stwierdziło, że nie ma żadnego LHP.

Zamiast tworzyć stopniowe kontinuum dojrzałości, gminy skupiają się zazwyczaj na dwóch krańcach: albo z ugruntowanymi ramami planowania, albo bez formalnego planu ciepłowniczego. Wskazuje to na nierównomierną gotowość do spełnienia wymogów dyrektywy EED i sugeruje, że znaczna część gmin będzie potrzebowała podstawowego wsparcia przed przejściem do bardziej zaawansowanych etapów planowania.

#### Wcześniejsza współpraca w ramach Tandemów Narodowych

*(Pytanie: „Czy partner i miasto współpracowali już wcześniej w kwestiach związanych z ciepłownictwem?”)*

Tylko 37,5% (3/8) respondentów deklaruje wcześniejszą współpracę między gminą a partnerem eksperckim, podczas gdy 62,5% (5/8) wskazuje na brak wcześniejszej współpracy. Sugeruje to, że w wielu przypadkach struktura tandemowa projektu PlanHeat buduje współpracę od podstaw, zamiast bazować na podstawie wcześniejszych długoterminowych partnerstw.

Ma to praktyczne konsekwencje dla tempa rozwoju LHP, gdyż nowo utworzone tandemy mogą wymagać początkowo poświęcenia dodatkowego czasu na koordynację, wzajemne zrozumienie zasobów danych oraz wyjaśnienie ról i obowiązków.

#### Aktualny zakres działań związanych z LHP

(Pytanie: „Jakie obszary są obecnie przedmiotem wspólnych działań LHP?” - można udzielić kilku odpowiedzi)

Najczęściej wskazywane obszary zainteresowania to:

- Ocena zasobów danych i informacji - 5/8,
- Projekt techniczny systemu ciepłowniczego - 5/8,
- Integracja z dokumentami strategicznymi - 5/8,
- Wsparcie organizacyjne i kompetencyjne - 5/8,
- Konsultacje i działania partycypacyjne - 4/8.

Generalnie, działania związane z LHP są wyraźnie oparte na danych i zorientowane inżyniersko, z silnym naciskiem na planowanie techniczne i ocenę informacji. Działania partycypacyjne i konsultacyjne są obecne, ale nieco mniej dominujące, co sugeruje, że zaangażowanie interesariuszy często następuje po analizie technicznej, a nie ją poprzedza.

## **Część II - Analiza danych GIS**

### **II.1 Dane przestrzenne dotyczące zapotrzebowania na ciepło**

#### **Budynki**

(Blok pytań: „Budynki - używane atrybuty”)

Istnieje bardzo duża spójność w wykorzystaniu danych GIS na poziomie budynków:

- Rodzaj budynku - 100% (8/8),
- Powierzchnia użytkowa - 100% (8/8),
- System ogrzewania - 100% (8/8),
- Rok budowy - 87,5% (7/8),
- Zapotrzebowanie na ciepło - 87,5% (7/8).

Wyniki te wskazują, że **charakterystyka zasobów budowlanych stanowi solidną i powszechnie przyjętą podstawę** do analizy przestrzennego zapotrzebowania w ciepło. W większości gmin zbiory danych o budynkach oparte na GIS są wystarczająco rozwinięte, aby umożliwić szczegółowe mapowanie zapotrzebowania.

#### **Strefy miejskie**

(Blok pytań: „Strefy miejskie - stosowane atrybuty”)

Na poziomie stref miejskich lub dzielnic najczęściej stosuje się następujące atrybuty:

- **Funkcja dominująca** - 100% (8/8),
- **Zużycie energii** - 87,5% (7/8),
- **Gęstość zabudowy** - 87,5% (7/8),
- **Liczba mieszkańców** - 50% (4/8).

Uwagę zwraca stosunkowo niskie wykorzystanie danych demograficznych na poziomie stref. Chociaż dane demograficzne generalnie istnieją, nie zawsze są one zoperacjonalizowane w warstwach GIS wykorzystywanych bezpośrednio do planowania ogrzewania, co wskazuje na **rozdźwięk między zbiorami danych statystycznych a analizą zapotrzebowania przestrzennego**.

### **Główni klienci**

(Blok pytań: „Główni klienci - wykorzystane atrybuty”)

Dostępność danych znacznie spada w przypadku dużych, indywidualnych odbiorców ciepła:

- Lokalizacja - 75% (6/8),
- Roczne zużycie - 50% (4/8),
- Maksymalne obciążenie cieplne - 37,5% (3/8),
- Źródło zasilania - 37,5% (3/8).

Choć większość gmin jest w stanie określić lokalizację głównych klientów, dostęp do ilościowych danych o zapotrzebowaniu jest znacznie trudniejszy, co ogranicza precyzję równoważenia obciążenia i planowania infrastruktury.

## **II.2 Źródła ciepła, systemy ciepłownicze i ciepło odpadowe**

### **Źródła ciepła**

(Blok pytań: „Źródła ciepła - wykorzystywane atrybuty”)

W odniesieniu do obiektów wytwarzających ciepło odnotowano wysoki i stosunkowo jednolity poziom dostępności danych. Kluczowe atrybuty, takie jak rodzaj, moc, technologia, sprawność, paliwo i udział kogeneracji, występują w 87,5% (7/8) odpowiedzi. Sugeruje to dobrą widoczność istniejących źródeł ciepła, często wspieraną przez współpracę z operatorami systemów.

### **Systemy ciepłownicze**

(Blok pytań: „Systemy ciepłownicze - stosowane atrybuty”)

Sieci ciepłownicze należą do najlepiej udokumentowanych elementów GIS:

- Trasowanie sieci, długość, straty i wiek - 100% (8/8),
- Średnice i zakresy temperatur - 87,5% (7/8).

Oznacza to, że oparte na GIS rozwiązania do reprezentacji infrastruktury ciepłowniczej są stosunkowo dojrzałe i mogą wspierać zarówno analizy strategiczne, jak i operacyjne.

### **Ciepło odpadowe**

*(Blok pytań: „Ciepło odpadowe - wykorzystane atrybuty”)*

Ciepło odpadowe okazuje się słabym punktem systemu:

- Źródło - 50% (4/8),
- Lokalizacja - 50% (4/8),
- Dostępność - 37,5% (3/8),
- Sezonowość - 37,5% (3/8).

Nawet podstawowa identyfikacja źródeł ciepła odpadowego jest niekompletna, a wykonalność czasowa lub operacyjna jest rzadko dokumentowana. Respondenci wielokrotnie wskazywali na bariery prawne i organizacyjne, na przykład:

*„To od branż zależy, czy zechcą udostępnić te dane. Dane nie są publicznie dostępne”.*

### **II.3 Odnawialne źródła energii i technologie niskotemperaturowe**

Widoczne są wyraźne różnice w dojrzałości GIS pomiędzy technologiami:

- Najwyższy poziom rozwoju wykazuje energia słoneczna, w przypadku której 75% respondentów wykorzystuje dane dotyczące nasłonecznienia i ekspozycji dachu.
- Pompy ciepła są również dobrze reprezentowane, szczególnie pod względem temperatury powietrza (87,5%) i niskotemperaturowych źródeł wody (75%).
- Energię geotermalną ocenia się na umiarkowanym poziomie, zazwyczaj wykorzystując dane dotyczące głębokości i temperatury.
- Potencjał biomasy jest bardzo słabo reprezentowany - tylko 25% respondentów korzysta z danych dotyczących powierzchni gruntów, a zaledwie 12,5% wskazuje lokalizacje odpadów organicznych.

Podsumowując, wsparcie GIS jest największe w przypadku technologii solarnych i pomp ciepła, umiarkowane w przypadku rozwiązań geotermalnych i bardzo ograniczone w przypadku ogrzewania opartego na biomasie.

### **I.4 Dane dotyczące infrastruktury i planowania**

Dane dotyczące planowania przestrzennego są powszechnie wykorzystywane:

- Planowane inwestycje - 75% (6/8),
- Obszary funkcjonalne - 50% (4/8).

Z informacji o obszarach zdegradowanych i potrzebach modernizacji energetycznej korzysta 62,5% respondentów, co wskazuje na rosnącą integrację planowania ciepłowniczego z celami rewitalizacji miejskiej.

W przypadku infrastruktury krytycznej zapotrzebowanie na ciepło (75%) jest brane pod uwagę częściej niż wyraźna identyfikacja przestrzenna (50%), co sugeruje, że niektóre aktywa są analizowane koncepcyjnie, a nie za pomocą dedykowanych warstw GIS.

## II.5 Dane statystyczne i modelowe

Wykorzystanie danych demograficznych wykazuje wyraźną nierównowagę:

- Dane demograficzne - 100% (8/8),
- Struktura dochodów - 25% (2/8).

Podobnie, podczas gdy prognozy zapotrzebowania są wykorzystywane przez 62,5% respondentów, szersze analizy trendów energetycznych są wykorzystywane jedynie w połowie przypadków. Wskazuje to, że zróżnicowanie społeczno-ekonomiczne i integracja długoterminowych scenariuszy pozostają słabo rozwiniętymi elementami planowania ciepłowniczego wspieranego przez GIS.

## Część III - Dane opisowe, bariery i potrzeby

### Przydatność danych

(Pytanie: „Czy obecnie dostępne dane są wystarczające do sporządzenia kompletnego planu ogrzewania?”)

- 87,5% (7/8) odpowiedziało „Częściowo”,
- 12,5% (1/8) odpowiedziało „Tak”,
- 0% odpowiedziało „Nie”.

Dominującym postrzeganiem nie jest zatem brak danych, lecz ich częściowa przydatność, wynikająca z fragmentacji, niespójnego dostępu i ograniczonej egzekwowalności. Typowe komentarze obejmują:

„Niski poziom szczegółowości niektórych danych, dane pochodzą z wielu źródeł...”  
 „...nieobjęte sankcjami (brak konsekwencji w przypadku niedostarczenia danych)”  
 „Brak informacji o ciepłe odpadowym; brak współpracy z dostawcą usług...”

### Główne bariery dostępu do danych opisowych

*(Można udzielić wielu odpowiedzi)*

Najczęściej identyfikowane bariery to:

- Dane rozproszone w wielu instytucjach - 75% (6/8),
- Brak obowiązku udostępniania danych przez operatorów - 50% (4/8),
- Brak możliwości technicznych integracji danych - 37,5% (3/8),
- Brak standaryzacji formatów danych - 37,5% (3/8),
- Brak kompetencji personelu - 37,5% (3/8).

Dodatkowe bariery zależne od kontekstu obejmują względy bezpieczeństwa i brak sankcji za niedopełnienie obowiązków związanych z udostępnianiem danych.

### **Potrzeby wsparcia**

*(Pytanie: „Jakie wsparcie byłoby najbardziej potrzebne...?” - można udzielić kilku odpowiedzi)*

Respondenci najczęściej wskazują na potrzebę:

- Platformy integracji danych - 62,5% (5/8),
- Szkolenia dla pracowników - 50% (4/8),
- Wsparcie prawne w egzekwowaniu udostępniania danych - 50% (4/8),
- Środki finansowe na pozyskiwanie danych - 37,5% (3/8).

Świadczy to o wyraźnej preferencji względem czynników systemowych - instytucjonalnych, prawnych i organizacyjnych - zamiast odosobnionych rozwiązań technicznych.

## **A6.3. Kluczowe wnioski i kierunki działań**

### **Kluczowe wnioski**

- Dominującym ograniczeniem jest częściowa przydatność danych (87,5%), spowodowana fragmentacją i ograniczeniami dostępu.
- Dojrzałość GIS jest wysoka w przypadku budynków i sieci ciepłowniczych, ale słaba w przypadku dużych obciążeń konsumenckich i ciepła odpadowego.
- Analiza przestrzenna odnawialnych źródeł energii (OZE) jest najsilniejsza w przypadku energii słonecznej i pomp ciepła, a naj słabsza w przypadku biomasy.

- Dane modelowania społeczno-ekonomicznego rzadko są integrowane z planowaniem wspomaganym przez GIS.

#### **Zalecane wskazówki dotyczące działania**

- Ustanowienie standardowego modelu GIS i danych dla LHP, definicja minimalnie wymaganych warstw i atrybutów.
- Opracowywanie i rozbudowa miejskich lub regionalnych platform integracji danych łączących GIS ze zbiorami danych będącymi w posiadaniu operatorów.
- Wzmocnienie mechanizmów egzekwowania przepisów prawnych i sankcji w zakresie obowiązkowego udostępniania danych, zwłaszcza w przypadku ciepła miejskiego i ciepła odpadowego.
- Wdrożenie ukierunkowanych programów szkoleniowych dla personelu miejskiego w zakresie integracji GIS, modelowania i opracowywania scenariuszy.
- Wdrożenie ustrukturyzowanego podejścia do inwentaryzacji ciepła odpadowego, obejmującego lokalizację, dostępność, sezonowość i aspekty zarządzania.

# Część B: Podręcznik

---

## B.1. Wprowadzenie do podręcznika

### Dlaczego powstał ten podręcznik?

- Wyniki ankiety pokazują, że w większości gmin problemem nie jest całkowity brak danych, lecz ich częściowa użyteczność: dane istnieją, ale są rozproszone, niespójne, przechowywane w różnych formatach i o różnym poziomie szczegółowości, a dostęp do kluczowych informacji (zwłaszcza danych energetycznych i danych posiadanych przez operatorów) jest niekiedy ograniczony. W rezultacie LHP często sprowadza się do jednorazowego gromadzenia danych „na potrzeby dokumentu”, bez mechanizmu ich utrzymania i aktualizacji. Prowadzi to do kosztownego, powtarzalnego planowania oraz analiz o ograniczonej wartości dla decyzji inwestycyjnych i monitorowania postępów.
- Część B stanowi odpowiedź na te problemy: jest to podręcznik do gromadzenia i strukturyzacji danych oraz przygotowywania ich do lokalnego planu zaopatrzenia w ciepło. Podręcznik prowadzi gminę przez cały proces: od identyfikacji potrzeb, przez pozyskiwanie i harmonizację danych, po kontrolę ich jakości, metadane i przygotowanie zbioru danych gotowego do użycia i aktualizacji.

