1. **Napisz własnymi słowami, co to jest system GIS i do czego służy.**

* Jest to system informacji przestrzennej (geograficznej); system służący do gromadzenia, prezentacji i przetwarzania danych przestrzennych, oparty o strukturę bazy danych.
* Punktem wyjścia są dane związane z lokalizacją obiektów geograficznych, ich kształtem, wzajemnym rozmieszczeniem. Obiekty te mogą być rastrowe lub wektorowe, tworzą warstwy (obejmujące obiekty o wspólnych cechach, np. lasy, drogi) i tworzą mapę. Dodatkowo mamy dane opisowe (atrybutowe) opisujące cechy ilościowe lub jakościowe obiektów, zgromadzone w cyfrowej geograficznej bazie danych.
* Funkcje: wspomaganie procesu decyzyjnego w wielu dziedzinach (kartografia, geodezja), np. ewidencja gruntów, budynków, rejestracja poziomów emisji zanieczyszczeń, obrazowanie danych statystycznych, przetwarzanie danych o infrastrukturze technicznej terenu (sieci wodociągowe, gazownicze, energetyczne).
* Możliwe są łatwe zmiany map tylko w jednej warstwie (np. budynki), aktualność, dokładność.

1. **Wymień i podaj przykłady źródeł danych w GIS?**

* Mapy analogowe
* Zdjęcia lotnicze (ortofotomapa)
* Obrazy satelitarne, odbiorniki GPS
* Zdjęcia naziemne (stereoskopowe)
* Dane przestrzenne w zapisie cyfrowym
* Nieprzestrzenne dane opisowe
* Ankiety statystyczne
* Pomiary geodecyzjne, prace i pomiary terenowe
* Automatyczne stacje pomiarowe, loggery
* Zasoby danych państwowe i różnych insytutjcji
* Internetowe bazy danych

Konkretne przykłady:

* Centralny Ośrodek Dokumentacji Geodecyzjnej i Kartograficznej – dane o charakterze katastralnym, rejestry granic i powierzchni jednostek podziałów terytorialnych kraju, nazw geograficznych, siatki, baza danych obiektów
* GeoPortal – mapy w postaci rastrowej WMS (budynki, administracyjna mapa Polski, dane o charakterze katastralnym, mapy statystyczne np. topograficzne, bezrobocia)
* Generalna Dyrekcja Ochrony Środowiska – parki narodowe i krajobrazowe, rezerwaty, pomniki przyrody
* Lasy Państwowe, Państwowy Instytut Geologiczny, Główny Urząd Statystyczny, urzędy miast

1. **Wskaż na wady i zalety danych wektorowych. Wymień co najmniej trzy podstawowe typy obiektów.** **Podaj przykłady, jakie elementy przestrzeni można za ich pomocą opisać.**

Zalety:

* Mały rozmiar
* Brak straty jakości przy powiększaniu
* Bardzo łatwa integracja z danymi atrybutowymi
* Łatwo wykonywać zapytania przestrzenne np. wyznaczać obiekty o tym samym atrybucie, czy o zakresie powierzchni
* Każdy obiekt na mapie może mieć indywidualny ID
* Można dokonywać w prosty sposób operacji na obiektach np. przecięcia, nakładanie się obiektów itp.

Wady:

* Pracochłonne
* Mapy muszą ulec generalizacji, czyli muszą zostać przetworzone do konkretnej treści, przez co zanika część informacji

Trzy podstawowe typy obiektów:

* Punkt – obiekt pojedynczy posiadający współrzędne x i y
* Linia – obiekt złożony z punktów połączonych ze sobą, posiada długość
* Poligon – obiekt posiadający powierzchnię

Elementy przestrzeni, które można opisać za ich pomocą (odpowiednio):

* Drzewo, punkt adresowy
* Ulica, rzeka, linie energetyczne, kanalizacja
* Budynki

1. **Wskaż na wady i zalety danych rastrowych. Co to jest rozdzielczość optyczna, czasowa i spektralna?**

Zalety:

* Łatwe w wykonaniu
* Zdjęcia lotnicze i satelitarne są doskonałym źródłem pełnych, nieprzetworzonych danych o przestrzeni

Wady:

* Brak możliwości indywidualnego traktowania obiektów na mapie, można posługiwać się tylko zakresami koloru
* Brak możliwości zaawansowanych zapytań przestrzennych
* Zasobochłonne możliwości przekształcania (zajmowanie dużej ilości pamięci oraz zajętość procesora i dysku podczas przetwarzania)

Rozdzielczość optyczna – rzeczywista wielkość piksela w terenie.

