Praktyczny Podręcznik Żelbetu, Fundamentowania i Geotechniki

Ostoja

Od rozpoznania gruntu do drogi sił w konstrukcji

Przykłady obliczeń • detale • udokumentowane przypadki



Prawa i zasady korzystania

Ostoja. Materiał edukacyjny do nauki interpretacji podłoża, mechanizmów pracy fundamentów oraz detali żelbetowych. Korzystaj zgodnie z warunkami otrzymanej licencji.

Przykłady oznaczone jako **dydaktyczne** są autorskie; przypadki udokumentowane mają wskazane źródła. Nie przedstawiono ich jako projektów wykonawczych dla konkretnej działki.

Obliczenia uproszczone obowiązują **wyłącznie** przy podanych założeniach. Wartości przyjęte w przykładzie nie stanowią normowych współczynników ani uniwersalnych kryteriów odbioru.

W rzeczywistym projekcie potrzebne są właściwe rozpoznanie, aktualne przepisy, spójna generacja norm oraz ocena osób o odpowiednich kwalifikacjach.

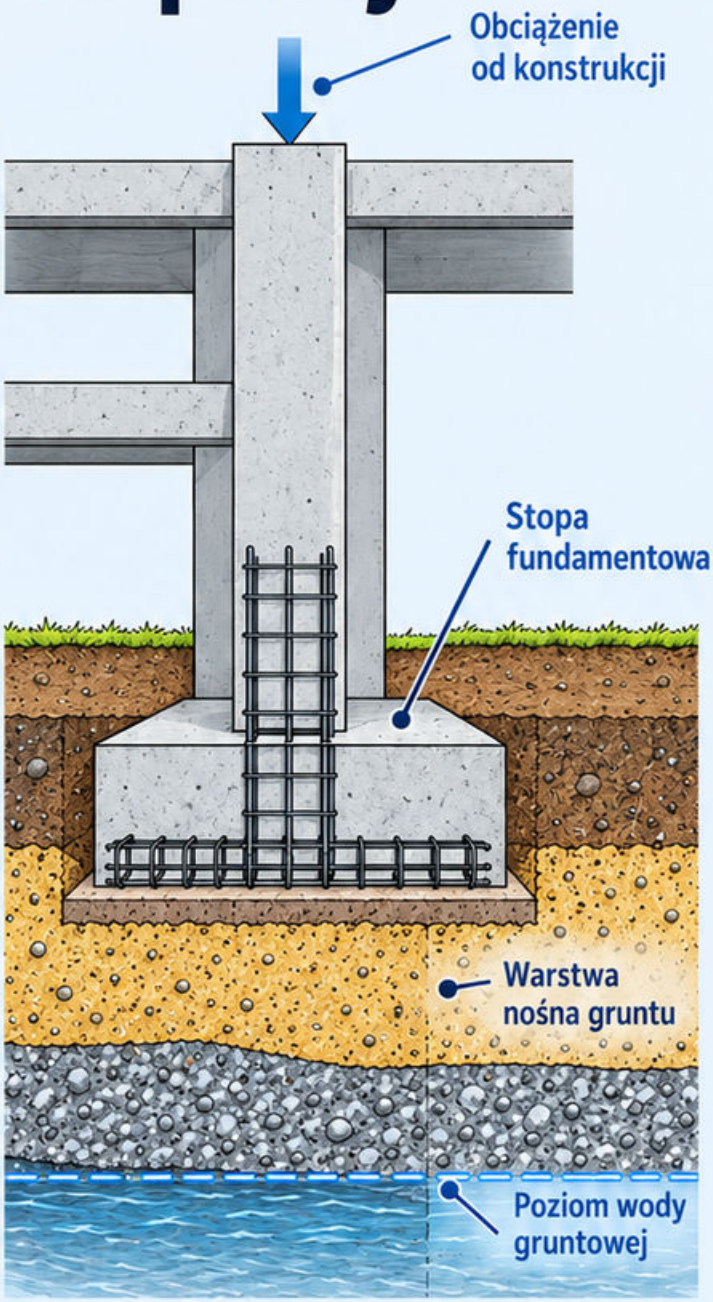
Raporty JRC ilustrują starszą generację Eurokodów. Przed zastosowaniem sprawdź właściwą edycję i załącznik krajowy.



Wsparcie | Ostoja — wsparcie@ostoja.online

Spis treści i sposób pracy

4–9	Badania i model podłoża
10–18	Fundamenty bezpośrednie, pale i oczepy
19–21	Wykopy, odwodnienie i skarpy
22–28	Belki, słupy i detale żelbetowe
29–30	Przypadki udokumentowane
31	Karta decyzji geotechnicznej
32	Źródła



Zacznij od modelu i założeń.

Narysuj drogę sił, określ wodę oraz warunki kontaktu, dopiero potem podstawiaj liczby.

Sprawdzaj jednostki i równowagę.

Wynik pojedynczego działania odróżniaj od pełnego sprawdzenia nośności i użytkowalności.

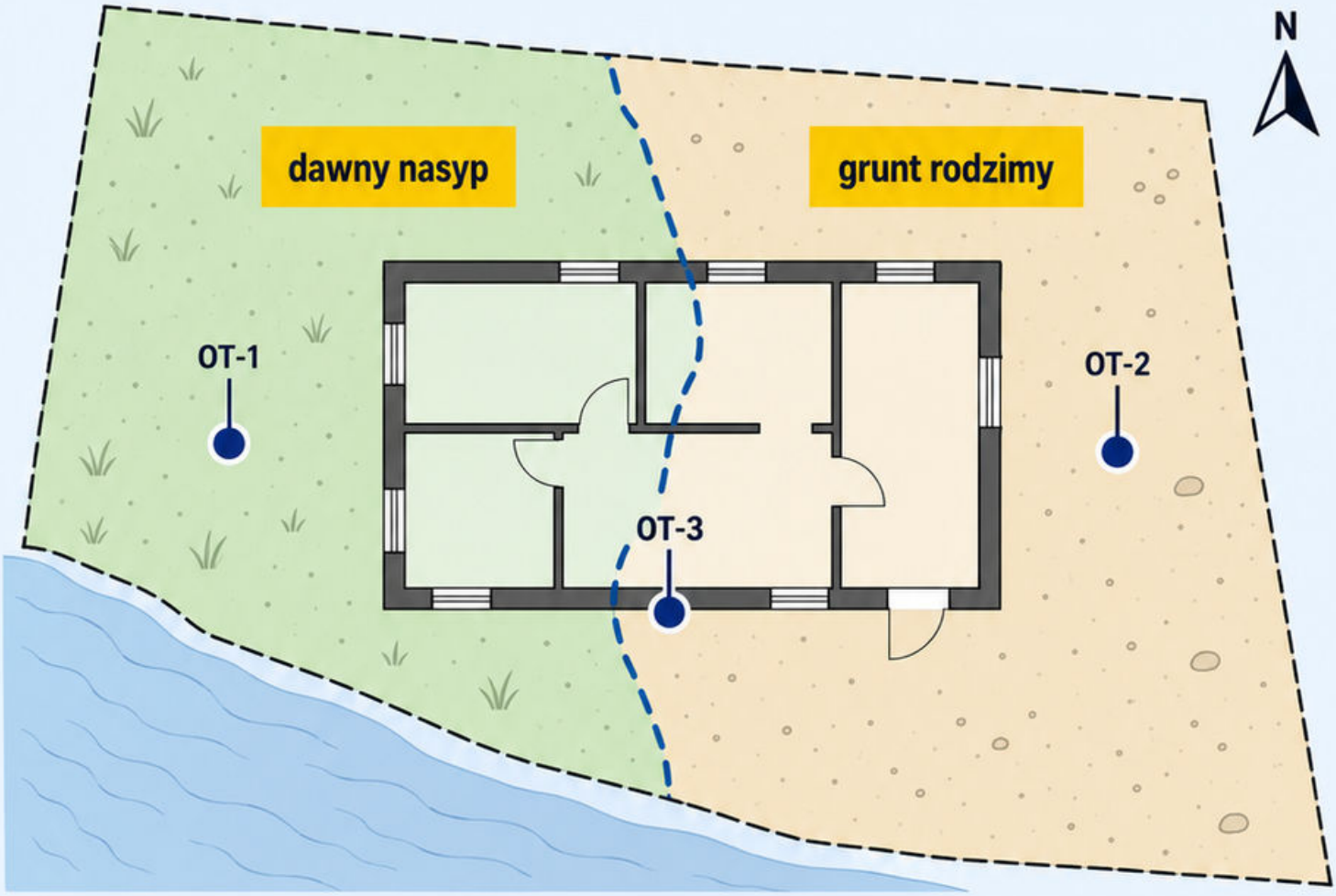
Przy przypadku rzeczywistym przeczytaj wskazaną publikację.

Wnioski przenoś jako pytania do analizy, a nie gotową metodę naprawy innego obiektu.

Rozpoznanie podłoża: plan

Rozpoznanie odpowiada na pytania projektu: jakie warstwy przeniosą obciążenie, gdzie występuje woda i co może zagrozić wykonaniu wykopu.

Zestaw archiwalne dane, oględziny terenu, otwory, sondowania i badania laboratoryjne. Rozmieść badania tak, aby sprawdzić spodziewaną zmienność podłoża.



Przykład dydaktyczny: plan domu przecina granicę dawnego nasypu. Geotechnik proponuje dodatkowe rozpoznanie strefy przejścia zamiast uśredniania dwóch odległych otworów.

Metoda: plan badań powiązany z fundamentami.
Dowód: mapa punktów i lista pytań.
Decyzja: uzupełnić rozpoznanie, jeśli pozostaje nierozstrzygnięte ryzyko odmiennego osiadania. [1]

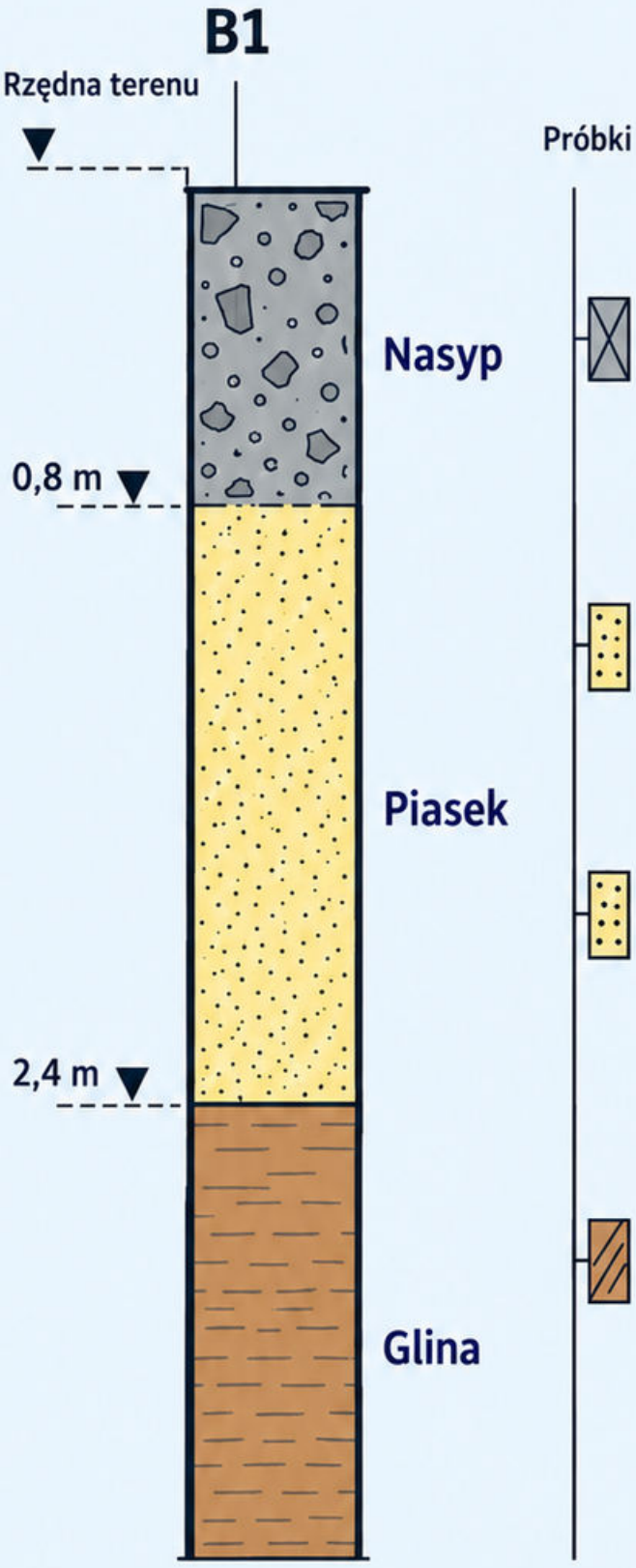
Otwory badawcze: profil

Profil otworu łączy głębokość z opisem warstw, poborem próbek i obserwacjami wody. Wysokość terenu pozwala porównywać otwory na wspólnych rzędnych.

