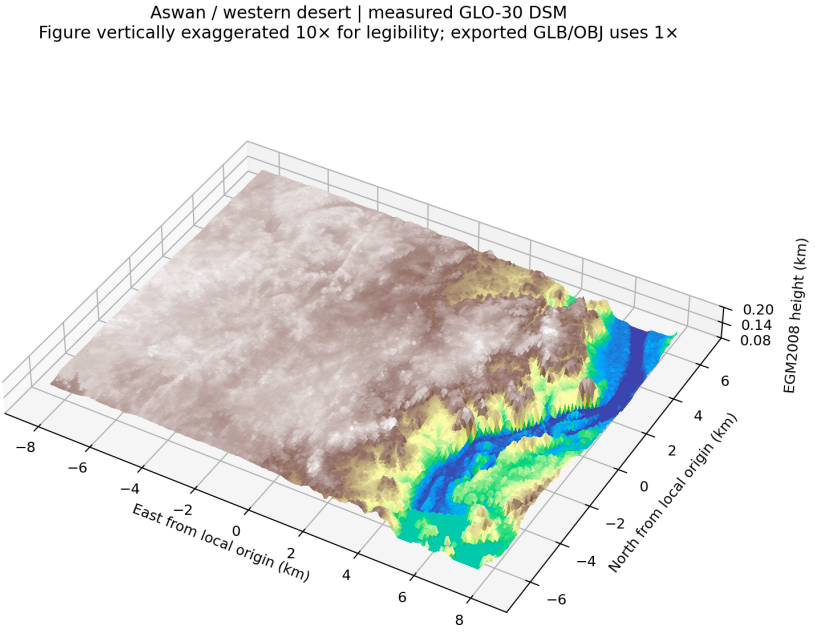
TERRAOBSERVER + OPENEO + WORLDIFACT

Woda, teren i wspólna odpowiedzialność

Sahara i Nil: rzeczywiste dane wysokościowe, dostępne modele 3D oraz program badań nad bezpieczeństwem wodnym.



Rzeczywisty model Copernicus DEM: pilotaż Asuan. Na ilustracji wysokość powiększona 10 razy dla czytelności; pliki modeli mają skalę pionową 1:1. Kolory oznaczają wysokość, nie fotografię satelitarną.

Koncepcja: Sebastian / TerraformingPlanet
6 listopada 2026 • Europe/Amsterdam

Status: wykonano pilotaż Asuanu i zgrubny przegląd 1051 dostępnych kafli regionu Sahara / Afryka Północna. Dokładne badania całej pustyni, przepływów i wykonalności odnogi Nilu pozostają programem prac. Dokument nie jest projektem budowlanym ani operacyjnym ostrzeżeniem.

MISJA AUTORA • ROZWINIĘCIE PRZEKAZU

Technologia dla najbardziej potrzebujących

Chcę, żeby technologia pomagała przede wszystkim ludziom, którzy mają najmniej: rodzinom pozbawionym bezpiecznej wody, rolnikom tracącym plony, społecznościom zagrożonym powodzią i osobom zmuszonym opuścić dom przez biedę, przemoc albo pogarszające się warunki życia. Dostęp do rzetelnej wiedzy o środowisku nie powinien zależeć od pieniędzy na subskrypcję. Ziemia jest naszym wspólnym domem, a pomoc człowieka dla człowieka powinna wyznaczać kierunek rozwoju sztucznej inteligencji.

Kiedy widzę wysychające jeziora, obniżający się poziom rzek, zanieczyszczoną wodę i ludzi tracących dorobek w czasie powodzi, czuję smutek i potrzebę działania. Wierzę, że dobro, współpraca i odpowiedzialny rozwój mogą zwyciężyć nad obojętnością, zawiścią i rywalizacją o podstawowe zasoby. Chciałbym, żeby każde dziecko i każda rodzina miały szansę żyć bezpiecznie, niezależnie od kraju urodzenia.

Terraforming Planet ma połączyć TerraObserver, openEO i WORLDIFACT. TerraObserver ma obserwować zmiany środowiska. openEO i Copernicus mają dostarczać odtwarzalne analizy rzeczywistych danych satelitarnych. WORLDIFACT ma zamieniać sprawdzone dane w modele 3D, które można oglądać, badać i wykorzystywać do nauki oraz porównywania scenariuszy. AI ma pomagać mierzyć, wyjaśniać niepewność i wskazywać miejsca warte zbadania. Decyzje dotyczące ludzi, rzek i krajobrazu muszą pozostać pod kontrolą społeczności, naukowców i odpowiedzialnych instytucji.

Jednym z moich pomysłów jest zbadanie, czy i gdzie można bezpiecznie zwiększać dostęp do wody na Saharze. Chcę poznać wysokości terenu, istniejące doliny, dawne koryta, zagłębienia i możliwe miejsca retencji. Woda nie popłynie pod górę sama. Dlatego zanim powstanie jakikolwiek projekt nowego kanału, potrzebujemy profili wysokościowych, bilansu dostępnej wody, analizy parowania, infiltracji, zasolenia oraz skutków dla ludzi i przyrody w całej zlewni.

Wspólne dane i wspólne decyzje

Pomysł odnogi Nilu traktuję jako pytanie badawcze. Trzeba sprawdzić go obok innych możliwości: odtwarzania lokalnej retencji, oszczędnego nawadniania, ograniczania strat w sieciach, ponownego wykorzystania odpowiednio oczyszczonej wody czy rozwiązań dobieranych do konkretnej społeczności. Woda docierająca do morza również pełni funkcje przyrodnicze i społeczne. Nie możemy pomagać jednemu regionowi kosztem odebrania bezpieczeństwa innemu. Równy dostęp oznacza współpracę wszystkich zainteresowanych państw i społeczności oraz ochronę potrzeb mieszkańców położonych niżej w biegu rzeki.

Chciałbym, żeby modele szczegółowe i uproszczone opierały się na tych samych prawdziwych pomiarach. Lżejszy model ma działać na słabszym komputerze lub telefonie. Powinien pokazywać swoją rozdzielczość i różnicę względem danych źródłowych. Osoba korzystająca bezpłatnie powinna mieć dostęp do tych samych danych pomiarowych, źródeł i informacji o niepewności. Ładny obraz nie może zastępować prawdy o terenie.

Nasza gra o koparce może stać się środowiskiem edukacyjnym. Użytkownik będzie mógł zobaczyć, jak hipotetyczna zmiana ukształtowania terenu wpływa na spływ i zatrzymywanie wody. Każdy taki scenariusz musi być oddzielony od pomiaru obecnego krajobrazu. Wynik zabawy lub symulacji nie będzie pozwoleniem na roboty ziemne. Najpierw potrzebne są pomiary terenowe, ocena hydrologiczna, geotechniczna i środowiskowa oraz udział mieszkańców.

Marzę również o systemie wspierającym przygotowanie do powodzi: czytelnych mapach, aktualnych komunikatach, rozpoznaniu potrzeb osób szczególnie narażonych i bezpiecznej koordynacji wolontariuszy pod kierunkiem właściwych służb. Chcę, żeby technologia pomagała ograniczać straty podczas susz i innych katastrof. Rozszerzenie systemu na tsunami, huragany czy trzęsienia ziemi wymaga odrębnych danych, modeli i specjalistów. Moje wyobrażenia o globalnym rozprowadzaniu wody i uspokajaniu żywiołów pozostają hipotezami; nie przedstawiam ich jako potwierdzonych sposobów zapobiegania tym zjawiskom.

Nadzieja oparta na odpowiedzialności

Obraz „plag” lub „klątwy” opisuje moje poczucie skali cierpienia, a nie naukowe wyjaśnienie katastrof. Wierzę, że możemy lepiej zrozumieć procesy zachodzące na planecie i nauczyć się żyć z nimi odpowiedzialnie. Chcę, żeby AI, robotyka, nauka i praca ludzi pomagały odbudowywać środowisko, zamiast pogłębiać nierówności.

Woda, żywność, edukacja i bezpieczne warunki życia mogą dawać ludziom większą sprawczość oraz realny wybór pozostania w swoim kraju. Moim celem jest wspierać pokój i ograniczać cierpienie. Nie zakładam, że jeden projekt zakończy wszystkie wojny, ale wierzę, że uczciwy dostęp do zasobów i wspólna praca mogą zmniejszać część przyczyn konfliktów. Chcę budować dobrą cywilizację: taką, w której człowiek pomaga człowiekowi, a rozwój służy również najsłabszym.

Proszę naukowców, organizacje społeczne, fundacje i partnerów technologicznych o pomoc w sprawdzeniu tej wizji. Zacznijmy od niewielkiego, jawnego i możliwego do powtórzenia badania. Publikujmy wyniki, błędy i ograniczenia. Rozwijajmy tylko te rozwiązania, których korzyści potrafimy wykazać. Nadzieja jest powodem, żeby rozpocząć pracę; rzetelne dane i współodpowiedzialność muszą prowadzić nas dalej.

Przekaz autora opracowano redakcyjnie. Zachowano misję społeczną, troskę o wodę, rolę AI i ambicję pokojowej współpracy. Rozdzielono je od hipotez fizycznych wymagających sprawdzenia.

STAN PROJEKTU

Co jest już oparte na danych

Obszar	Potwierdzony stan	Granica dowodu
Pilotaż terenu	216.25 km² w rejonie Asuanu; dwa modele i jeden wspólny GeoTIFF.	To fragment obszaru badawczego, nie kompletna Sahara.
Dane wejściowe	Copernicus GLO-30 DSM, publiczne archiwum COG AWS; kontrola bajtów i SHA-256.	Wydanie archiwalne; pobranie w 2026 r. nie oznacza pomiaru wykonanego w 2026 r.
Przegląd regionu	1051/1051 dostępnych kafli GLO-90 przetworzono do średnich 0,05°; 137 komórek katalogowo nieobecnych pozostawiono NoData.	Rozpoznanie około 5 km; nie szczegółowa mapa kanału ani oficjalna granica Sahary.
openEO	Publiczny backend API 1.2: kolekcja COPERNICUS_30, walidacja grafu HTTP 200, brak błędów.	Brak aktywnej sesji CDSE; logowanie wymaga właściciela. Nie odczytano prywatnych jobów.
AI i grafika	SOWA ma renderer WebGL 2. Astra, Sol, Luna i Terra wykonały po jednym rzeczywistym wywołaniu API.	Test API nie dowodzi jakości 3D ani wykonania RunPod.
Jakość modeli generatora	Wcześniejsze audyty wykazały tekstury 512 px i błędy eksportów STL.	Nie uznano tych modeli za 8K ani za gotowe do druku.

Odnaleziono wcześniejszy projekt Terra Observation System w publicznym repozytorium Terraforming-Planet/Polar-Sun-Moon-Analysis oraz działający portal Cloudflare. README opisuje moduły copernicus_pipeline, terra_water, Agentic EO i historyczne raporty NVIDIA L4. To baza do dalszego rozwoju. Publiczny artefakt Vistula TEST 014 opisuje uruchomienie SDK z sierpnia 2026; nie jest dzisiejszym testem Sahary ani dowodem utraty wody. [17]

TerraObserver na Cloudflare: naprawiono brak adresu frontendu na liście ALLOWED_ORIGINS. Po zmianie interfejs wyświetla 5 pakietów dowodowych i nie zgłasza błędu pobierania. Zachowano sekret i model; nie przesyłano kodu. Nowy origin trzeba utrwalić w konfiguracji źródłowej przed kolejnym wdrożeniem. W dwóch sprawdzonych Workerach nie znaleziono bindingów CDSE/openEO.

Wspólna zasada: najpierw dane źródłowe i kontrola jakości, następnie pomiar, później interpretacja. Pusty kafel, brakujące dane i niepewność muszą być widoczne.

RÓWNOŚĆ DOSTĘPU

Jeden teren, dwa poziomy wyświetlania

Właściwość	Model szczegółowy	Model uproszczony
Źródło wysokości	Ten sam oryginalny GeoTIFF	Ten sam oryginalny GeoTIFF
Siatka wyświetlana	495 650 trójkątów	184 142 trójkątów
Pomiar wysokości	Odczyt rastra źródłowego	Odczyt tego samego rastra, nie uproszczonej siatki
Różnica wyświetlania	Wysokości węzłów zgodne z próbkami rastra	Maks. 2.000 m; RMSE 0.540 m względem próbek źródłowych
Dokładność terenu	Ograniczona danymi wejściowymi	Ta sama dokładność źródła + jawny błąd reprezentacji
Druk 3D	Otwarta powierzchnia; niegotowa do druku	Otwarta powierzchnia; niegotowa do druku

Copernicus DEM jest modelem powierzchni (DSM). Może obejmować roślinność i zabudowę. Nominalne GLO-30 ma siatkę 1 sekundy łuku; nie jest pomiarem geodezyjnym każdego metra terenu. Wysokości odnoszą się do EGM2008, a współrzędne poziome do WGS84. Globalna specyfikacja pionowa poniżej 4 m dla 90% pomiarów nie jest gwarancją lokalną. [1, 2]

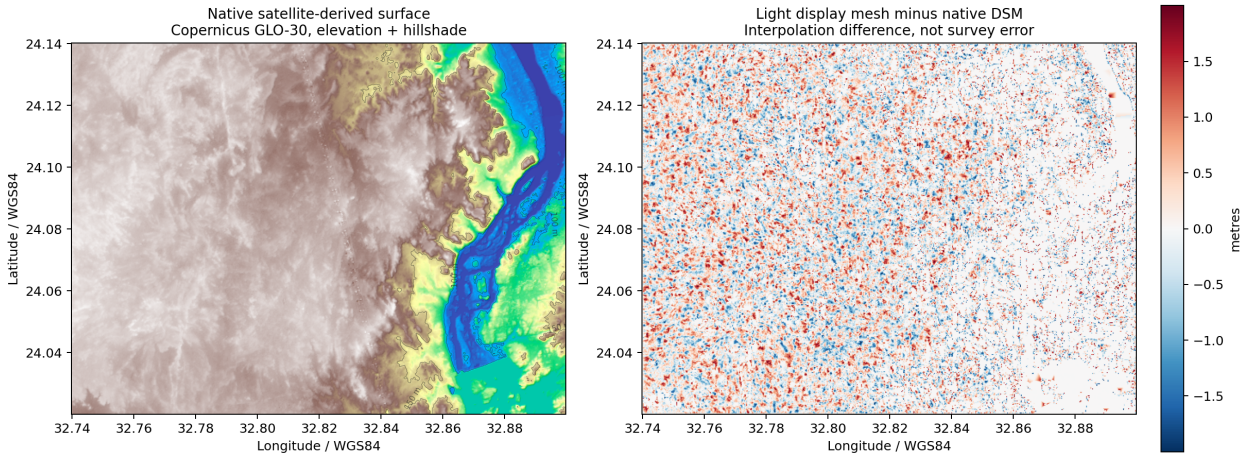
Tekstura 8K opisuje liczbę pikseli obrazu materiału. Nie zwiększa dokładności wysokości. Nie dodajemy wygenerowanych AI dolin, koryt lub skał do warstwy pomiarowej. Kolorowanie wysokością i cieniowanie są wizualizacją danych.

Proponowany dostęp społeczny: otwarte źródła i metadane, pobranie wspólnego rastra, lekka wizualizacja oraz jawne limity obliczeń. Płatność może finansować wygodę lub cięższe obliczenia; nie może zmieniać prawdziwości prezentowanych pomiarów.