### Cel podręcznika: wariant docelowy i moduł analityczny (rozszerzenie)

Podręcznik został opracowany na dwóch poziomach, odpowiadających dwóm różnym potrzebom praktycznym:

- **Wariant docelowy - pełny zakres inwentaryzacji w celu przygotowania planu zaopatrzenia w ciepło (LHP Full Coverage).**  
Jest to podstawowa i zamierzona ścieżka podręcznika. Jej celem jest zapewnienie kompletnego procesu i kompletnego zbioru danych, które umożliwią przygotowanie planu w pełnym zakresie: mapowanie i diagnostykę, strategię działania, uwzględnienie infrastruktury, współpracę z interesariuszami (w tym z operatorami), identyfikację finansowania, opracowanie mechanizmów monitorowania oraz ustanowienie zasad aktualizacji danych. Poziom ten został zaprojektowany tak, aby był wykonalny w praktyce gminnej i możliwy do powtórzenia w kolejnych iteracjach planu.
- **Ścieżka rozszerzona - modelowanie matematyczne miejskich sieci ciepłowniczych (DH Network Modelling & Forecasting)**  
Jest to moduł analityczny zbudowany na bazie wariantu docelowego. Jego celem jest nie tylko spełnienie wymagań planistycznych, ale także wsparcie rozwoju i prognozowania zmian w sieciach ciepłowniczych: opcji rozbudowy, oceny ograniczeń technicznych, analizy pracy sieci w czasie, optymalizacji

wybranych parametrów oraz opracowywania scenariuszy rozwoju. Ta ścieżka wymaga dodatkowych danych technicznych i czasowych, które nie zawsze są dostępne na etapie przygotowywania planu - dlatego jest ona określana jako rozszerzenie, a nie warunek konieczny.

### **Jak korzystać z podręcznika: logika „wersja bazowa + aktualizacja”**

Podręcznik należy czytać jako zbiór modułów, które budują dojrzałość danych i analiz w logicznej kolejności:

- Najpierw wdrażany jest wariant docelowy (pełny zakres inwentaryzacji): tworzy on uporządkowany zasób danych i procedury, na których może opierać się plan i jego aktualizacje.
- Następnie, jeśli gmina i partnerzy dysponują odpowiednimi danymi, uruchamiany jest wariant rozszerzony (DH Modelling), który wykorzystuje aktywa z wariantu docelowego i uzupełnia je o parametry techniczne oraz dane szeregów czasowych potrzebne do modelowania.

W praktyce oznacza to, że rozszerzona ścieżka jest „aktualizacją”. Jeśli spełnione są warunki dotyczące danych i współpracy, modelowanie może nastąpić później, ale sam plan powinien być już wykonalny na poziomie wariantu docelowego.

### **Role i obowiązki: gmina jako integrator danych**

W podręczniku przyjęto prosty model postępowania, który zmniejsza ryzyko „utknięcie procesu” między instytucjami:

- **Gmina / miasto (właściciel procesu LHP)** - odpowiada za zakres, harmonogram, koordynację działań interesariuszy i zatwierdzanie ostatecznych wyników danych.
- **Zespół GIS / IT (wdrażający integrację)** - odpowiada za integrację i harmonizację danych, kontrolę jakości, metadane, wersjonowanie oraz przygotowywanie warstw i wskaźników.
- **Operatorzy i przedsiębiorstwa infrastrukturalne (właściciele danych energetycznych)** - dostarczają kluczowych danych o sieciach, źródłach i (w zależności od warunków) zużyciu; są niezbędnym partnerem w wielu elementach planu.
- **Funkcja prawna / RODO (warunek udostępniania danych)** - wspiera proces w zakresie formalnych podstaw wymiany danych, anonimizacji / agregacji i ograniczeń licencyjnych.
- **Dodatkowe zainteresowane strony (np. przemysł, zarządcy budynków)** - szczególnie ważne w przypadku danych dotyczących dużych odbiorców i inwentaryzacji ciepła odpadowego.

W podręczniku opisano role operacyjne: kto inicjuje, kto zapewnia, kto integruje, kto weryfikuje jakość i kto zatwierdza wynik - dzięki temu proces jest powtarzalny i łatwy w utrzymaniu.

## **Główne bariery i proponowane rozwiązania w podręczniku**

Podręcznik koncentruje się na czterech obszarach, które w badaniu uznano za kluczowe dla wykonalności LHP:

- **Dostęp do danych operatora i egzekwowalność udostępniania danych**  
Podręcznik zawiera praktyczne ścieżki pozyskiwania danych, opcje agregacji i anonimizacji oraz zestaw elementów, które powinny znaleźć się we wnioskach i umowach. Wskazuje również rozwiązania organizacyjne, które mogą zmniejszyć ryzyko blokowania danych.
- **Rozproszenie danych i brak standardów integracji**  
Wprowadzono minimalny model danych (warstwy, atrybuty, identyfikatory) wraz z zasadami harmonizacji (formaty, jednostki, układ współrzędnych, spójność semantyczna).
- **Jakość danych i metadane**  
W podręczniku zdefiniowano obowiązkowe metadane dla każdej warstwy oraz prosty zestaw testów QA/QC. Dzięki temu dane są nie tylko gromadzone, ale także weryfikowalne i gotowe do ponownego wykorzystania.
- **Umiejętności i narzędzia**  
Określono minimalny zestaw umiejętności i wariant wdrożenia „dla małego zespołu”, a także wskazano elementy, które mogą wymagać zewnętrznego wsparcia.

## **Wyniki końcowe (Definicja zakończenia). Co należy osiągnąć po wdrożeniu metody?**

Wariant docelowy skutkuje pakietem danych i dokumentacją, które stanowią podstawę do opracowania planu i jego aktualizacji:

- zintegrowany zestaw warstw danych (podstawowy dla planu i, jeśli to możliwe, rozszerzone dane),
- metadane dla każdej warstwy (źródło, aktualność, jakość, ograniczenia, odpowiedzialność),
- raport dotyczący jakości danych (wyniki testów, luki, ryzyka i ograniczenia interpretacyjne),
- zasady utrzymania i aktualizacji (kto dokonuje aktualizacji, jak często, w ramach jakiego podejścia do zarządzania wersjami).
- Ścieżka rozszerzona (modelowanie DH) dodaje dalsze wyniki analityczne: zestawy danych technicznych i szeregów czasowych, dane kalibracyjne oraz wyniki scenariuszy (warianty rozwoju i prognozy).

## **Warunek wstępny do modelowania (ścieżka rozszerzona)**

Aby rozpocząć modelowanie matematyczne sieci ciepłowniczych, konieczne jest posiadanie „szkieletu danych” z wariantu docelowego wraz z dodatkowymi informacjami technicznymi i czasowymi (np. topologia sieci, parametry segmentów i węzłów, charakterystyka źródeł, profile obciążenia, dane kalibracyjne). Dlatego

w podręczniku rozszerzona ścieżka jest opisana jako moduł do wdrożenia po spełnieniu zdefiniowanych danych i warunków jakościowych, a nie jako obowiązkowy element przygotowania planu.

## B2. Proces kompleksowy: od potrzeby do gotowego zbioru danych LHP

W tym rozdziale opisano praktyczną, powtarzalną metodę przygotowywania danych do lokalnego planu zaopatrzenia w ciepło (LHP) w wariacie docelowym (pełny zakres inwentaryzacji). Proces obejmuje cały cykl: od definiowania potrzeb i planowania rezultatów, poprzez pozyskiwanie i integrację danych z wielu źródeł, po kontrolę jakości, metadane oraz zasady konserwacji i aktualizacji. Celem jest stworzenie zasobu danych, który będzie mógł zostać wykorzystany nie tylko do opracowania planu, ale także do aktualizacji w kolejnych iteracjach i zastosowania w procesach decyzyjnych.

### B2.1. Określenie zakresu planu i ostatecznych rezultatów

Punktem wyjścia jest określenie, co dokładnie i na jakim poziomie szczegółowości powinien zawierać plan. Zakres LHP powinien być opisany w trzech wymiarach:

- **Zakres przestrzenny:** obszar administracyjny gminy / miasta, ewentualnie obszar funkcjonalny lub zakres wspólnego planu dla kilku jednostek (w przypadku zastosowania podejścia międzygminnego).
- **Zakres tematyczny:** ciepłownictwo i jego powiązania z infrastrukturą oraz polityką przestrzenną; zakres danych dodatkowych zależy od potrzeb krajowych (np. powiązania z energią elektryczną lub gazem).
- **Zakres czasowy:** horyzont czasowy planu i częstotliwość aktualizacji (np. coroczne aktualizacje danych bazowych + rewizja planu co kilka lat).

Na tym etapie definiuje się również produkty końcowe, czyli „definicję zakończenia” danych i analiz, na przykład:

- zestaw warstw danych (GIS) dotyczących budynków, zapotrzebowania, infrastruktury, źródeł i potencjałów,
- mapy diagnostyczne (zapotrzebowanie, zasięg sieci, potencjały, ograniczenia),
- wskaźniki i podsumowania (np. gęstość zapotrzebowania, udziały technologiczne, obszary priorytetowe),
- dokumentacja jakości i metadanych,
- rejestr źródeł danych i plan aktualizacji.

Określenie wymagań na początku zmniejsza ryzyko gromadzenia danych tylko z powodu tego, że są dostępne, a nie dlatego, że są niezbędne do przeprowadzenia analizy i podjęcia decyzji.

## B2.2 . Inwentaryzacja źródeł danych (wewnętrznych i zewnętrznych)

Kolejnym krokiem jest identyfikacja i opisanie źródeł danych, które zostaną wykorzystane w planie. W praktyce należy przygotować rejestr źródeł danych, obejmujący co najmniej:

- właściciel danych i punkt kontaktowy,
- zakres tematyczny i przestrzenny,
- dostępny format i poziom szczegółowości,
- częstotliwość aktualizacji,
- ograniczenia prawne / licencyjne i wrażliwość danych,
- minimalne warunki użytkowania (np. agregacja, anonimizacja).

Źródła danych zazwyczaj dzieli się na:

- **wewnętrzne (miejskie):** planowanie przestrzenne, inwestycje, majątek komunalny i budynki użyteczności publicznej, infrastruktura komunalna, rejestry lokalne,
- **zewnętrzne publiczne:** budynki / adresy, granice, statystyki, dane środowiskowe, dane planistyczne,
- **dane operatora i przedsiębiorstw użyteczności publicznej / firm:** sieci, źródła, parametry, profile zużycia i obciążenia (wrażliwe i często krytyczne),
- **dane dotyczące przemysłu i dużych konsumentów:** szczególnie istotne w przypadku inwentaryzacji ciepła odpadowego i planowania przyłączy.

Rejestr powinien natychmiast wskazywać, które zbiory danych są **niezbędne** dla wariantu docelowego, a które **należy uzupełnić** (rozszerzenia, które poprawiają jakość analizy).

## B2.3. Pozyskiwanie danych: ścieżki, formalności, prywatność i licencje

Pozyskiwanie danych powinno być planowane jako proces, a nie jako jednorazowe działanie. Obejmuje ono trzy grupy działań:

- **Ścieżki pozyskiwania i format dostarczania danych.**  
Dla każdego źródła należy uzgodnić sposób dostarczania danych (format, przestrzenny układ odniesienia, poziom agregacji, zakres atrybutów). W praktyce istotne jest, aby określić to już w żądaniu:
  - minimalny zestaw pól / atrybutów,
  - wymagania dotyczące geometrii i identyfikatorów,
  - okres referencyjny (rok, sezon) i częstotliwość aktualizacji.
- **Formalności i warunki użytkowania.**  
Dane mogą podlegać ograniczeniom (licencje, prawa autorskie, tajemnice handlowe). W instrukcji przyjęto założenie, że każda warstwa ma przypisane:
  - źródło i prawa do użytkowania,
  - ograniczenia dotyczące udostępniania i publikacji,

- dozwolony zakres przetwarzania (np. czy mogą być na ich podstawie tworzone produkty pochodne).
- **Prywatność i wrażliwość danych**  
Dane dotyczące zużycia i klientów często wymagają agregacji i / lub anonimizacji. Standardowym podejściem powinno być uzyskanie danych w formie umożliwiającej analizy planistyczne, ale nie pozwalającej na identyfikację poszczególnych odbiorców (np. agregacja przestrzenna do stref lub siatek, agregacja czasowa do profili typowych). Jest to szczególnie istotne w przypadku danych dotyczących ciepłownictwa sieciowego, ponieważ informacje o zasobach i działaniu sieci ciepłowniczej mogą być uważane za wrażliwe, a w niektórych kontekstach za część infrastruktury krytycznej. Jeśli do analizy niezbędne są dane na poziomie indywidualnym lub szczegółowe dane operacyjne, należy wdrożyć procedury ograniczania dostępu, minimalizacji danych i bezpiecznego przetwarzania, w tym kontrolowane role dostępu, bezpieczne środowiska oraz jasne zasady dotyczące tego, co można udostępniać, przechowywać i publikować.

Istotne jest, aby pozyskiwanie danych od operatorów nie odbywało się w sposób improwizowany: wymaga to przygotowanych szablonów wniosków, uzgodnionych procedur i wariantów agregacji, które redukują bariery dla dostawców danych.