Przykład dydaktyczny: otwór B1; nasyp do 0,8 m, piasek do 2,4 m, poniżej glina. To opis przykładu, nie gotowy model działki.

Zapisz metodę wiercenia, datę, jakość próbek i warunki obserwacji wody. Granica warstwy w otworze nie dowodzi poziomego przebiegu między punktami.

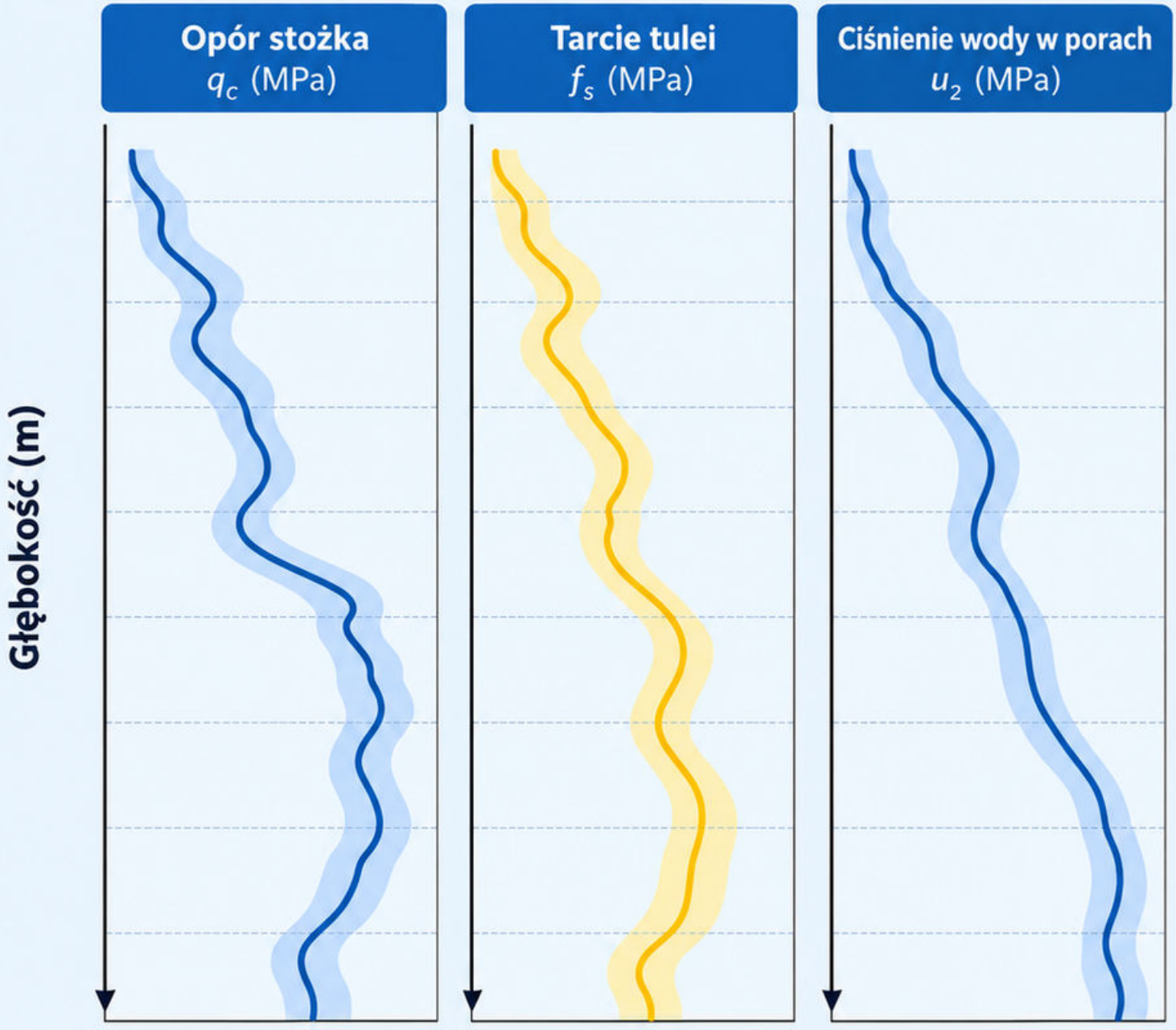
Sprawdzenie: przelicz głębokości na rzędne i porównaj sąsiednie profile. Niezgodności interpretuj, zamiast łączyć każdą granicę prostą linią bez uzasadnienia. [1]



Sondowania: odczyt

Sondowanie pokazuje zmianę odpowiedzi gruntu z głębokością. Rodzaj badania określa, co mierzono i jakie ograniczenia ma interpretacja.

Dla CPT rozróżniaj opór stożka i tarcie tulei; CPTu dostarcza również informacji o ciśnieniu wody w porach podczas badania.



Przykład dydaktyczny: lokalny spadek oporu w profilu może wskazywać słabszą strefę, lecz wymaga powiązania z opisem gruntu i innymi wynikami.

Metoda: zestaw wykresy na wspólnej osi głębokości. Sprawdź korekty oraz zakres korelacji przed wyprowadzeniem parametru obliczeniowego. Jeden wysoki odczyt nie opisuje całej warstwy. [1]

Próbki gruntu: dobór badań

Dobieraj badanie do parametru potrzebnego w analizie.
Uziarnienie pomaga opisać grunt; samo nie wyznacza kompletnej charakterystyki odkształceniowej ani wytrzymałościowej.

Przy badaniach ścinania rozróżniaj warunki odpływu i rodzaj naprężeń.
Dla oceny konsolidacji potrzebny jest odpowiednio dobrany materiał i program badania.





Próbka niezaburzona – badania konsolidacyjne

- Numer próbki
- Głębokość
- Orientacja
- Zabezpieczenie
- Data



Próbka naruszona – badania identyfikacyjne

- Numer próbki
- Głębokość
- Orientacja
- Zabezpieczenie
- Data

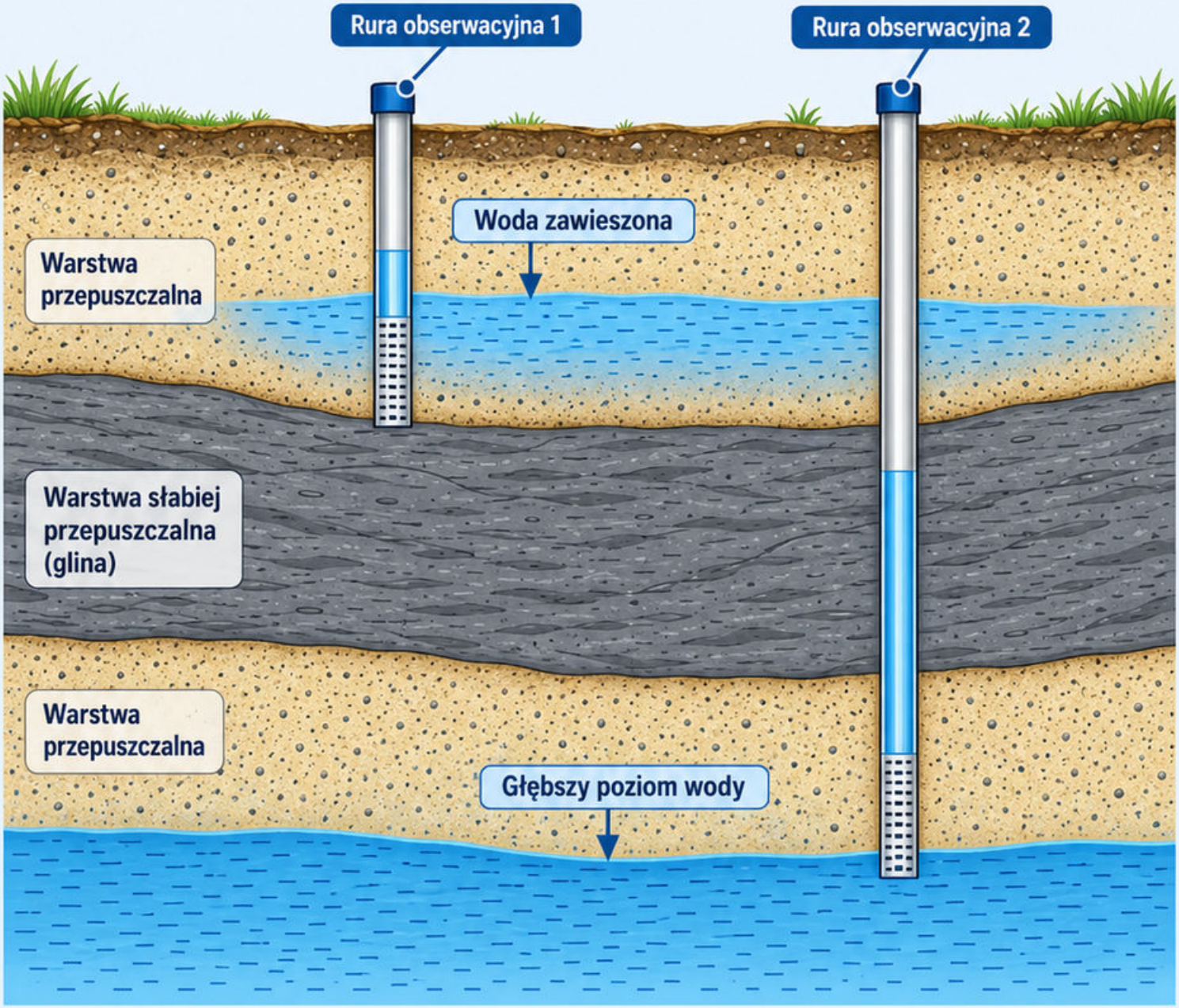
Przykład dydaktyczny:
próbka silnie naruszona po transporcie nadaje się do części badań identyfikacyjnych, lecz nie odtwarza wiarygodnie naturalnej struktury.