WYKONANY MODEL TERENU

Pilotaż Asuan i zachodni brzeg Nilu

TERRAFORMING PLANET | ASWAN / WESTERN DESERT PILOT



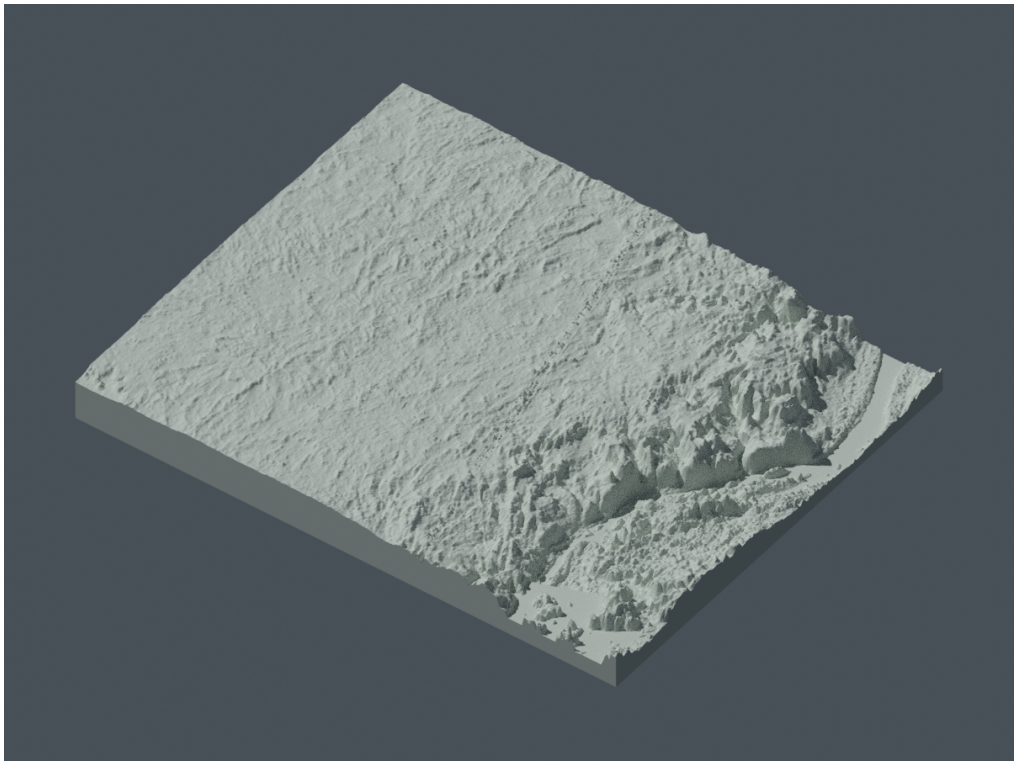
Real DSM, not optical photography. Regional screening only; no canal or flood-risk design is certified.

Parametr	Wartość
Zakres żądany W/S/E/N	32.74° E / 24.02° N / 32.90° E / 24.14° N
Próbki i powierzchnia	576 × 432; 216.249 km²
Odstęp próbek w tym wycinku	około 28.24 m E-W i 30.75 m N-S
Zakres wysokości	80.883–197.238 m EGM2008
Układ eksportu	GeoTIFF EPSG:4326; siatka metryczna EPSG:32636; pion EPSG:3855
Kontrola	Dokładna zgodność wycinka; skończone współrzędne; brak zdegenerowanych ścian; pomiar błędu uproszczenia

Dane: Copernicus GLO-30, wydanie 2021 w publicznym lustrze AWS; pobranie 6.11.2026. Źródłowy kafel około 42,67 MB. Szczegółowe sumy kontrolne, lokalny początek osi i atrybucja są w manifest.json paczki. Nie wykonano pomiarów terenowych ani oceny przydatności kanału.

OSOBNY MODEL FIZYCZNY

Relief terenu do prób druku 3D

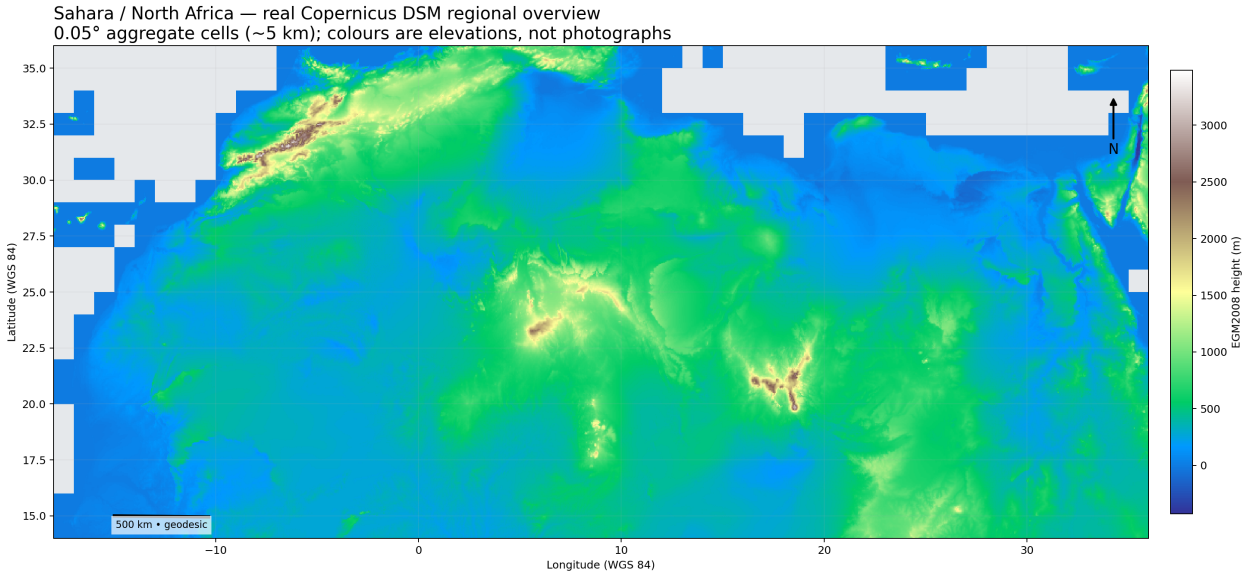


Render wykonany z dostarczonego STL, nie zdjęcie wydruku. Pion powiększono 10 razy; sztuczna podstawa nie jest pomiarem gruntu.

Parametr	Potwierdzony wynik
Formaty i wymiary	STL i 3MF; 200 × 163,371 × 17,318 mm. 3MF ma jawne jednostki mm; STL importować jako mm.
Skale	Pozioma około 1:81 262,476; pionowa około 1:8126,248. Podstawa minimum 3 mm.
Pochodzenie	Wszystkie 248 832 próbki wspólnego GeoTIFF; bez wygładzania i dopisywania szczegółów.
Geometria	250 845 wierzchołków, 501 686 trójkątów; zamknięty manifold, spójny kierunek ścian, dodatnia objętość.
Niezależna kontrola	Trimesh i Blender 4.3.2: brak ścian zdegenerowanych, brak nieprzylegających przecięć w teście BVH; ponowny odczyt STL/3MF.

Status: kandydat po kontroli geometrii; dalsze testy druku pozostają do wykonania. Nie wybrano technologii, drukarki ani parametrów materiału; nie wykonano slicingu ani wydruku fizycznego. Minimum podstawy nie potwierdza wszystkich minimalnych cech właściwych dla każdej drukarki.

Sahara i Afryka Północna: przegląd regionu



Kolory pokazują wysokość DSM, szare pola oznaczają NoData. Prostokąt obejmuje także sąsiednie obszary, w tym fragment regionu Morza Martwego; nie jest oficjalnym wielokątem Sahary.

Parametr	Wynik
Źródło i pokrycie	Copernicus GLO-90, publiczne lustro 2021. Przetworzono 1051/1051 dostępnych kafli. 137 nieobecnych komórek katalogu pozostało pustych.
Raster i znaczenie wartości	440 × 1080; 420 400 prawidłowych komórek. Wartości są średnimi pól 0,05° (około 4,5–5,6 km), nie wysokością dokładnie wskazanego punktu.
Pochodzenie agregatu	Średnia bloków 15 × 15 z przeglądu dostawcy o siatce 12 sekund łuku; natywny produkt GLO-90 ma 3 sekundy łuku.
Utrata szczegółu	RMSE 30,839 m i maksimum 1247,667 m względem odczytanych próbek przeglądu 12″. Nie jest to błąd względem pełnego rastra natywnego ani gruntu.
Model 3D	420 400 wierzchołków, 836 410 trójkątów; skala pionowa pliku 1×, brak wypełnienia luk. EPSG:6933 do widoku regionalnego; EGM2008 w pionie.
Koszt i transmisja	Przebieg regionalny: 388,22 MB HTTP Range. Osobne zachowanie źródeł: kolejne 388,22 MB. Bez pełnego pobierania źródłowych TIFF i bez płatnego joba GPU.

Zachowano również 94 590 000 próbek źródłowego przeglądu 12″ w oddzielnym, bezstratnym GeoTIFF. Wszystkie 1051 kafli odczytano ponownie zgodnie z ich SHA; test potwierdził identyczne wartości oraz dokładne odtworzenie 420 400 średnich regionalnych. Siatka 12″ to około 300–371 m w tym regionie, nadal przegląd produktu GLO-90, a nie jego natywna siatka 3″.

Ten produkt służy do wyboru obszarów dalszych badań. Duże różnice w górach pokazują, dlaczego agregat 5 km nie nadaje się do wyznaczania spadku kanału, odpływu lub ryzyka powodzi. Dokładniejszy pilot Asuanu jest osobnym produktem. Należy wracać do źródeł i pomiarów terenowych przed oceną konkretnych tras.

SKALOWANIE BEZ POZORNEJ KOMPLETNOŚCI

Cała Sahara jako program kafli

Plan obejmuje regionalny przegląd, a następnie dokładniejsze badanie wybranych zlewni. Prostokąt 18°W–36°E, 14°N–36°N obejmuje także tereny poza Saharą. Inwentarz ma 1188 komórek źródłowych 1°, z czego 1051 figuruje w katalogu dostawcy; nie oznacza to pobrania ani oceny całego obszaru. Osobny plan openEO zawiera 4752 zadania 0,5° z marginesem 32 pikseli, wszystkie NOT_SUBMITTED. Granicę pustyni należy doprecyzować.

• Dla każdego kafla zapisać zakres, identyfikator źródła, CRS, datum pionowe, rozdzielczość, datę lub okres pozyskania, maskę braków i SHA-256.

• Rozróżniać stany: planowany, źródło pobrane, źródło zweryfikowane, analiza wykonana, kontrola terenowa. Raport pokrycia obliczać z geometrii, a nie z liczby plików.

• Przetwarzać blisko danych. Uruchamiać małe zadania, utrwalać job ID i sprawdzać stan przed ponowieniem. Utrzymywać ograniczoną współbieżność zgodną z kontem i kosztami.

• Dla nachyleń stosować margines na granicach kafli. Dla zlewni i akumulacji przepływu zapewnić połączenia między kaflami; niezależnie obcięte kafle mogą tworzyć fałszywe odpływy.

• Zachować surowy DSM. Powierzchnię hydrologicznie korygowaną i hipotetyczne wykopy zapisywać osobno, z opisem każdej zmiany. Nie wypełniać wszystkich depresji automatycznie, bo część jest naturalna.

openEO wspiera przetwarzanie dużych obszarów w mniejszych zadaniach. Faktyczny limit równoległości, przydział i szacunek kredytów trzeba odczytać z używanego backendu i konta przed uruchomieniem całej serii. [3, 4]

Jak sprawdzać pomysł odnogi Nilu

Pierwszym wynikiem powinno być porównanie wariantów, a nie ogłoszenie znalezienia gotowej trasy. Trzeba ocenić dostępność wody w porach suchych i mokrych, obecne pobory, potrzeby delty oraz przepływy środowiskowe. Ilość, jakość i termin przepływu wspierają ekosystemy i utrzymanie mieszkańców. Odpływ do morza nie jest automatycznie wodą zbędną. [5]

Pytanie	Potrzebne dane
Czy istnieje spadek?	Profil terenu, poziomy zwierciadła wody, przeszkody, straty energii i niepewność wysokości.
Ile wody można zatrzymać?	Bilans dopływu, odpływu, opadu, parowania, infiltracji i poborów; warianty suszy.
Czy dolina jest bezpieczna?	Geologia, stateczność, wody gruntowe, jakość wody, zasolenie, siedliska i obecni użytkownicy.
Czy dawny kanał pomaga?	Obserwacje radarowe i geologiczne oraz weryfikacja terenowa. Dawne koryto nie dowodzi współczesnego przepływu.
Czy jest lepszy wariant?	Oszczędność, naprawa sieci, ponowne użycie wody, lokalna retencja i inne rozwiązania.

Bilans: zmiana zapasu = dopływ + opad − odpływ − parowanie − infiltracja − pobory. Te same przepływy nie mogą być liczone ponownie jako „oszczędność”.

Przykład fizyczny, nie projekt: moc pompowania $P = \rho g Q H / \eta$. Dla $Q = 1\ m^3/s$, $H = 100\ m$, $\eta = 0{,}8$ otrzymujemy około 1,23 MW, zanim doliczymy dodatkowe straty. Pokazuje to skalę potrzeb energetycznych; nie wyznacza parametrów odnogi Nilu.

Sahara zawiera także zagłębienia bezodpływowe. Zmagazynowana woda nie musi później samoczynnie dotrzeć do morza. Odparowanie może zwiększać zasolenie. Archeologiczne koryta, np. Wadi Kufra, są wartościowymi celami rozpoznania, ale nie gotowymi projektami. [6]

ZASTOSOWANIE SPOŁECZNE

Powodzie i pomoc wolontariuszy

TerraObserver może wspierać porządkowanie obserwacji, map ekspozycji i komunikatów właściwych instytucji. Użyteczny moduł pomocy powinien przechowywać źródło ostrzeżenia, czas wydania, obszar, niepewność i osobę odpowiedzialną. CEMS i systemy krajowe są źródłami informacji; AI nie zastępuje dowodzenia akcją. [7]

• Przed zagrożeniem: uzgodnić koordynatora, listę kontaktów, dostępność i umiejętności ochotników oraz potrzeby osób wymagających pomocy; ograniczyć zbieranie danych osobowych.

• Podczas przygotowania: przydzielać zadania zgodne z instrukcjami służb, potwierdzać ich przyjęcie i zakończenie; pokazywać bezpieczne miejsce zbiórki i ścieżkę eskalacji.

• Przy alarmie: przekazywać aktualne oficjalne zalecenia i priorytety ewakuacji; nie wysyłać wolontariuszy do niebezpiecznej wody lub obiektów na podstawie samej sugestii AI.

• Po zdarzeniu: dokumentować wykonane działania i wnioski, chronić prywatność poszkodowanych oraz oddzielać zgłoszenia od zweryfikowanych informacji.

Załączony przykład LifeVal dotyczy sprawności asystenta w zadaniu organizacyjnym. Wynik 98% w przykładzie nie oznacza 98% dokładności prognozy powodzi, skuteczności ewakuacji ani bezpieczeństwa działań terenowych. [8]

Tsunami, huragany i trzęsienia ziemi wymagają oddzielnych systemów specjalistycznych. Nie wykazano, że rozprowadzanie wody na Saharze zatrzyma te zjawiska. USGS wskazuje, że nie umiemy zapobiegać naturalnym trzęsieniom ziemi, a napełnianie niektórych zbiorników może indukować sejsmiczność. Realnym celem jest ograniczanie ekspozycji, poprawa przygotowania i ocena ryzyka. [9–11]

WORLDIFACT jako narzędzie badawcze

W źródłach gry SOWA renderer Three.js korzysta już z WebGL 2. Nowego testu wizualnego produkcji nie ukończono. Domena internetowa nie zmienia obsługi GPU. WebGPU to osobna technologia; nie należy nazywać jej WebGL 3. Modele terenu trzeba strumieniować lub dzielić na części i sprawdzać na docelowych urządzeniach, zachowując oryginalne dane. [12, 13]

Warstwa	Rola	Warunek odbioru
Dane naukowe	Wersjonowany DSM i obserwacje EO	Źródło, datum, jednostki, braki i suma kontrolna.
AI	Analiza pytań i dokumentacji; przygotowanie kontrolowanych zadań	Odpowiedzi z dowodami; brak zmiany zmierzonych wysokości.
Oracle / kolejka	Trwałe zadania, limity, stan rozliczeń	Jedno zlecenie i rezerwacja; odzyskanie po przerwaniu.
GPU / Blender	Budowa lub renderowanie zasobów wymagających GPU	Rzeczywisty job ID, pomiar kosztu, zweryfikowane wyniki.
R2 / biblioteka	Trwały zapis i dostarczenie modeli	Pełny odczyt i SHA przed usunięciem kopii roboczej.
Przeglądarka / gra	Widoki modeli i wyraźnie oznaczone scenariusze	Wydajność, zgodność obrazu oraz wspólne dane pomiarowe.

6.11.2026 o 23:15 czasu Amsterdamu Astra, Sol, Luna i Terra wykonały po jednym płatnym wywołaniu Responses API przez istniejący klucz Oracle: HTTP 200, completed. Każde użyło 11 tokenów wejścia i 5 wyjścia; łączny szacunek 0,0004716 USD, bez potwierdzenia fakturą. Zapisano identyfikatory odpowiedzi i intencje przed POST; nie było ponowień. Dowody: API_WEBGL_EVIDENCE.json w repozytorium.

To potwierdza te cztery wywołania, lecz nie pełny przepływ OpenAI → RunPod → Blender → R2. Ostatni odczyt RunPod wykazał 0 workerów i 0 zadań w kolejce. Obecność bindingów Cloudflare nie potwierdza tożsamości klucza z Oracle ani jakości wygenerowanych modeli.