## B2.4. Harmonizacja i integracja danych w GIS

Po zebraniu danych następuje etap, który najczęściej decyduje o sukcesie: harmonizacja i integracja. Obejmuje to:

- **Standaryzacja odniesień przestrzennych:** przestrzenny układ odniesienia, poprawność geometrii, wyrównywanie granic.
- **Standaryzacja struktur danych:** nazwy pól, jednostki, typy danych, słowniki wartości.
- **Tworzenie mechanizmów łączących:** identyfikatory budynków / adresów, relacje między warstwami (budynek-strefa-sieć-źródło).
- **Agregacje i transformacje,** np. agregowanie zapotrzebowania do siatek / stref, tworzenie warstw pochodnych (gęstość zapotrzebowania, strefy priorytetowe).
- **Integracja danych atrybutowych i przestrzennych:** łączenie tabelaryczne, geokodowanie, dopasowywanie rekordów.

Ważne jest, aby na tym etapie **udokumentować decyzje dotyczące integracji:** jakie transformacje zostały zastosowane, jakie założenia przyjęto i które dane są źródłowe, a które pochodne.

## B2.5. Zapewnienie jakości (Testy QA/QC) i metadane

Zintegrowane, ale niezweryfikowane dane mogą prowadzić do błędnych wniosków planistycznych. Dlatego przed wykorzystaniem danych w analizach należy przeprowadzić minimalny zestaw testów jakości (QA/QC), obejmujący co najmniej:

- **kompletność:** brakujące cechy lub atrybuty, luki przestrzenne,
- **spójność geometrii / topologii:** błędy, nakładki, duplikaty, rozłączenia sieciowe,
- **spójność atrybutów:** zakresy wartości, jednostki, niespójne klasyfikacje,
- **spójność międzywarstwowa:** np. budynki poza granicą, sieci bez węzłów, źródła bez przypisanej strefy,
- **aktualność i pochodzenie:** czy data aktualizacji jest znana i odpowiednia do celu planu.

Równolegle przygotowywane są metadane, które muszą być obowiązkowym elementem każdej warstwy. Minimalny pakiet metadanych powinien zawierać:

- opis treści, zakres i przeznaczenie,
- źródło, właściciela danych i datę pozyskania,
- układ odniesienia i format,
- informacje o jakości i ograniczeniach,
- warunki licencjonowania i zasady udostępniania,
- aktualizacja odpowiedzialności.

Wynikiem etapu zapewnienia jakości / kontroli jakości powinien być krótki raport dotyczący jakości danych (co zostało wykonane, co wymaga poprawy i jakie istnieją ryzyka interpretacyjne).

## B2.6. Publikacja, utrzymanie i aktualizacja: jak uniknąć „jednorazowego pakietu plików”

Ostatnim krokiem jest ustalenie reguł utrzymania danych, aby zapewnić możliwość aktualizacji LHP i ciągłość działania danych. W podręczniku założono:

- repozytorium danych (lokalne lub oparte na platformie) z uzgodnionym standardem przechowywania,
- wersjonowanie (co jest „aktualną” wersją, co jest materiałem roboczym, kiedy zmiany wchodzi w życie),
- harmonogram aktualizacji dla kluczowych warstw (np. budynków, zużycia, sieci, źródeł, inwestycji),
- odpowiedzialności (kto aktualizuje, kto zatwierdza, kto publikuje),
- procedura włączania nowych źródeł i reagowania na zmiany (np. modernizacja sieci, nowe źródło, zmiany w planowaniu przestrzennym).

Wariant docelowy nie kończy się zatem na stworzeniu planu: jego efektem jest trwała zdolność gminy do pracy z danymi - warunek konieczny monitorowania postępów i wdrażania działań w kolejnych latach.

### **B3. Katalog danych dla LHP - zestaw docelowy (katalog pełnego zakresu inwentaryzacji)**

W tym rozdziale zdefiniowano zbiór danych niezbędny do przygotowania lokalnego planu zaopatrzenia w ciepło (LHP) w wariantcie docelowym (pełny zakres inwentaryzacji). Katalog to nie tylko lista warstw - dla każdej kategorii danych określa on cel planowania, minimalny zakres informacji, zalecany poziom agregacji, typowe źródła, częstotliwość aktualizacji oraz kluczowe ryzyka (jakość, dostępność, wrażliwość). Umożliwia to gminie planowanie pozyskiwania danych, ocenę luk i świadome zarządzanie niepewnością.

#### **Jak czytać katalog danych**

Dla każdej grupy danych stosowane są trzy poziomy:

- **Wymagane (minimalne wymagania docelowe)** - niezbędne do zrealizowania planu w pełnym zakresie.
- **Zalecane** - znacznie zwiększa wiarygodność map i scenariuszy.
- **Opcjonalne** - wspomaga ustalanie priorytetów i głębszą analizę, ale nie jest niezbędne.

W wariantcie docelowym zaleca się osiągnięcie kompletnego zestawu **wymaganych** oraz jak najszerszego zakresu **zalecanych**, zwłaszcza w kontekście danych operatora, zużycia i potencjałów.

#### **B3.1. Dane referencyjne (mapa bazowa i spójność przestrzenna)**

**Cel planowania:** zapewnienie wspólnego odniesienia przestrzennego dla wszystkich warstw (granice, adresy, sieć transportowa) i umożliwienie powiązania danych atrybutów z obiektami przestrzennymi.

##### **Wymagane**

- Granice administracyjne gminy / miasta i jednostek pomocniczych (dzielnic / obwodów).
- Sieć uliczna / układ transportu (do analiz dostępności i potencjalnych analiz sieci).
- Adresy i/lub punkty adresowe (do geokodowania danych konsumpcyjnych i klientów).

- Geometria budynku (rzut fundamentów) - jako warstwa odniesienia do integracji danych o zapotrzebowaniu.

#### Zalecane

- Działki / jednostki katastralne (przydatne przy porządkowaniu własności i łączeniu rejestrów).
- Numery budynków / identyfikatory referencyjne (jeśli dostępne) umożliwiające łączenie bez geokodowania.

**Typowe źródła:** zasoby geodezyjne / topograficzne, rejestry adresowe, miejskie systemy GIS / SIP, rejestry krajowe / regionalne.

**Aktualizacje:** co najmniej raz w roku (adresy / budynki) lub zgodnie z cyklami aktualizacji rejestrów.

**Zagrożenia:** niespójne identyfikatory w różnych źródłach; różne układy odniesienia; niepełne adresowanie.

### B3.2. Budynki i zapotrzebowanie na ciepło (charakterystyka aktywów)

**Cel planowania:** stworzenie obrazu zapotrzebowania i określenie obszarów priorytetowych (np. koncentracja potrzeb, typologie budynków, ryzyko ubóstwa energetycznego - jeśli podlega analizie).

#### Wymagane

- Lokalizacja budynków (z B3.1.) + podstawowa klasyfikacja funkcjonalna (mieszkaniowa, usługowa, publiczna, przemysłowa).
- Powierzchnia użytkowa / kubatura (lub jej przybliżona wartość) umożliwiające oszacowanie zapotrzebowania.
- Rodzaj ogrzewania (np. indywidualne, miejskie, lokalna kotłownia) - jeśli dostępne.
- Rok budowy lub typologiczna kategoria wieku (jako wskaźnik wydajności).

#### Zalecane

- Parametry efektywności energetycznej / status modernizacji (jeśli istnieją rejestry).
- Gęstość zabudowy / wskaźniki urbanistyczne (np. intensywność) wspomagające ocenę opłacalności wykorzystania ciepłownictwa sieciowego.
- W przypadku budynków publicznych: dane dotyczące rzeczywistego zużycia i planowanych modernizacji (często łatwiejsze do uzyskania).

#### Opcjonalne

- Planowane inwestycje budowlane (scenariusze zaspokajające zapotrzebowanie).

**Typowe źródła:** rejestry budynków / adresów, rejestry miejskie, inwentaryzacje publiczne, statystyki i dane zarządców budynków.

**Aktualizacje:** coroczne lub zgodnie z cyklami inwestycyjnymi / katastralnymi.

**Zagrożenia:** brak spójnych identyfikatorów; różne definicje „obszaru”; luki w klasyfikacji funkcjonalnej.

### B3.3. Zużycie energii i ciepła (zapotrzebowanie rzeczywiste)

**Cel planowania:** kalibracja i weryfikacja map zapotrzebowania, identyfikacja obszarów o największym zużyciu, ocena skutków działań i monitorowanie postępów.

#### Wymagane

- Zagregowane dane dotyczące zużycia energii / ciepła (np. według stref / siatki / komórek, grup budynków), umożliwiające analizę bez konieczności identyfikowania poszczególnych konsumentów.
- Okres referencyjny (rok / sezon grzewczy) i informacja o metodzie agregacji.

#### Zalecane

- Profile sezonowe / miesięczne (scenariusze pomocnicze i ocena obciążenia).
- Podział według nośnika (sieć ciepłownicza, gaz, energia elektryczna do ogrzewania, inne paliwa) - tam, gdzie to możliwe.

#### Opcjonalne

- Profile dzienne / godzinowe (zwykle z ograniczonym dostępem i wrażliwością; przydatne głównie do modelowania).

**Typowe źródła:** operatorzy i dostawcy energii, przedsiębiorstwa komunalne, zarządcy budynków publicznych.

**Aktualizacje:** co najmniej raz w roku.

**Zagrożenia:** prywatność i wrażliwość danych; niespójne poziomy agregacji; trudności z powiązaniem zużycia z geometrią.

### B3.4. Infrastruktura sieci ciepłowniczej (DH) i źródła ciepła

**Cel planowania:** ocena pokrycia i potencjału rozwoju, analiza obszarów połączeń, identyfikacja ograniczeń infrastruktury i powiązanie zapotrzebowania z podażą.

#### Wymagane

- Trasy sieci DH (segmenty) i węzły (podstawowa topologia geograficzna).
- Podstawowe parametry sieci: wiek, straty (jeśli dostępne), podstawowe klasy segmentów.
- Lokalizacja źródeł ciepła i ich rodzaj (np. kogeneracja, kotły, OZE), orientacyjna moc.

### Zalecane

- Strefy dostaw / obszary usług, informacje o przepustowości łącza (jeśli dostępne).
- Parametry techniczne źródeł: paliwo, sprawność, ograniczenia, planowane modernizacje.
- Zagregowane dane o klientach sieciowych: liczba połączeń / struktura klientów.

### Opcjonalne

- Szczegółowe parametry sieci (średnice, izolacja, reżimy temperaturowe) - krytyczne głównie dla ścieżki modelowania (patrz B7).

**Typowe źródła:** operator sieci ciepłowniczej, przedsiębiorstwa komunalne, inwentaryzacja infrastruktury.

**Aktualizacje:** co najmniej raz w roku + po gruntownej modernizacji / rozbudowie.

**Zagrożenia:** ograniczenia w udostępnianiu; brak standardów danych; niespójności między mapami a parametrami.

## B3.5. Infrastruktura gazowa i energetyczna (jeśli wymagana na szczeblu krajowym)

**Cel planowania:** ocena wykonalności scenariuszy przejściowych (np. elektryfikacja ogrzewania, stopniowe wycofywanie paliw kopalnych) i identyfikacja ograniczeń infrastrukturalnych.

### Wymagane

- Zasięg i podstawowe parametry infrastruktury w formie umożliwiającej analizę przestrzenną (najczęściej zagregowanej lub uproszczonej).

### Zalecane

- Informacje o planowanych inwestycjach i ograniczeniach (przepustowość, obszary przeciążenia - jeśli dostępne).

**Typowe źródła:** operatorzy gazowi i energetycy, plany rozwoju sieci.

**Aktualizacje:** coroczne / zgodnie z cyklami planowania operatorów.

**Ryzyka:** wysoka wrażliwość, zmienny poziom szczegółowości, ograniczony dostęp.

## B3.6. Potencjały OZE i lokalne źródła energii cieplnej

**Cel planowania:** identyfikacja i mapowanie potencjałów technologicznych mogących zastąpić konwencjonalne źródła lub wesprzeć rozwój DH.

### Wymagane

- Potencjały OZE odniesione przestrzennie (co najmniej wskazujące obszary / rodzaje potencjału): np. energia słoneczna (fotowoltaika / energia słoneczna

cieplna), płytka energia geotermalna, biomasa (na poziomie regionalnym), pompy ciepła (warunki środowiskowe).

- Ograniczenia i warunki realizacji (np. obszary chronione, ograniczenia planistyczne - powiązane z B3.8).

#### Zalecane

- Potencjały ilościowe (klasy / wartości) umożliwiające porównywanie obszarów.
- Dane dotyczące istniejących instalacji OZE i planowanych inwestycji.

**Typowe źródła:** badania krajowe / regionalne, zbiory danych środowiskowych, zasoby miejskie, operatorzy / instytucje sektorowe.

**Aktualizacje:** co kilka lat lub po istotnych zmianach w planowaniu.

**Zagrożenia:** wysoka wrażliwość, zmienny poziom szczegółowości, ograniczony dostęp.

### B3.7. Ciepło odpadowe - moduł obowiązkowy w wariancie docelowym

**Cel planowania:** identyfikacja źródeł ciepła odpadowego jako potencjału transformacyjnego, szczególnie w systemach ciepłowniczych i obszarach przemysłowych.

#### Wymagane (minimalny profil inwentaryzacyjny)

- Lokalizacja źródła (obiekt/zakład/instalacja) i rodzaj działalności.
- Dostępność orientacyjna (czy potencjał jest realnie użyteczny) i warunki podstawowe (np. ciągłość / sezonowość, jakość).
- Informacje o właścicielu / zarządcy i możliwym modelu współpracy (kontakt, warunki udostępniania).

#### Zalecane

- Ilościowa ocena potencjału (klasy / wartości) i parametrów jakościowych (np. poziom temperatury - jeśli wykonalne).
- Wstępna ocena możliwości podłączenia (odległość od sieci / odbiorców, bariery przestrzenne).