Sprawdzenie: numer próbki, głębokość, orientacja, zabezpieczenie i data trafiają do protokołu. Geotechnik ocenia przydatność przed interpretacją. Błędem jest zamawianie identycznego pakietu dla każdego gruntu. [1]

Woda gruntowa: interpretacja

Poziom wody zanotowany podczas wiercenia jest obserwacją w określonym czasie. Nie musi odpowiadać ustalonemu ani najwyższemu poziomowi projektowemu.

Uwzględnij czas stabilizacji, warstwy przepuszczalne, ciśnienie piezometryczne i sezonowość. Woda zawieszona nad słabiej przepuszczalną warstwą może tworzyć odrębny poziom.



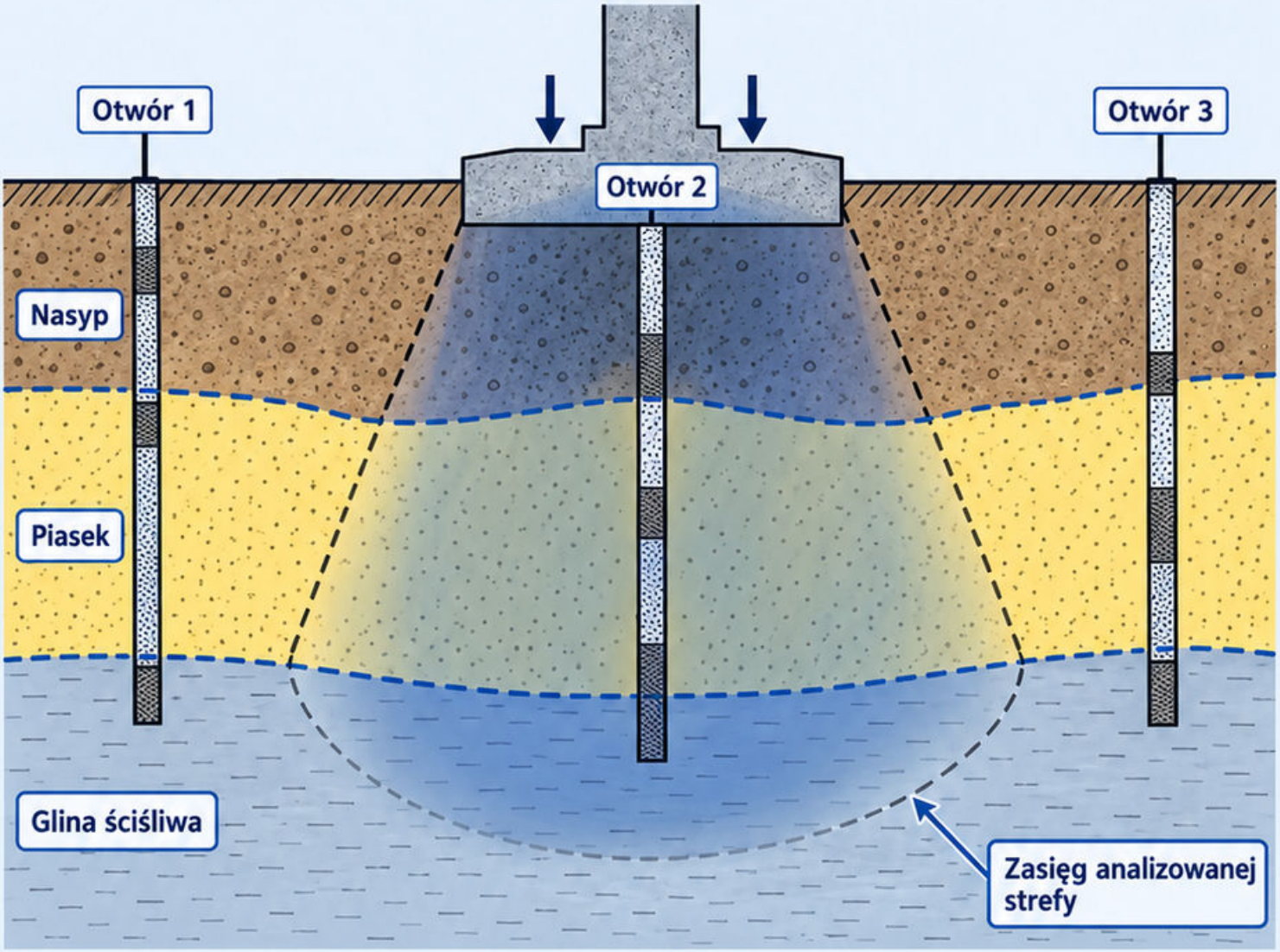
Przykład dydaktyczny: w dwóch rurach obserwacyjnych odczytano różne rzędne, ponieważ ujmują różne warstwy. Nie łącz ich automatycznie jednym zwierciadłem.

Sprawdzenie: schemat filtra, daty odczytów i rzędne odniesienia. Do analizy wyporu i odwodnienia przyjmij warunki uzasadnione dokumentacją, a nie najwygodniejszy pojedynczy odczyt. [1]

Model geotechniczny: przykład

Model porządkuje geometrię warstw, wodę i parametry potrzebne do obliczeń. Rozróżniaj obserwację, interpretację oraz wartość przyjętą do analizy.

Przykład dydaktyczny: pod fundamentem występują nasyp, piasek i ściśliwa warstwa gliny. Otwory wyznaczają punkty rozpoznania; ciągłość warstw pozostaje interpretacją.

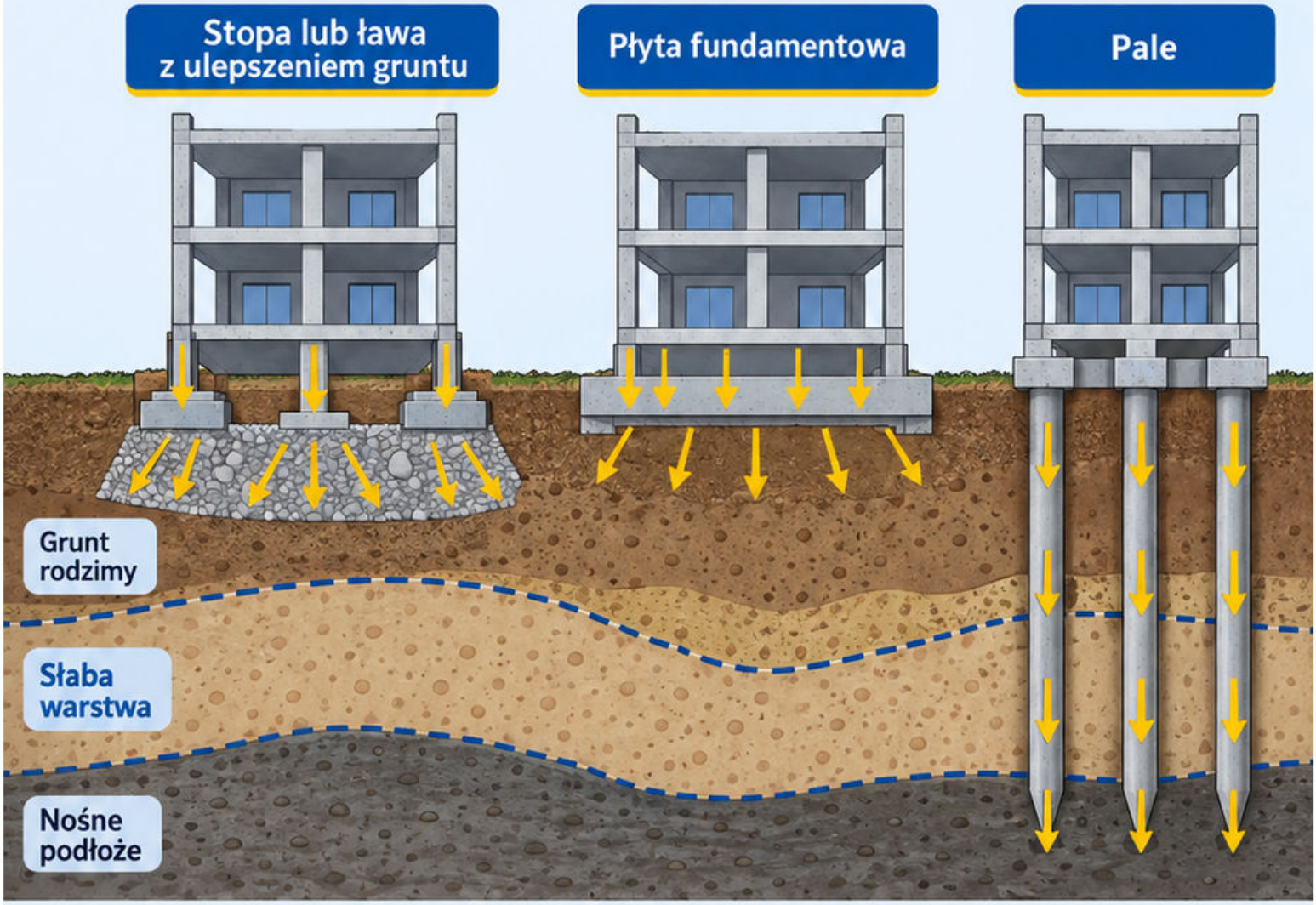


Zestaw przekrój z obciążeniem, poziomem posadowienia i zasięgiem analizowanej strefy. Słaba warstwa poniżej podstawy nadal może wpływać na osiadanie.

Sprawdzenie: wskaż dane potwierdzające każdą warstwę i rozbieżności wymagające wyjaśnienia. Zmiana modelu podczas robót wymaga oceny wpływu na przyjęte rozwiązanie, nie tylko poprawienia rysunku. [2]

Wybór sposobu posadowienia

Porównuj nośność, osiadanie, wodę, wykonanie i wpływ na sąsiadów. Posadowienie pośrednie nie jest automatycznie bezpieczniejsze od dobrze uzasadnionego bezpośredniego.



Stopa lub ława przekazuje obciążenie na grunt blisko powierzchni; płyta rozdziela je na większej powierzchni. Pale sięgają głębiej i współpracują z gruntem.