Oddzielny endpoint AI w istniejącym portalu TerraObserver ma limit 2200 tokenów wyjścia i do trzech wewnętrznych prób. Nie uruchomiono jego płatnego testu w tej sesji; najpierw trzeba kontrolować ponowienia i koszt. Naprawa pobrania rejestru nie potwierdza ważności tamtego klucza OpenAI.

Wysoka jakość wizualna, poprawność pomiarowa i gotowość do druku są trzema różnymi kryteriami. Eksport terenu do druku wymaga zamkniętej bryły, określonej skali, podstawy, kontroli minimalnych grubości i testu w docelowym slicerze. Obecne GLB/OBJ są otwartymi powierzchniami badawczymi.

GOTOWE POLECENIA

Prompty do openEO i agentów badawczych

1. Inwentaryzacja danych

Sprawdź kolekcje DEM i Sentinel dostępne w moim backendzie openEO. Zwróć ID kolekcji, CRS, datum pionowe, jednostki, rozdzielczość, okres pozyskania, licencję, maski jakości i ograniczenia konta. Nie uruchamiaj zadania przy brakujących metadanych ani nie przedstawiaj klucza API w raporcie.

2. Mały pilotaż DEM

Dla AOI Asuan W=32.74, S=24.02, E=32.90, N=24.14 przygotuj graf pobrania rzeczywistego DEM do GeoTIFF bez generatywnego uzupełniania. Najpierw sprawdź moje ukończone zadania i dostępność ich wyników. Nowe obliczenia uruchom tylko raz po sprawdzeniu limitu i kosztu; zachowaj job ID i SHA.

3. Sahara w kaflach

Zaproponuj wersjonowaną granicę Sahary i siatkę małych zadań. Odróżnij plan od zweryfikowanego pokrycia. Zachowaj marginesy i łączność hydrologiczną między kaflami, przerwane zadania wznawiaj z zapisanych identyfikatorów. Nie pobieraj całego obszaru w maksymalnej rozdzielczości bez pilotażu.

4. Korytarze i retencja

Na podstawie DEM znajdź działy wodne, doliny i depresje jako kandydatów do badań. Porównaj profile i niepewność. Nie twierdź, że teren gwarantuje przepływ lub dostępność wody. Wskaż potrzebne wodowskazy, pomiary terenowe, geologię, parowanie, zasolenie i skutki dla mieszkańców całej zlewni.

5. Dwie wersje tego samego terenu

Wyeksportuj model szczegółowy i lekki z jednego niezmiennego rastra. Zachowaj jednostki, georeferencję, maskę braków i pochodzenie. Zmierz błąd lekkiej siatki względem wszystkich próbek źródłowych. Odczyty badawcze w obu wersjach mają korzystać z tego samego GeoTIFF.

6. Bezpieczna symulacja w grze

Utwórz osobną warstwę hipotetycznych zmian terenu. Oznacz założenia, parametry i model przepływu. Nie nadpisuj pomiarów. Pokazuj porównanie z wariantem bez interwencji i listę niewiadomych. Nie kwalifikuj wyniku jako gotowego projektu kanału lub ochrony przeciwpowodziowej.

Prompty są instrukcjami dla asystenta budującego analizę. openEO wykonuje grafy procesów; sam tekst nie jest wykonanym pomiarem. Repozytorium zawiera oddzielne pliki grafów i planu.

PLAN PRACY I ODBIÓR

Warunki przejścia do kolejnego etapu

Etap	Wymagany wynik	Status
Pilotaż danych	Rzeczywisty raster, dwa modele, pomiar uproszczenia i manifest.	Wykonano w ograniczonym AOI.
Dostęp openEO	Uwierzytelniony odczyt starych jobów i rezultatów; weryfikacja przydziału.	Wymaga logowania właściciela.
Pokrycie regionalne	Przegląd wszystkich 1051 dostępnych źródeł; jawne luki i agregacja.	Wykonano zgrubny przegląd. Dokładne badania pozostają planem.
Hydrologia	Kalibracja względem wodowskazów i badań terenowych, bilans wariantów.	Nie wykonano.
Udział społeczny	Partnerzy lokalni, wspólne cele, zasady dostępu i ocena skutków.	Do uzgodnienia.
Generator produkcyjny	Pełne E2E, jakość referencji, rzeczywiste tekstury, koszty i izolacja użytkowników.	Niepotwierdzone.
Publikacja edukacyjna	Widoczne źródła, rozdzielczość, niepewność i oddzielne scenariusze.	Paczka gotowa do przekazania.

Badania powinny mieć kryteria zatrzymania: brak dostępnej wody, szkoda dla użytkowników niżej w zlewni, nieakceptowalne zasolenie lub wpływ ekologiczny, niepewność większa od ocenianego spadku, brak zgody i udziału społeczności albo niekontrolowane koszty.

Dla współpracy z fundacją potrzebny jest mały, niezależnie sprawdzalny program: partner hydrologiczny, partner społeczny, uzgodniony obszar, dostęp do danych i ograniczony budżet obliczeń. Zapytanie o wsparcie nie jest przyznaniem grantu ani formalnym wnioskiem w zamkniętym naborze.

Źródła i pochodzenie

[1] Copernicus DEM: produkt i układy odniesienia
https://dataspace.copernicus.eu/explore-data/data-collections/copernicus-contributing-missions/collections-description/COP-DEM

[2] Publiczne dane Copernicus DEM na AWS
https://registry.opendata.aws/copernicus-dem/

[3] openEO w Copernicus Data Space
https://documentation.dataspace.copernicus.eu/APIs/openEO/openEO.html

[4] openEO: przetwarzanie dużych obszarów
https://documentation.dataspace.copernicus.eu/APIs/openEO/large_scale_processing.html

[5] Nile Basin Initiative: environmental flows
https://nilebasin.org/en/action-area/environmental-flows

[6] NASA: radarowe dawne koryto Wadi Kufra
https://science.nasa.gov/photojournal/space-radar-image-of-wadi-kufra-libya/

[7] Copernicus Emergency Management Service
https://emergency.copernicus.eu/about/

[8] LifeVal, arXiv:2611.06687
https://arxiv.org/abs/2611.06687

[9] USGS: przyczyny i zapobieganie trzęsieniom ziemi
https://www.usgs.gov/faqs/can-we-cause-earthquakes-there-any-way-prevent-earthquakes

[10] NOAA: tsunami
https://www.noaa.gov/explainers/science-behind-tsunamis

[11] NOAA: powstawanie huraganów
https://oceanservice.noaa.gov/facts/how-hurricanes-form.html

[12] Khronos: WebGL
https://registry.khronos.org/webgl/

[13] W3C: WebGPU
https://www.w3.org/TR/webgpu/

[14] OpenAI Foundation: Civil Society and Philanthropy
https://openaifoundation.org/news/civil-society-and-philanthropy

[15] OpenAI: Paul Christiano w Radzie Fundacji
https://openai.com/index/paul-christiano-joins-openai-foundation-board/

[16] Kod i dokumentacja projektu WORLDIFACT / TerraObserver
https://gitlab.com/xodobrox/worldifact/-/tree/main/docs/terraobserver

[17] Istniejący Terra Observation System — publiczne README
https://github.com/Terraforming-Planet/Polar-Sun-Moon-Analysis

Dostęp do źródeł: 6.11.2026. Dodatkowy zapis historyczny: podsumowania TerraWater AI z 14–15.08.2026 w folderze Terraforming Planet Monitoring. Nie użyto wygenerowanych ilustracji z tego folderu jako pomiarów wysokości.

produced using Copernicus WorldDEM-30 © DLR e.V. 2010-2014 and © Airbus Defence and Space GmbH 2014-2018 provided under COPERNICUS by the European Union and ESA; all rights reserved

Od misji do pomiaru

Porządek dokumentu i zakres tej redakcji

Cel Sebastiana: wykorzystać technologię do ochrony środowiska i pomocy ludziom. Dokument zaczyna się od Terraforming Planet i badań Sahary, przechodzi przez własne szkice i modele autora, a kończy dokładnym domknięciem pierścienia z elementów o średnicy 1 mm.

Część	Zawartość
I. Terraforming Planet	Woda, misja społeczna, Sahara, Asuan, źródła i plan badań.
II. Geometria Sebastiana	Warsztat autora, sześć piramid, 24 panele i 12 ścian, przejście do 18 ścian, kąty i wymagania generatora.
III. Precyzja jednostek	Sześcian 1 m, W-X-Y-Z, kształty, separator liczba | jednostka, rachunek i zastosowania.
IV. Okrągły stół	Styk sąsiadów, ostatni element i ścisły przykład 1 mm.

Połączono trzy dostarczone PDF-y. Powtórzony 22-stronicowy zeszyt występuje tylko raz. Reprodukcje stron z czerwonymi dopiskami usunięto; ich sens został zapisany czystym tekstem. Rysunek konstrukcji z sześciu piramid zastąpiono nowym schematem obliczeniowym.

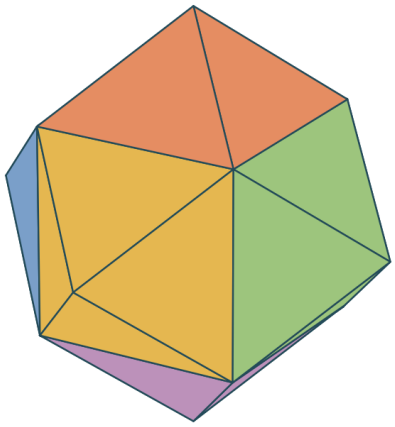
Jak czytać dane o wykonaniu: informacje o dawnych testach, filmach i pomiarach pochodzą z załączonych opracowań z 6-7 listopada 2026 r. Scalenie nie oznacza ponownego wykonania tych prac. Nowo sprawdzono geometrię sześciu piramid i rachunek pierścienia. Publikacja dokumentacji nie jest wdrożeniem nowych funkcji generatora.

Wspólna numeracja i zakładki PDF prowadzą przez całość. Odrębne zestawy źródeł zachowano przy częściach, których dotyczą. Fragmenty pisane w pierwszej osobie są redakcją przekazu autora, zgodnie z oznaczeniami w materiale źródłowym.

Geometria, która ma pomagać

Sebastian Lasowski / szkice, modele i sprawdzalne wymiary

Chcę, aby dokument pokazywał moją drogę: od rysowania kół i przecinających się linii, przez budowanie rzeczywistych modeli, do geometrii, którą można zmierzyć i wykorzystać dla dobra ludzi. Obraz powinien zgadzać się z konstrukcją, a konstrukcja z obliczeniem.



Sześć piramid - jeden zamknięty płaszcz. Kolory rozróżniają elementy. Każdy ma cztery trójkątne ściany boczne. Kwadratowe obrysy podstaw tworzą wspólny sześcienny układ połączeń; nie są zewnętrznymi ścianami gotowej bryły.

Pokazany wariant ma 24 trójkątne panele i 12 rombowych ścian. Warunek: podstawa każdej piramidy ma bok 2a, a jej wysokość wynosi a. Jest to jawny model matematyczny do sprawdzenia sposobu składania, a nie pomiar fizycznego prototypu.

Materiały archiwalne autor datuje na 2023 r. Opracowanie źródłowe: 7 listopada 2026 r. Niniejsza redakcja zachowuje jego autorstwo koncepcji i materiałów oraz odróżnia je od standardowych zależności matematycznych.

Mój punkt wyjścia

Przekaz Sebastiana - redakcja jego wypowiedzi, nie dosłowny stenogram

Chcę, żeby ta dokumentacja pokazywała prawdziwą drogę moich poszukiwań. Rysowałem koła, wypełniałem je liniami i sprawdzałem, co wynika z ich przecięć. Gdy nie potrafiłem czegoś wystarczająco jasno narysować, budowałem model 3D lub fizyczny. Tak pracowałem także nad wielościanami fotowoltaicznymi.

Nie chodzi mi tylko o ładną animację. Chcę wiedzieć, gdzie znajduje się punkt, jaki tworzy kąt, ile ma długości krawędź i dlaczego kilka trójkątnych elementów może utworzyć jedną płaską ścianę. Generator powinien rozumieć kształt i zachować proporcje, a nie jedynie tworzyć przekonujący obraz.

Chcę wykorzystać tę pracę w WORLDIFACT i TerraformingPlanet, również we współpracy z narzędziami openEO. Projekt Sahara ma pomóc lepiej poznawać teren, wodę i możliwości jej magazynowania. Technologia powinna wspierać ludzi, którzy nie mają pieniędzy na drogie narzędzia, oraz dawać wszystkim uczciwy dostęp do wiedzy i zasobów.

Wierzę, że AI, robotyka i współpraca ludzi mogą pomagać w ochronie środowiska i ograniczaniu cierpienia. Ta nadzieja wymaga jednak sprawdzalnych danych, prób terenowych i współpracy ze specjalistami. Dlatego chcę, aby moje szkice i doświadczenia prowadziły do obliczeń, które można niezależnie powtórzyć.

> **„Jak czegoś nie umiałem kiedyś narysować, to robiłem modele 3D.” - sens wypowiedzi autora, zachowany w tej dokumentacji.**

Misja humanitarna jest celem projektu. Nie jest obietnicą, że pojedynczy model lub przekierowanie rzeki zakończy wojny albo zapobiegnie wszystkim katastrofom.

Autorstwo i zakres ochrony

Oznaczenie twórcy oraz uczciwa informacja o prawach

© 2023-2026 Sebastian Lasowski / TerraformingPlanet. Wszelkie prawa zastrzeżone do własnych materiałów twórczych autora, w zakresie przysługujących mu praw: ręcznych rysunków, nagrań, fotografii modeli i autorskiego sposobu przedstawienia koncepcji. Rok 2023 pochodzi z deklaracji autora. Opracowanie dokumentacji: 2026.

Redakcja, ilustracje obliczeniowe, testy i nowy podkład instrumentalny zostały przygotowane z pomocą AI. Nie przypisuje się autorowi historycznego odkrycia standardowych wzorów, wynalezienia centymetra ani udowodnionej wyłączności na metodę matematyczną.

Prawo autorskie chroni oryginalny sposób wyrażenia idei, np. rysunek lub tekst; nie chroni samych idei, procedur ani pojęć matematycznych. To zastrzeżenie autorstwa materiałów, a nie rejestracja patentu. Nie przeprowadzono badania nowości ani zdolności patentowej rozwiązania. [1]

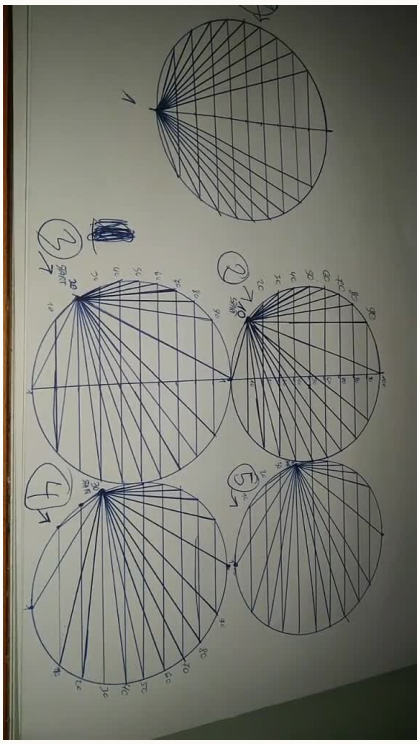
Materiały osób trzecich zachowują własne prawa i warunki wykorzystania. Dotyczy to m.in. danych Copernicus, istniejących znaków i elementów interfejsów widocznych na nagraniach. Oznaczenie © nie przejmuje praw do tych elementów.

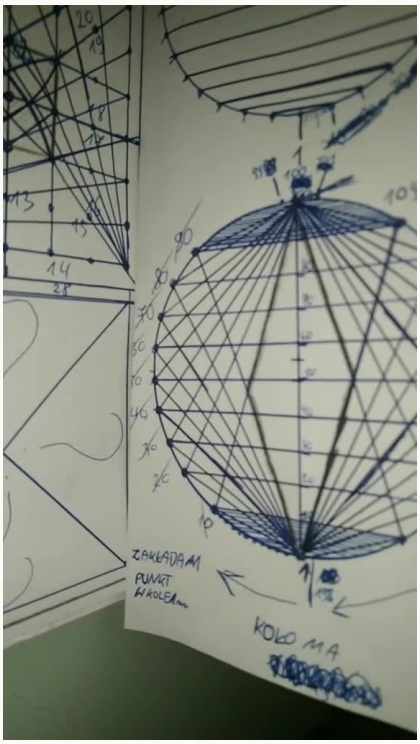
Sumy SHA-256 w pakiecie technicznym identyfikują otrzymane pliki. Pomagają wykryć późniejszą zmianę ich zawartości, lecz same nie dowodzą daty powstania, pierwszeństwa wynalazczego ani wyłącznego autorstwa. Nie stworzono urzędowego depozytu lub kwalifikowanego znacznika czasu.