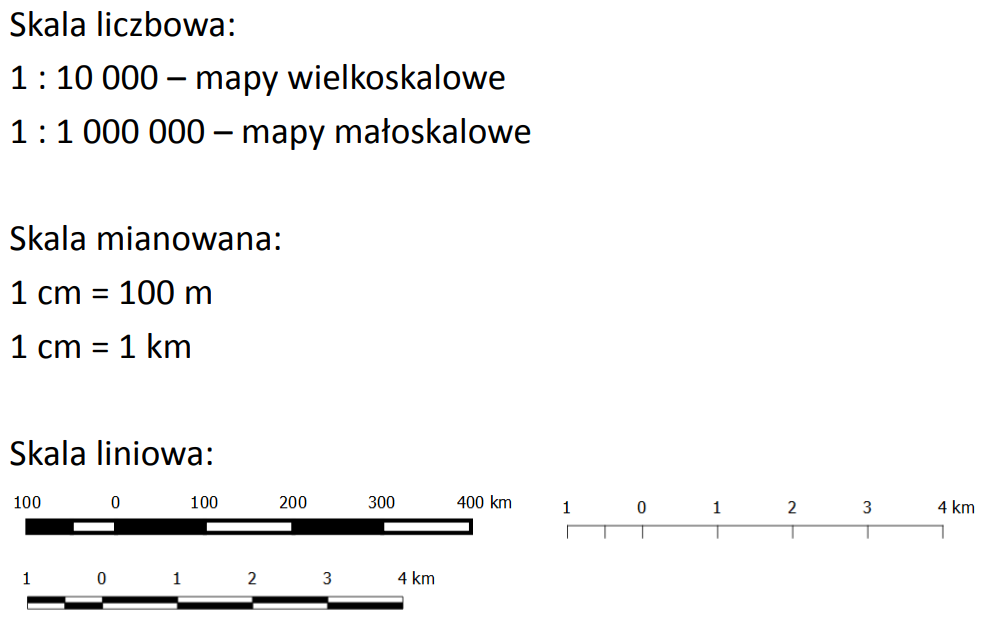
Rozdzielczość spektralna – ilość zakresów kolorów w których wykonane jest zdjęcie; zakres fal elektromagnetycznych w których zostało wykonane zobrazowanie satelitarne lub lotnicze. Rozdzielczość czasowa – odstępy czasu, w którym wykonywane są zdjęcia lotnicze lub satelitarne.

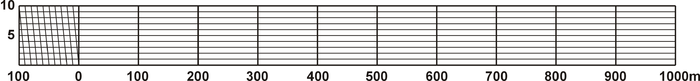
1. **Co to jest skala mapy? Podaj przykłady graficznego przedstawienia skali.**

Jest to stosunek długości odcinka na mapie do wielkości rzeczywistej w terenie (zredukowanej na powierzchnię odniesienia, np. powierzchnia kuli lub elipsoidy obrotowej, tzn. odległość na mapie jest liczona w linii prostej, nie uwzględnia ukształtowania powierzchni, więc jest mniejsza niż w rzeczywistości).

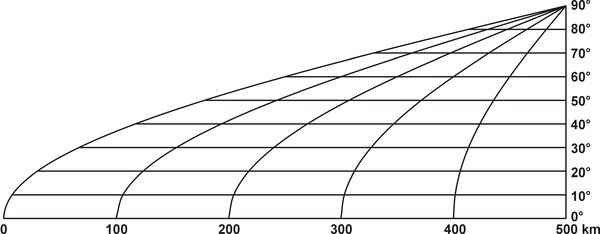
Przykład: 1: 1 000 000 – 1 cm na mapie odpowiada 1 000 000 cm w terenie (10 km)

Przedstawianie skali:

* Skala liczbowa – 1:10000 mapy wielkoskalowe, 1:1000000 mapy małoskalowe
* Skala mianowana, np. 1 cm = 100m, 1 cm = 1 km
* Skala liniowa – podziałki:
  + Podziałka liniowa – graficzny obraz [skali](https://pl.wikipedia.org/wiki/Skala_mapy), dzięki któremu można dokonywać szybkiego [pomiaru](https://pl.wikipedia.org/wiki/Pomiar) na [mapie](https://pl.wikipedia.org/wiki/Mapa). Zasada jej budowy jest bardzo prosta, a opiera się na linii prostej odpowiednio podzielonej i opisanej, na której jest przedstawiony stosunek odległości na mapie i w terenie.
  + Podziałka transwersalna – bardziej skomplikowana:



* + Podziałka złożona – stosowana w przypadkach, gdy takie same odległości na [mapie małoskalowej](https://pl.wikipedia.org/w/index.php?title=Mapa_ma%C5%82oskalowa&action=edit&redlink=1) w różnych [szerokościach geograficznych](https://pl.wikipedia.org/wiki/Szeroko%C5%9B%C4%87_geograficzna) nie odpowiadają takim samym odległościom w rzeczywistości.



1. **Co to jest geoida i elipsoida?**

* Geoida:
  + jest powierzchnią teoretyczną, jako najbardziej reprezentatywne przybliżenie figury Ziemi
  + jest to teoretyczna powierzchnia stałego potencjału siły ciężkości, pokrywająca się z powierzchnią mórz i oceanów Ziemi, przedłużona umownie nad lądami, w każdym miejscu prostopadła do pionu wyznaczonego przez siłę ciężkości
  + w praktyce używa się modelu geoidy np. EGM96
* Elipsoida:
  + powierzchnia, której wszystkie przekroje płaskie są elipsami
  + elipsoida ziemska – spłaszczona elipsoida obrotowa (powstała przez obrót elipsy), której powierzchnia jest zbliżona do hydrostatycznej powierzchni Ziemi
  + w praktyce używa się elipsoidę odniesienia, np. WGS84 – system ten to zbiór parametrów określających wielkość i kształt Ziemi oraz właściwości jej potencjału grawitacyjnego; definiuje on elipsoidę, która jest generalizacją kształtu geoidy, wykorzystywaną do tworzenia map; stosowany w GPS, opis współrzędnych geograficznych: stopnie, minuty, sekundy; stopnie dziesiętne.

1. **Co to jest układ współrzędnych geograficznych? Jakie znasz układy współrzędnych stosowanych w Polsce? Podaj przykłady i krótko opisz dwa z nich.**

Układ współrzędnych:

* określa jednoznacznie sposób przyporządkowania zgodnie z przyjętą metryką zbioru wartości liczbowych – współrzędnych punktu – położeniu punktu w przestrzeni względem osi tego układu
* matematyczny opis punktu w przestrzeni geograficznej
* ma za zadanie odwzorowanie „kulistej” ziemi na płaskiej kartce lub ekranie komputera

Układy współrzędnych stosowane w Polsce (państwowy system odniesień przestrzennych):

* geodezyjne układy odniesienia oznaczone symbolami PL-ETRF2000 i PL-ETRF89, będące matematyczną i fizyczną realizacją europejskiego ziemskiego systemu odniesienia ETRS89; fizyczną realizacją geodezyjnego układu odniesienia PL-ETRF2000 jest sieć europejskich stacji permanentnych EPN o dokładnie wyznaczonych współrzędnych oraz zmianach tych współrzędnych w czasie
* układy wysokościowe oznaczone symbolami PL-KRON86-NH i PLEVRF2007-NH, będące matematyczną i fizyczną realizacją europejskiego ziemskiego systemu wysokościowego EVRS
* układy współrzędnych: geocentrycznych kartezjańskich oznaczone symbolem XYZ, geocentrycznych geodezyjnych oznaczone symbolem GRS80h oraz geodezyjnych oznaczone symbolem GRS80H
* układy współrzędnych płaskich prostokątnych oznaczone symbolami: PL-LAEA, PL-LCC, PL-UTM, PL-1992 i PL-2000.