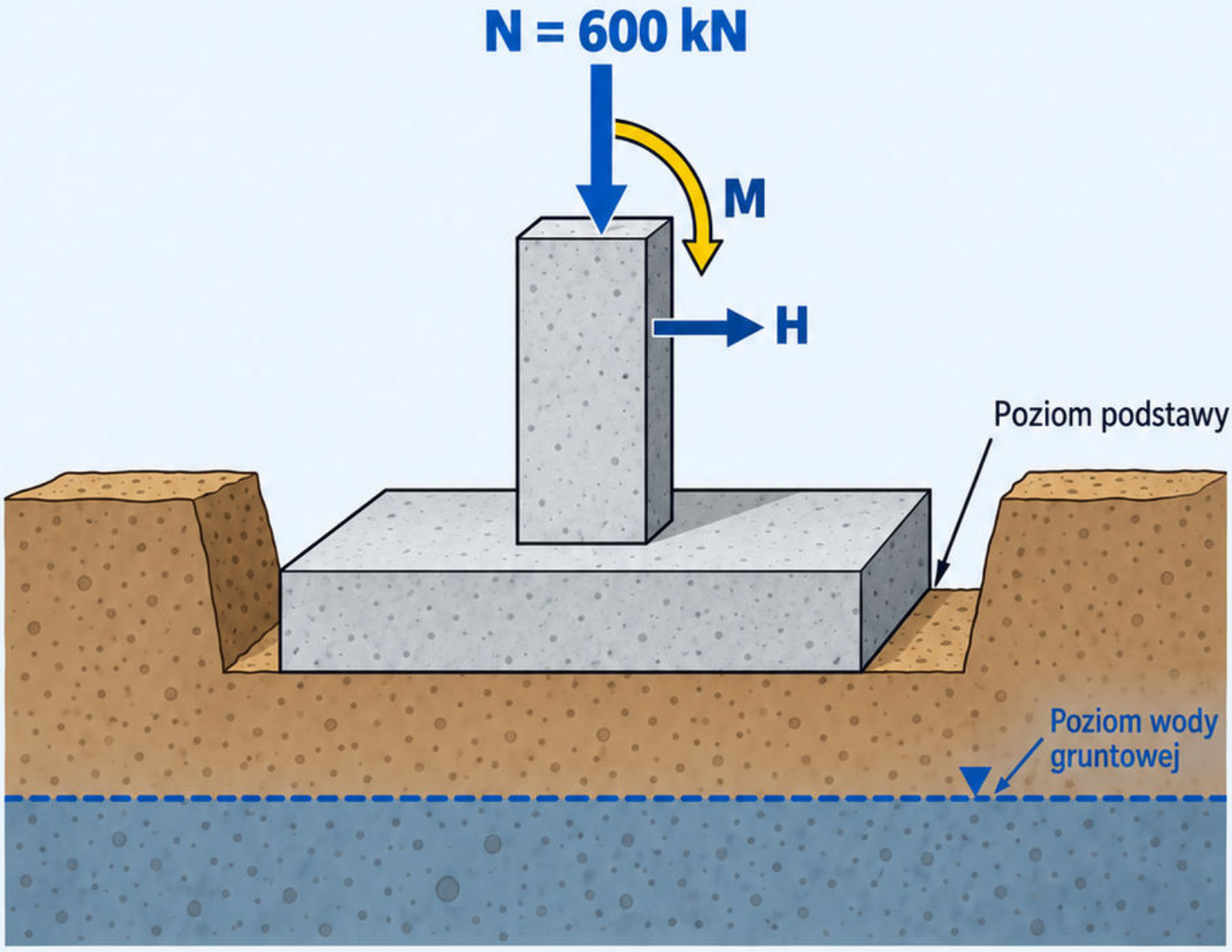
Przykład dydaktyczny: słaba warstwa zalega płytko, lecz jej miąższość zmienia się pod budynkiem. Porównaj wymianę, wzmocnienie i posadowienie pośrednie.

Decyzję podejmij po analizie wariantów, uwzględniając możliwość kontroli wykonania. Sprawdź zarówno stan graniczny nośności, jak i użytkowalności. Koszt samego betonu nie rozstrzyga wyboru. [2]

Stopa: dane wejściowe

Zbierz siłę pionową, momenty i siły poziome na poziomie podstawy. Zapisz kombinację oddziaływań, geometrię, rzędną oraz model wody gruntowej.

Rozróżniaj obciążenie charakterystyczne i obliczeniowe. Ciężar fundamentu i gruntu nad nim trzeba uwzględnić spójnie z przyjętym modelem nacisków.

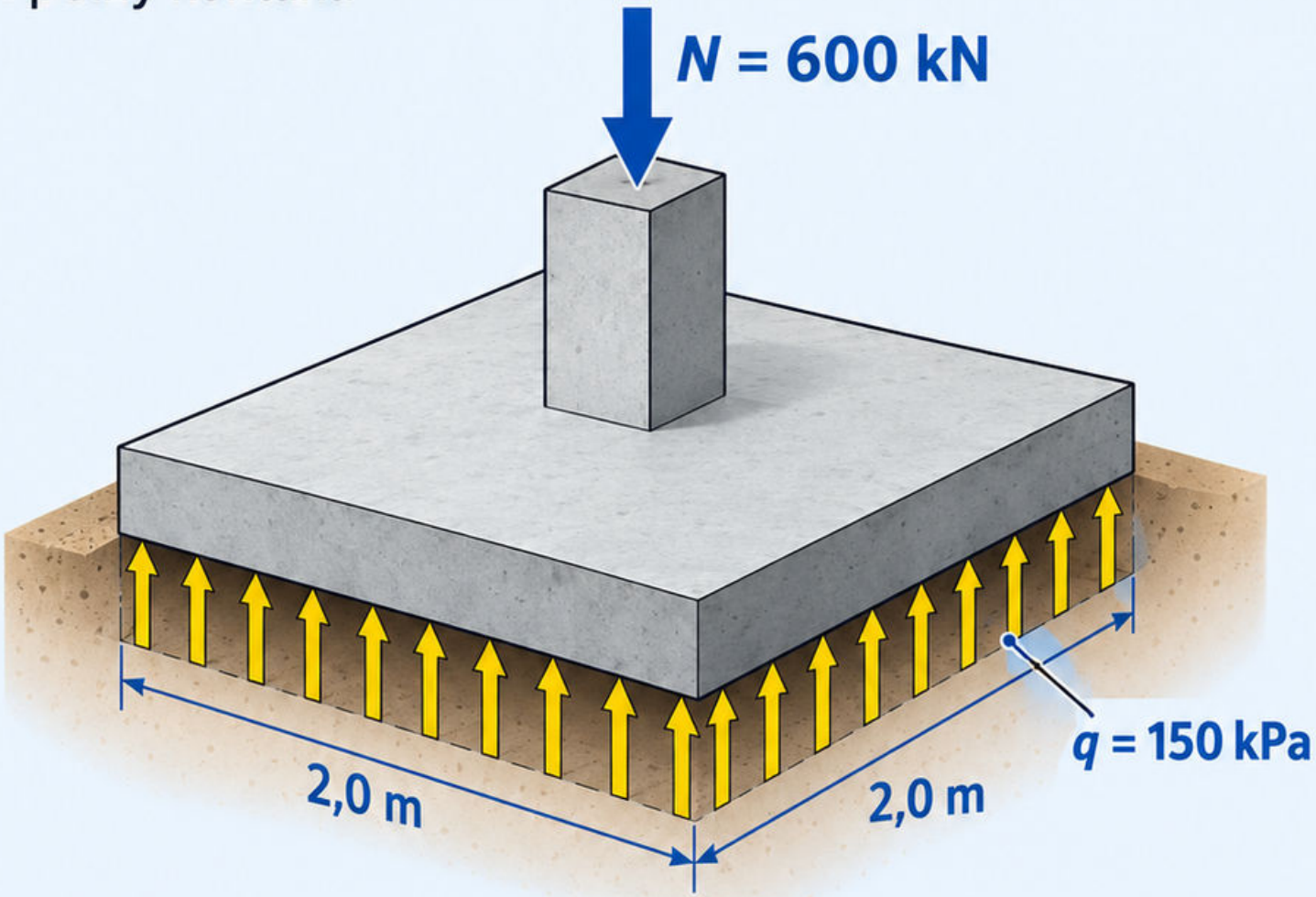


Przykład dydaktyczny: N = 600 kN oznacza tutaj całkowitą siłę na podstawie; nie dodawaj ponownie ciężaru stopy, jeśli już ją obejmuje.

Sprawdzenie: jednostki, poziom przekazania sił, mimośrody i powierzchnia kontaktu. Zestaw danych podpisany przez projektanta chroni przed łączeniem reakcji z różnych kombinacji albo poziomów. [2]

Stopa: naciski

Przykład dydaktyczny: sztywna stopa 2,0 × 2,0 m, całkowita siła pionowa N = 600 kN, obciążenie centralne i pełny kontakt.



$A = 2{,}0 \times 2{,}0 = 4{,}0\ \text{m}^2$. Średni nacisk $q = N/A = 600/4{,}0 = 150$ kPa.

Kontrola jednostek: $1\ \text{kN/m}^2 = 1$ kPa. Całka nacisku po powierzchni daje 600 kN, zgodnie z przyjętą siłą.

To obliczenie nacisku średniego, nie sprawdzenie nośności ani osiadania. Moment może zmienić rozkład i powierzchnię kontaktu; wtedy równomierny model wymaga ponownej oceny. [2]

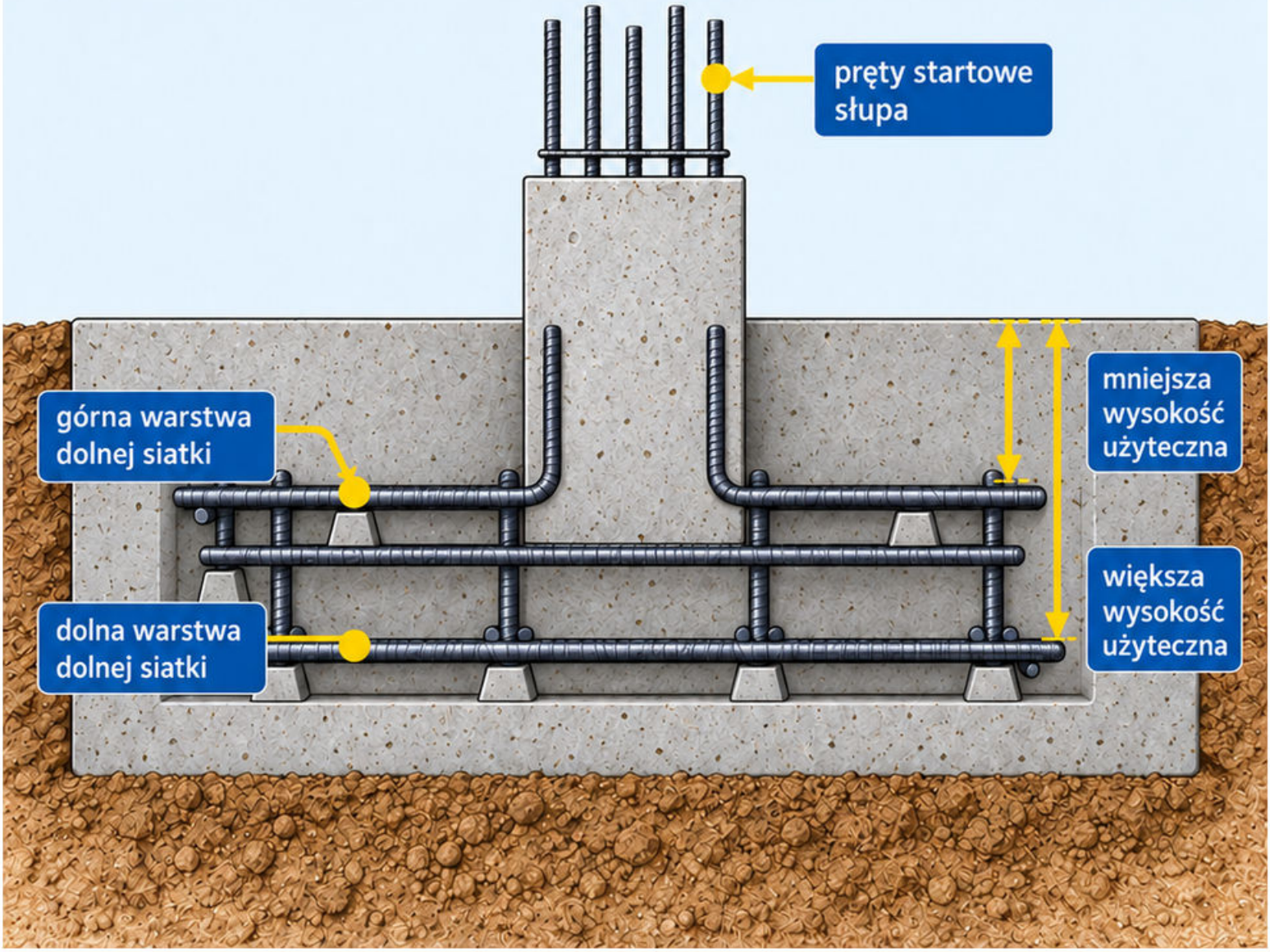
Stopa: zbrojenie

Nacisk gruntu wygina stopę wokół słupa. Dla typowej stopy obciążonej centralnie dolne zbrojenie przejmuje rozciąganie w obu kierunkach.