Wkład autora: własne próby, szkice, modele, pytania projektowe i misja zastosowania. Standardowe zależności matematyczne pozostają wspólną wiedzą.

Archiwum ręcznych prób

Kadry z dwóch nagrań zeszytu - dokumentacja, nie rekonstrukcja AI





Po lewej: bf1d8651… (około 3,3 s). Po prawej: c36f04f0… (około 7,9 s). Widoczne są odręcznie zaznaczone punkty, cięciwy, siatki i różne podziały kół.

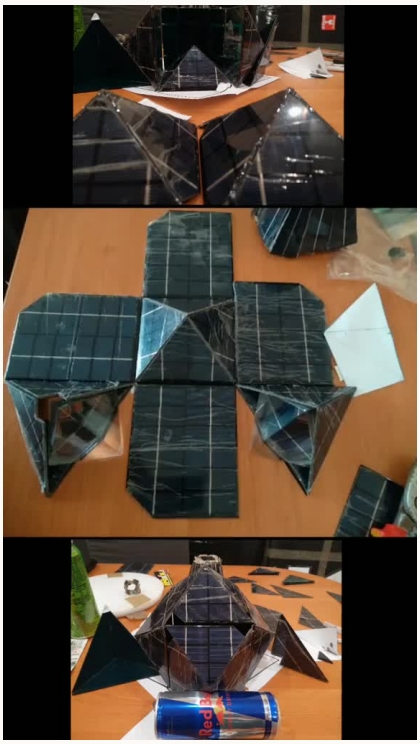
Nagrania pokazują rzeczywisty warsztat autora: wiele prób na papierze, kierunki linii, powtarzanie figur i porównywanie układów. Linie wewnątrz koła mogą służyć do analizowania kątów oraz relacji między punktami na jego brzegu.

Rysunek odręczny jest źródłem koncepcji, ale bez kalibracji fotografii i pomiarów nie stanowi dokładnej mapy współrzędnych. Nie wyciągamy precyzji milimetrowej z liczby pikseli filmu. W generatorze szkic należy zachować jako referencję, a model zwymiarować niezależnie.

Nieczytelnych oznaczeń nie odgadujemy. Datowanie tych prac na 2023 r. jest informacją od autora; odebrane pliki nie zawierają niezależnie zweryfikowanego czasu utworzenia.

Modele zamiast samego rysunku

Doświadczenia z wielościanami fotowoltaicznymi





Kadry źródłowe: 649097eb… (18,0 s) i dc871225… (2,0 s). Pokazują elementy, składanie oraz gotową bryłę. Kadr nie jest pomiarem liczby ścian niewidocznych z tyłu.

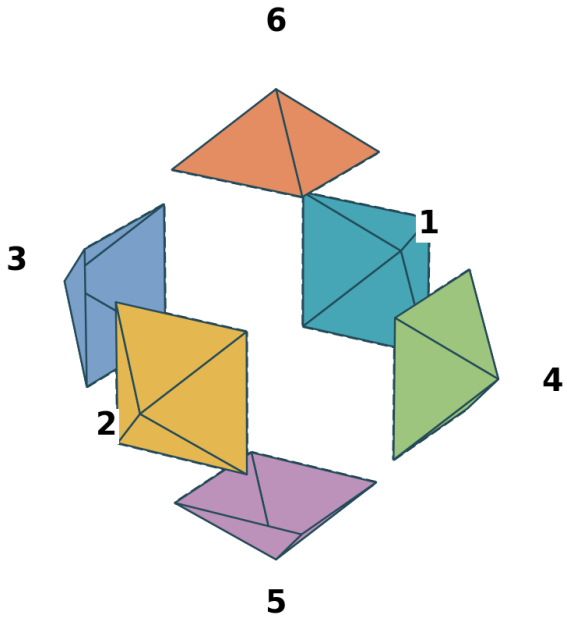
Autor opisuje budowę z sześciu piramid o czterech trójkątnych ścianach bocznych każda. Daje to 24 trójkątne płytki. Podstawy piramid nie są w tym rachunku zewnętrznymi płytkami bryły. Taki opis należy odróżnić od stwierdzenia, że dowolna piramida ma tylko cztery ściany łącznie.

Po połączeniu odpowiednio nachylonych trójkątów parami ich wspólna krawędź może stać się szwem na jednej płaszczyźnie. Wtedy nadal istnieją 24 części materiałowe, ale zewnętrzna bryła ma 12 maksymalnych płaskich ścian geometrycznych.

Według autora po przycięciu sześciu szczytów powstał jego osiemnastościan, wykorzystany w animacji strony głównej WORLDIFACT. W tej pracy sprawdzono matematyczną konstrukcję zgodną z opisem; nie przeprowadzono porównania kodu aktualnej animacji produkcyjnej ani pomiaru fizycznego modelu.

Sześć piramid: sposób łączenia

Rozsunięcie części ujawnia podstawy i kierunki szczytów



„Połącz sześć piramid podstawami” odczytujemy jako złożenie sześciu otwartych elementów w jedną skorupę: kwadratowe obrysy podstaw układają się jak sześć ścian sześcianu i spotykają wspólnymi bokami. Wierzchołki piramid są skierowane na zewnątrz, w sześciu kierunkach: ±x, ±y, ±z.

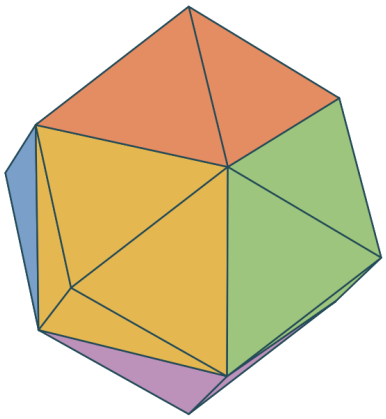
Na rysunku części odsunięto od siebie wyłącznie dla pokazania montażu. Linie przerywane oznaczają obrysy podstaw. W złożeniu podstawy są płaszczyznami odniesienia wewnątrz bryły; nie trzeba dodawać materialnego sześcianu ani sześciu kwadratowych pokryw.

Nie chodzi o nałożenie wszystkich sześciu podstaw na ten sam kwadrat. Taki układ nie dawałby pokazanej bryły. Dokładny wariant przyjęty tutaj pozwala jednoznacznie wyznaczyć punkty, nachylenia i liczbę ścian.

Dla boku podstawy 2a i wysokości a: osiem narożników układu podstaw ma współrzędne (±a, ±a, ±a), a sześć szczytów: (±2a,0,0), (0,±2a,0), (0,0,±2a).

24 panele, 12 płaskich ścian

Połączenie dwóch trójkątów w jeden romb



Dwa sąsiednie trójkąty, należące do różnych piramid, leżą w jednej płaszczyźnie. Ich wspólny bok jest szwem podziału na części. Obrys tej pary jest rombem. Liczymy więc 24 panele / 2 = 12 ścian geometrycznych.

Co sprawdzamy	Wynik
Elementy i panele	6 piramid × 4 trójkąty = 24 panele
Płaszczyzny ścian	±x ±y = 2a; ±x ±z = 2a; ±y ±z = 2a
Wierzchołki / krawędzie / ściany	14 / 24 / 12; kontrola: 14 − 24 + 12 = 2
Objętość zamkniętego obszaru	$16a^3$; dla a = 1 m: 16 m^3

Wysokość a jest warunkiem współpłaszczyznowości. Przy innej wysokości pojawią się załamania między sąsiednimi trójkątami. Nazwa „dwunastościan” oznacza tutaj dwunastościan rombowy; nie dwunastościan foremny o pięciokątnych ścianach.

Od 12 do 18 ścian

Ścięcie sześciu wierzchołków - warunek i wynik

W poprzedniej bryle sześć szczytów leży w punktach (±2a,0,0), (0,±2a,0), (0,0,±2a). Ścinamy je płaszczyznami x = ±ca, y = ±ca, z = ±ca, gdzie 1 < c < 2. Przykład testowy używa c = 1,5.

Każde ścięcie dodaje jedną kwadratową ścianę. Każdy z 12 dotychczasowych rombów traci dwa przeciwległe narożniki i staje się sześciokątem. Otrzymujemy dokładnie 12 + 6 = 18 ścian: 12 sześciokątów i 6 kwadratów.

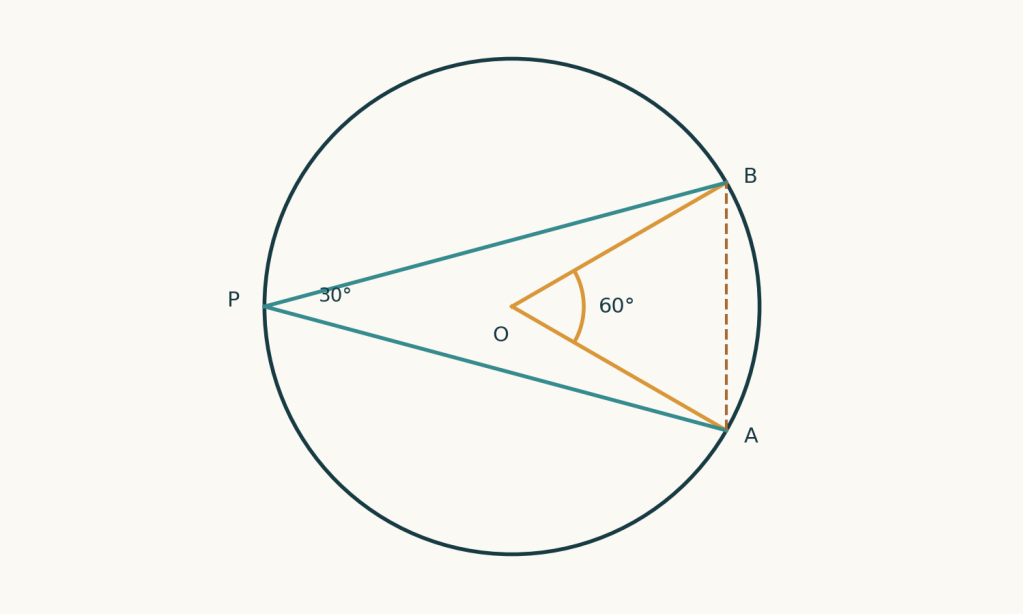
To potwierdza poprawność opisanego przejścia w jawnie zdefiniowanej konstrukcji. Samo określenie „osiemnastościan” podaje liczbę ścian, a nie jeden jedyny kształt. Głębsze cięcia mogą zmienić topologię, dlatego granice 1 < c < 2 są częścią specyfikacji.

Parametr	Wynik dla a = 1 m, c = 1,5
Ściany / krawędzie / wierzchołki	18 / 48 / 32
Kontrola Eulera	32 − 48 + 18 = 2
Objętość przed cięciem	16 m³
Objętość po cięciu	16 − 8(2−1,5)³ = 15 m³
Trójkąty po triangulacji ścian	60; nadal 18 ścian geometrycznych

W pakiecie: dwa modele OBJ z wielokątnymi ścianami, jawny algorytm konstrukcji oraz 14 testów. To wzorce obliczeniowe, a nie fotogrametryczne kopie fizycznych prototypów.

Jak koło wiąże się z kątami?

Kąty opisują relacje między kierunkami, promieniami i cięciwami



Ten sam łuk AB: kąt środkowy AOB = 60°, kąt wpisany APB = 30°. Punkt P leży na drugiej części okręgu.

Twoje rysunki trafnie kierują uwagę na kąty, które można zbudować w kole. Kąt środkowy ma wierzchołek w środku koła, a kąt wpisany - na okręgu. Przecinające się cięciwy również wyznaczają kąty.

Okrąg jest zamkniętą krzywą; koło obejmuje ten brzeg i wnętrze. Idealny okrąg nie ma narożników wielokąta. Nie przeszkadza to mierzyć kątów związanych z jego punktami i liniami. To właśnie znaczenie przyjmujemy dla sformułowania „koło może mieć kąty”.

Dla kąta θ w radianach długość łuku wynosi $s = R\theta$, a cięciwy $c = 2R \sin(\theta/2)$. Nie zastępujemy tych dwóch długości jedną wartością. Pełny obrót to 360° = 2π rad; kąt półpełny to 180° = π rad.

Linie przechodzące przez koło

Od szkicu do jednoznacznego zadania dla generatora

Określenie autora „kąty przelotne” odnosimy roboczo do linii przechodzących przez wnętrze koła. Nie nadajemy mu po cichu nowej definicji matematycznej. W modelu trzeba wskazać konkretne punkty, ramiona kąta i kierunek jego pomiaru.

Dwie przecinające się proste tworzą kąty wierzchołkowe równej miary i sąsiednie kąty przyległe o sumie 180°. Dla cięciw AB i CD przecinających się w P wewnątrz koła, miara ∠APC jest połową sumy miar łuków AC i BD leżących naprzeciw tego kąta i kąta wierzchołkowego.

Na sferze także możemy mierzyć kąty: między promieniami wychodzącymi ze środka, między stycznymi do krzywych albo między płaszczyznami wielkich kół. Każdy z tych pomiarów ma inne znaczenie. Sfera jest powierzchnią kuli, a kula zawiera również wnętrze.

Dla dwóch niezerowych wektorów u i v stosujemy $\theta = \operatorname{atan2}(|u \times v|, u \cdot v)$. Wynik jest kątem od 0 do π; nie określa sam w sobie zwrotu obrotu. Kąt zorientowany wymaga dodatkowo wybranej osi lub płaszczyzny odniesienia. Wektor zerowy nie wyznacza kierunku.

Przy trójkącie sferycznym ograniczonym krótszymi łukami wielkich kół suma kątów może przekraczać 180°. Na sferze o promieniu R jego pole wynosi $R^2(A+B+C-\pi)$, gdy kąty są w radianach. Nie wolno przenosić reguł trójkąta płaskiego bez określenia powierzchni.

Wsparcie kątowe w WORLDIFACT: jawna jednostka kąta, wskazane ramiona lub normalne, stabilne obliczenie i porównanie z tolerancją projektu.

Jednostki, które nie gubią kształtu

W-X-Y-Z, powierzchnia i objętość

W zachowanym zeszycie autor przyjmuje sześcian o każdej krawędzi 1 m. Sześć ścian po 1 m² daje 6 m² powierzchni. Wnętrze tej bryły ma 1 m³ objętości. Obydwie wielkości opisują tę samą bryłę, ale odpowiadają na różne pytania.

Dla krawędzi a: W = a, X = 4a, Y = a√2, Z = a√3. W oznacza krawędź, X obwód podstawy, Y przekątną podstawy, Z przekątną bryły. Zestawienie W:X:Y:Z = 1:4:√2:√3 może działać jako test proporcji dla generatora.

Ta sama objętość może mieć różny kształt. Dwa sześciany 1 × 1 × 1 m połączone ścianą tworzą prostopadłościan 2 × 1 × 1 m o objętości 2 m³. Sześcian 2 × 2 × 2 m ma 8 m³. Nie wolno rozpoznawać kształtu tylko na podstawie jednostki m³.

Oryginalny dokument zachowuje również celową próbę rachunkową autora: 5,447 − 4,447. Poprawny wynik to 1, bez jednostki długości. Autor użył błędnej propozycji wyniku do sprawdzenia odpowiedzi AI; nie należy przedstawiać tej sytuacji jako dowodu nieumiejętności odejmowania.

Wielkość	Zależność jednostek
Długość	1 m = 100 cm = 1000 mm
Pole	1 m² = 10 000 cm²
Objętość	1 m³ = 1 000 000 cm³ = 1000 l
Potęgowanie	(2 m)³ = 8 m³; 2 m³ to inna objętość
Wysokość słupa wody	h = V/A; np. 8 m³ / 1 m² = 8 m

Skąd wziął się centymetr?