Odwzorowanie Gaussa-Krügera:

* państwowy układ współrzędnych płaskich prostokątnych "1942"; topograficzne mapy wojskowe – obecnie już nie stosowany; mapy archiwalne; pasy o szerokości 6 lub 3 stopni
* układ współrzędnych "1965" – wprowadzony został do opracowań kartograficznych przeznaczonych dla potrzeb gospodarczych (mapy cywilne), obecnie niestotoswany
* układy współrzędnych 1965 dla stref I-V
* układ współrzędnych 1992 – układ współrzędnych płaskich prostokątnych PL-1992, utworzony na podstawie matematycznie jednoznacznego przyporządkowania punktów na elipsoidzie odniesienia GRS80 odpowiednim punktom na płaszczyźnie według teorii odwzorowania Gaussa-Krügera
* układ współrzędnych 2000 – jw.; koncepcja nawiązuje do dawnego układu "1942", różnica polega jednak na odmienności przyjętych elipsoid odniesienia oraz na zastosowaniu dodatkowej skali podobieństwa (skali kurczenia na południkach środkowych)
* państwowy system odniesień przestrzennych – system przyjętych i stosowanych od 2010 w Polsce geodezyjnych układów współrzędnych płaskich prostokątnych (X,Y) oraz wysokości (H); tworzą go: geodezyjny układ odniesienia EUREF-89, układ wysokości Kronsztad, układ współrzędnych płaskich prostokątnych „2000” i „1992”.
* PL-UTM – układ współrzędnych płaskich prostokątnych; utworzony na podstawie matematycznie jednoznacznego przyporządkowania punktów na elipsoidzie odniesienia GRS80 odpowiednim punktom na płaszczyźnie według teorii odwzorowania poprzecznego Merkatora; powszechnie akceptowane do tworzenia map topograficznych, jest to wersja odwzorowania walcowego poprzecznego Gaussa-Krugera, ale z przecinającym Ziemię walcem.

1. **Jakie znasz podstawowe typy odwzorowań rzutowych. Opisz jedno z nich.**

* Ze względu na zniekształcenia: odwzorowania równoodległościowe, równopolowe, równokątne
* Ze względu na powierzchnię odwzorowania:
  + Azymutalne – kula ziemska jest rzutowana na płaszczyznę. Punkt styku między kulą ziemską a płaszczyzną może być wybrany dowolnie i deformacje będą najmniejsze w okolicy tego punktu. Odwzorowanie azymutalne jest optymalnym odwzorowaniem dla obszarów o podobnych rozmiarach długości i szerokości geograficznej np. obszary okołobiegunowe, lub innych w położeniu poprzecznym (równik) czy ukośnym (europa)
  + Stożkowe – kula ziemska (lub elipsoida) jest rzutowana na powierzchnię boczną stożka, a następnie rozwijana na płaszczyznę.
  + Walcowe – kula ziemska jest rzutowana na powierzchnię boczną walca, która jest następnie rozwijana do płaszczyzny.
* Odwzorowanie Gaussa-Krügera – wiernokątne, walcowe, poprzeczne odwzorowanie elipsoidy, w którym każdy pas odwzorowuje się oddzielnie. Wiernie odwzorowuje się tylko południk styczności (osiowy). Oddalanie się od takiego południka powoduje wzrost zniekształceń.

1. **Co to jest ASG-Eupos i do czego służy?**

* Jest to sieć stacji permanentynych (Aktywna Sieć Geodezyjna EUPOS).
* Służy do przenoszenia na obszar Polski i konserwacji geodezyjnego układu odniesienia PL-ETRF2000.
* Ogólnopolska sieć stacji referencyjnych (98 stacji oddalonych o ok. 70km i 21 stacji przygranicznych), uruchomiona w 2008 i zarządzana przez Główny Urząd Geodezji i Kartografii, na których wykonywane są ciągłe obserwacje satelitów systemów GNSS, której punkty odniesienia stanowią podstawową poziomą osnowę geodezyjną i szczegółową wysokościową osnowę geodezyjną.
* Integralną częścią systemu ASG-EUPOS jest sprzęt i oprogramowanie umożliwiające obliczanie i udostępnianie poprawek DGNSS i RTK (w tym poprawek sieciowych), zapis i udostępnianie obserwacji satelitarnych ze stacji referencyjnych oraz wykonywanie automatycznych obliczeń z pomiarów statycznych poprzez serwisy systemu.
* WASG-EUPOS przy wykonywaniu pomiarów geodezyjnych jest wykorzystywany:
  + do zakładania szczegółowych poziomych osnów geodezyjnych II i III klasy,
  + do zakładania osnów pomiarowych: poziomych i wysokościowych,
  + w pomiarach sytuacyjno-wysokościowych,
  + w pomiarach realizacyjnych,
  + w pomiarach związanych z katastrem nieruchomości,
  + w pomiarach związanych z pozyskiwaniem danych do krajowego systemu informacji o terenie,
  + do innych prac geodezyjnych, jeżeli dokładności gwarantowane w wykorzystywanych serwisach systemu są wystarczające dla konkretnych asortymentów robót.