Najpierw wyznacz momenty i wysokość użyteczną, potem dobierz pręty oraz zakotwienie. Osobno sprawdź ścinanie i przebicie; sama powierzchnia stali nie wystarcza.

Przykład dydaktyczny: górna warstwa dolnej siatki ma mniejszą wysokość użyteczną niż warstwa położona niżej. Uwzględnij kolejność kierunków prętów.

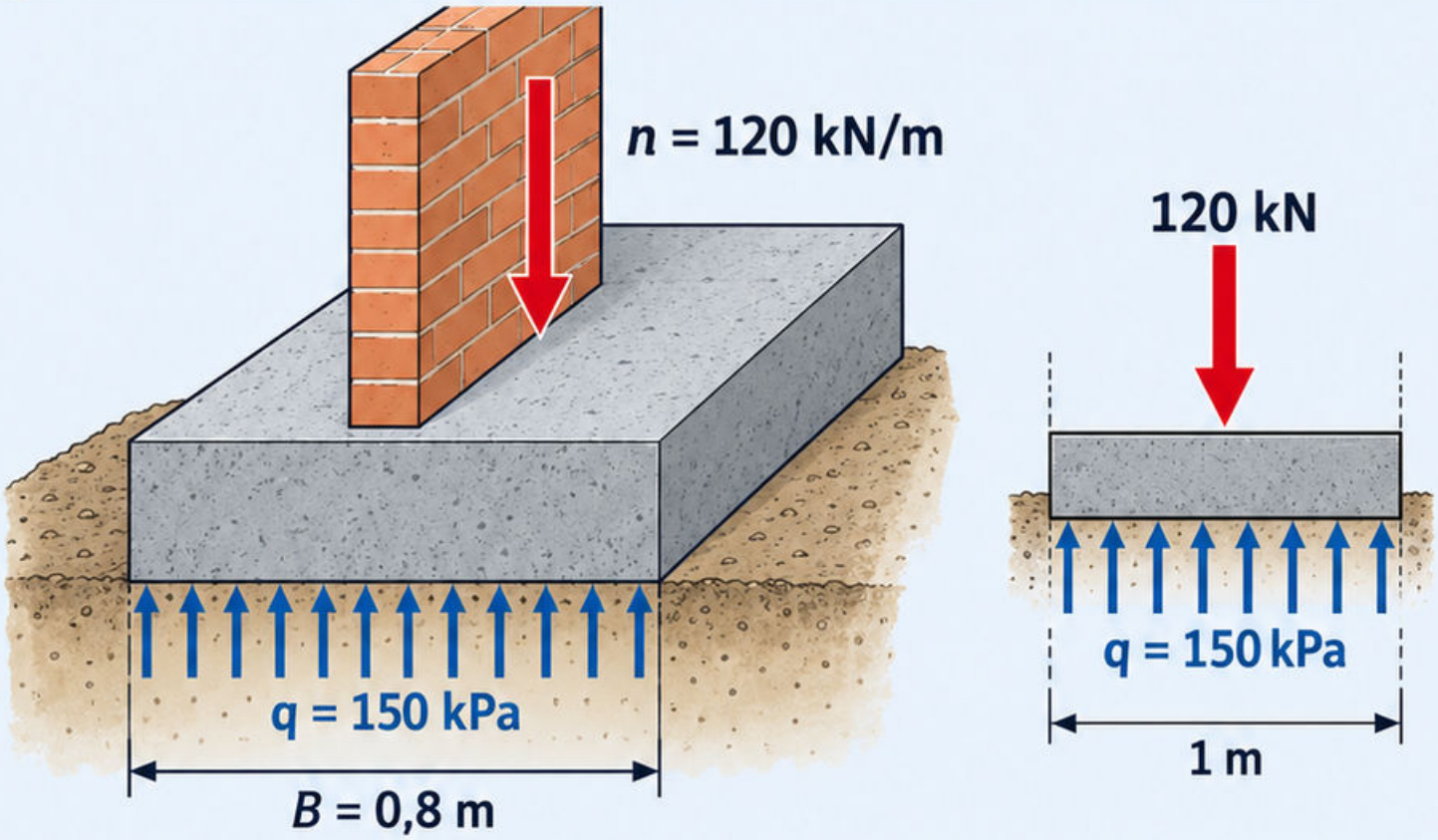
Sprawdzenie detalu: otulina, dystanse, rozstaw i połączenie ze słupem umożliwiają ułożenie mieszanki. Błędem jest przenoszenie siatki z innej stopy bez sprawdzenia jej obciążenia. [3]



Ława: przekrój roboczy

Ława zbiera obciążenie ściany wzdłuż jej osi. Analiza poprzeczna i podłużna odpowiadają na różne pytania dotyczące zginania i nierównomiernego podłoża.

Przykład dydaktyczny: obciążenie liniowe n = 120 kN/m, szerokość B = 0,8 m; centralne obciążenie, pełny kontakt i pominięty ciężar własny.



Średni nacisk od tej siły: $q = n/B = 120/0{,}8 = 150$ kPa.
Dla pasa długości 1 m: 150 × 0,8 = 120 kN.

Sprawdź ciężary pominięte w przykładzie, mimośrody, nośność i osiadanie. Lokalna kieszeń słabego gruntu może wymagać analizy podłużnej, nawet gdy średni nacisk pozostaje niezmieniony. [2]

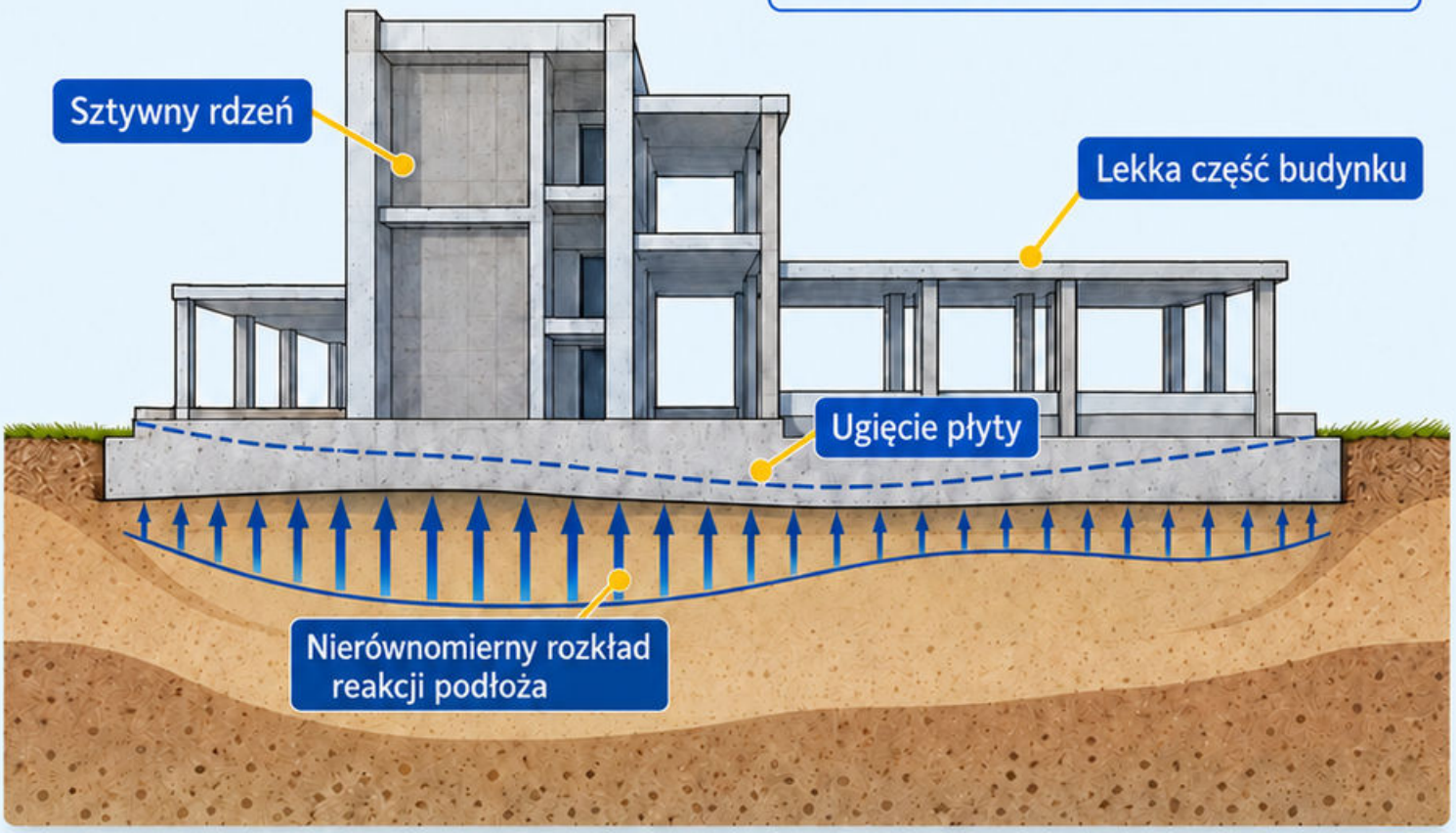
Płyta fundamentowa: koncepcja

Płyta współpracuje z podłożem i łączy obciążenia wielu podpór. Większa powierzchnia nie gwarantuje równomiernego rozkładu nacisków ani braku osiadania.

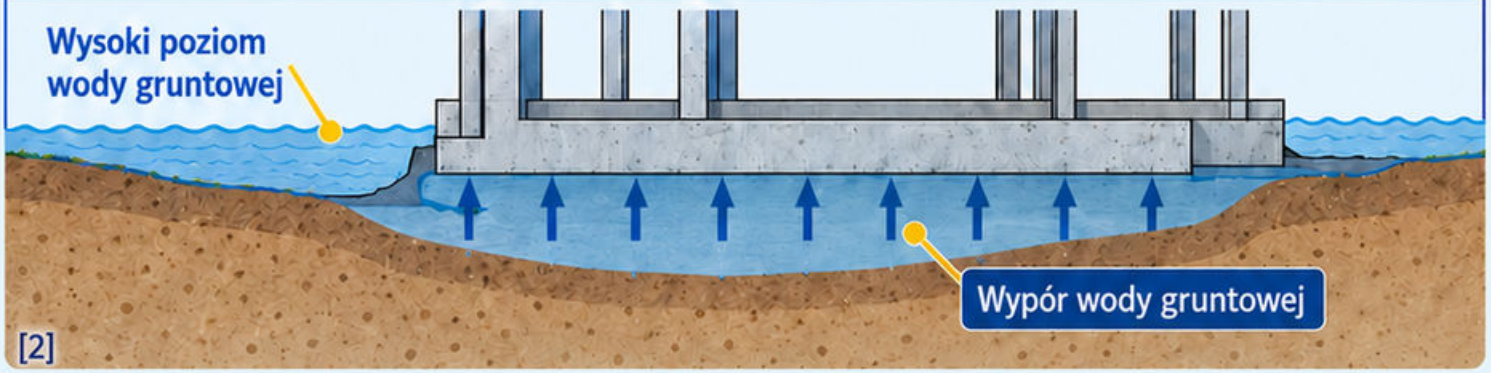
Dobierz model sztywności podłoża, kontaktu oraz konstrukcji. Sprawdź wpływ słupów, ścian, otworów i stref krawędziowych na momenty oraz przebicie.