Wspólny wzorzec pomiaru zamiast jednego „wynalazcy 1 cm”

Nie ma podstaw do przypisania wynalezienia centymetra jednej osobie. Centymetr jest setną częścią metra i wynika z dziesiętnego systemu metrycznego rozwijanego we Francji pod koniec XVIII wieku. Przedrostki centi- i milli- należały do grupy przyjętej w 1795 r. [2,3]

Delambre i Méchain uczestniczyli w pomiarach południka służących wyznaczeniu metra. Nie oznacza to, że każdy z nich osobno „wynalazł centymetr”. Dzisiejszy metr jest powiązany z ustaloną wartością prędkości światła w próżni: 299 792 458 m/s. [3,4]

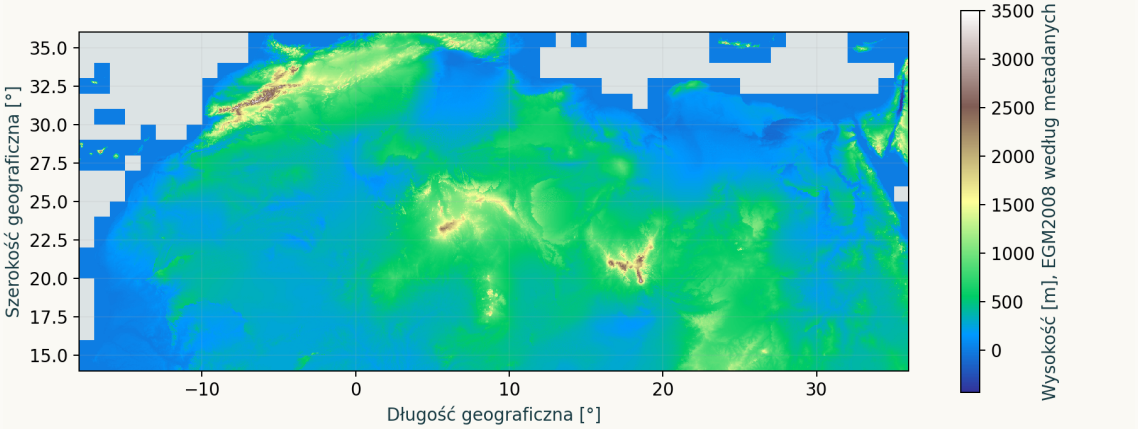
Dawne cywilizacje używały innych wzorców. Przeliczenie historycznej miary na centymetry jest współczesnym opisem konkretnego wzorca, a nie dowodem, że starożytni posługiwali się jednostką SI.

Przykład historyczny	Dzisiejszy opis długości
Egipt: łokieć królewski Amenemope, Museo Egizio, Cat. 6347	Około 52,5 cm; obiekt datowany przez muzeum na 1319-1292 p.n.e. [5]
Egipt: łokieć z imieniem Amenhotepa II, S. 8647	Wymiar zabytku 52,4 cm. Wzorce i ich wykonanie nie były idealnie identyczne. [6]
Rzym: składana miara z Pompejów, I w. n.e.	Długość otwartego zabytku 29,5 cm, odpowiadająca stopie rzymskiej. [7]

Dla przykładowego wzorca 52,5 cm: 1 taki łokieć = 525 mm, a 1 cm ≈ 0,01905 takiego łokcia. To przeliczenie konkretnej długości, nie uniwersalna stała dla wszystkich epok.

Sahara: teren z danych

Odczyt rzeczywistego załącznika GeoTIFF



Mapa wysokości z załączonego rastra, nie obraz wygenerowany przez AI. Dla druku pobrano co dziesiątą próbkę; szare pola oznaczają NoData. Obwiednia obejmuje także obszary poza Saharą.

Odczytano plik sahara_provider_overview_12arcsec.tif: 16 200 × 6600 próbek Float32, układ poziomy EPSG:4326, krok 0,003333…° = 12 sekund łuku. Wysokości w metrach i odniesienie EGM2008 podano w osadzonych metadanych.

Plik zawiera 106 920 000 komórek: 94 590 000 z danymi i 12 330 000 NoData. Zakres obecnych wartości wynosi od −427,0 do 4034,948 m. Nie są to ogłoszone ekstremalne wysokości samej Sahary: raster ma prostokątny zasięg około 18°W-36°E oraz 14°N-36°N.

Metadane deklarują pochodzenie z Copernicus DEM GLO90, DSM, lustro AWS2021, oraz uśrednienie 4× do 12″. W tej pracy sprawdzono zawartość, georeferencję i SHA pliku; nie pobierano ponownie każdego oryginalnego kafla od dostawcy. Rozdzielczość próbkowania nie jest pomiarem błędu wysokości.

12″ odpowiada w przybliżeniu 371 m w kierunku północ-południe na sferycznym modelu Ziemi. Odstęp w kierunku wschód-zachód maleje z szerokością geograficzną. Taki przegląd pomaga wybrać miejsca dalszych badań; nie wyznacza precyzyjnego przebiegu kanału.

Dlaczego kąty są ważne dla wody

WORLDIFACT i openEO jako narzędzia analizy, nie zatwierdzony projekt hydrotechniczny

Nachylenie terenu zależy od różnicy wysokości i odległości poziomej: i = Δh/L, a kąt spadku α = atan(Δh/L). Przykład edukacyjny: 1 m różnicy na 1000 m daje 0,1% i około 0,0573°. To mały kąt; błędna jednostka lub wysokość może odwrócić interpretację spływu.

Dla tak małych spadków przeglądowy DSM nie wystarczy do projektu. Należy znać niepewność wysokości, odniesienie pionowe, roślinność i zabudowę, a następnie wykonać pomiary terenowe. DSM opisuje powierzchnię, nie zawsze sam grunt. [8]

openEO służy do wykonywania powtarzalnych procesów na danych obserwacji Ziemi. W projekcie ma pomagać przetwarzać ograniczone obszary, zapisywać graf procesu, identyfikatory danych, parametry i wyniki. Dokumentacja API nie jest potwierdzeniem, że ten plik powstał w określonym prywatnym zadaniu openEO. [9]

Dla Sahary trzeba analizować warianty: retencję, odbudowę lokalnych ekosystemów, dostępność i jakość wody, straty na parowanie i infiltrację, zasolenie oraz skutki dla ludzi i przyrody w całej zlewni. Rozważana odnoga Nilu pozostaje pomysłem badawczym, wymagającym bilansu wodnego, współpracy zainteresowanych krajów i oceny specjalistów.

Woda nie popłynie samoczynnie w górę bez różnicy energii, ciśnienia lub pompowania. Nie wyprowadzamy z tego dokumentu twierdzenia, że nawodnienie pustyni uspokoi prądy oceaniczne, powstrzyma trzęsienia ziemi lub tsunami. Misją projektu jest ograniczanie ryzyka dzięki wiedzy, a nie obiecywanie kontroli wszystkich zjawisk.

Wersja bezpłatna i szczegółowa powinny wskazywać to samo źródło danych. Różnice wizualizacji muszą mieć jawny błąd i sposób uproszczenia; naukowy odczyt nie może udawać wartości nieobecnych w danych.

Wymagania dla generatora

Co ta geometria wnosi do WORLDIFACT

Obszar	Wymaganie i dowód
Skala i jednostki	Jawne metry/milimetry, osie i przekształcenia; kontrola wymiarów po eksporcie i ponownym odczycie.
Kąty i ściany	Osobno panele, płaskie ściany i trójkąty siatki. Sprawdzać normalne, współpłaszczyznowość i tolerancję.
Referencje autora	Zachować oryginał, SHA, kadr i czas. Nie zastępować szkicu wygenerowanym obrazem udającym źródło.
Model 3D	Domknięcie, orientacja, degeneracje, przecięcia, komponenty, wymiary; test Eulera jest pomocniczy, nie wystarcza sam.
Tekstury 8K	Potwierdzić dekodowanie 8192 × 8192 i kanały PBR; odróżniać natywne szczegóły od powiększenia. Rozmiar nie dowodzi wierności.
Druk 3D	Zamknięta bryła, grubości ścian, skala, tolerancje, materiał, podpory i slicer. Ostatecznie próbny wydruk.
Teren i hydrologia	CRS, datum pionowe, źródło, NoData, rozdzielczość, niepewność; osobno warstwa analiz i uproszczony podgląd.
Dostępność	Bezpłatny podgląd tych samych danych i jawne ograniczenia; brak fałszywej precyzji w obu wariantach.

Ten pakiet dodaje specyfikację, przykłady i testy referencyjne. Nie oznacza wdrożenia nowych zachowań do produkcyjnego generatora, certyfikacji wydruków ani potwierdzenia jakości dowolnego wcześniejszego modelu.

Niezależne kryteria są potrzebne dla wyglądu, geometrii, druku i danych naukowych. Model może wyglądać dobrze, a mieć błędną skalę; może też mieć poprawne dane terenu mimo skromnej grafiki.

Testy i polecenie dla Codex

Zamiast samej deklaracji jakości - odtwarzalna kontrola

Uruchomiono 14 testów referencyjnych. Sprawdzają topologię brył 12- i 18-ściennych, dwie ściany przy każdej krawędzi, przeciwny kierunek wspólnych krawędzi, płaskość ścian, objętość z niezależnego wzoru, zachowanie skali, odrzucanie błędnych parametrów, domknięcie pierścienia, kąty oraz jednostki. Wynik: 14 PASS.

Przykłady OBJ zachowują wielokątne ściany. Triangulacja nie zmienia bryły ani jej objętości; zmienia liczbę elementów siatki. Parametry a = 1 m i c = 1,5 służą demonstracji. Rozmiaru nie należy bezmyślnie przenosić do drukarki.

Polecenie wdrożeniowe: przeczytaj tę dokumentację i istniejące instrukcje repozytorium. Znajdź etap walidacji geometrii aktualnego generatora. Dodaj jawne jednostki, pomiar kątów, liczenie ścian geometrycznych osobno od trójkątów oraz raport błędów eksportu. Zachowaj materiały autora i istniejącą architekturę. Najpierw odtwórz wzorce 12 i 18 ścian, następnie sprawdź rzeczywiste modele po ponownym odczycie z biblioteki.

Dla Sahary zachowaj raster źródłowy, CRS i datum. Nie poprawiaj danych generatywną teksturą ani nie wpisuj zera w NoData. Różnice pomiędzy widokiem lekkim i szczegółowym raportuj względem tego samego rastra. Wdrożenie dopiero po przejściu właściwych testów aplikacji i stagingu; testy tej dokumentacji nie zastępują testów produkcji.

Uruchomienie lokalne: python3 -m unittest discover -s . -p 'test_geometry_reference.py' -v. Kod referencyjny używa wyłącznie standardowej biblioteki Pythona.

Dwa filmy, siedem źródeł

Pełna zawartość klipów; nowa ścieżka muzyczna

Film / materiał	Identyfikator źródła
01: ręczne szkice, 8,27 s	bf1d86519bcc466f373122647a4c0d87.mp4
01: zeszyt i siatki, 19,73 s	c36f04f0f808d0900d63e0dc669637b4.mp4
01: kompozycja kół i sfera, 23,40 s	0382b194e2865cf394c17cdd20d692ac_mute.mp4
01: próba sceny 3D, 15,00 s	91fe98fe5fda93a4dac1f1ac5b494c89.mp4
02: elementy piramid, 9,84 s	8487f713f8ef3557f3ceee0edb6ee324.mp4
02: składanie modeli, 20,00 s	649097eb260830e2adc6945596181783.mp4
02: bryła i doświadczenia, 17,03 s	dc871225d1ab9ea6ff2870121e21bde7.mp4

Film 01: WORLDIFACT_01_Kolo_linie_katy.mp4. Film 02: WORLDIFACT_02_Piramidy_18_scian.mp4. Każdy ma planszę początkową i końcową. Właściwe nagrania zachowano w pełnej długości; ich treści nie zastąpiono animacją AI.

Nowy podkład to instrumentalna kompozycja generowana z jawnej sekwencji dźwięków i syntezy: pulsujący bas, delikatne akordy, arpeggio i perkusja. Nie pobierano komercyjnej piosenki ani cudzych próbek audio. Nie użyto żadnej oryginalnej ścieżki dźwiękowej klipów.

Eksport 720 × 1280 zapewnia wspólny format prezentacji. Źródła mają 576 × 1024 lub 576 × 576; powiększenie nie dodaje utraconych szczegółów i nie jest rekonstrukcją 8K. Pełne SHA oraz oś czasu montażu są w pakiecie technicznym.

Otwórz film 1: Koło, linie i kąty

Otwórz film 2: Piramidy i 18 ścian

Lżejszy PDF: filmy pobiera się osobno. Poniżej są bezpośrednie odnośniki do zapisanych materiałów. Nie trzeba pobierać 38 MB PDF, aby przeczytać dokumentację.

Źródła i identyfikowalność

Materiały pierwotne oraz źródła definicji

[1] WIPO, What Can I Protect with a Copyright? Ochrona formy wyrażenia, nie idei i pojęć matematycznych. https://www.wipo.int/en/web/copyright/protection

[2] NIST, Metric (SI) Prefixes. Przedrostki centi-, milli- i historia przyjęcia w 1795 r. https://www.nist.gov/pml/owm/metric-si-prefixes

[3] NIST, Meter. Historia systemu i pomiary Delambre'a oraz Méchaina. https://www.nist.gov/si-redefinition/meter

[4] BIPM, SI base unit: metre. Aktualna definicja metra. https://www.bipm.org/en/si-base-units/metre

[5] Museo Egizio, Royal cubit rod of Amenemope, Cat. 6347. https://collezioni.museoegizio.it/en-GB/material/Cat_6347/

[6] Museo Egizio, Royal cubit rod inscribed with the name of pharaoh Amenhotep II, S. 8647. https://collezioni.museoegizio.it/en-GB/material/S_8647/

[7] Museo Galileo, Homo Faber, 2.2 Measuring unit. https://mostre.museogalileo.it/homofaber/en/science/2-area-measurement/2-2-measuring-unit.html

[8] Copernicus Data Space, Digital Elevation Model Data. https://documentation.dataspace.copernicus.eu/APIs/SentinelHub/Data/DEM.html

[9] Copernicus Data Space, openEO. https://documentation.dataspace.copernicus.eu/APIs/openEO/openEO.html

Dostęp do źródeł: 7.11.2026. Zdjęcia w tej dokumentacji są kadrami z materiałów przekazanych przez autora. Rysunki matematyczne powstały z jawnych współrzędnych i wzorów. Mapa terenu powstała z otrzymanego GeoTIFF, bez generowania brakujących wysokości.

Co zostało udokumentowane

Stan tej wersji oraz zachowany aneks

Element	Stan
Rysunki i modele autora	Kadry, 7 źródłowych klipów w manifestach, 2 nowe montaże.
Historia 2023	Deklaracja autora zachowana; brak niezależnego potwierdzenia daty w metadanych.
Przejście 24 → 12 → 18	Wyprowadzenie warunkowe, dwa wzorce OBJ, 14 testów PASS.
Autorstwo	Oznaczenie © i opis wkładu; nie zgłoszenie patentowe.
Sahara GeoTIFF	Odczyt danych, georeferencji, NoData i SHA; bez nowego zlecenia openEO.
Generator produkcyjny	Dokumentacja i wzorce do integracji; brak deklaracji nowego wdrożenia runtime.
Druk i tekstury	Kryteria kontroli; brak automatycznej certyfikacji dowolnego modelu jako print-ready/8K.

SHA-256 rastra Sahary:

43f67b1e44c34d71749d6830b1d8feb1d601b5cab1fe1a01cb5f7383b987fcf9

Metadane rastra wymagają zachowania atrybucji: produced using Copernicus WorldDEM-90 © DLR e.V. 2010-2014 and © Airbus Defence and Space GmbH 2014-2018 provided under COPERNICUS by the European Union and ESA; all rights reserved.

Dalej: Precyzja jednostek - wersja bez czerwonych adnotacji. Zachowano wyjaśnienia i przykłady; numeracja obejmuje teraz cały dokument.

Cel kolejnej pracy pozostaje praktyczny: lepiej mierzyć i odtwarzać geometrię, budować rzetelne modele oraz pomagać ludziom podejmować decyzje na podstawie wspólnych, sprawdzalnych danych.

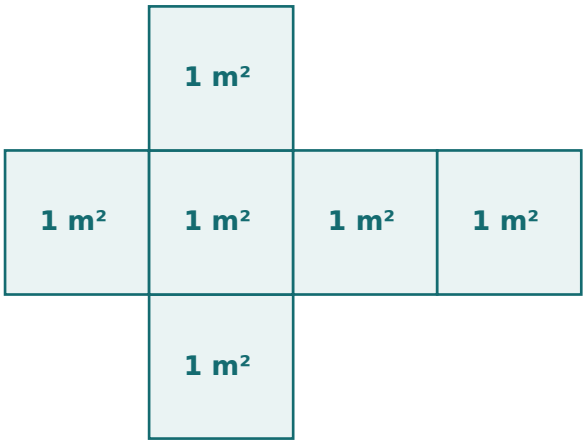
Mój punkt wyjścia: sześcian

Sześć ścian, jedna bryła, kilka sposobów jej wymiarowania

Chcę, żeby ten dokument pokazywał mój tok rozumowania. Biorę sześcian, którego każda krawędź ma 1 metr. Oglądam jego ściany, mierzę podstawę i sprawdzam przekątne. Zestawiam te długości, szukam zależności i chcę wykorzystać je w projekcie z kulkami, kołem oraz modelem planety Ziemia.