**Typowe źródła:** dane branżowe, rejestry przedsiębiorstw, analizy lokalne, współpraca z operatorami i regionem.

**Aktualizacje:** zależne od zmian technologicznych w obiektach (w praktyce: okresowa weryfikacja).

**Zagrożenia:** ograniczony dostęp, niechęć do udostępniania, brak ujednoliconych formatów.

## B3.8. Dane dotyczące planowania, środowiska i ograniczeń

**Cel planowania:** ocena wykonalności i konfliktów przestrzennych, identyfikacja obszarów priorytetowych i ograniczeń.

### Wymagane

- Plany zagospodarowania przestrzennego, kierunki rozwoju i tereny inwestycyjne.
- Obszary chronione i główne ograniczenia środowiskowe.
- Warunki przestrzenne dla infrastruktury (korytarze, bariery).

### Zalecane

- Zbiory danych o ryzyku (np. powodzie, osuwiska - jeśli mają wpływ na infrastrukturę).
- Dane dotyczące planowanych inwestycji publicznych (drogi, przebudowy - mające wpływ na możliwość wykonania sieci).

**Aktualizacje:** zgodnie z cyklami planowania przestrzennego.

### Typowe źródła (przykładowe)

- Wydziały planowania przestrzennego gmin i rejestry planistyczne (plany miejscowe, dokumenty strategiczne, tereny inwestycyjne).
- Regionalne / krajowe portale planowania przestrzennego i platformy otwartych danych (jeśli dostępne).
- Agencje ochrony środowiska i organy ochrony przyrody (obszary chronione, ograniczenia, zezwolenia).
- Władze wodne / instytuty hydrologiczne (mapy zagrożenia i ryzyka powodziowego, strefy ochrony wód).
- Zarządy dróg i programy inwestycji publicznych (planowane prace drogowe i harmonogramy przebudowy).
- Władze odpowiedzialne za dziedzictwo kulturowe (obiekty dziedzictwa i strefy buforowe, jeśli dotyczy).

### Cykl aktualizacji i konserwacji

- Podstawowe aktualizacje następują zgodnie z cyklami planowania przestrzennego (przyjęcie / zmiana planu), ale wybrane warstwy należy odświeżać częściej, jeśli zmieniają się szybciej (np. planowane prace drogowe / inwestycje - często np. kwartalnie / rocznie; warstwy ryzyka: gdy publikowane są nowe oceny).
- Prowadzenie dziennik zmian: wersja / data planu, status prawny (projekt / przyjęty) i obszar zastosowania.

## Ryzyka

- Plany strategiczne mogą być zbyt ogólne w zakresie wyznaczania tras; należy je uzupełnić o lokalne ograniczenia oraz bariery i przeprowadzić weryfikację na miejscu na późniejszych etapach.
- Plany i ograniczenia inwestycyjne mogą być ustalane przez różne podmioty; należy jak najwcześniej określić standardową listę żądań i standardowy format wymiany danych.
- Korytarze, służebności i bariery mogą nie być zgodne z mapami bazowymi; należy stosować testy GIS QA/QC (kontrola topologii, zasady przyciągania) i dokumentować kroki harmonizacji .
- Mapy ograniczeń mogą przedwcześnie zniechęcać do wyboru różnych opcji; należy stosować ocenę etapową - najpierw wstępną selekcję, a następnie szczegółową analizę wykonalności z operatorami i organami wydającymi zezwolenia.

## B3.9. Dane społeczno-ekonomiczne (opcjonalne, ale wspomagają priorytetyzację)

**Cel planowania:** ustalenie priorytetów działań (np. obszary społecznie wrażliwe), uzasadnienie interwencji i wsparcie wskaźników monitorowania.

### Wymagane (opcjonalne w zależności od kraju)

- Ludność i podstawowa struktura (zwykle podzielona na strefy statystyczne).

### Zalecane

- Wskaźniki narażenia / ubóstwa energetycznego (jeśli istnieją i są dostępne w formie zagregowanej).
- Wskaźniki ekonomiczne wspierające scenariusze rozwoju.

### Typowe źródła (orientacyjne, różnią się pomiędzy krajami)

- Zbiory danych krajowych urzędów statystycznych i wyniki spisów powszechnych na małych obszarach (liczba ludności, gospodarstwa domowe, dane demograficzne).
- Statystyki dotyczące usług socjalnych i opieki społecznej w gminach (zbiorcze i zgodne z zasadami ochrony prywatności), w przypadkach, gdy są prawnie dostępne.
- Obserwatoria ubóstwa energetycznego lub programy krajowe / regionalne (jeśli takie raporty istnieją).
- Wydziały planowania i rozwoju miejskiego (strategie lokalne, obszary rewitalizacji) oraz agencje rozwoju regionalnego.

## Zalecana rozdzielczość przestrzenna / czasowa

- **Przestrzenna:** Strefy statystyczne lub jednostki planistyczne, które są stabilne w czasie i wystarczająco duże, aby chronić prywatność (unikając poziomu gospodarstwa domowego).
- **Czasowe:** W miarę możliwości aktualizacje roczne; w przeciwnym razie dostosowane do oficjalnych cykli publikacji statystyk (często rocznych lub wieloletnich).

## Cykl aktualizacji i konserwacji

- Aktualizacje należy dostosować do cyklu publikacji urzędu statystycznego i prowadzić prosty dziennik wersji (rok, źródło, definicja wskaźnika).
- Jeśli definicje wskaźników zmieniają się w czasie, należy zapisać metadane i reguły mapowania, aby zachować porównywalność.

## Ryzyka

- Wskaźniki różnią się w zależności od kraju; należy stosować jasne definicje i dokumentować stosowane wskaźniki zastępcze.
- Niektóre dane społeczno-ekonomiczne i dotyczące zamożności są wrażliwe; należy stosować agregację, reguły pomijania (np. minimalną liczbę komórek) i kontrolę dostępu.
- Wyniki należy prezentować ostrożnie (koncentrować się na ukierunkowaniu wsparcia, a nie etykietowaniu obszarów) i weryfikować je z lokalnymi interesariuszami.
- W przypadku braku wskaźników należy zastosować metodę etapową (zacząć od podstawowych danych demograficznych, a następnie dodać dane zastępcze) i weryfikować je na podstawie danych jakościowych.

W wariacie docelowym (pełny zakres inwentaryzacji) priorytetem jest kompletność, nie tyle na poziomie, by każdy budynek miał komplet danych, co na poziomie umożliwiającym:

- mapowanie zapotrzebowania i potencjałów,
- ocenę infrastruktury i kierunków rozwoju,
- przygotowanie strategii działania, finansowania i monitorowania,
- utrzymywanie danych w cyklu aktualizacji.

W przypadku danych wrażliwych lub trudnych do uzyskania (zużycia, danych operatora, ciepła odpadowego), katalog zakłada wykorzystanie metod agregacji, anonimizacji i realizacji etapowej, dzięki czemu plan pozostaje wykonalny, a jednocześnie można go ulepszać w miarę upływu czasu.

## B4. Model danych i standardy interoperacyjności

W tym rozdziale opisano zalecany model danych dla LHP w wariancie docelowym (pełny zakres inwentaryzacji) oraz zestaw minimalnych standardów interoperacyjności, które umożliwiają łączenie danych z wielu źródeł w spójny zasób GIS. Celem jest ograniczenie sytuacji, w których gmina posiada dane, ale nie może ich wiarygodnie zintegrować, porównać ani ponownie wykorzystać w kolejnych latach. Model danych w tym rozdziale celowo opiera się na prostej strukturze: ma być wykonalny w warunkach gminnych, a jednocześnie wystarczająco rygorystyczny, aby wspierać analizy, mapowanie i aktualizacje.

### B4.1. Struktura modelu: warstwy i relacje są kluczowe dla LHP

Model danych LHP opiera się na założeniu, że wszystkie analizy można sprowadzić do spójnego powiązania pięciu głównych „obiektów”:

- **Budynek / zasób budowlany** - podstawowy nośnik zapotrzebowania i punkt wyjścia do agregacji.
- **Strefa / obszar analizy** - jednostka agregacji (dzielnica, strefa statystyczna, siatka) służąca do przetwarzania danych wrażliwych i mapowania zapotrzebowania / potencjału.
- **Infrastruktura (sieci i węzły)** - przede wszystkim ciepłownictwo, opcjonalnie gaz i elektryczność, jako elementy ograniczeń i możliwości rozwoju.
- **Źródła ciepła** - obiekty wytwórcze i zasoby lokalne (w tym OZE).
- **Potencjał (OZE / ciepło odpadowe)** - obiekty lub obszary opisujące możliwe źródła energii i ich parametry.

Relacje między warstwami powinny być zachowane jednoznacznie:

- **Budynek** → **Strefa** (każdy budynek przypisany do strefy; strefa stanowi podstawę agregacji zapotrzebowania).
- **Budynek** → **Sieć (DH)** (informacje o zasięgu / usługach: w sieci / poza siecią / potencjalny obszar połączenia).
- **Źródło** → **Sieć / Strefa** (źródło zasila sieć lub obsługuje określony obszar).
- **Potencjał** → **Strefa / Budynek / Sieć** (potencjał jest zlokalizowany i powiązany z obszarem jego realizacji).

W wariancie docelowym model powinien obsługiwać dwa rodzaje analiz:

- **analizy na poziomie budynku** (jeśli pozwalają na to dane),
- **analizy strefowe / zagregowane** (szczególnie w przypadku danych dotyczących zużycia i danych wrażliwych).

## B4.2. Identyfikatory i klucze łączące dane

Najczęstszą przyczyną problemów z integracją jest brak stabilnych identyfikatorów. Model LHP powinien opierać się na hierarchii kluczy, która umożliwia łączenie danych nawet w przypadku niekompletności źródeł:

### Poziom 1: Identyfikatory obiektów (preferowane)

- building\_id - stabilny identyfikator budynku (jeśli znajduje się w rejestrach krajowych/miejskich).
- address\_id - identyfikator punktu adresowego (jeśli istnieje).
- dh\_segment\_id , dh\_node\_id - identyfikatory segmentów sieci i węzłów (od operatora).
- source\_id - identyfikator źródła (operator / rejestr).

### Poziom 2: Klucze średniozaawansowane (gdy brakuje identyfikatorów)

- znormalizowany adres (ulica, numer, kod pocztowy, miejscowość) + geokod,
- identyfikatory działek / katastralne (jeśli występują w danych),
- relacje przestrzenne (np. „budynek w strefie”, „najbliższy węzeł”) - jako rozwiązanie awaryjne.

### Poziom 3: Agregacja (dla danych wrażliwych)

- zone\_id - identyfikator strefy (dzielnica / okręg, strefa statystyczna lub sieć). Dane dotyczące zużycia i klientów powinny być, w miarę możliwości, powiązane na poziomie zone\_id, a nie na poziomie pojedynczego budynku.

W podręczniku założono, że każda warstwa w katalogu B2 ma zdefiniowany „klucz preferowany” i „klucz zapasowy”. Dzięki temu integracja jest zaprojektowana w taki sposób, aby była odporna na luki w danych.

## B4.3. Normy dotyczące formatów, jednostek i odniesień przestrzennych

Aby dane były interoperacyjne, muszą spełniać minimalne standardy techniczne. W wariantcie docelowym obowiązują następujące zasady:

### 1) Przestrzenny układ odniesienia (CRS)

- Wszystkie warstwy przestrzenne muszą mieć jednoznacznie zdefiniowany przestrzenny układ odniesienia (CRS).
- Na poziomie projektu należy wybrać jeden działający CRS i stosować go konsekwentnie we wszystkich operacjach integracyjnych.

- Każda transformacja CRS powinna być rejestrowana w metadanych.

## 2) Format danych

- Dane przestrzenne należy dostarczać w formacie umożliwiającym trwałe przechowywanie i integrację (np. baza danych przestrzennych lub pliki standardowe).
- Dane tabelaryczne (zużycie, parametry) należy dostarczyć w formacie umożliwiającym automatyczne przetwarzanie (CSV / XLSX / ODS).
- Dane oparte na usługach (WMS/ WFS /WMTS lub równoważne) są dopuszczalne jako warstwa odniesienia, ale w przypadku kluczowych zestawów danych planistycznych zaleca się przechowywanie kopii danych źródłowych w repozytorium LHP.

## 3) Jednostki i nazewnictwo

- Każda zmienna liczbową musi mieć zdefiniowaną jednostkę (np. MWh/rok, kW, MW, °C).
- Wartości należy, o ile to możliwe, znormalizować do jednostek przyjętych w projekcie.
- Należy zdefiniować słowniki wartości (np. typ budynku, typ źródła, nośnik energii) i stosować je w sposób spójny.

## 4) Spójność semantyczna

- Ten sam termin (np. „moc”, „zużycie”, „straty”) musi mieć spójną definicję w odniesieniu do całego zasobu.
- Jeżeli dane pochodzą z różnych instytucji i mają różne definicje, należy wprowadzić słownik mapowania pojęć (np. wartości źródłowe → wartości zharmonizowane).

### B4.4. Minimalny pakiet metadanych (obowiązkowy dla każdej warstwy)

W LHP metadane mają kluczowe znaczenie: bez nich nie można ocenić wiarygodności danych ani zaktualizować planu. W minimalnym zestawie metadanych dla każdej warstwy znajdują się:

- Nazwa i opis warstwy (cel i zastosowanie w LHP).
- Źródło i właściciel danych (instytucja, osoba kontaktowa).
- Data pozyskania i okres referencyjny (który rok / sezon opisują dane).
- Pokrycie przestrzenne i rozdzielczość / agregacja (budynki / strefy / siatka; skala).
- CRS i format danych (w tym informacje o transformacji).
- Lista kluczowych atrybutów i jednostek.

- Informacje wysokiej jakości (kompletność, dokładność, znane luki).
- Ograniczenia prawne / licencyjne (czy można publikować i w jakiej formie).
- Zasady aktualizacji (częstotliwość, odpowiedzialność, wersjonowanie).

W podręczniku (w części B6) metadane przedstawiono w formie listy kontrolnej i szablonu, który należy wypełnić dla każdej warstwy.