Przykład dydaktyczny: sztywny rdzeń i lekka część budynku przekazują różne obciążenia. Porównaj osiadania i redystrybucję sił zamiast dzielenia całości przez powierzchnię.

Kontrola modelu: suma reakcji odpowiada obciążeniu, a odkształcona postać jest fizycznie uzasadniona. Sprawdź także wypór przy wysokiej wodzie oraz etap budowy przed uzyskaniem pełnego ciężaru.



Etap budowy: wypór wody gruntowej



[2]

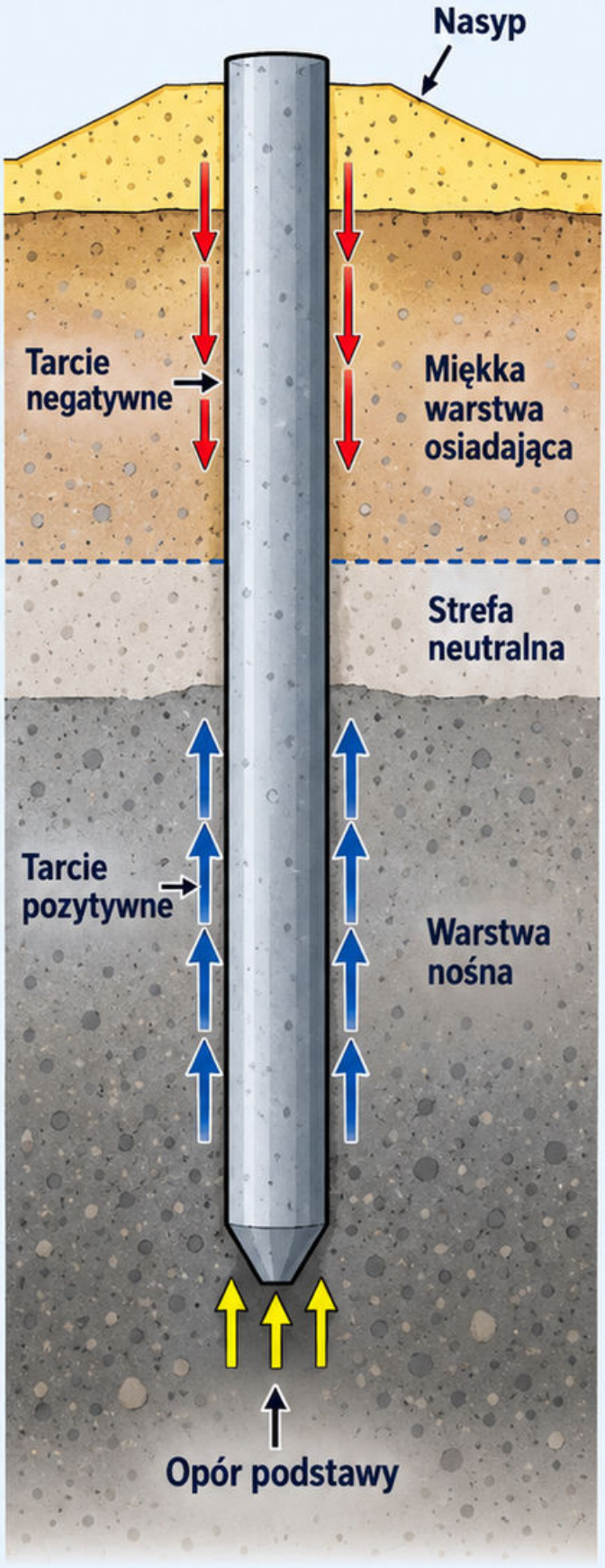
Pal: mechanizm pracy

Pal przekazuje siłę przez opór podstawy i pobocznicy. Udział obu mechanizmów zależy od podłoża, technologii, przemieszczenia oraz kierunku obciążenia.

Nie zakładaj, że cała siła trafia wyłącznie do warstwy na końcu pala. Osiadanie otaczającego gruntu może wywołać tarcie negatywne.

Przykład dydaktyczny: nasyp dociąża miękką warstwę wokół pala. Grunt osiada względem trzonu i może przekazywać na niego dodatkowe oddziaływanie.

Sprawdzenie: profil gruntu, poziom wody, sekwencja wykonania i dane badań pala. Rozdziel opór geotechniczny, wytrzymałość trzonu i ocenę przemieszczeń; nie zastępuj ich jednym katalogowym obciążeniem.

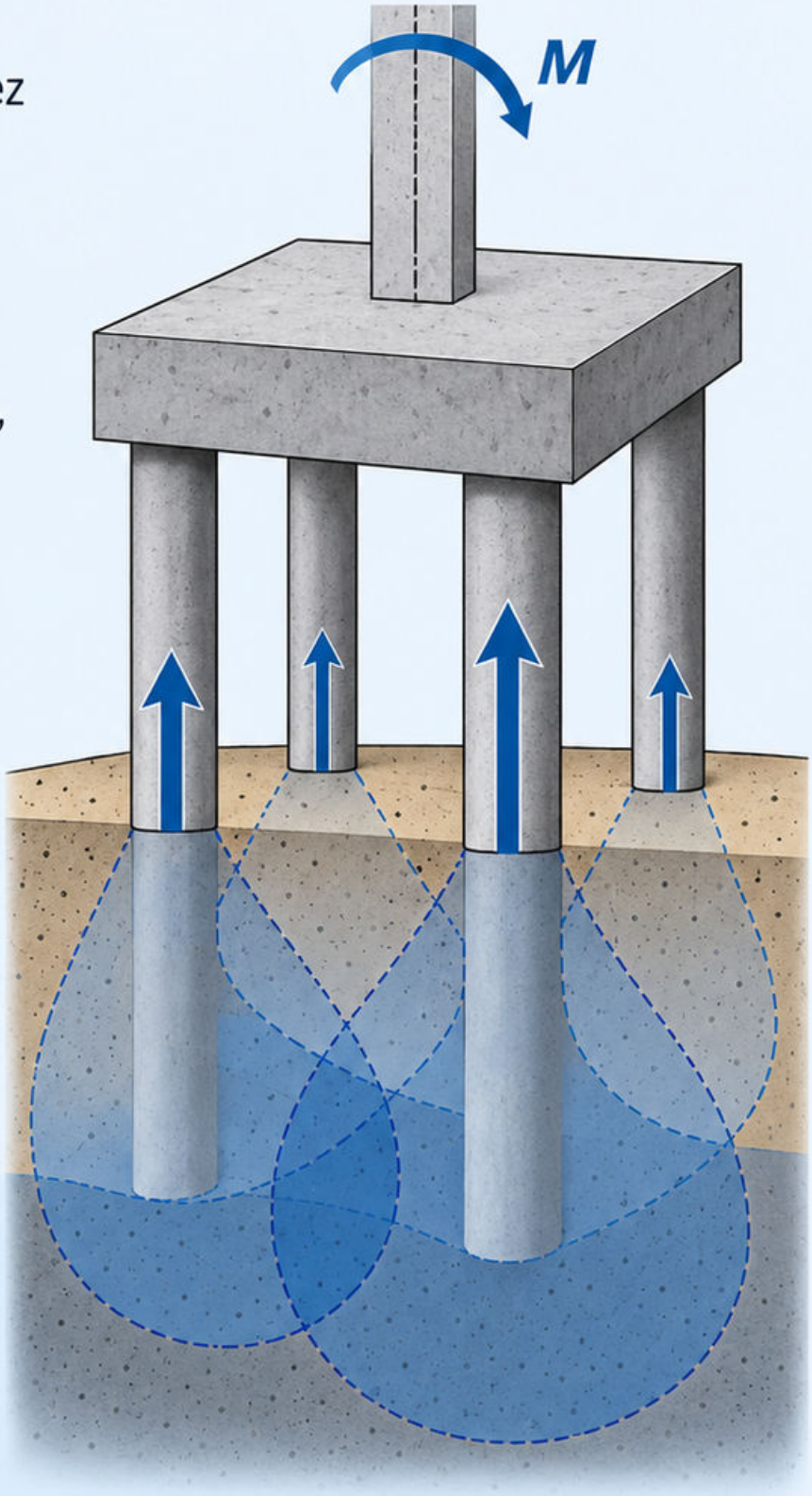


[2]

Grupa pali: współpraca

Pale w grupie oddziałują przez grunt i oczep. Obciążenie pojedynczego pala nie musi równać się sile całkowitej podzielonej przez liczbę pali.

Sztywność oczepu, mimośród, rozstaw oraz sztywności pali wpływają na rozdział sił. Osiadanie grupy wymaga odrębnej oceny względem pala pojedynczego.



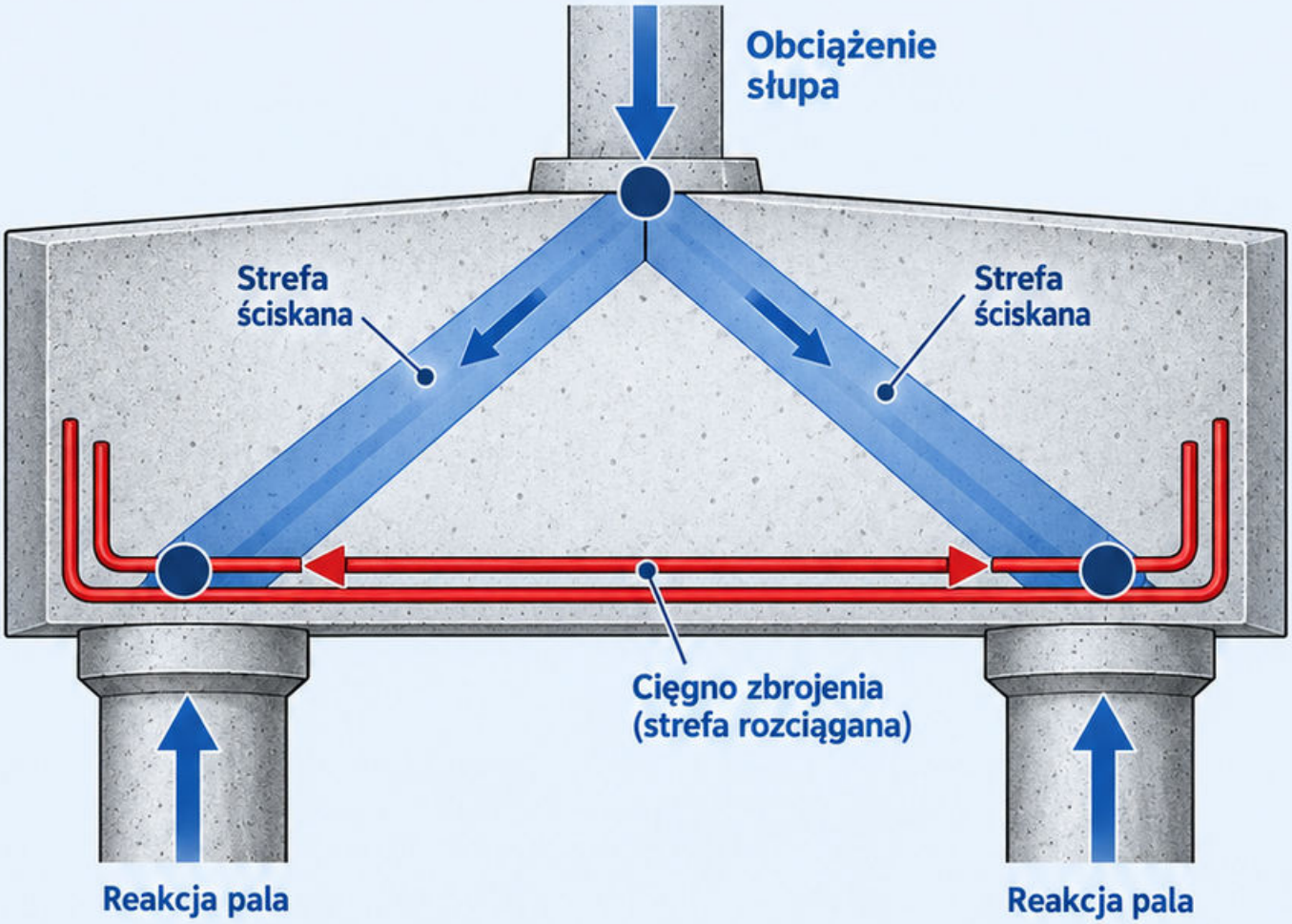
Przykład dydaktyczny: moment od słupa zwiększa ściskanie jednego rzędu pali i zmniejsza drugiego. Rozdział równy byłby uzasadniony tylko dla odpowiednio symetrycznego przypadku.