1. **Do czego służą systemy odniesień pionowych np. PL-KRON86-NH (Kronsztadt) lub PL-EVRF2007-NH (Amsterdam)?**

* Do wyznaczania średniego poziomu morza na danym obszarze.
* Są to wysokościowe układy współrzędnych, które tworzą wysokości normalne, odniesione do średniego poziomu morza; są matematyczną i fizyczną realizacją europejskiego ziemskiego systemu wysokościowego EVRS.
* Układ wysokościowy definiuje:
  + zerową powierzchnię odniesienia dla wysokości i głębokości (poziom odniesienia) – powierzchnia matematyczna (model elipsoidy/geoidy) albo definiowana poprzez obserwacje, np. mareografów.
  + wysokość normalną – wartości geopotencjalne (różnica potencjału geoidy i potencjału powierzchni przechodzącej przez punkt) podzielone przez przeciętne wartości przyspieszenia normalnego siły ciężkości; czyli przeliczenie pomiędzy wysokością geodezyjną h, a wysokością normalną odniesioną do powierzchni geoidy H, realizuje się poprzez model pola grawitacyjnego Ziemi (model geoidy).
* Fizyczną realizacją układów wysokościowych jest podstawowa osnowa wysokościowa. Wysokości normalne określa się na podstawie pomiarów geodezyjnych odniesionych do pola grawitacyjnego Ziemi, względem przyjętej powierzchni odniesienia albo na podstawie pomiarów satelitarnych GNSS, z uwzględnieniem wysokości obowiązującej quasi-geoidy nad elipsoidą odniesienia.
* Geodezyjny układ wysokościowy PL-EVRF2007-NH tworzą wysokości normalne odniesione do średniego poziomu Morza Północnego, wyznaczonego dla mareografu w Amsterdamie, Holandia. Elipsoidą normalnego pola siły ciężkości jest elipsoida odniesienia GRS80.
* Geodezyjny układ wysokościowy PL-KRON86-NH tworzą wysokości normalne odniesione do średniego poziomu Morza Bałtyckiego, wyznaczonego dla mareografu w Kronsztadzie koło Sankt Petersburga, Federacja Rosyjska.
* Są stosowane w pomiarach niwelacyjnych i satelitarnych, a także są częścią państwowego systemu odniesień przestrzennych.

1. **Opisz do czego można użyć formaty przesyłu danych w sieci: WMS oraz WFS.**

* WMS – web map service:
  + standardowy format udostępniania danych przez geoserwisy
  + obsługiwany przez wszystkie programy GIS i API do tworzenia portali mapowych
  + standard udostępniania map w postaci rastrowej za pomocą interfejsu HTTP
  + wymagany klient pobierający dane na podstawie zakresu współrzędnych geograficznych
  + w zapytaniu do serwera WMS podaje się parametry mapy (żądane warstwy, obszar geograficzny, układ współrzędnych), w odpowiedzi przesyłany jest obraz mapy wygenerowany przez serwer na podstawie danych z baz danych lub plików.
* WFS – web feature service:
  + umożliwia pobieranie danych wektorowych w formacie pochodnym XML (GML)
  + standard udostępniania map w postaci wektorowej za pomocą interfejsu HTTP
  + **usługa pobierania danych przestrzennych WFS umożliwia pobranie części lub całości poszczególnych zbiorów danych przestrzennych przechowywanych w serwisie zgodnie z zadanymi kryteriami**
  + w przeciwieństwie do usługi WMS, która zwraca obraz mapy, usługa WFS zwraca właściwości obiektu z geometrii i atrybutów, które klienci mogą używać w każdym rodzaju analiz przestrzennych
  + WFS pobiera dane z konkretnych mechanizmów przechowywania danych i dostarcza zestandaryzowany widok danych z różnych źródeł, zapytań.