#### B4.5. Zasady integrowania danych wrażliwych (zużycie, klienci, operatorzy)

Model pełnego zakresu inwentaryzacji zakłada, że niektóre dane (zwłaszcza dotyczące zużycia) są wrażliwe. Dlatego standardy interoperacyjności obejmują również zasady „bezpiecznej analityki”:

- Dane wrażliwe powinny być gromadzone i przechowywane w formie zagregowanej (najczęściej według zone\_id /grid), chyba że istnieją formalne podstawy do przetwarzania szczegółowych danych i mechanizmów kontroli dostępu.
- Jeżeli operator dostarcza szczegółowe dane, w repozytorium LHP powinny znajdować się:
  - wersja **robocza** (ograniczona)
  - oraz **wersja planistyczna** (zagregowana / zanonimizowana) wykorzystywana w dokumentach i publikowanych wynikach.
- Każda transformacja agregacyjna musi być opisana w metadanych (metoda, parametry, implikacje).

Podejście to pozwala na opracowanie planu uwzględniającego rzeczywiste ograniczenia w zakresie udostępniania danych i ogranicza ryzyko blokowania informacji przez interesariuszy.

#### B4.6. Definicja „Zakończone” dla modelu danych (co oznacza, że model działa)

Model danych uważa się za wdrożony, jeżeli spełnione są wszystkie warunki:

- każda warstwa z katalogu B2 ma zdefiniowany klucz (building\_id lub zone\_id lub inny uzgodniony klucz),
- dane znajdują się w spójnym systemie CRS i mają zdefiniowane jednostki oraz słowniki wartości,
- metadane istnieją dla każdej warstwy,
- przeprowadzono podstawowe testy QA/QC (B4) i istnieje raport dotyczący jakości,

- repozytorium danych ma ustalone zasady dotyczące wersji i aktualizacji.

## B5. Jakość danych (QA/QC) i metadane - procedury, progi i raportowanie

W tym rozdziale opisano minimalny, praktyczny system zapewnienia jakości (testy QA/QC) oraz reguły metadanych dla metody LHP w wariantcie docelowym (pełny zakres inwentaryzacji). Jego celem jest zapewnienie, że dane są nie tylko zbierane, ale także wiarygodne, porównywalne w czasie i możliwe do audytu. W metodzie LHP jakość danych bezpośrednio wpływa na wnioski z planowania (np. identyfikację obszarów priorytetowych, ocenę potencjału, dobór środków), dlatego testy QA/QC i metadane są obowiązkowymi elementami metody, a nie dodatkami.

### B5.1. Zasada ogólna: jakość „wystarczająca do podejmowania decyzji” i kontrolowana niepewność

W praktyce samorządowej osiągnięcie „doskonałej” jakości nie zawsze jest możliwe. Celem jest jakość wystarczająca do podejmowania decyzji, przy jednoczesnym jasnym opisaniu ograniczeń i ryzyka. Wiąże się to z trzema zasadami:

- przejrzystość założeń i ograniczeń (metadane + raport z testów QC),
- porównywalność (stabilne definicje, jednostki, identyfikatory, CRS),
- powtarzalność (te same testy kontroli jakości w kolejnych aktualizacjach).

Dzięki temu plan można opracować nawet w przypadku luk w danych, ale luki te muszą być widoczne i zarządzane, a nie ukryte.

### B5.2. Testy QA vs QC: co sprawdzamy i kiedy

W podręczniku rozróżnia się:

- **Test QA (Quality Assurance)** - działania „prewencyjne”: standardy formatów, słowniki wartości, pola wymagane, reguły integracji (B3) minimalizujące ryzyko wystąpienia błędów już na etapie pozyskiwania i harmonizacji.
- **Testy QC (Kontrola Jakości)** - działania „kontrolne”: testy jakości przeprowadzane na danych już zintegrowanych przed ich wykorzystaniem w analizach.

Kontrola jakości powinna być przeprowadzana co najmniej:

- po pierwszej integracji danych (wersja bazowa),
- po każdej znaczącej aktualizacji warstwy lub zmianie źródła,
- przed opublikowaniem wyników i map w planie.

### B5.3. Minimalny zestaw testów kontroli jakości (dla każdej warstwy)

Poniżej znajduje się minimalny zestaw testów, które należy zastosować do zbiorów danych GIS i tabelarycznych. Każdy test powinien dawać wynik (OK / Ostrzeżenie / Błąd), krótki opis i działanie naprawcze.

#### A) Testy kompletności

- **Pokrycie przestrzenne:** czy warstwa pokrywa cały obszar planu (luki przestrzenne, dziury)?
- **Kompletność funkcji:** czy liczba funkcji jest zgodna z oczekiwaniami (np. budynki w porównaniu do rejestru referencyjnego)?
- **Kompletność atrybutu:** procent wartości brakujących (NULL) w polach kluczowych (np. funkcja budynku, obszar, typ źródła).
- **Zupełność czasowa:** czy okres odniesienia jest znany i spójny (rok/sezon)?

**Próg praktyczny (zalecenie):** w przypadku pól krytycznych w warstwach wymaganych, braki powinny być minimalne; jeśli przekraczają poziom akceptowalny dla analizy, należy zastosować wypełnienie (szacunki / zmienne zastępcze) lub przejść do agregacji na poziomie strefy i udokumentować to w raporcie kontroli jakości.

#### B) Testy poprawności geometrii

- **Prawidłowa geometria:** brak uszkodzonych geometrii (przecięć własnych, nieprawidłowych wielokątów).
- **Pusta / zerowa geometria:** brak obiektów bez geometrii lub o zerowej powierzchni / długości (o ile nie jest to uzasadnione).
- **Spójność granic:** obiekty powinny znajdować się w obrębie obszaru planu (budynki poza granicami, źródła poza zakresem bez uzasadnienia).

#### C) Testy topologiczne (niezbędne dla sieci DH)

- **Duplikaty:** zduplikowane segmenty i węzły (identyczna geometria lub identyczne identyfikatory).
- **Rozłączenia sieci:** segmenty bez połączeń, węzły bez segmentów (chyba że celowe).
- **Niespójne skrzyżowania:** przecinające się segmenty bez węzła (jeśli wymaga tego model topologii).
- **Logika kierunkowości / przepływu (jeśli modelowana):** spójność atrybutów kierunku.

#### D) Testy poprawności atrybutów

- **Zakresy wartości:** czy wartości liczbowe mieszczą się w realistycznych zakresach (np. moc, zużycie, temperatura)?

- **Jednostki:** czy w całym zestawie danych zastosowano te same jednostki (bez mieszania kW/MW, MWh/GJ)?
- **Słowniki wartości:** czy pola katagoryczne są zgodne ze słownikiem (np. typ budynku, typ źródła)?
- **Spójność typów danych:** liczby przechowywane jako liczby, daty jako daty, brak wartości tekstowych w polach numerycznych.

#### E) Testy spójności międzywarstwowej

- **Budynek ↔ strefa:** każdemu budynkowi przypisana jest strefa (zone\_id), jeśli strefy są używane.
- **Budynek ↔ Sieć DH:** jeżeli istnieją strefy zasilania lub pokrycia sieci, status budynku (w sieci / poza siecią) nie powinien być sprzeczny z geometrią.
- **Źródła ↔ sieć / strefa:** źródła mają przypisany obszar / sieć; nie ma obiektów „osieroconych” bez kontekstu.
- **Zużycie ↔ strefa:** dane dotyczące zużycia mają jasny klucz agregacji (zone\_id / grid) spójny z warstwą strefy.

#### F) Testy aktualności i zgodności

- **Data aktualizacji:** znana i zapisana w metadanych.
- **Zgodność okresu odniesienia:** np. zużycie z 2024 r., a budynki z 2018 r. - w przypadku rozbieżności należy to opisać i uzasadnić.

### B5.4. Progi akceptacji i decyzje korygujące (OK / Ostrzeżenie / Błąd)

W podręczniku przyjęto trzy poziomy decyzyjne:

- **OK** - dane spełniają wymagania, można używać bez zastrzeżeń.
- **Ostrzeżenie** - dane mogą być używane, ale z pewnymi ograniczeniami (np. luki w atrybutach, niepełne pokrycie); wymagana jest dokumentacja w raporcie kontroli jakości (QC), obejmująca również wpływ na analizy.
- **Błąd** - danych nie można wykorzystać do planowania w ich obecnej formie (np. brak CRS, znaczne luki w polach krytycznych, poważne błędy geometrii/topologii). Wymagana jest korekta lub należy zastosować wariant awaryjny (np. agregacja, dane zastępcze lub źródło alternatywne).

W przypadku danych wrażliwych (konsumpcja) typowym mechanizmem korygującym jest przejście na agregację przestrzenną i ograniczenie publikacji.

## B5.5. Metadane: obowiązkowy minimalny pakiet i zasady konserwacji

Metadane są integralną częścią jakości danych. Dla każdej warstwy muszą istnieć co najmniej następujące informacje:

- opis i zastosowanie (dlaczego warstwa znajduje się w planie),
- źródło i właściciel danych (instytucja + osoba kontaktowa),
- data nabycia i okres referencyjny (rok / sezon),
- zakres przestrzenny i poziom agregacji (budynek / strefa / siatka; rozdzielczość),
- CRS i format (w tym informacje o transformacji),
- klucze relacji (building\_id, zone\_id, itd.),
- lista kluczowych pól i jednostek,
- informacje o jakości (wynik testu QC + znane luki),
- ograniczenia prawne / licencyjne (publikacja / udostępnianie, poufność),
- zasady aktualizacji i wersjonowania (kto, jak często, w jaki sposób wersje są oznaczane).

Metadane powinny być utrzymywane równoległe z danymi: każda aktualizacja warstwy wymaga aktualizacji metadanych (data, źródło, zmiany, wynik kontroli jakości).

## B5.6. Raport jakości danych (raport QC) - struktura i minimalna zawartość

Każda iteracja przygotowania danych LHP powinna kończyć się raportem z kontroli jakości. Raport może mieć formę tabelaryczną z krótkim opisem i powinien zawierać:

- listę warstw (zgodnie z katalogiem) i ich status: OK / Ostrzeżenie / Błąd,
- wyniki testów (kompletność, geometria, topologia, atrybuty, spójność),
- opisy problemów (co jest nie tak i gdzie),
- działania korygujące (co zostało zrobione / co należy zrobić),
- wpływ na analizy planistyczne (które wnioski mogą wiązać się z niepewnością),
- lista ograniczeń publikacji (warstwy wrażliwe i poziom agregacji).

Raport z kontroli jakości stanowi kluczowy element możliwości przeprowadzenia audytu planu: umożliwia późniejszą ocenę, czy zmiany w wynikach analiz odzwierciedlają zmiany w świecie rzeczywistym (np. modernizację sieci), czy też zmiany w danych i ich jakości.

## B5.7. Jakość w czasie: wersjonowanie i możliwość porównywania między iteracjami

Aby planowanie zaopatrzenia w ciepło (LHP) było procesem, a nie dokumentem jednorazowym, dane muszą być porównywalne z roku na rok. Zalecane jest:

- utrzymywanie wersji warstw (np. rocznych) z czytelnym oznaczeniem okresu odniesienia,
- dokumentowanie zmian w metadanych (co się zmieniło i dlaczego),
- wykonywanie tych samych testów kontroli jakości w kolejnych iteracjach,
- zachowywanie słowników wartości i jednostek (wprowadzanie zmian wyłącznie w sposób kontrolowany i udokumentowany).

Umożliwia to wiarygodne monitorowanie postępów (np. zmian zapotrzebowania, zmian zasięgu sieci, wykorzystania potencjałów) i porównywanie scenariuszy.

## B6. Wdrażanie, organizacja i współpraca z interesariuszami

W tym rozdziale wyjaśniono, jak zorganizować wdrożenie metody gromadzenia danych LHP w wariantcie docelowym w warunkach miejskich, gdzie dane są rozproszone, a kluczowe zasoby znajdują się w posiadaniu wielu interesariuszy (zwłaszcza operatorów). Celem rozdziału jest zapewnienie wykonalności procesu poprzez jasne określenie ról, zasad współpracy, minimalnego modelu zarządzania danymi oraz mechanizmów utrzymania i aktualizacji.

### B6.1. Model organizacyjny: gmina jako „integrator danych”

W wariantcie docelowym gmina pełni rolę integratora danych: nie musi posiadać wszystkich zbiorów danych, ale jest odpowiedzialna za zapewnienie, że dane niezbędne do realizacji planu będą gromadzone, harmonizowane, weryfikowane i utrzymywane w czasie. W praktyce oznacza to konieczność przypisania czterech funkcji (nawet jeśli będą one wykonywane przez te same osoby):

- **Właściciel procesu LHP (osoba odpowiedzialna)** - odpowiedzialny za zakres, harmonogram, decyzje i akceptację produktów końcowych.
- **Właściciel danych LHP (właściciel danych miejskich)** - odpowiedzialny za katalog danych, zgodność z metodologią i kontakty z dostawcami danych.
- **Implementator integracji (GIS/IT)** - odpowiedzialny za integrację, model danych, zapewnienie jakości/kontrolę jakości, repozytorium i publikację.
- **Właściciel formalny (kwestie prawne / RODO)** - odpowiedzialny za podstawę prawną udostępniania danych, ich agregacji / anonimizacji i licencji.

Aby uniknąć luk w odpowiedzialności, zaleca się stosowanie prostej macierzy **RACI** (macierz RACI: [z ang. Responsible, Accountable, Consulted, Informed] Odpowiedzialny, Rozliczalny, Konsultowany i Informowany) dla kluczowych etapów procesu (pozyskiwanie, integracja, Testy QA/QC, metadane, publikacja, aktualizacja).