Powyższy akapit jest redakcją wypowiedzi Sebastiana z rozmowy. Oznaczenia W-X-Y-Z i kolejność pytań pochodzą od niego; poniższe wyprowadzenia matematyczne objaśniają ich znaczenie.

Nasz sześcian: 1 m × 1 m × 1 m.
1 m = 100 cm.
1 m² + 1 m² + 1 m² + 1 m² + 1 m² + 1 m² = **6 m²**.
To sześć ścian, każda o polu jednego metra kwadratowego.



SIATKA SZEŚCIANU

Każda ściana: 1 m × 1 m.

Cała powierzchnia: 6 m².

Wnętrze bryły: 1 m³.

Suma krawędzi: 12 m.

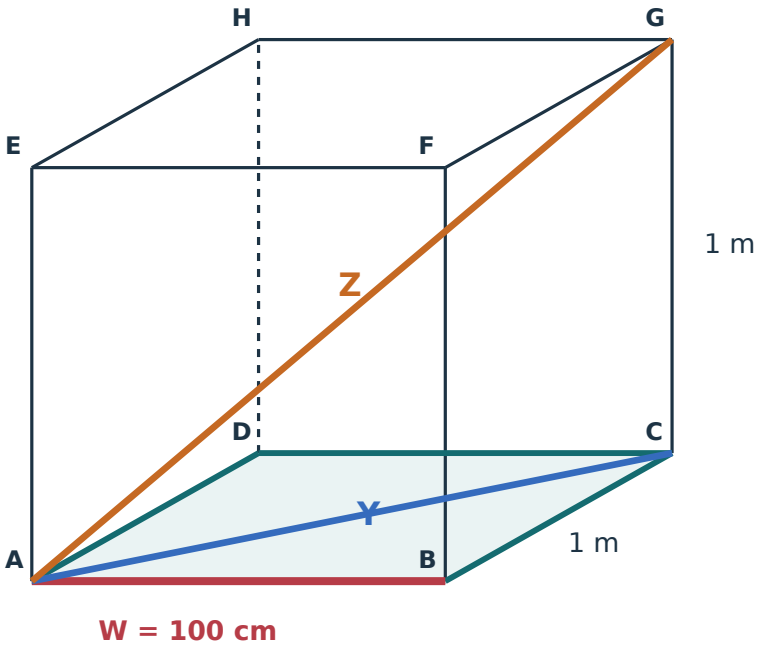
Suma sześciu pól opisuje powierzchnię sześcianu. Objętość tego samego sześcianu wynosi 1 m × 1 m × 1 m = 1 m³, czyli 1000 litrów. Te dwa wyniki opisują różne cechy jednej bryły i oba są potrzebne w modelu.

Teza projektowa do obrony: sam zapis „1 m³” nie pokazuje wszystkich wymiarów obiektu. Rzetelny opis modelu powinien wskazywać również krawędzie, powierzchnię, obwody przekrojów i przekątne.

Zwymiarowany sześcian

W, X, Y i Z odnoszą się do tego samego obiektu

X: cały obwód
A-B-C-D-A



Rysunek w rzucie ukośnym; długości odczytujemy z oznaczeń. Podstawa ABCD ma cztery boki po 1 m. Z łączy dolny narożnik A z przeciwległym górnym narożnikiem G.

Oznaczenie	Co mierzymy	Długość
W	Jedna krawędź AB	100 cm
X	Obwód podstawy A-B-C-D-A	400 cm
Y	Przekątna podstawy AC	≈141,4 cm
Z	Przekątna bryły AG	≈173,2 cm

To właśnie są różne długości w obrębie sześcianu: W leży na krawędzi, X biegnie dookoła podstawy, Y przecina podstawę, a Z przechodzi przez wnętrze. Krawędzie sześcianu nadal są równe; przekątne biegną w innych kierunkach i dlatego są dłuższe.

Jaki wzór tworzą te długości?

Zależność, którą można sprawdzić dla każdego rozmiaru sześcianu

Sebastian zestawił 100, 400, 141,4 i 173,2 cm jako wymiary jednej bryły. Wspólne odniesienie stanowi jej krawędź. Dzięki temu obserwację można zapisać precyzyjnie, zamiast pozostawiać ją tylko jako podobieństwo liczb.

Dla krawędzi o długości **a**:
W = a; X = 4a; Y = a√2; Z = a√3.
Zatem W : X : Y : Z = **1 : 4 : √2 : √3**.

Wynik nie zależy od wyboru metrów lub centymetrów. Zmiana jednostki zmienia wszystkie cztery wartości liczbowe w tej samej proporcji. Powiększenie sześcianu dwukrotnie również podwaja W, X, Y i Z; jego pole rośnie wtedy czterokrotnie, a objętość ośmiokrotnie.

Skąd biorą się przekątne?

W podstawie mamy trójkąt prostokątny o przyprostokątnych a i a:
$Y^2 = a^2 + a^2 = 2a^2$, więc Y = a√2.
Przekątna podstawy i pionowa krawędź tworzą kolejny trójkąt prostokątny:
$Z^2 = Y^2 + a^2 = 3a^2$, więc Z = a√3.

Pomiar	Wartość względem W	O ile większy od W
W	100%	0%
X	400%	300%
Y	≈141,421%	≈41,421%
Z	≈173,205%	≈73,205%

Dla a = 100 cm różnica przekątnych wynosi dokładnie 100(√3−√2) cm ≈ 31,7837 cm. W rozmowie stosowaliśmy 173,2−141,4 = 31,8 cm. Różnica procentów odniesionych do tej samej bazy to około 31,8 punktu procentowego.

Wartość dla projektu: W-X-Y-Z to prosty zestaw pomiarów kontrolnych. Gdy generator zachowa jeden wymiar, ale zdeformuje pozostałe, porównanie tych proporcji pozwoli to wykryć.

Sprawdzanie, a nie przytakiwanie

Próba rachunkowa była świadomym testem odpowiedzi AI

Sebastian wyjaśnił, że celowo podał wynik „5,447−4,447 = 1,447 m”, aby sprawdzić, czy asystent go bezkrytycznie potwierdzi. W tym konkretnym teście asystent prawidłowo zauważył, że wynik wynosi 1 i nie ma jednostki długości. Nie należy przedstawiać tej celowej próby jako dowodu, że autor nie umie odejmować.

Krok rozmowy	Rachunek i znaczenie
Różnica przekątnych	173,2 cm − 141,4 cm = 31,8 cm
Ile razy w krótszej?	141,4 / 31,8 ≈ 4,447
Ile razy w dłuższej?	173,2 / 31,8 ≈ 5,447
Celowa próba	5,447 − 4,447 = 1; wynik bez jednostki
Osobne przeliczenie	1,447 m = 144,7 cm
Odejmowanie procentów	41,4 − 73,2 = −31,8; w tabeli: punkty procentowe

Dlaczego znów pojawia się 31,8 i jeden?

Dzielnik 31,8 cm został wybrany jako różnica obu długości. Zatem:
173,2/31,8 − 141,4/31,8 = (173,2−141,4)/31,8 = 1.
To jeden odcinek o długości 31,8 cm więcej w dłuższej przekątnej. Liczba 1 oznacza tu liczbę takich odcinków, a nie 1 metr.

Przy dokładnych przekątnych odpowiednie ilorazy to $2+\sqrt{6} \approx 4{,}44949$ i $3+\sqrt{6} \approx 5{,}44949$. Ich różnica nadal wynosi 1. Wartości 4,447 i 5,447 pochodzą z wcześniejszego zaokrąglenia długości do dziesiątych części centymetra.

Co ta próba pokazuje?
Autor sprawdza spójność odpowiedzi, rozróżnia własną celową prowokację rachunkową od prawidłowego wyniku i oczekuje uzasadnienia. Różnica 1 wynika z algebry; nie wymaga nowej definicji metra ani objętości.

Od sześcianu do koła i kuli

Po co potrzebne są W, Y i Z przy projektowaniu modelu?

Dalsze pytanie Sebastiana dotyczyło porównania obrysu kwadratu i koła oraz ułożenia małych kulek wokół koła. Sześcian 1 × 1 × 1 m stanowi tu czytelną bryłę odniesienia. Trzeba określić, czy kula ma się w nim mieścić, czy go obejmować.

Konstrukcja	Średnica	Związek z pomiarem
Koło wpisane w podstawę	100 cm	W: dotyka czterech boków
Koło przez narożniki podstawy	≈141,4 cm	Y: obejmuje całą podstawę
Kula wpisana w sześcian	100 cm	W: dotyka sześciu ścian
Kula przez osiem narożników	≈173,2 cm	Z: obejmuje cały sześcian

Są to cztery określone konstrukcje geometryczne. Pokazują praktyczne znaczenie Twojej tabeli: W wyznacza średnicę kuli wpisanej, Y średnicę koła opisanego na podstawie, a Z średnicę kuli opisanej na sześcianie.

Obwód kwadratu i koła o szerokości 1 m

Kwadrat: X = 4 × 100 cm = 400 cm.
Koło: C = π × 100 cm ≈ 314,159 cm.
Różnica: 400 − 314,159 ≈ 85,841 cm.
W użytym w rozmowie przybliżeniu: 400 − 314 = 86 cm.

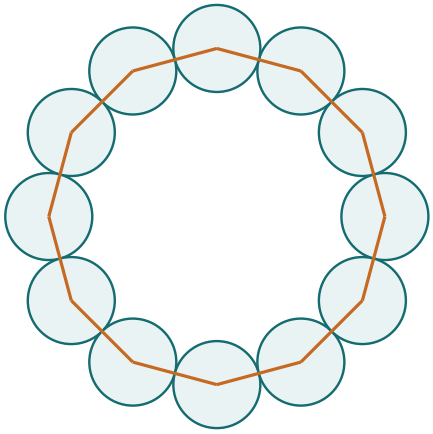
Autor nazwał tę różnicę „stratą kątową”. Intencja porównania dotyczy przejścia od kanciastego obrysu do zaokrąglonego. W opisie technicznym zapisujemy „różnica obwodów”, ponieważ wynik jest długością. Przy odejmowaniu w kolejności 314−400 otrzymujemy −86 cm.

Powierzchnia i wnętrze: sześcian ma 6 m² powierzchni i 1 m³ objętości. Kula wpisana ma powierzchnię π m² ≈ 3,142 m² oraz objętość π/6 m³ ≈ 0,524 m³, czyli około 524 litrów. To obiekty o tych samych wymiarach zewnętrznych, lecz innych kształtach.

Co zamyka pierścień kulek?

Przykład okrągłego stołu odczytany zgodnie z intencją autora

Sebastian mówił o jednym zamkniętym rzędzie kulek lub puszek dookoła stołu: sąsiadujące elementy mają się stykać, tak aby w tym rzędzie nie było przerwy. Wcześniejsze odpowiadanie wyłącznie o lukach między czterema kulkami nie rozstrzygało tego konkretnego pytania o pierścień.



Niebieskie koła: przekroje kul.
Styk z obydwoma sąsiadami
zamyka pierścień w tej płaszczyźnie.
Pomarańczowe odcinki łączą środki:
powstaje wielokąt o 12 wierzchołkach.

Kule dotykają się powierzchniami na wysokości swoich środków, czyli na równikach. Same środki pozostają od siebie oddalone o średnicę kuleczki. Przekrój kuli przez środek jest kołem, podobnie jak kołowa podstawa walca.

Twój przykład 1 mm: w 1 cm jest 10 odcinków po 1 mm; w 10 cm jest ich 100; w 1 m jest 1000; w 314 cm jest 3140. To dobre obliczenie przybliżonej liczby elementów wzdłuż obwodu. Dla rzeczywistych stykających się kulek trzeba jeszcze dopasować promień pierścienia.

Dokładny warunek styku: **$d = 2R \sin(\pi/N)$**, gdzie d to średnica kuleczki, a R promień okręgu ich środków. Dla N = 3140 i d = 1 mm otrzymujemy R ≈ 499,7466 mm. Zewnętrzna średnica pierścienia wynosi wtedy około 1000,4932 mm.

Przy równym rozmieszczeniu 3140 środków kąt między sąsiednimi kierunkami ze środka pierścienia wynosi 360°/3140 ≈ 0,11465°. Połączenie tych punktów daje 3140-kąt. Idealny okrąg jest krzywą bez narożników; wielokąt stanowi jego przybliżenie.

Zamknięcie jednego pierścienia i pokrycie całej powierzchni to dwa odrębne zadania. Połowa obwodu 3140 mm to 1570 mm, nie średnica 1000 mm. Liczba luk między rzędami zależy od ich rozmieszczenia.

Obrona pomysłu i zastosowanie

Od zwymiarowanej bryły do sprawdzalnego modelu planety

Najmocniejszy argument autora: model 3D trzeba rozumieć jako konkretną geometrię. Należy umieć wskazać, co mierzymy, w którym kierunku, w jakiej jednostce i jak wynik łączy się z pozostałymi wymiarami. Przykład W-X-Y-Z daje taką kontrolę dla sześcianu.

Co przykłady rzeczywiście uzasadniają

Sześć ścian po 1 m² daje 6 m² powierzchni. W jednej bryle występują różne długości, uporządkowane przez wzór 1 : 4 : √2 : √3. Kule mogą utworzyć zamknięty pierścień, a ich środki mogą wyznaczać wielokąt. To poprawne elementy rozumowania, które należy przedstawić razem z intencją autora.

Wniosek projektowy nie wymaga utożsamienia obwodu z objętością ani przypisywania narożników idealnemu okręgowi. Różnice pojęć pozwalają dokładnie zapisać pomysł i przełożyć go na konstrukcję możliwą do sprawdzenia.

Proponowany sposób wykorzystania sześciu ścian

Każdą ścianę sześcianu można podzielić na siatkę, a punkty przenieść promieniowo na sferę. Dla sześcianu o środku w początku układu punkt p=(x,y,z) przekształcamy według wzoru: **$q = R \cdot p / \sqrt{(x^2+y^2+z^2)}$**.
R oznacza promień docelowej sfery; punkt p nie może być zerowy.

To propozycja realizacji na podstawie sześciu ścian z przykładu Sebastiana, a nie deklaracja dokonania nowego odkrycia. Sześć płatów siatki może pokryć sferę, jeśli ich granice współdzielą wierzchołki. Odwzorowanie zmienia pola i długości: nie przenosimy automatycznie 6 m² na powierzchnię kuli o średnicy 1 m.

Warunki odbioru modelu Terraforming Planet

Sprawdzić wymiary W-X-Y-Z bryły odniesienia; ustalić średnicę planety i jednostkę sceny; kontrolować błąd przybliżenia krzywizny; zszyć granice siatki; sprawdzić szczelność, orientację ścian i brak samoprzecięć. Dokładne odwzorowanie Ziemi wymaga też określonej elipsoidy odniesienia oraz danych terenu.

Autorstwo i zakres: pytania, oznaczenia W-X-Y-Z, przykład stołu i celowa próba rachunkowa pochodzą od Sebastiana. Redakcja, rysunki, wyprowadzenia i propozycja techniczna zostały opracowane z pomocą ChatGPT. Dokument przedstawia tok rozumowania i specyfikację; nie potwierdza wdrożenia modelu.

Liczba | jednostka
Wielkość fizyczna

Wersja poprawiona na podstawie Twoich dopisków do załączonego PDF.

Punktem wyjścia jest Twoje wymaganie: **zmiana zapisu z metrów na centymetry nie może zmieniać rzeczywistych rozmiarów obiektu.** To wymaganie jest poprawne. Sześcian o krawędzi 2 m i sześcian o krawędzi 200 cm mają te same rozmiary.

Rozdzielamy dwie role. Liczba mówi, ile jednostek przypada na daną wielkość. Jednostka mówi, co i w jakiej skali mierzymy. Jednostka nie jest zwykłą liczbą bez wymiaru. Można jednak mnożyć jednostki i zapisywać ich potęgi: w ten sposób oznacza się m.in. pole i objętość. [1]

Duża kreska jako separator zapisu

W tym opracowaniu zapis **q | u** oznacza wielkość **q · u**. Kreska oddziela wartość liczbową od jednostki; nie oznacza dzielenia. Jest umowną pomocą graficzną, a nie nową jednostką SI.