Kontrola: suma sił oraz momentów w palach odpowiada oddziaływaniom na oczep.

Sprawdź także możliwe rozciąganie, sztywność połączeń i kolejność wykonania, zamiast automatycznie mnożyć nośność jednego pala. [2]

Oczep: droga sił

Oczep przekazuje obciążenie słupa na pale. W masywnym elemencie pomocny jest model ściskanych krzyżulców betonowych i rozciąganych cięgien zbrojenia.



Przykład dydaktyczny: słup obciąża symetryczny oczep na dwóch palach. Dwie ukośne strefy ściskane prowadzą siłę do głowic, a dolne zbrojenie zamyka układ.

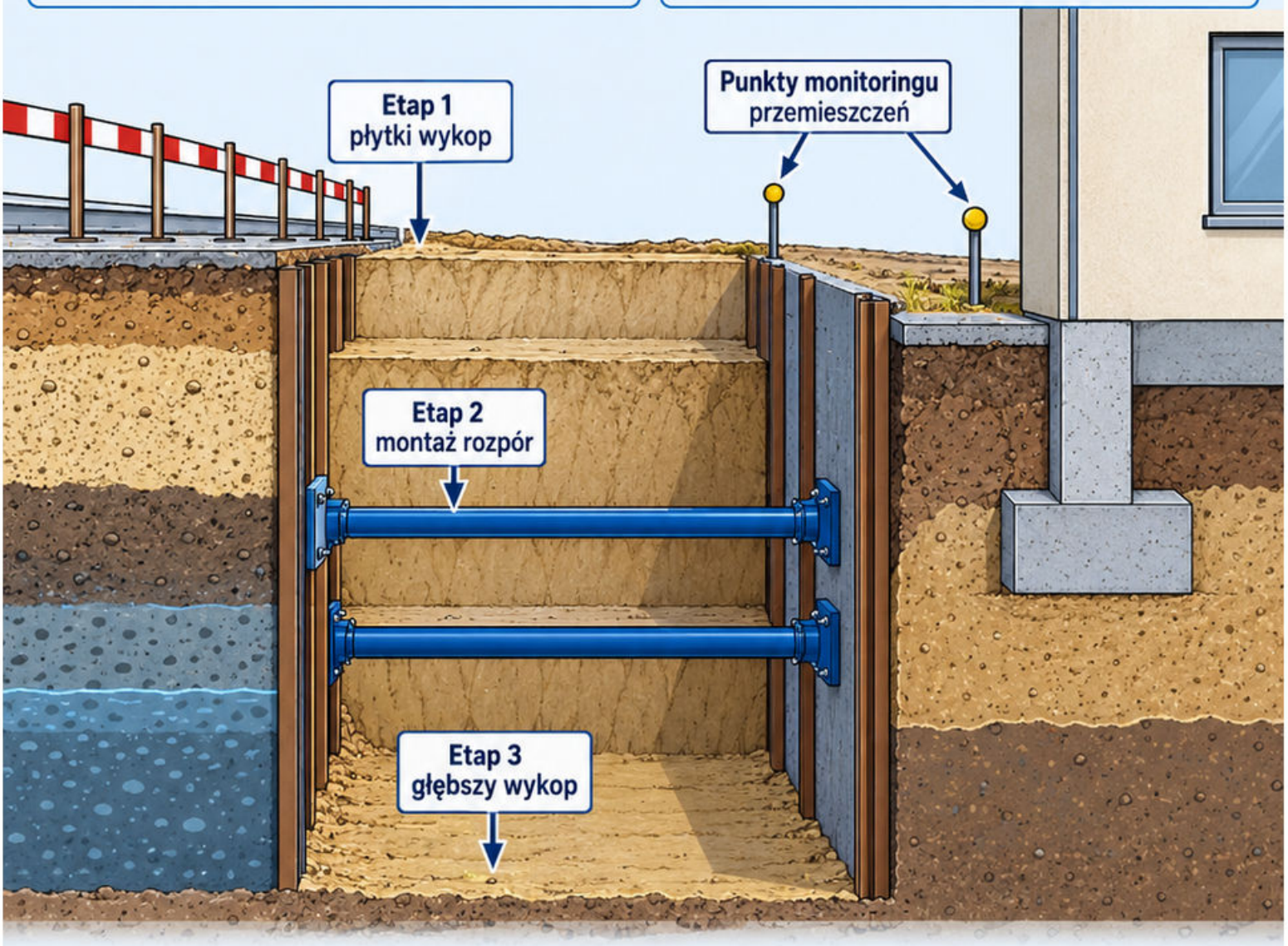
Geometria modelu musi mieścić się w rzeczywistym elemencie. Sprawdź węzły, naprężenia w strefach ściskanych, zakotwienie cięgna i połączenia z palami.

Kontrola: siły w węzłach spełniają równowagę. Błędem jest narysowanie strzałek bez zapewnienia miejsca na pręty i ich skuteczne zakotwienie poza strefą wymagającą przeniesienia siły. [3]

Wykop: wybór zabezpieczenia

Zabezpieczenie dobieraj do gruntu, wody, głębokości, sąsiedniej zabudowy i kolejności robót. Sama możliwość wykonania pionowej ściany nie oznacza jej stateczności.

Porównaj skarpowanie, obudowę rozpartą i kotwioną oraz wpływ na dostęp i fundamentowanie. Uwzględnij przemieszczenia, nie tylko wytrzymałość elementów obudowy.



Przykład dydaktyczny: fundament sąsiada znajduje się blisko wykopu. Potrzebne są rozpoznanie jego posadowienia, analiza wpływu oraz plan monitoringu.

Sprawdzenie: dokumentacja obejmuje etapy głębienia, montaż podparć, wodę i progi reakcji.

Błędem jest odkładanie rozpory do chwili wykonania wykopu na pełną głębokość bez przewidzianej analizy etapowej. [1]

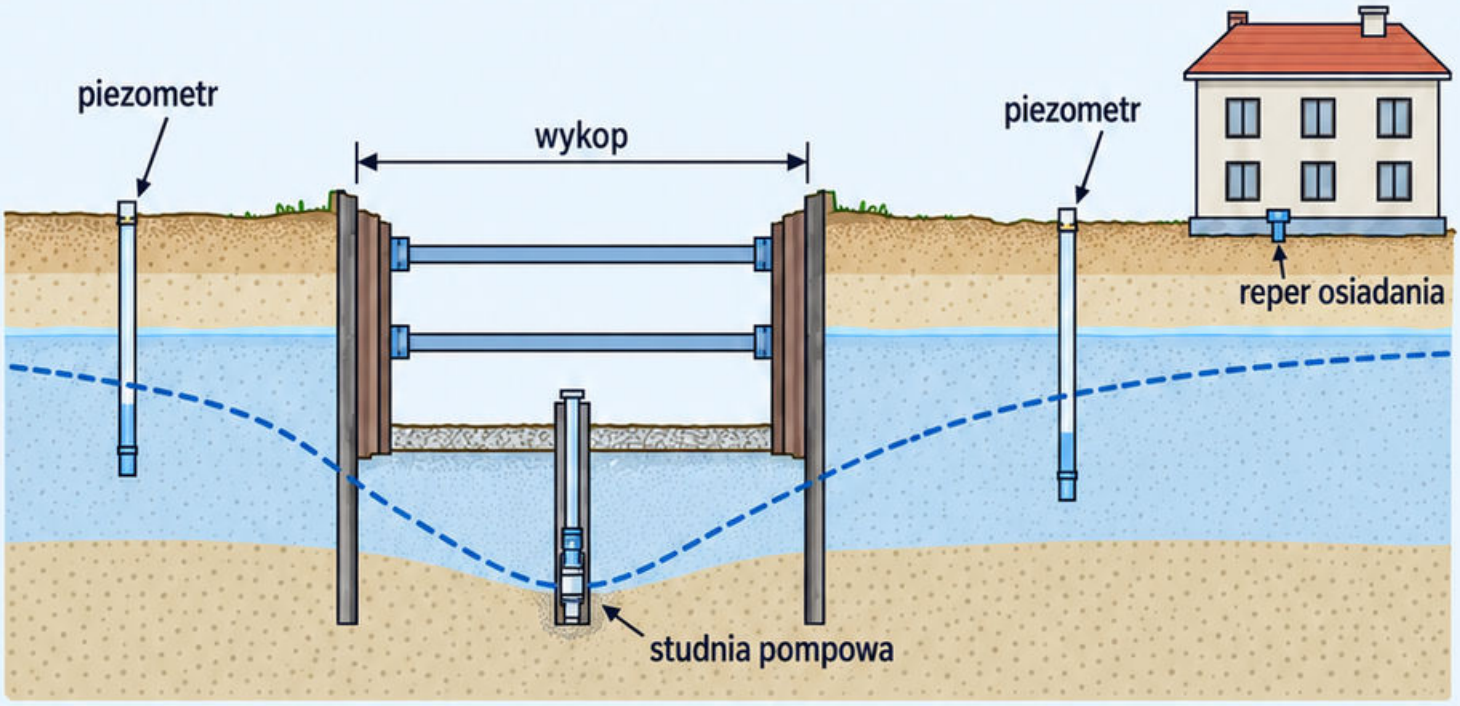
Odwodnienie: wpływ na otoczenie

Odwodnienie zmienia przepływ i ciśnienie wody w podłożu. Ocena obejmuje wykop, stateczność dna oraz obiekty znajdujące się w zasięgu oddziaływania.