## B6.2. Minimalny zespół i umiejętności (warianty „małego miasta” i „większego miasta”)

W podręczniku przyjęto dwa typowe warianty organizacyjne:

### **Wariant A: małe miasto (2-4 osoby + wsparcie)**

- Koordynator LHP (treść + harmonogram),
- Specjalista GIS (integracja danych, mapy, kontrola jakości),
- wsparcie prawne / RODO (w niepełnym wymiarze godzin),
- wsparcie operatorów i/lub konsultanta w przypadku danych wrażliwych.

### **Wariant B: większe miasto (zespół wielowydziałowy)**

- Koordynator LHP i zespół tematyczny (energia/środowisko),
- GIS / IT (integracja, repozytorium, usługi danych),
- planowanie przestrzenne / inwestycje (uporządkowanie działań i obszarów),
- jednostki komunalne (budynki publiczne, majątek),
- formalne wsparcie prawne i bezpieczeństwa informacji.

### **Minimalne umiejętności wymagane dla wariantu docelowego:**

- Podstawy GIS (warstwy, połączenia, agregacja, CRS),
- integracja danych tabelarycznych i przestrzennych (identyfikatory, geokodowanie),
- kontrola jakości danych i metadane,
- zrozumienie danych energetycznych na poziomie planowania (moc, zużycie, straty, rodzaje technologii),
- kompetencje formalne: licencje, RODO, zasady udostępniania danych wrażliwych.

## B6.3. Współpraca z operatorami i przedsiębiorstwami infrastrukturalnymi: zasady i scenariusze

Operatorzy (ciepłownie, gaz, energia elektryczna) są kluczowym źródłem danych, ale często stanowią też najtrudniejszych partnerów ze względu na wrażliwość i brak

standardów udostępniania. Przyjęto pragmatyczne podejście: współpraca powinna być uzgadniana w taki sposób, aby dostarczała danych wystarczających do planowania, a niekoniecznie „w pełni technicznych”.

#### **Zalecane zasady współpracy:**

- jasno określony cel planowania (dlaczego dane są potrzebne i jaki produkt zostanie stworzony),
- minimalny zestaw danych i poziom agregacji (w celu ograniczenia ryzyka po stronie operatora),
- umowa na „pakiet danych” (co jest udostępniane jednorazowo, a co cyklicznie aktualizowane),
- określone ograniczenia publikacji (co można opublikować, a co tylko przeanalizować),
- punkt kontaktowy i tryb aktualizacji (cykl roczny / sezonowy + aktualizacje po modernizacji).

#### **Typowe scenariusze udostępniania danych:**

- **Scenariusz 1 (pełny dostęp operacyjny):** operator udostępnia dane sieciowe i źródłowe z dużą szczegółowością, a dane dotyczące zużycia w formie zagregowanej.
- **Scenariusz 2 (ograniczony dostęp):** operator dostarcza geometrię i podstawowe atrybuty; szczegóły techniczne pozostają po stronie operatora, podczas gdy gmina pracuje na danych na poziomie planowania.
- **Scenariusz 3 (brak danych o zużyciu):** zużycie szacuje się na podstawie danych i wskaźników dotyczących budynku; operator dostarcza jedynie informacje o infrastrukturze i przepustowości łącza (jeśli to możliwe).

Założono, że warianty należy przygotowywać z wyprzedzeniem, aby plan pozostał wykonalny nawet przy ograniczonym dostępie.

### **B6.4. Dane wrażliwe: agregacja, anonimizacja i kontrola dostępu**

W przypadku danych o konsumpcji i klientach kluczem jest ograniczenie ryzyka identyfikacji poszczególnych podmiotów. Zaleca się:

- pozyskiwanie danych w formie zagregowanej (strefy, siatka) jako standard domyślny,
- tworzenie dwóch wersji danych: **roboczej (ograniczonej) i planistycznej (zagregowanej)**,
- wprowadzenie minimalnych zasad kontroli dostępu do danych wrażliwych (kto, kiedy i w jakim celu),

- dokumentowanie metod agregacji i ich wpływu interpretacyjnego na metadane.

Takie podejście zwiększa prawdopodobieństwo uzyskania danych od operatorów i zmniejsza ryzyko zablokowania procesu.

### B6.5. Modele wymiany danych: umowy, licencje i „pakiety danych”

Aby proces był powtarzalny, wymiana danych powinna być sformalizowana i zoperacjonalizowana. Zalecane elementy obejmują:

- umowy o udostępnianiu danych (co, w jakim celu, jak często, w jakim formacie),
- postanowienia dotyczące praw do produktów pochodnych (np. map, agregatów),
- ograniczenia publikacji i zasady ochrony danych,
- uzgodnione standardy dostarczania (format, CRS, słowniki wartości, identyfikatory).

Dobrym rozwiązaniem praktycznym jest koncepcja „**pakiету danych LHP**”: zestawu, który operator dostarcza cyklicznie (np. corocznie) w uzgodnionym standardzie. Zmniejsza to koszty transakcyjne dla obu stron.

### B6.6. Utrzymanie i cykl życia danych: aktualizacja, wersjonowanie i audyt

Głównym celem wariantu docelowego jest unikanie „jednorazowego gromadzenia danych”. Dlatego w B6 zdefiniowano minimalny model utrzymania danych:

- repozytorium danych LHP (pojedyncze źródło informacji - lokalne lub oparte na platformie),
- wersjonowanie (np. roczne wersje warstw z okresami odniesienia),
- harmonogram aktualizacji (które warstwy są aktualizowane corocznie, a które rzadziej),
- procedura aktualizacji (akwizycja → integracja → kontrola jakości → metadane → publikacja),
- audyt zmian (co się zmieniło i dlaczego - w metadanych / raportach kontroli jakości).

Model utrzymania powinien również uwzględniać wprowadzanie nowych danych (np. nowe źródło ciepła odpadowego, zmiana w rejestrze budynków, nowa inwestycja w ciepłownictwo) oraz pętlę sprzężenia zwrotnego: plan generuje zapotrzebowanie na dane, a dane umożliwiają aktualizację planu.

## B6.7. Zarządzanie ryzykiem wdrożeniowym: największe zagrożenia w procesie

Na podstawie doświadczeń zdobytych w ramach projektów oraz wyników ankiet, największymi zagrożeniami są:

- brak porozumienia / sposobu udostępniania danych operatorom,
- brak spójnych identyfikatorów i konieczność ręcznego dopasowywania,
- niewystarczające zasoby (czas, ludzie) na kontrolę jakości i metadane,
- brak decyzji, jaki poziom agregacji jest akceptowalny,
- traktowanie procesu jednorazowo (bez prawidłowego utrzymywania).

Minimalne środki ograniczające ryzyko: różne warianty (scenariusze) pozyskiwania danych, praca ze strefami / siatkami w przypadku danych wrażliwych, osadzanie kontroli jakości (QC) i metadanych jako warunku „wykonania zadania” oraz ustalenie harmonogramu aktualizacji od samego początku.

## B7. Modelowanie i prognozowanie miejskiej sieci ciepłowniczej (DH) (rozszerzenie opcjonalne)

Jest to **opcjonalny, zaawansowany moduł**, który rozszerza bazę danych pełnego zakresu inwentaryzacji pod LHP o **modelowanie matematyczne sieci DH**, wspierając rozwój i prognozowanie sieci. Jest on **niezależny od narzędzi**: nie wymaga konkretnego oprogramowania do modelowania, ale definiuje **minimalny standard danych i proces przygotowawczy** wymagany do wiarygodnego modelowania.

### B7.1. Cel i zakres

#### Cel

Modelowanie DH można wykorzystywać do:

- oceny **wariantów rozbudowy / zagęszczania sieci**,
- prognozowanie wydajności sieci przy **zmianach zapotrzebowania i podaży**,
- identyfikacja **ograniczeń i wąskich gardeł** (przepustowość, temperatury, ciśnienie, straty),
- porównywania opcji inwestycyjnych za pomocą spójnych **wskaźników KPI**,
- wzmocnienia technicznej podstawy działań LHP i ich sekwencjonowanie.

#### Granice zakresu

- B7 obejmuje: dane, przygotowanie, zapewnienie jakości / kontrolę jakości (QA / QC), dane wejściowe scenariusza, podejście do kalibracji / walidacji, pakiet raportowania.
- B7 nie obejmuje: zakupów, szczegółowej konfiguracji oprogramowania ani pełnego projektu inżynierskiego.

## B7.2. Kryteria wstępne

### Cel

Zapobieganie modelowaniu na podstawie niekompletnych, nietopologicznych lub niemożliwych do prześledzenia zestawów danych.

### Kryteria minimalne

- **Ukończona pełna baza danych** (pełny zakres inwentaryzacji) dla DH: geometria sieci, źródła, reprezentacja zapotrzebowania (budynek / strefa / sieć), warstwy ograniczeń, gdzie to istotne.
- **Unikalne identyfikatory** dla segmentów, węzłów, źródeł i stref.
- **Działająca logika łączenia:** zapotrzebowanie można powiązać ze strefami i odwzorować na obszarze obsługi sieci DH (lub punktów przyłączeniowych).
- **Status kontroli jakości (QC)** jest **prawidłowy (OK)** lub **ostrzegawczy** (brak błędów krytycznych) i udokumentowany.
- **Metadane są uzupełnione** dla warstw istotnych dla modelowania (źródło, CRS, jednostki, rok odniesienia, kroki przetwarzania, ograniczenia).
- **Uzgodniono zarządzanie danymi:** zasady dostępu do ograniczonych danych operatora; publikacja ograniczona do wyników zagregowanych.

### Czynniki uniemożliwiające realizację

- brakujące CRS / niespójne jednostki,
- zerwana łączność (sieci nie można przedstawić topologicznie),
- nieznaną rok odniesienia dla zapotrzebowania / podaży,
- brak możliwości powiązania zapotrzebowania z obszarem sieci (brak uzgodnionego podejścia do mapowania),
- brak uprawnień / zgód na wykorzystanie danych operatora.

**Wynik B7.2.:** „Notatka dotycząca decyzji kontrolnej” (Spełnione kryteria minimalne / Stwierdzono czynniki uniemożliwiające realizację) + lista działań naprawczych w przypadku gdy realizacja nie jest możliwa.

### B7.3. Katalog danych modelowania (czego potrzeba poza pełnym zakresem inwentaryzacji)

#### A) Dane sieciowe klasy topologicznej

Minimum:

- **Krawędzie (rury)** z unikalnym `dh_segment_id`,
- **Węzły** z unikalnym `dh_node_id` (jawnym lub pochodnym),
- Łączność: każda krawędź ma identyfikatory `from_node` i `to_node` (lub równoważne)

Zalecane:

- podstacje/punkty połączeń (lub zdefiniowana metoda reprezentacji obciążeń).

#### B) Parametry techniczne (wartości lub klasy)

Minimum (dozwolone klasy, jeśli dokładne wartości są niedostępne):

- średnica rury (lub klasa średnicy),
- parametr (lub klasa) izolacji / straty ciepła,
- parametr (lub klasa) tarcia / chropowatości,
- założenia dotyczące reżimu temperaturowego (sezonowe wartości zadane zasilania / powrotu),
- źródła: technologia / paliwo, moc nominalna, ograniczenia min / max (lub klasy).

#### C) Dane wejściowe zależne od czasu (do prognozowania / przebiegów quasi-dynamicznych)

Minimalne:

- roczna linia bazowa zapotrzebowania + mnożniki scenariusza

Zalecane:

- profile miesięczne; reprezentatywne profile dzienne / szczytowe

Opcjonalne:

- profile godzinowe, czynniki normalizacji pogodowej.

**Wynik B7.3:** „Inwentarz wejściowy do modelowania” potwierdzający, które parametry są dokładne, a które oparte na klasie.

### B7.4. Dane kalibracyjne i walidacyjne (jeśli dostępne)

#### Źródła kalibracji (preferowane)

- SCADA / telemetria: wydajność instalacji, pomiary przepływu / temperatury, ciśnienia(jeśli ma zastosowanie),
- zagregowana ilość dostarczonego ciepła według strefy / obszaru świadczenia usług,
- krzywe obciążenia pomiarowego (zagregowane).

**Minimalna kontrola wiarygodności (jeśli nie jest dostępny szczegółowy system SCADA)**

- zgodność z rocznymi sumami ilości dostarczanej energii cieplnej (według systemu lub obszarów usługowych),
- zapewnienie wiarygodnych strat i reżimu temperaturowego,
- sprawdzenie wykonalności szczytowego obciążenia przy użyciu reprezentatywnych założeń.

## Załącznik do Streszczenia (Materiały gotowe do użycia)

---

W dokumencie znajdują się edytowalne wzory załączników przeznaczone do bezpośredniego wykorzystania przez gminy i partnerów.

## S-A. Listy kontrolne do streszczenia wykonawczego

### Lista kontrolna A - Decydenci (kierownictwo miejskie / zarządzanie usługami komunalnymi)

#### A1. Zarządzanie i odpowiedzialność

- Wyznaczenie jednego właściciela procesu LHP w gminie (rola + zakres uprawnień).
- Określenie zestawu kluczowych partnerów: wydziały miejskie, przedsiębiorstwa użyteczności publicznej (np. przedsiębiorstwo ciepłownicze), operatorzy sieci, GIS / IT, ochrona danych / kwestie prawne.
- Ustalenie, kto zatwierdza udostępnianie danych, kto podpisuje umowy o udostępnianiu danych i kto decyduje o poziomach agregacji.

#### A2. Zakres i „definicja zakończonego procesu”

- Potwierdzenie, które wyniki muszą zostać zrealizowane (mapy zapotrzebowania, mapy infrastruktury, potencjały, podział na strefy, strategia działania, wskaźniki monitorowania).
- Zatwierdzenie minimalnego zakresu zbioru danych (poziom bazowy) i zakresu docelowego (pełne pokrycie w czasie).
- Wymaganie, aby projekt pozostawił po sobie **utrzymywany zasób danych planistycznych** (zintegrowane zestawy danych + metadane + testy QA/QC + cykl aktualizacji), a nie tylko raport.