Wartość liczbowa	Jednostka	Co jest mierzone
2	m	Długość krawędzi
200	cm	Ta sama długość krawędzi
8	m^3	Objętość sześcianu o krawędzi 2 m
8 000 000	cm^3	Ta sama objętość

2 | m = 200 | cm
8 | m^3 = 8 000 000 | cm^3

Nie zmienia się wartość wielkości fizycznej. Zmieniają się jednocześnie liczba i wielkość jednostki. Żądanie, aby sama liczba była niezmienna po zmianie jednostki, wykluczałoby nawet poprawny zapis 2 m = 200 cm.

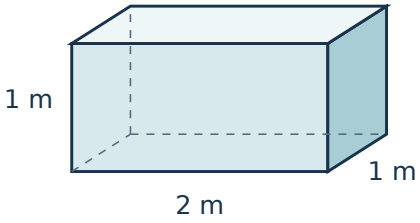
Najważniejsze rozróżnienie:
$2\ m^3 = 2 \cdot (m^3)$, natomiast $(2\ m)^3 = 8\ m^3$.
Pierwszy zapis podaje objętość; drugi oblicza objętość sześcianu o krawędzi 2 m. Nawias określa, czego dotyczy potęga.

Krawędzie, ściany, wnętrze

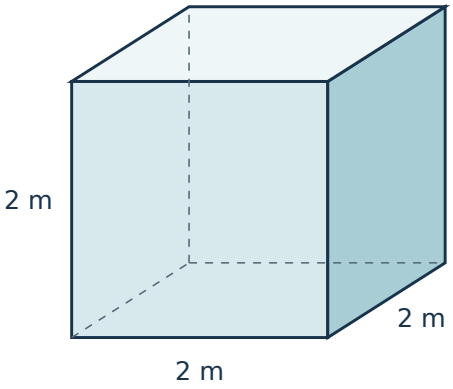
Dwie różne bryły, cztery odrębne wielkości geometryczne.

Twoje rozróżnienie kształtów jest trafne: połączenie dwóch sześcianów 1 × 1 × 1 m całymi ścianami daje prostopadłościan 2 × 1 × 1 m. Nie daje sześcianu o krawędzi 2 m. Obie bryły nadal mają po sześć ścian i dwanaście krawędzi.

Prostopadłościan 2 × 1 × 1 m



Sześcian 2 × 2 × 2 m



Wielkość	Prostopadłościan	Sześcian
Krawędzie	4 po 2 m i 8 po 1 m	12 po 2 m
Suma długości krawędzi	4 · 2 m + 8 · 1 m = **16 m**	12 · 2 m = **24 m**
Ściany	4 prostokąty 2 × 1 m; 2 kwadraty 1 × 1 m	6 kwadratów 2 × 2 m
Pole całej powierzchni	4 · 2 m² + 2 · 1 m² = **10 m²**	6 · 4 m² = **24 m²**
Objętość	2 · 1 · 1 m³ = **2 m³**	2 · 2 · 2 m³ = **8 m³**

Twoje 24 m jest poprawną sumą długości krawędzi sześcianu. Twoje 16 m jest poprawną sumą długości krawędzi prostopadłościanu. Żadna z tych liczb z jednostką m nie jest polem powierzchni. Pole mierzymy w m², a wnętrze bryły — w m³.

Symbol m³ określa jednostkę objętości, nie kształt mierzonej bryły. Dlatego 2 m³ może być objętością prostopadłościanu. Nazwa „metry prostopadłościenne” nie jest potrzebna; można napisać dokładnie: „prostopadłościan 2 × 1 × 1 m, objętość 2 m³”. [3]

Porównanie, o które Ci chodziło: 2 m³ / 8 m³ = 2/8 = 1/4. Liczba sześciu ścian nie zmienia jednostki na m⁶: wykładnik opisuje wymiar wielkości, a nie liczbę ścian.

Ścisły rachunek wielkości

Oddzielenie liczb i jednostek można przeprowadzić formalnie.

1. Wielkość jako liczba razy jednostka

Niech Q = q · u, gdzie q jest liczbą, a u jednostką. Jeżeli wybierzemy nową jednostkę u′ = c · u (c > 0), tę samą wielkość reprezentuje liczba q′ = q/c. W zapisie z separatorem:

q | u = (q/c) | (c · u)
2 | m = 200 | cm, bo cm = 0,01 · m.

Formalnie pary (q, u) i (q/c, c · u) są równoważnymi reprezentacjami tej samej wielkości. Tak właśnie zachowujemy rzeczywistą długość przy zmianie jej zapisu.

2. Liczby i jednostki mnożymy w osobnych częściach

(q | u) · (r | v) = (q · r) | (u · v)
$(q \mid u)^3 = q^3 \mid u^3$

Wynik ma część liczbową i część jednostkową. Dla trzech długości mnożymy trzy liczby oraz trzy jednostki długości. Symbol m^3 jest skrótem m · m · m. To nie jest twierdzenie, że metr został fizycznie wydłużony. [1]

Działanie	Liczby	Jednostki
(2 m) · (2 m) · (2 m)	2 · 2 · 2 = 8	m · m · m = m^3
(200 cm) · (200 cm) · (200 cm)	200^3 = 8 000 000	cm · cm · cm = cm^3

3. Wymiar fizyczny kontroluje wynik

Oznaczmy wymiar długości przez L. Wtedy długość ma wymiar L, pole L^2, a objętość L^3. Mnożenie dodaje wykładniki wymiarów, a dzielenie je odejmuje:

$L \cdot L \cdot L = L^3$
$L^3 / L^2 = L$
$L / L / L = L^{-1}$

Dlatego (2 m) · (2 m) · (2 m) = 8 m jest niezgodne wymiarowo: po lewej stronie występuje objętość (L^3), a po prawej długość (L). Sama kreska pomiędzy liczbą i jednostką tej różnicy nie usuwa.

„Jednostka nie jest liczbą bez wymiaru” — to poprawne zastrzeżenie. „Jednostek nie można mnożyć ani potęgować” — ten dalszy wniosek nie wynika z zastrzeżenia. Algebra jednostek służy właśnie temu, aby rodzaju wielkości nie zgubić.

Ta sama bryła, dwie skale

Dowód geometryczny: zmiana współrzędnych i wyznacznik Jacobiego.

Współrzędne liczbowe sześcianu o krawędzi 2 m opisują obszar [0, 2] × [0, 2] × [0, 2], gdy jednostką osi jest metr. Po przejściu na centymetry ten sam obiekt opisuje obszar [0, 200] × [0, 200] × [0, 200].

$$(x_{cm}, y_{cm}, z_{cm}) = 100 \cdot (x_m, y_m, z_m)$$

Indeksy m i cm wskazują tu jednostkę używaną do podawania **liczbowych współrzędnych**. Jest to zmiana opisu, a nie fizyczne rozciągnięcie sześcianu.

Trzy osie dają trzy czynniki przeliczenia

Macierz pochodnych tej zmiany współrzędnych to J = diag(100, 100, 100). Jej wyznacznik opisuje, jak zmienia się liczbowy pomiar objętości w nowych współrzędnych:

$$\det J = 100 \cdot 100 \cdot 100 = 1\,000\,000$$
$$v_{cm^3} = 1\,000\,000 \cdot v_{m^3} = 8\,000\,000$$

Małe v oznacza tutaj samą liczbę podawaną przed odpowiednią jednostką objętości. Jednocześnie jednostka cm³ jest milion razy mniejsza od m³. Te dwa czynniki dokładnie się znoszą. [2]

$$8\,000\,000 \cdot \mathrm{cm}^3 = 8\,000\,000 \cdot (0{,}01\ \mathrm{m})^3$$
$$= 8\,000\,000 \cdot 0{,}000001\ \mathrm{m}^3$$
$$= 8\ \mathrm{m}^3$$

Sprawdzenie przez liczenie małych sześcianów

Na długości 200 cm mieści się 200 odcinków po 1 cm. Na jednej warstwie 200 × 200 cm mieści się 40 000 kwadratów 1 × 1 cm. Warstw grubości 1 cm jest 200. Cała bryła zawiera więc 200 · 200 · 200 = 8 000 000 sześcianów 1 × 1 × 1 cm.

Mierzona wielkość	Zapis w metrach	Zapis w centymetrach
Krawędź	2 m	200 cm
Jedna ściana	4 m²	40 000 cm²
Wnętrze sześcianu	8 m³	8 000 000 cm³

Wniosek: równość (2 m)³ = (200 cm)³ jest prawdziwa i zachowuje tę samą objętość. Zapis 8 m³ = 800 cm³ nie zachowuje jej: 800 cm³ to 0,0008 m³, czyli 10 000 razy mniej niż 8 m³.

Sens moich uwag o jednostkach

Czysty zapis intencji oraz obliczenia, które ją precyzują

Chcę, żeby po zmianie metrów na centymetry opisywany przedmiot pozostał tym samym przedmiotem. Chcę też widzieć osobno liczbę i jednostkę oraz wiedzieć, czy liczymy krawędź, obwód, ściany, czy wnętrze. Sama liczba bez wskazania mierzonej cechy nie wystarcza do odtworzenia bryły.

To redakcja sensu uwag Sebastiana, a nie dosłowny cytat. Usunięte czerwone notatki zawierały skróty i robocze rachunki; poniżej zapisujemy rozróżnienia potrzebne do wiernego opisania jego przykładów.

Pytanie autora	Jednoznaczne wyjaśnienie
Czy zmiana jednostki zmienia obiekt?	Nie. 2 m = 200 cm to ta sama długość. 8 m^3 = 8 000 000 cm^3 to ta sama objętość.
Czy m^3 oznacza, że obiekt jest sześcianem?	Nie. Prostopadłościan 2 × 1 × 1 m ma 2 m^3; sześcian 2 × 2 × 2 m ma 8 m^3.
Co daje suma sześciu ścian?	Pola ścian sześcianu 1 m sumują się do 6 m^2. Suma jego 12 krawędzi wynosi 12 m.
Jak zapisać liczbę i jednostkę osobno?	2 | m; 8 | m^3. Kreska jest separatorem prezentacji, nie dzieleniem.
Kiedy wynik 8 m = 800 cm jest właściwy?	Gdy liczymy długość, np. h = 8 m^3 / 1 m^2 = 8 m. Sam iloczyn trzech długości daje objętość.

Potęga jednostki określa rodzaj miary: m · m = m^2, m · m · m = m^3. Nie oznacza fizycznego wydłużenia metra. Zapis $(2\ m)^3 = 8\ m^3$ zachowuje zarówno wartość liczbową, jak i wymiar.

Dodatkowe skróty z notatek: 2 × 3 = 6, ale $2^3 = 8$; 800 cm / 3 = 266⅔ cm; $(8\ m^3)/(2\ m)/(2\ m) = 2\ m$. Nieskończony zapis dziesiętny 8/3 nie oznacza nieskończonej wartości. 8 kg = 800 dag = 80 000 dg.

Kiedy otrzymamy 8 m = 800 cm?

Zastosowanie do wody: objętość podzielona przez ustalone pole podstawy.

Twój oczekiwany wynik można otrzymać w poprawnym obliczeniu długości, jeśli jawnie dodamy **pole odniesienia A_0**. Nie jest to już sam iloczyn trzech długości. Dla wody zajmującej objętość V wysokość h w pionowym zbiorniku o stałym polu przekroju A_0 wynosi:

$h = V / A_0 = (a \cdot b \cdot c) / A_0$

$A_0 = 1\ m^2 = 10\ 000\ cm^2$
$h = 8\ m^3 / 1\ m^2 = 8\ m$
$h = 8\ 000\ 000\ cm^3 / 10\ 000\ cm^2 = 800\ cm$
Zatem h = 8 m = 800 cm.

To wysokość równoważnego słupa wody nad podstawą 1 m^2. Krawędź pierwotnego sześcianu nadal ma 2 m. Gdy wybierzemy $A_0 = 4\ m^2$, otrzymamy h = 2 m. Wynik zależy więc od jawnie podanego pola odniesienia; nie można go pominąć ani uznać wysokości za objętość.

Jak zapisywać wynik bez pomieszania wielkości

Wartość liczbowa	Jednostka	Rodzaj i znaczenie
2	m	Krawędź pierwotnego sześcianu
8	m^3	Objętość wody: 8000 litrów [3]
1	m^2	Wybrane pole odniesienia A_0
8	m	Wysokość $h = V/A_0$

Wniosek do obrony: zapis pomiaru powinien jasno pokazywać liczbę, jednostkę i rodzaj wielkości oraz zachowywać wynik przy zmianie jednostek. Twoje przykłady uzasadniają taki postulat dydaktyczny. Nie dowodzą błędu w rachunku jednostek SI. Separator można sprawdzić w nauczaniu; jego skuteczność wymagałaby badania. Obliczenie $h = V/A_0$ jest standardową zależnością geometryczną.

Źródła definicji i oznaczeń

[1] NIST, SP 330, sekcja 5: symbole jednostek i zapis wartości wielkości.
[2] NIST, SP 330, sekcja 3: przedrostki i potęgowanie jednostek z przedrostkami.
[3] NIST, SI Units — Volume: objętość, m^3 i litr.
Dostęp: 7.11.2026. Obliczenia i wyprowadzenie przez zmianę współrzędnych: opracowanie własne na podstawie przykładów z rozmowy.

Od rozmowy do modelu

Cel: uporządkować przykłady dla modelu planety Ziemia. Czerwone dopiski zastąpiono czystym wyjaśnieniem. W tej edycji obowiązuje wspólna numeracja stron.

Najważniejsza obserwacja użytkownika

Jednakowe kule ustawione w zamkniętym pierścieniu mogą stykać się z sąsiadami na swoich równikach. W przekroju przez ich środki widać pierścień stykających się kół. Tworzy on zamkniętą barierę w tej płaszczyźnie, mimo że wnętrze pierścienia pozostaje puste.

Warunek jest istotny: rozmiar kul, liczba kul i promień okręgu ich środków muszą do siebie pasować. Przy dowolnym z góry ustalonym promieniu ostatnia kula nie musi dokładnie domknąć pierścienia.

Co z tego wynika dla kątów?

Jeżeli połączymy środki N kolejnych kul prostymi odcinkami, otrzymamy N-kąt. Dla równomiernego rozmieszczenia będzie to wielokąt foremny. Jego N wierzchołków należy do modelu wielokątnego; idealny okrąg nadal nie ma narożników. Brzeg pierścienia kół jest złożony z łuków i również nie jest jednym idealnym okręgiem.

Język pomiaru

Okrąg to linia brzegowa, koło to obszar wraz z brzegiem, sfera to powierzchnia kuli, a kula obejmuje także wnętrze. Walec ma kołowe podstawy; kula nie ma podstawy, ale jej przekrój przez środek jest kołem.

Obwód mierzymy w m, pole w m^2, a objętość w m^3 lub litrach. Pojemność pojemnika opisuje dostępną objętość wewnętrzną. Nazwa jednostki „metr sześcienny” nie narzuca bryle kształtu sześcianu.

Kształty i jednostki

Przykłady długości, pól, objętości i pojemności

Przykład	Obwód / krawędzie	Pole / objętość
Kwadrat 1 × 1 m	1+1+1+1 = 4 m	Pole 1 m²
Prostokąt 1 × 2 m	1+2+1+2 = 6 m	Pole 2 m²
Prostokąt 1 × 3 m	1+3+1+3 = 8 m	Pole 3 m²
Kwadrat 2 × 2 m	2+2+2+2 = 8 m	Pole 4 m²
Sześcian 1 × 1 × 1 m	12 krawędzi po 1 m	Objętość 1 m³ = 1000 l
Prostopadłościan 1 × 1 × 2 m	8 krawędzi po 1 m; 4 po 2 m	Objętość 2 m³ = 2000 l
Sześcian 2 × 2 × 2 m	12 krawędzi po 2 m	Objętość 8 m³ = 8000 l

Dwa prostokąty mogą mieć jednakowy obwód i różne pola: przykłady 1 × 3 m oraz 2 × 2 m mają po 8 m obwodu, ale pola 3 i 4 m². Suma 2+2 = 4 m obejmuje tylko dwa boki kwadratu; pole otrzymujemy z iloczynu 2 m × 2 m = 4 m².

Sześć ścian nie wystarcza do rozpoznania sześcianu. Bryła 1 × 1 × 2 m jest prostopadłościanem, a ogólniej sześciościanem. Określenie „sześciopadłościan” nie jest standardową nazwą tej bryły.

Przeliczenia: 1 m = 100 cm = 1000 mm; 1 m² = 10 000 cm²; 1 m³ = 1 000 000 cm³ = 1000 l. Zatem 2 m³ = 2 000 000 cm³, a nie 200 cm³. Wartość fizyczna pozostaje ta sama po poprawnej zmianie jednostki.