1. **Jakie znasz darmowe i komercyjne źródła danych udostępnione w sieci?**

Większość jest darmowa, chyba że napisano inaczej:

* OpenStreet Maps:
  + projekt społeczności internetowej o zasięgu globalnym
  + alternatywa dla Google Maps
  + dedykowany układ współrzędnych
  + WGS84 / Pseudo Mercator (Google Mercator)
  + jest to projekt open data rozpowszechniany na licencji ODbL przez OpenStreetMap Foundation, tzn. licencja jest nieograniczona terytorialnie, nieodpłatna, umożliwiają także wykorzystanie komercyjne
  + UMP pcPL – pochodna powyższych, obejmuje jedynie teren Polski, przeznaczona głównie do odbiorników GPS i nawigacji
  + Geofabrik, Planet OSM
  + Mapnik – narzędzie do generowania map na podstawie danych OpenStreetMaps, generuje gotowe rastry i kafelkuje je
  + Geoserver – serwer Java działający m.in. pod Tomcat Apache
  + MapProxy – system ułatwiający pobieranie gotowych danych
* EEA (Europejska Agencja Środowiska)
* Zasoby CODGiK (Centralny Ośrodek Dokumentacji Geodezyjnej i Kartograficznej) – część zasobów jest udostępniana nieodpłatnie, część odpłatnie w celach edukacyjnych, naukowych
* BDOT – cyfrowa mapa topograficzna użytku powszechnego
* BDOO – baza danych obiektów ogólnogeograficznych
* PRNG – państwowy rejestr nazw geograficznych
* PRG – państwowy rejestr granic
* NMT – numeryczny model terenu o rozdzielczości 100m (na bazie projektu LPIS), 1m
* BDOT10k – baza danych obiektów topograficznych

1. **Co to jest BDOO, BDOT, VMAP?**

* BDOT – cyfrowa mapa topograficzna użytku powszechnego; wykonywane według ustalonej instrukcji technicznej; BDOT10k – baza danych obiektów topograficznych:
  + odpowiada skali 1:10000
  + format XML (GML)
  + niezwłocznie po uzyskaniu danych, duże aktualizacje pojawiają się raz do roku lub na kilka lat
  + wykorzystywane do produkcji map w skalach: 1:10000 (mapy topograficzne), 1:25000, 1:50000 (mapy sozologiczne, hydrograficzne), 1:100000
  + w bazie gromadzi się informacje o obiektach topograficznych takich, jak: sieci cieków, sieci dróg, uzbrojenie terenu, pokrycie terenu, budowle i urządzenia, tereny chronione w ramach Ust. O Ochronie Przyrody oraz Ust. Prawo Wodne, jednostki podziału terytorialnego
* BDOO – baza danych obiektów ogólnogeograficznych:
  + odpowiada skali 1:250000
  + powstała na skutek genergalizacji BDOT10k
  + format plików XML (GML)
  + wykorzystywane do produkcji map małoskalowych: 1:250000, 1:500000, 1:1000000
* VMAP – mapy opracowane przez Służbę Topograficzną Wojska Polskiego:
  + VMap Level 0 – odpowiada skali 1:1000 000
  + VMap Level 1 – odpowiada pod względem informacyjnym natowskiej mapie operacyjnej JOG w skali 1:250 000; zakres informacyjny treści: fizjografia, granice administracyjne, hydrografia, infrastruktura, obiekty osnowy geodezyjnej, przemysł, roślinność, rzeźba terenu, transport, zaludnienie
  + VMap Level 2 – odpowiada pod względem informacyjnym wojskowej mapie NATO w skali 1:50 000; zakres informacyjny treści: aeronautyka (informacje lotnicze), fizjografia, granice administracyjne, hydrografia, obiekty socjalno-kulturalne (np.: budynki z rozróżnieniem funkcji, tereny zabudowane, pomniki, cmentarze), ogólne, przemysł, roślinność, rzeźba terenu, transport.