#### A3. Dostęp do danych i partnerstwa

- Identyfikacja kluczowych posiadaczy danych (gmina, przedsiębiorstwo ciepłownicze, operatorzy ciepła / gazu / energii elektrycznej, urzędy statystyczne, duzi odbiorcy / przemysł).
- Uzgodnij z operatorami zasady udostępniania danych (co, na jakim poziomie agregacji, jak często).
- Zapewnienie zasobów na koordynację (czas pracy personelu) i, w razie potrzeby, budżetu na przygotowanie / oczyszczanie danych.

#### A4. Zgodność, wrażliwość i postawa wobec ryzyka

- Potwierdzenie domyślnej reguły: w miarę możliwości, praca na zagregowanych / zanonimizowanych danych o zużyciu.
- Zdefiniowanie zasad kontroli dostępu (kto może co zobaczyć; rozpowszechnianie wewnętrzne i zewnętrzne).
- Zatwierdzenie podejścia do ryzyka w przypadku wrażliwych / krytycznych informacji infrastrukturalnych (przechowywanie, publikowanie, dozwolone wyniki).

#### A5. Zobowiązanie do utrzymania

- Zatwierdzenie harmonogramu aktualizacji zgodnego z cyklami planowania / statystyk (rocznymi / wieloletnimi).

- Przypisanie odpowiedzialności za bieżące utrzymanie (jednostka / zespół) i określenie minimalnego rocznego obciążenia pracą.
- Wymaganie prowadzenia prostego rejestru zmian i oraz stosowania systemu wersjonowania przy każdej aktualizacji planu.

## Lista kontrolna B - Koordynatorzy i realizatorzy (kierownictwo LHP / GIS-IT / analitycy / wykonawcy)

### B1. Przygotowanie schematu pracy

- Przetłumaczenie wymaganych wyników planowania na konkretne potrzeby dotyczące danych (warstwy, atrybuty, rozdzielczość).
- Utworzenie rejestru źródeł danych (właściciel, pokrycie, format, ograniczenia prawne, częstotliwość aktualizacji, kontakty).
- Ustalenie standardów: CRS, formaty plików, konwencje nazewnictwa, szablony metadanych i strategię identyfikacji.

### B2. Gromadzenie danych (najpierw dane bazowe)

- Pozyskanie warstw referencyjnych (granice administracyjne, adresy, mapa bazowa, budynki).
- Pozyskanie warstw planistycznych / ograniczeń (plany, obszary chronione, korytarze / bariery, inwestycje).
- Pozyskanie warstw infrastruktury (sieć ciepłownicza, jeśli jest dostępna; sieci energetyczne, jeśli są istotne) w uzgodnionym stopniu szczegółowości.
- Pozyskanie danych dotyczących zapotrzebowania (charakterystyka budynków i/lub zagregowane wskaźniki zużycia).
- Pozyskanie danych dotyczących potencjałów, jeśli jest to możliwe (odnawialne źródła energii, potencjalne źródła ciepła odpadowego, dostępne lokalizacje).

### B3i. Harmonizacja i integracja

- Przeprojektowanie do wspólnego CRS, sprawdzenie poprawność geometrii.
- Harmonizacja definicji atrybutów, jednostek i kategorii (utworzenie słownika).
- Wdrożenie reguł łączenia (budynki ↔ strefa/sieć ↔ segmenty sieci ↔ źródła ↔ potencjały).
- Dokumentowanie założeń i przekształceń (zasady agregacji, metody szacowania).

### B4. Zapewnienie jakości (QA/QC)

- Sprawdzanie kompletności (pokrycie wg obszarów, brakujące atrybuty, współczynniki null).
- Sprawdzanie spójności (jednostek, zakresów, zduplikowanych identyfikatorów, błędów topologii).
- Kontrola międzywarstwowa (np. budynki w obrębie granic; sieci przecinające prawdopodobne korytarze).

- Utworzenie krótkiego dziennika QA/QC: najważniejsze problemy, zastosowane poprawki i pozostałe ograniczenia.

#### **B5. Dostarczenie „zasobów danych planistycznych”**

- Zebranie pakietu zintegrowanych warstw w ustrukturyzowanym repozytorium (foldery, nazewnictwo, wersjonowanie).
- Dołączenie metadanych dla każdej warstwy (źródło, data, cykl aktualizacji, ograniczenia, właściciel).
- Przedstawienie podsumowania modelu danych w stanie faktycznym („as-built”) (powiązania między warstwami, identyfikatory kluczy, klucze łączące).
- Przygotowanie planu aktualizacji: co ulega zmianom corocznym, a co następuje w danym cyklu planowania, i kto się tym zajmuje.

#### **B6. Zapewnienie ciągłości**

- Zdefiniowanie rutynowych kontaktów z dostawcami danych (operatorami / statystykami / jednostkami planistycznymi).
- Utworzenie powtarzalnych szablonów wniosków na potrzeby przyszłych aktualizacji.
- Udokumentowanie uwag dotyczących wdrażania nowych pracowników, aby można było odtworzyć przebieg procesu.

### **Lista kontrolna C - Dane wrażliwe i infrastruktura krytyczna (dotyczy obu grup)**

#### **C1. Domyślne zasady postępowania**

- Domyślne stosowanie agregacji przestrzennej (strefy / siatki) i agregacji czasowej (typowe profile).
- Stosowanie zasady minimalizacji danych (tylko pola niezbędne do celów planowania).
- Unikanie publikowania szczegółowych informacji o sieci na poziomie zasobów, chyba że uzyskano na to wyraźną zgodę.

#### **C2. Dostęp i bezpieczeństwo**

- Zdefiniowanie ról użytkowników (przeglądający / edytor / administrator) i granic dostępu (wewnętrzne i zewnętrzne).
- Przechowywanie poufnych zbiorów danych w kontrolowanych lokalizacjach (repozytoria o ograniczonym dostępie).
- Zapewnienie bezpiecznego kanału przesyłu danych operatora (uzgodniona metoda, w razie potrzeby - szyfrowanie).

#### **C3. Dokumentacja i odpowiedzialność**

- Rejestrowanie w metadanych ograniczeń dotyczących danych (co można, a czego nie można udostępnić).
- Prowadzenie rejestru tego, kto dostarczył dane, kiedy i na jakich warunkach.
- Jeżeli wykorzystano szczegółowe dane, należy udokumentować, dlaczego były one konieczne i w jaki sposób były chronione.

# Załączniki do części B (Materiały gotowe do użycia)

---

W dokumencie znajdują się edytowalne wzory załączników przeznaczone do bezpośredniego wykorzystania przez gminy i partnerów.

## B-A1. Tabele katalogu danych (wersja pełna)

### Legenda

- Priorytety: W (Wymagane), Z (Zalecane), O (Opcjonalne)
- Geometria: PKT (punkt), LN (linia), POLY (wielokąt), GRID (siatka), TAB (tabela/brak geometrii)
- Klucz : preferowany klucz relacji (np. building\_id, address\_id, zone\_id )
- Aktualizacja: A (ad hoc), Y (roczna), Q (kwartalna), S (sezonowa), 2-5Y ( co kilka lat)

Wersja pełna obejmuje podstawowy zestaw wskaźników dla pełnego zakresu inwentaryzacji danych na potrzeby planowania zaopatrzenia w ciepło (Full Coverage LHP). Dodatki dotyczące konkretnych modeli zostały wymienione w sekcji B-A7.

### B - A1.1 Dane referencyjne i administracyjne

Warstwa / Zestaw danych	Priorytet	Geometria	Klucz	Minimalne atrybuty	Zalecane atrybuty	Preferowany format	Typowe źródło	Aktualizacja	Minimalna kontrola jakości
Granica gminy	W	POL	admin_id	nazwa, kod, poziom jednostki administracyjnej	źródło/wersja, data przechwycenia	GIS	rejestr krajowy/regionalny	Y/A	prawidłowa geometria; zestaw CRS
Jednostki podmiejskie (dzielnice / okręgi)	Z	POL	unit_id	nazwa, kod	powiązania nadrzędnego	GIS	miasto	Y/A	brak przerw / nakładek
Sieć drogowa	Z	LIN	road_id	klasa, nazwa	ograniczenia	GIS	gmina / rejestry krajowe	Y/A	ważność geometrii
Punkty adresowe	W	PKT	address_id	ulica, numer, miejscowość	kod pocztowy, współrzędne źródłowe	GIS/TAB	rejestr adresów	Y	duplikaty; brakujące pola krytyczne
Działki (opcjonalnie)	O	POL	parcel_id	Numer działki	własność (jeśli dozwolone)	GIS	kataster	Y/A	prawidłowa geometria

## B - A1.2 Budynki i typologia zapotrzebowania

Warstwa / Zestaw danych	Priorytet	Geometria	Klucz	Minimalne atrybuty	Zalecane atrybuty	Preferowany format	Typowe źródło	Aktualizacja	Minimalna kontrola jakości
Dane o obrysach budynków	W	POL	building_id lub address_id	zastosowanie/ funkcja; powierzchnia użytkowa (lub odpowiednik)	rok budowy; piętra; stan modernizacji	GIS	rejestr budynków / gmina	Y	prawidłowa geometria; w granicach
Klasyfikacja przeznaczenia budynku	W	TAB	building_id	typ użytkowania	udział przeznaczenia mieszanego	TAB	gmina / statystyki	Y	zgodność ze słownikiem
Szacowane zapotrzebowanie na ciepło / chłód (dla budynku lub strefy)	W	TAB/GRID	building_id lub zone_id	roczne zapotrzebowanie (MWh/r); flaga metody	podział sezonowy; znacznik metody	TAB/GRID	model / gmina	Y/S	zakresy; brakujące wartości
Typ systemu grzewczego	Z	TAB	building_id	kategoria systemu	paliwo; klasa efektywności	TAB	ankiety / rejestry	Y	zgodność ze słownikiem
Wykaz budynków użyteczności publicznej	Z	POL/TAB	building_id	właściciel / jednostka; funkcja	mierzone zużycie; planowane modernizacje	GIS/TAB	miasto	Y	kompletność

## B - A1.3 Zużycie energii (dane wrażliwe)

Warstwa / Zestaw danych	Priorytet	Geometria	Klucz	Minimalne atrybuty	Zalecane atrybuty	Preferowany format	Typowe źródło	Aktualizacja	Minimalna kontrola jakości
Zużycie ciepła (zagregowane)	W	TAB/GRID	zone_id	roczne zużycie ciepła; rok referencyjny	profil miesięczny / sezonowy	TAB/GRID	Operator DH / dostawca energii	Y	udokumentowana metoda agregacji
Zużycie gazu do ogrzewania (zagregowane)	Z	TAB/GRID	zone_id	roczne zużycie	profil miesięczny	TAB/GRID	operator / dostawca gazu	Y	agregacja i kontrola prywatności

Energia elektryczna do ogrzewania (zagregowane)	Z	TAB/GRID	zone_id	roczne zużycie	szacunki szczytowe; podział sezonowy	TAB/GRID	DSO / dostawca	Y	agregacja i kontrola prywatności
Zmierzone zużycie w budynkach użyteczności publicznej	Z	TAB	building_id	roczne zużycie; nośnik	dane miesięczne	TAB	miasto / gmina	Y	sprawdzanie wartości odstających

## B - A1.4 Infrastruktura i źródła ciepła sieciowego (DH)

Warstwa / Zestaw danych	Priorytet	Geometria	Klucz	Minimalne atrybuty	Zalecane atrybuty	Preferowany format	Typowe źródło	Aktualizacja	Minimalna kontrola jakości
Segmenty sieci DH	W	LIN	dh_segment_id	klasa segmentu; długość	wiek; klasa strat	GIS	Operator DH	Y/A	poprawność topologii; duplikaty
Węzły DH / stacje elektroenergetyczne (jeśli dostępne)	Z	PKT	dh_node_id	typ węzła	liczba połączeń	GIS	Operator DH	Y/A	duplikaty; brakujące współrzędne
Strefy dostaw / obszary usług	Z	POL	dh_zone_id	nazwa / typ strefy	notatki dotyczące mocy	GIS	Operator DH / gmina	Y/A	kontrole nakładek
Źródła ciepła (zakłady)	W	PKT	source_id	typ; paliwo / technologia; moc nominalna; znacznik kogeneracji (CHP)	wydajność; ograniczenia; planowane ulepszenia	GIS / TAB	Operator DH	Y/A	zakresy atrybutów
Planowane inwestycje DH	Z	LIN / POL / TAB	plan_id	lokalizacja; typ; oś czasu	klasa kosztów	GIS / TAB	operator / gmina	Y/A	kompletność

## B - A1.5 Sieci gazowe i elektryczne (zależne od kraju)

Warstwa / Zestaw danych	Priorytet	Geometria	Klucz	Minimalne atrybuty	Zalecane atrybuty	Preferowany format	Typowe źródło	Aktualizacja	Minimalna kontrola jakości
Przegląd sieci gazowej	O/Z	LIN / POL	gas_id	klasa pokrycia / ciśnienia	obszary ograniczeń	GIS	operator gazowy	Y/A	CRS; poprawność geometryczna
Przegląd sieci elektroenergetycznej	O/Z	LIN / POL	elec_id	klasa pokrycia / napięcia	notatki dot. zatorów	GIS	DSO	Y/A	CRS; poprawność geometryczna

## B - A1.6 Potencjały OZE i lokalne

Warstwa / Zestaw danych	Priorytet	Geometria	Klucz	Minimalne atrybuty	Zalecane atrybuty	Preferowany format	Typowe źródło	Aktualizacja	Minimalna kontrola jakości
Potencjał solarny (fotowoltaiczny / termiczny)	Z	GRID / POL	zone_id lub grid_id	potencjalna klasa / wartość	ograniczenia przydatności dachu	GRID / GIS	rejstry krajowe / regionalne	2-5Y	dokumentacja metody
Przydatność płytkiej geotermii / pompy ciepła	Z	GRID / POL	grid_id	klasa przydatności	ograniczenia	GRID	rejstry krajowe / regionalne	2-5Y	kompletność metadanych
Potencjał biomasy (kontekstowy)	O	POL	region_id	klasa dostępności	uwagi dot. zrównoważonego rozwoju	TAB / GIS	rejestr regionalny	2-5Y	dokumentacja źródła