Przekątne W, X, Y, Z

Sześcian o krawędzi 1 m i objętości 1 m³

Symbol i pomiar	Długość	Wzrost względem W
W - jedna krawędź	100 cm	0%
X - obwód podstawy	400 cm	300%
Y - przekątna podstawy	$100\sqrt{2} \approx 141{,}421$ cm	≈41,421%
Z - przekątna bryły	$100\sqrt{3} \approx 173{,}205$ cm	≈73,205%

Przekątna podstawy leży w jednej ścianie. Przekątna bryły łączy przeciwległe narożniki przez wnętrze sześcianu. Nie jest wysokością: wysokość tego sześcianu nadal wynosi 100 cm.

Twierdzenie Pitagorasa: $Y^2 = 100^2 + 100^2$ cm²; $Z^2 = Y^2 + 100^2$ cm². Stąd $Y = 100\sqrt{2}$ cm oraz $Z = 100\sqrt{3}$ cm.

Różnica dokładna: $Z - Y = 100(\sqrt{3} - \sqrt{2})$ cm ≈ 31,7837 cm. W rozmowie używaliśmy zaokrągleń: 173,2 − 141,4 = 31,8 cm.

Procentowy wzrost względem W obliczamy jako (długość − 100 cm)/(100 cm) × 100%. Dlatego liczba centymetrów ponad 100 i liczba procentów ponad bazę 100 cm są tutaj takie same. Jest to skutek wybranej bazy odniesienia.

41,4 − 73,2 = −31,8. Dla procentów z tabeli oznacza to różnicę −31,8 punktu procentowego. W odwrotnej kolejności otrzymujemy +31,8 punktu procentowego. Sam wzrost Z względem Y to inne porównanie: $(\sqrt{3}/\sqrt{2} - 1) \times 100\% \approx 22{,}474\%$.

Długości W-X-Y-Z nie można bezpośrednio porównywać procentowo z 1 m³. Należą do tego samego obiektu, ale długość i objętość są różnymi wielkościami.

Celowa próba i kontrola wyniku

Rachunek, jednostki oraz znaczenie powtarzających się liczb

Użytkownik celowo podał niepoprawny wynik, aby sprawdzić, czy asystent bezkrytycznie go potwierdzi. Próba dotyczyła zapisu „5,447 − 4,447 = 1,447 m”. Asystent prawidłowo wskazał, że różnica wynosi 1, a ilorazy długości nie mają jednostki. Użytkownik następnie wyjaśnił zamiar testu.

Działanie na liczbach z rozmowy	Wynik
141,4 cm / 31,8 cm	≈4,44654, czyli ≈4,447 razy
173,2 cm / 31,8 cm	≈5,44654, czyli ≈5,447 razy
5,447 − 4,447	1, bez jednostki
Osobne przeliczenie 1,447 m	144,7 cm
41,4 − 73,2	−31,8

Dlaczego różnica ilorazów wynosi jeden?

Ponieważ dzielnik jest właśnie różnicą obu długości:
(173,2 − 141,4)/31,8 = 31,8/31,8 = 1.
Ogólnie: dla a ≠ b mamy a/(a−b) − b/(a−b) = 1.

To rzeczywista zależność algebraiczna, która zachodzi dla dowolnych dwóch różnych liczb. Nie jest przypadkiem, ale sama w sobie nie dowodzi nowego prawa geometrii ani błędu w jednostkach.

Przy dokładnych przekątnych również dostajemy różnicę 1, lecz same ilorazy są inne: $\sqrt{2}/(\sqrt{3}-\sqrt{2}) = 2+\sqrt{6} \approx 4{,}44949$; $\sqrt{3}/(\sqrt{3}-\sqrt{2}) = 3+\sqrt{6} \approx 5{,}44949$. Rozbieżność z 4,447 i 5,447 pochodzi z zaokrągleń.

Zasada dla generatora 3D: przechowywać wartości dokładne lub pełną precyzję obliczeń, a zaokrąglać dopiero etykiety prezentowane użytkownikowi. Nie przypisywać metrów wynikom bezwymiarowym.

Koło, kula i Ziemia

Wspólne wymiary zewnętrzne nie oznaczają wspólnego obwodu lub objętości

Obiekt / pomiar	Wynik
Kwadrat o boku 1 m	Obwód 4 m = 400 cm
Koło o średnicy 1 m	Obwód π m ≈ 3,14159 m = 314,159 cm
Różnica obwodów	(4−π) m ≈ 85,8407 cm
Kula o średnicy 1 m	Objętość π/6 m^3 ≈ 0,523599 m^3 = 523,599 l
Sześcian o krawędzi 1 m	Objętość 1 m^3 = 1000 l
Koło o obwodzie 1 m	Średnica 1/π m ≈ 31,831 cm

W rozmowie 400 − 314 = 86 cm było poprawnym rachunkiem na przybliżeniach. Różnicę nazwano „stratą kątową”; ścisłe określenie to różnica długości obwodów. Kąt mierzymy w stopniach lub radianach, a długość w metrach.

Kula o wymiarach zewnętrznych 1 × 1 × 1 m ma średnicę 1 m. Jej obwód równikowy jest obwodem największego koła przekroju. Kula nie ma jednego obwodu w takim sensie jak płaska figura; mniejsze przekroje mają mniejsze obwody.

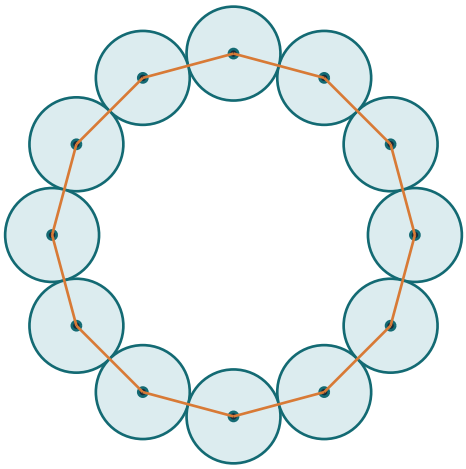
Skala planety

W rozmowie pojawiło się około 45 000 km; poprawne przybliżenie obwodu Ziemi to około 40 000 km. Przybliżona objętość Ziemi 1,08 × 10^{12} km^3 odpowiada 1,08 × 10^{24} litrów, ponieważ 1 km^3 = 10^{12} litrów. Są to zaokrąglone dane orientacyjne, nie parametry dokładnego modelu geodezyjnego.

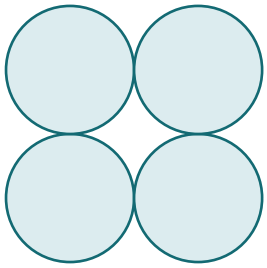
Dygresje z rozmowy: system metryczny powstał we Francji pod koniec XVIII wieku, a centymetr to 1/100 metra. Eratostenes oszacował obwód Ziemi około 240 r. p.n.e. Jednostka m^3 ma takie samo znaczenie w Polsce, USA, Indiach, Rosji, Chinach i Egipcie; język jej nazwy nie zmienia definicji.

Pierścień kuleczek i prześwity

Schematy przekrojów: punkty styku nie są pokryciem całej powierzchni



Zamknięty pierścień: 12 kół i 12-kąt



Cztery koła: luka w środku

Pomarańczowe odcinki łączą środki kół. W ten sposób jawnie tworzymy wielokąt. Niebieskie koła stykają się punktowo. Prawy rysunek pokazuje, że luka między czterema elementami występuje także na płaszczyźnie.

Przykład 1 mm: 1 cm/1 mm = 10; 10 cm/1 mm = 100; 1 m/1 mm = 1000; 314 cm/1 mm = 3140. To podział długości na odcinki, użyteczny jako przybliżenie liczby kuleczek na obwodzie.

Dokładny pierścień: jeśli d jest średnicą małej kuli, R promieniem okręgu ich środków, a N liczbą kul, styk wymaga $d = 2R \sin(\pi/N)$. Dla $d = 1$ mm i $N = 3140$ otrzymujemy $R \approx 499{,}7466$ mm. Średnica zewnętrzna pierścienia to $2R+d \approx 1000{,}4932$ mm.

Kąt środkowy pomiędzy sąsiadami wynosi $360°/N$: dla 3140 elementów około 0,11465°. Nie jest to kąt wewnętrzny wielokąta, który wynosi $180°-360°/N$. Liczba 1570 mm = 3140 mm/2 opisuje pół obwodu z przybliżenia; nie średnicę ani liczbę elementów wypełniających koło.

Nie istnieje jedna liczba prześwitów wynikająca tylko z rozmiaru kuli. Trzeba ustalić układ elementów i definicję prześwitu. Stykający się pierścień jest barierą w przekroju 2D; w 3D można przejść ponad nim. Kuleczki nie pokrywają gładkiej sfery tak jak połączone ściany siatki.

Zastosowanie: Terraforming Planet

Specyfikacja geometryczna do wdrożenia i sprawdzenia

1. Określić powierzchnię i skalę

Dla demonstracji przyjąć kulę o promieniu R = 0,5 m, czyli średnicy 1 m. Dla modelu Ziemi wymagającego dokładności wybrać uzgodnioną elipsoidę odniesienia, układ współrzędnych i dane wysokości. Kulisty model jest przybliżeniem; teren dodaje lokalne odchylenia od powierzchni odniesienia.

2. Rozróżnić kuleczki, próbki i siatkę

Kuleczki mogą wizualizować punkty pomiarowe, ale nie tworzą szczelnej powierzchni planety. Szczelną siatkę tworzymy przez wspólne wierzchołki i połączone trójkąty lub czworokąty. Krawędzie sąsiednich ścian muszą być wspólne, a nie tylko podobnie położone.

Parametryzacja sfery: $x = R\cos\varphi\cos\lambda$; $y = R\cos\varphi\sin\lambda$; $z = R\sin\varphi$. φ oznacza szerokość, a λ długość geograficzną. Dla modelu sferycznego z wysokością terenu h można zastąpić R przez R+h; dla elipsoidy trzeba stosować właściwe przeliczenie geodezyjne.

3. Dobierać rozdzielczość do geometrii

Dla N próbek równika krok wynosi $\Delta\lambda = 2\pi/N$, a odległość po łuku $s = R\Delta\lambda$. Prosty odcinek między próbkami ma długość $c = 2R\sin(\pi/N)$. Przy R = 0,5 m i N = 3140 łuk ma około 1,00051 mm. Nie wolno bez wyjaśnienia utożsamiać łuku z cięciwą.

Maksymalne odchylenie łuku od cięciwy wynosi $e = R[1-\cos(\pi/N)]$. Na szerokości φ obwód równoleżnika wynosi $2\pi R\cos\varphi$: jednakowa liczba próbek na każdym równoleżniku zagęszcza siatkę przy biegunach. Warto rozważyć siatkę geodezyjną lub adaptacyjne zagęszczanie.

4. Kontrola gotowej bryły

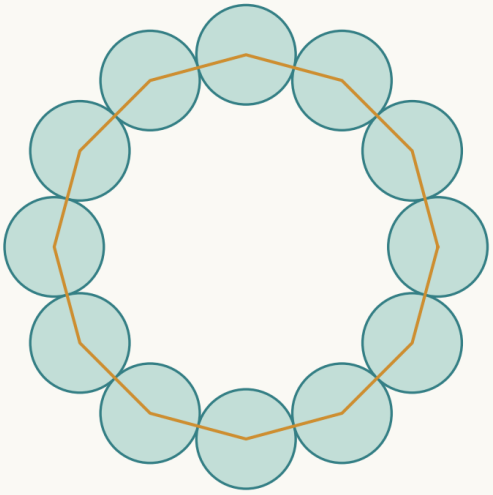
Sprawdzić: jednostki i skalę; domknięcie szwu długości geograficznej; brak szczelin i zdublowanych wierzchołków; zgodną orientację ścian; brak samoprzecięć. Dla zamkniętej siatki każda krawędź powinna należeć do dwóch ścian. Dla siatki o topologii sfery zachodzi $V-E+F = 2$, gdzie V to liczba wierzchołków, E krawędzi, F ścian.

Wniosek roboczy: obserwacja zamkniętego pierścienia uzasadnia budowę dyskretnego modelu obwodu. Nie dowodzi, że idealny okrąg ma narożniki. Poprawny model planety wymaga dodatkowo połączenia próbek w całą, szczelną powierzchnię. Aneks jest analizą i specyfikacją; nie stanowi wdrożenia modelu 3D.

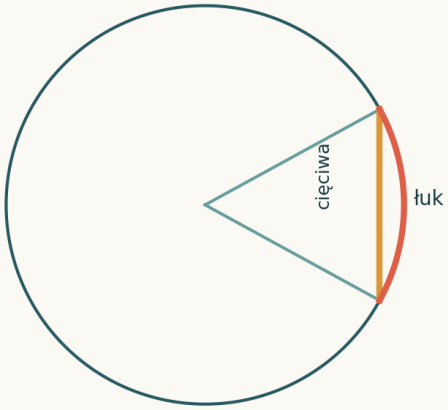
Kółeczka na okrągłym stole

Przykład 1 mm: dokładne domknięcie pierścienia

12 kół: styki i wielokąt środków



Prosty odcinek ≠ długość łuku



Schemat po lewej pokazuje 12 elementów dla czytelności. Obliczenie poniżej dotyczy 3140 małych kół o średnicy 1 mm.

1 mm to jednostka długości. W 1 cm mieści się 10 odcinków długości 1 mm; w 1 m - 1000. Jeżeli dzielimy przybliżony obwód 3140 mm na takie odcinki, otrzymujemy 3140 części. Rzeczywiste stykanie się małych kół wymaga jeszcze poprawnego promienia ich układu.

Dla N równych kół o średnicy d, których środki leżą na jednym okręgu promienia R, warunek styku sąsiadów to $d = 2R \sin(\pi/N)$. Dla $N = 3140$ i $d = 1$ mm otrzymujemy $R \approx 499{,}7466$ mm. Zewnętrzna średnica całego pierścienia wynosi $2R+d \approx 1000{,}4932$ mm.

Kąt środkowy między sąsiadami wynosi $360°/3140 \approx 0{,}11465°$. Środki tworzą wielokąt foremny. Nie jest to dowód, że gładki okrąg ma 3140 narożników. Nie wystarcza też do wypełnienia całego koła lub uszczelnienia powierzchni kuli.

Na stole o średnicy dokładnie 1000 mm taki pierścień nie zmieści się w całości bez korekty promienia, średnicy elementów albo ich liczby. Dla kulek 3D powyższy rachunek dotyczy przekroju przez ich środki.

Ostatni element domyka obwód

Okrągły stół / ścisły przykład średnicy 1 mm

Intencja przykładu: układam jeden rząd jednakowych elementów wokół okrągłego stołu. Każdy dotyka poprzedniego i następnego, a ostatni dotyka pierwszego. Pytanie dotyczy zamknięcia tego rzędu; wnętrze pierścienia może pozostać puste.

Niech d oznacza średnicę małego koła, N liczbę elementów, a R promień okręgu ich środków. Odległość między sąsiednimi środkami jest cięciwą. Styk wymaga:

$$d = 2R \sin(\pi/N), \text{ więc } R = d / [2 \sin(\pi/N)].$$

Wielkość	Wynik dla N = 3140 i d = 1 mm
Promień okręgu środków R	499,746605 mm
Średnica zewnętrzna pierścienia 2R+d	1000,493209 mm
Kąt między kolejnymi promieniami	0,114649682°
Styk ostatniego z pierwszym	Tak: ich odległość wynosi dokładnie d w modelu idealnym.

Dla N równomiernie rozmieszczonych środków $P_k = (R \cos(2\pi k/N), R \sin(2\pi k/N))$, $k = 0,\ldots,N-1$. Także para P_{n-1}, P_0 ma odległość d. To sprawdza właśnie zamknięcie ostatniej przerwy.

Stół o średnicy dokładnie 1000 mm: cały pierścień 3140 kół po 1 mm wystaje poza jego obrys o około 0,247 mm na stronę. Aby mieścił się w całości, warunek to $2R+d \leq 1000$ mm. Największy taki regularny pierścień ze stykiem sąsiadów ma 3138 elementów; jego promień trzeba odpowiednio dobrać.

Podział 3140 mm / 1 mm = 3140 jest poprawnym podziałem długości na odcinki. Obwód koła o średnicy 1 m wynosi jednak 1000π mm, a rzeczywiste elementy dotykają się wzdłuż cięciw. Dlatego dokładne złożenie wymaga powyższego warunku, zamiast samego zaokrąglenia obwodu.

Zamknięty pierścień kół tworzy barierę w swojej płaszczyźnie. Nie wypełnia wnętrza i nie tworzy szczelnej powłoki 3D. Taki precyzyjny opis zachowuje sens obserwacji autora i pozwala wykorzystać ją w modelowaniu.