1. **Podaj kilka przykładów zadań, które muszą być wykonywane przez administrację publiczną w ramach realizacji Dyrektywy INSPIRE.**

* INSPIRE:
  + dyrektywa ustanawiająca infrastrukturę informacji przestrzennej we Wspólnocie Europejskiej
  + ujednolicenie formatów danych przestrzennych, wymogów i organizacji ich udostępniania – ułatwienie dostępu do danych przestrzennych
  + wspomaganie we wprowadzaniu polityki mającej wpływ na środowisko
  + zapewnienie dostępu do infrastruktur państwa przez geoportal wspólnoty, udostępnienie danych przestrzennych w formie elektronicznej
  + wymagane usługi: wyszukiwanie danych przestrzennych, przeglądanie, pobieranie, przekształcanie
* Zadania administracji w zakresie wykorzystania danych przestrzennych:
  + Zaspokajanie zbiorowych potrzeb mieszkańców – mapy lub geoportale prezentujące miejscowe plany zagospodarowania przestrzennego, elementy infrastruktury, obszary pod inwestycje, obszary chronione, stan remontów dróg i utrudnień w ruchu, sieć telekomunikacyjną, mapy stref zalewowych
  + Planowanie przestrzenne – prowadzenie polityki przestrzennej, tworzenie kierunków i miejscowych planów zagospodarowania przestrzennego, wydawanie decyzji o warunkach zabudowy i zagospodarowania terenu; interaktywne mapy, bazy danych przestrzennych, elektroniczne wnioski
  + Inwestycje – wydawanie decyzji o środowiskowych uwarunkowaniach zabudowy i zgody na realizację przedsięwzięcia, podniesienie atrakcyjności inwestycyjnej gminy (wykaz dostępnych działek, różne warianty lokalizacji inwestycji, mapy numeryczne)
  + Praca urzędu gminy – udoskonalenie tej pracy (e-urząd), optymalizacja dostępu do informacji, współpraca z innymi dysponentami danych przestrzennych (poszerzanie zasobów danych o gminie)
  + Ochrona przyrody – dbałość o zasoby przyrodnicze, ustanawianie i wyznaczanie form ochrony przyrody, ewidencja chronionych zasobów przyrodniczych, wspieranie badań naukowych, przygotowywania dokumentacji środowiskowej, monitoring przyrodniczy, mapy określające lokalizację cennych przyrodniczo miejsc
  + Turystyka – rozwój turystyki i wsparcie promocji gminy poprzez optymalizację dostępu do informacji o obszarze gminy (wizualizacje tematyczne, analizy natężenia ruchu turystycznego, interaktywne mapy, trasy GPS).

1. **Podaj i opisz przykłady zastosowania numerycznego modelu terenu.**

* NMT jest numeryczną reprezentacją powierzchni terenu umożliwiającą:
  + określenie wysokości H dowolnego punktu o znanych współrzędnych XY
  + odtworzenie kształtu powierzchni terenu – w postaci przekrojów poziomych i pionowych, rzutów perspektywicznych itp.
  + określenie wielkości pochodnych do kształt – spadek (1.pochodna), krzywizna (2.pochodna), wystawa zbocza.
* Dzieli się na: DSM (numeryczny model pokrycia terenu – budynki, obiekty inżynieryjne, drzewa) i DTM (numeryczny model rzeźby terenu – ukształtowanie terenu)
* Metody pozyskiwania danych do NMT: zdjęcia satelitarne, zobrazowania laserowe, zdjęcia lotnicze, pomiary GPS, skaning laserowy, skanery batymetryczne.
* Zadania i zastosowania NMT:
  + wyznaczanie wysokości, maksymalnych spadków terenu, analiza ekspozycji terenu
  + przekroje terenowe, monitoring zmian terenu, kalkulacja ryzyka osunięć, osuwisk
  + sprawdzanie widoczności, wizualizacja terenu (skale barwne, cieniowanie rzeźby, wizualizacja 2D/3D)
  + obliczanie objętości (np. składowisk, hałd) i bilansowanie robót ziemnych – projektowanie prac budowalnych (np. dróg)
  + wyznaczanie obszarów zalewowych – modelowanie (symulacja) zjawisk powodziowych
  + klasyfikacja zdjęć satelitarnych
  + archeologia, leśnictwo, rolnictwo, ekologia, zastosowania militarne
  + projektowanie łączy radiowych,
  + optymalizacja lokalizacji elektrowni wiatrowych,
  + modelowanie nasłonecznienia.