## B - A1.7 Inwentaryzacja ciepła odpadowego

Warstwa / Zestaw danych	Priorytet	Geometria	Klucz	Minimalne atrybuty	Zalecane atrybuty	Preferowany format	Typowe źródło	Aktualizacja	Minimalna kontrola jakości
Rejestr źródeł ciepła odpadowego	W	PKT/TAB	wasteheat_id	lokalizacja; rodzaj działalności; właściciel /	klasa poziomu temperatury; profil	GIS / TAB	przemysł / gmina	A/Y	kompletność; wiarygodność

				kontakt; dostępność (jakościowa)	sezonowy; szacowane MWh/rok				
Wstępna ocena możliwości podłączenia ciepła odpadowego	Z	TAB	wasteheat_id	odległość do DH / źródła zapotrzebowania	bariery; notatki dotyczące korytarzy	TAB	Analiza GIS	A	kontrole logiczne

## B - A1.8 Planowanie i ograniczenia

Warstwa / Zestaw danych	Priorytet	Geometria	Klucz	Minimalne atrybuty	Zalecane atrybuty	Preferowany format	Typowe źródło	Aktualizacja	Minimalna kontrola jakości
Plany zagospodarowania przestrzennego / strefy	W	POL	plan_zone_id	kategoria użytkowania gruntów	potok rozwojowy	GIS	miasto	Y/A	nakładki / luki
Obszary chronione / ograniczenia	W	POL	constraint_id	typ ograniczenia	odniesienie prawne	GIS	rejstry krajowe / regionalne	Y/A	poprawność geometrii
Warstwy ryzyka klimatycznego (opcjonalnie)	O	GRID / POL	grid_id	klasa ryzyka	okres zwrotu	GIS / GRID	rejstry krajowe / regionalne	2-5 Y	dokumentacja źródła

## B - A2. Szablon rejestru źródeł danych

Do użycia jako pojedyncza lista wszystkich źródeł wykorzystywanych w LHP dla gminy.

Pole	Opis / Co wypełnić
Identyfikator źródła	Unikalny identyfikator (np. SRC -DH-01)
Właściciel / dostawca danych	Instytucja / firma i jednostka
Osoba kontaktowa	Imię, adres e-mail, telefon
Nazwa zbioru danych	Oficjalna nazwa
Opis zbioru danych	Co zawiera i dlaczego to ważne
Pokrycie	Pokrycie przestrzenne (gmina / obszar)
Odniesienie do czasu	Rok / sezon, który opisują dane
Częstotliwość aktualizacji	Y/Q/S/A/2- 5Y
Format otrzymany	Plik GIS / ekstrakt z bazy danych / usługa / CSV/XLSX
CRS (jeśli dot. danych przestrzennych)	Kod EPSG / definicja
Klucze łączenia	building_id , zone_id , itd.
Licencjonowanie / użytkowanie	Licencja, ograniczenia, zasady publikacji
Wrażliwość danych	Publiczne / wewnętrzne / ograniczone
Potrzebna agregacja	Tak/Nie; jeśli tak: poziom docelowy (strefa/siatka)
Status kontroli jakości	OK / Ostrzeżenie / Błąd + data
Notatki / ryzyko	Główne problemy, luki, działania

## B - A3. Szablon pisma do operatora z prośbą o udostępnienie danych (z opcjami agregacji)

**Temat: Wniosek o dane dla Planowania zaopatrzenia w ciepło (LHP) - [Gmina], rok referencyjny [ RRRR ]**

### 1. Cel

Prosimy o poniższe zestawy danych w celu przygotowania Planu zaopatrzenia w ciepło (LHP). Dane zostaną wykorzystane do analizy przestrzennej i tworzenia scenariuszy. Publikacja będzie ograniczona do zagregowanych wyników, zgodnie z ustaleniami.

### 2. Wnioskowane zestawy danych (odpowiednie bloki do wyboru)

#### A) Ciepłownictwo miejskie (DH) - pakiet podstawowy

- Segmenty sieci DH (geometria + atrybuty): identyfikator segmentu, długość, klasa, wiek / klasa strat (jeśli dostępne)
- Źródła ciepła DH: lokalizacja, technologia / paliwo, moc nominalna, znacznik kogeneracji CHP (jeśli dotyczy)
- Obszary usług DH (jeśli dostępne): wielokąty i identyfikatory
- Planowane inwestycje DH (opcjonalnie): lokalizacja, rodzaj, harmonogram

#### B) Zużycie/obciążenia (wrażliwe) - podane w jednym z poniższych wariantów agregacji

- **Wariant 1 (preferowany): Agregacja według stref LHP (zone\_id)**
  - Roczna ilość ciepła dostarczanego na daną strefę - zone\_id (MWh/rok) dla [RRRR],
  - Opcjonalnie: sumy miesięczne (MWh/miesiąc)
  - Opcjonalnie: liczba połączeń na strefę - zone\_id.
- **Wariant 2: Agregacja według siatki (np. komórki 250 m / 500 m)**
  - Roczna ilość ciepła dostarczanego na komórkę siatki (MWh/rok), rok referencyjny [RRRR],
  - Podanie definicji siatki (rozmiar komórki, punkt początkowy, CRS).
- **Wariant 3: Agregacja według obszaru dostaw/ strefy usług**
  - Roczna ilość ciepła dostarczanego na identyfikator obszaru usług, z geometrią obszarów (lub tabelą mapowania) .
- **Wariant 4 (ograniczony, tylko jeśli jest wymagany i prawnie wykonalny): Dane na poziomie budynku / połączenia**
  - Tylko jeśli jest to uzasadnione i objęte umowami; dostęp ograniczony; publikacja zabroniona.

### 3. Wymagania techniczne

- Dane przestrzenne z zadeklarowanym CRS (kod EPSG),
- Unikalne identyfikatory segmentów / węzłów / źródeł,
- Zadeklarowane jednostki atrybutów (MW, MWh/r, °C),
- Format: GeoPackage / Shapefile / eksport PostGIS + CSV/XLSX na potrzeby tabel.

#### **4. Poufność i publikacja**

- Wyniki do publikowane wyłącznie w formie zagregowanej (strefy lub siatka)
- Surowe dane o ograniczonym dostępie, przechowywane w warunkach kontrolowanego dostępu, jeśli ma to zastosowanie.

#### **5. Harmonogram i aktualizacja**

- Wnioskowana data przekazania: [DD-MM-RRRR],
- Cykl aktualizacji: roczny (preferowany) lub według uzgodnień.

#### **Załączniki**

- Warstwa strefy / tabela strefy (zone\_id ) i/lub specyfikacja siatki,
- Szablon metadanych (B - A4).

## B - A4. Minimalny szablon metadanych warstwy

Należy używać jednego arkusza metadanych na warstwę.

Nazwa warstwy:	
ID / kod warstwy:	
Temat (Odniesienia / Budynki / Zapotrzebowanie / DH / Potencjał / Ograniczenia / itp.):	
Cel w LHP (jaką analizę umożliwia):	
Właściciel / dostawca danych:	
Kontakt:	
Rok / okres referencyjny:	
Data otrzymania:	
Pokrycie przestrzenne:	
Typ geometrii (PKT/LIN/POL/GRID/TAB):	
CRS (EPSG...):	
Format / miejsce przechowywania:	
Klucze łączenia (building_id, zone_id, ...):	
Główne atrybuty i jednostki (lista najważniejszych pól i jednostek):	
Metoda / kroki przetwarzania (transformacje, agregacja, łączenia):	
Podsumowanie jakości (OK / Ostrzeżenie / Błąd + kluczowe problemy):	
Znane luki / ograniczenia:	
Poziom wrażliwości i dostępu (publiczny / wewnętrzny / ograniczony):	
Zasady licencjonowania/publikacji:	
Częstotliwość aktualizacji:	
Osoba odpowiedzialna za aktualizacje:	
Reguła wersjonowania (np. YYYY_v1 ):	

## B - A5. Szablon raportu kontroli jakości (QA/QC)

Projekt: [Nazwa planu]

Gmina: [Nazwa]

Okres sprawozdawczy: [ RRRR ]

Przygotowane przez: [Nazwa/Jednostka]

Data: [DD-MM- RRRR ]

### 1) Streszczenie

- Ogólna gotowość: [Wysoka / Średnia / Niska]
- Kluczowe blokady: [dane operatora / brakujące identyfikatory / niska kompletność / itp.]
- Główne zagrożenia dla wniosków: [krótka notatka]

### 2) Tabela statusu warstwy

Warstwa	Źródło	Rok odniesienia	Wrażliwość danych	Status kontroli jakości (OK / Ostrzeżenie / Błąd)	Kluczowe wyzwania	Akcja / Właściciel	Termin

### 3) Wyniki testów kontroli jakości (dla każdej warstwy)

Dla każdej warstwy należy podać:

- Kompletność: brak pól krytycznych (%)
- Poprawność geometrii: nieprawidłowe geometrie (liczba / %)
- Topologia (jeśli dotyczy): odłączone segmenty / duplikaty
- Poprawność atrybutu: wartości odstające/ niespójności jednostkowe
- Spójność międzywarstwowa: wskaźnik powodzenia połączenia (%)
- Aktualność: niezgodność lat odniesienia (tak / nie)

### 4) Ograniczenia publikacji

- Warstwy wymagające agregacji przed publikacją: [lista]
- Warstwy ograniczone (brak możliwości publikacji): [lista]

### 5) Wpływ na analizy LHP

Należy opisać analizy, których to dotyczy, oraz kroki mające na celu złagodzenie skutków (np. strefy użytkowania / siatka, metody zastępcze).

## **B - A6. Jednostronicowa lista kontrolna**

Cel: utworzenie pakietu danych gotowego do obsługi LHP (warstwy + metadane + raport kontroli jakości + plan aktualizacji).

### **1) Zakres i zarządzanie**

- Określenie zakresu planu (obszar, horyzont, wyniki)
- Przypisanie ról (właściciel procesu, GIS / IT, dział prawny, kontakty operatora)
- Utworzenie rejestru źródeł danych (B - A2)

### **2) Pozyskanie podstawowych danych**

- Granice, adresy, budynki (B - A1.1 - B - A1.2)
- Sieć DH + źródła (B - A1.4)
- Warstwy planowania / ograniczeń (B - A1.8)

### **3) Dane wrażliwe i trudne do uzyskania**

- Wniosek o zagregowane dane o zużyciu (strefy / siatka) (B - A3)
- Przygotowana inwentaryzacja ciepła odpadowego (B - A1.7) z minimalnym profilem

### **4) Integracja i standaryzacja**

- Pojedyncze CRS, jednostki, słowniki
- Ustanowione klucze relacji (building\_id / zone\_id)
- Udokumentowane agregacje (metoda + parametry)

### **5) Zapewnienie jakości / kontrola jakości (QA/QC) i metadane**

- Przeprowadzone testy kontroli jakości (kompletność, geometria, atrybuty, połączenia)
- Sporządzony raport z kontroli jakości (B - A5)
- Uzupelnione metadane dla każdej warstwy (B - A4)

### **6) Wyniki prac i utrzymanie**

Ostateczny pakiet zestawu danych LHP zapisany w repozytorium

Zastosowane zasady publikacji (agregacja / ograniczenia)

Uzgodniony harmonogram aktualizacji (coroczne aktualizacje podstawowych warstw  
+ zmiany doraźne)

## **B - A7. Jednostronicowa lista kontrolna (modelowanie - modelowanie i prognozowanie sieci DH)**

Warunek wstępny: ukończony pakiet pełnego zakresu inwentaryzacji (Full Coverage - B - A6), ze statusem OK / Ostrzeżenie w testach QC dla warstw DH i stabilnymi kluczami łączenia.

### **1) Zakres modelowania**

Określenie celu modelowania (planowanie rozszerzenia / ograniczenia / prognozowanie)

Zdefiniowanie granic modelu i scenariuszy (bazowe + warianty)

### **2) Dodatkowe dane techniczne DH (poza pełnym zakres inwentaryzacji)**

Topologia sieci: węzły / krawędzie z łącznością (spójne identyfikatory)

Parametry rury: średnica, klasa izolacji, chropowatość (lub jej klasy)

Reżim temperaturowy i/lub klasy ciśnienia (jeśli dostępne)

Podstacje / punkty przyłączeniowe (jeśli dostępne)

Krzywe / ograniczenia źródłowe: min/max, wydajność, koszty (opcjonalnie klasy)

### **3) Dane zależne od czasu**

Profile obciążenia (miesięczne / dzienne / godzinowe) lub profile reprezentatywne

Warunki brzegowe sezonowe (jeśli są używane)

Scenariusze zapotrzebowania (plany rozwoju / modernizacji / podłączeń)

### **4) Kalibracja i walidacja (jeśli to możliwe)**

Punkty pomiarowe (przepływy / temperatury / podsumowania SCADA)

Wybrany i udokumentowany okres kalibracji

Wykonana kontrola walidacji (zgłoszone zakresy błędów)

### **5) Testy QA/QC modelowania**

Spójność topologiczna (brak odłączonych segmentów krytycznych)

Sprawdzenie wiarygodności parametrów (zakresy)

Wersjonowane i powtarzalne dane wejściowe dla scenariusza

## **6) Wyniki**

Porównanie wariantów rozbudowy (KPI , koszty, ograniczenia)

Udokumentowane wyniki prognoz (założenia + niepewność)

Raport z modelowania + zarchiwizowany pakiet zestawu danych (wersjonowany)