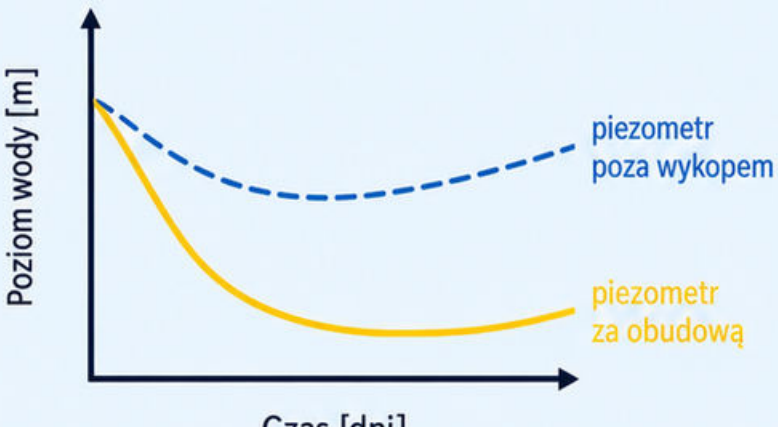
Przy obniżaniu ciśnienia wody mogą wzrosnąć naprężenia efektywne. W ściśliwych warstwach może to powodować osiadanie, dlatego obserwacja sąsiadów ma znaczenie.

Przykład dydaktyczny: po uruchomieniu pomp obniżenie pojawia się za obudową. Porównaj odczyty z modelem przepływu i pomiarem początkowym.

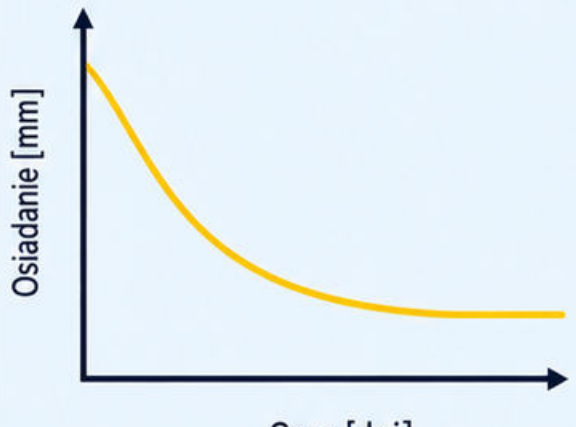
Metoda: piezometry i repery; **odniesienie:** projekt odwodnienia. **Dowód:** wykresy czasu. **Odpowiedzialny:** kierownik z geotechnikiem. **Decyzja:** reakcja według ustalonych progów; nie zwiększaj pompowania wyłącznie po ocenie suchego dna. [1]



Ciśnienie wody w piezometrach



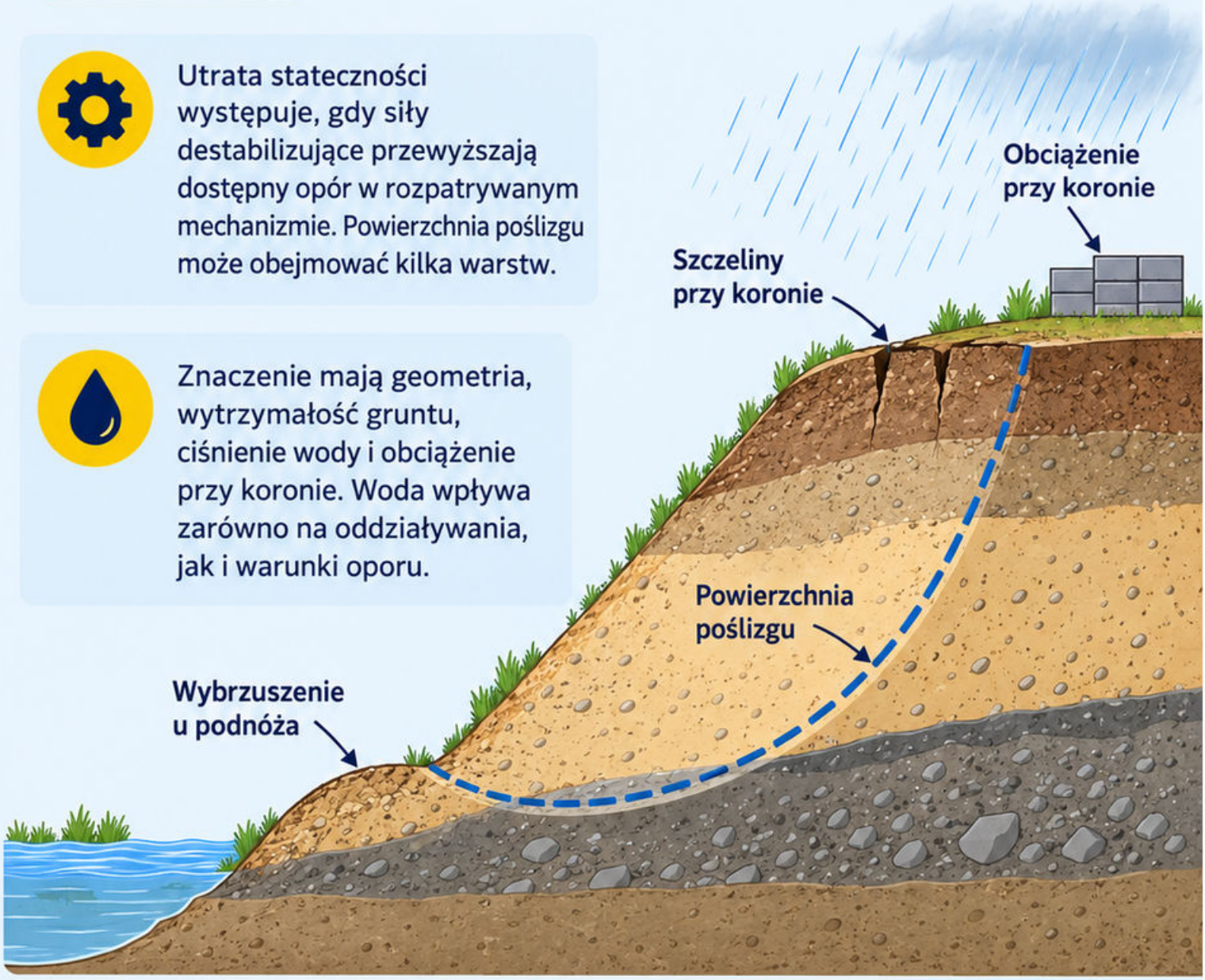
Osiadanie budynku



Skarpa: mechanizm utraty stateczności

Utrata stateczności występuje, gdy siły destabilizujące przewyższają dostępny opór w rozpatrywanym mechanizmie. Powierzchnia poślizgu może obejmować kilka warstw.

Znaczenie mają geometria, wytrzymałość gruntu, ciśnienie wody i obciążenie przy koronie. Woda wpływa zarówno na oddziaływania, jak i warunki oporu.



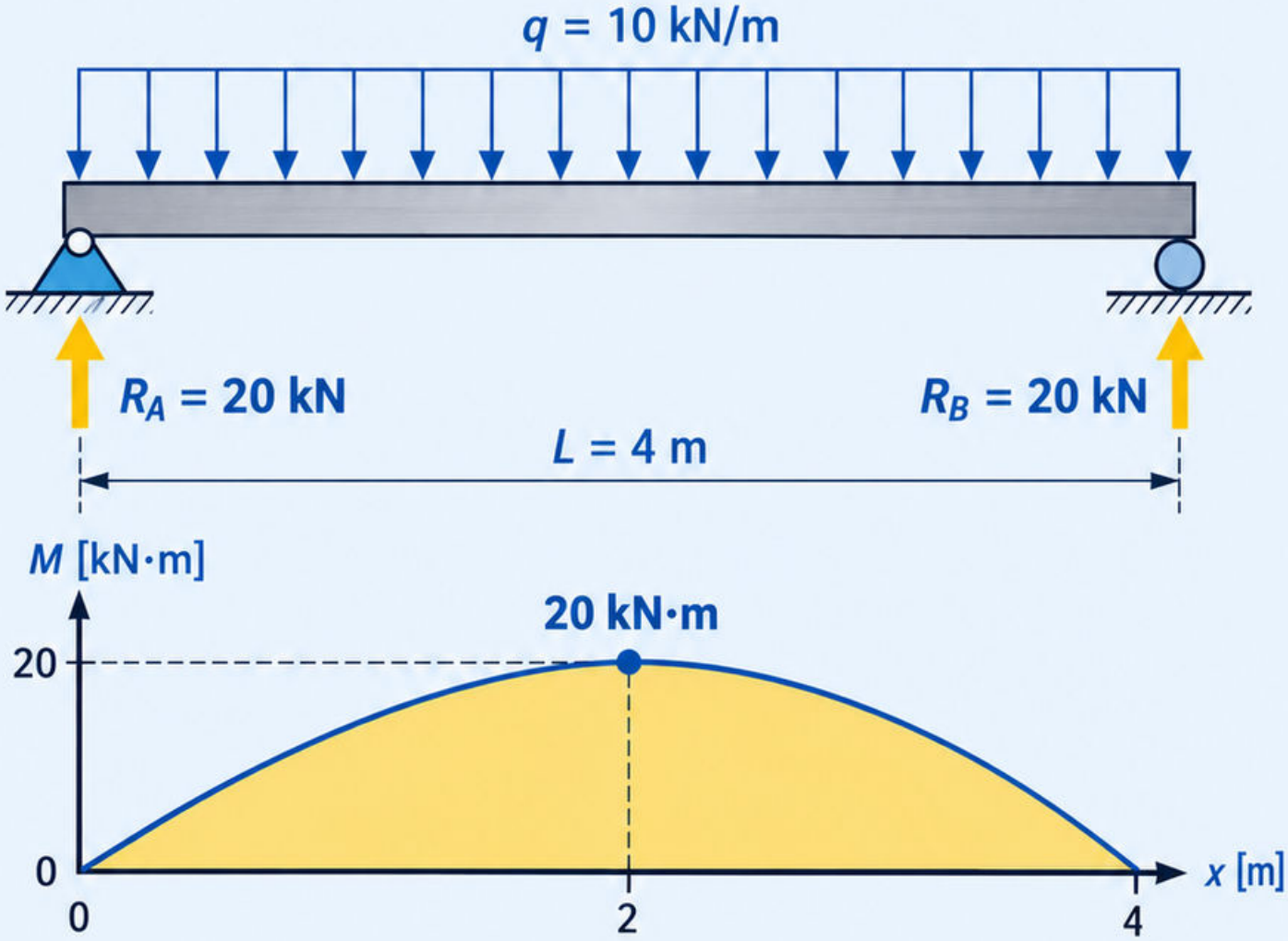
Przykład dydaktyczny: po intensywnym deszczu pojawiają się szczeliny przy koronie oraz wybrzuszenie u podnóża. To sygnały wymagające oceny, nie gotowa diagnoza.

Sprawdzenie: odgrodź zagrożony obszar i zgłoś obserwację właściwej osobie. Analiza obejmuje wodę oraz możliwe mechanizmy. Samo zasypanie szczeliny nie przywraca udokumentowanej stateczności skarpy. [2]

Belka: założenia obliczeń

Określ schemat statyczny, rozpiętość, oddziaływania, przekrój i materiały. Zmiana podparcia zmienia rozkład momentów oraz wymagane rozmieszczenie zbrojenia.

Przykład dydaktyczny: belka swobodnie podparta, $L = 4$ m, równomierne całkowite obciążenie $q = 10$ kN/m, bez dodatkowych obciążeń.

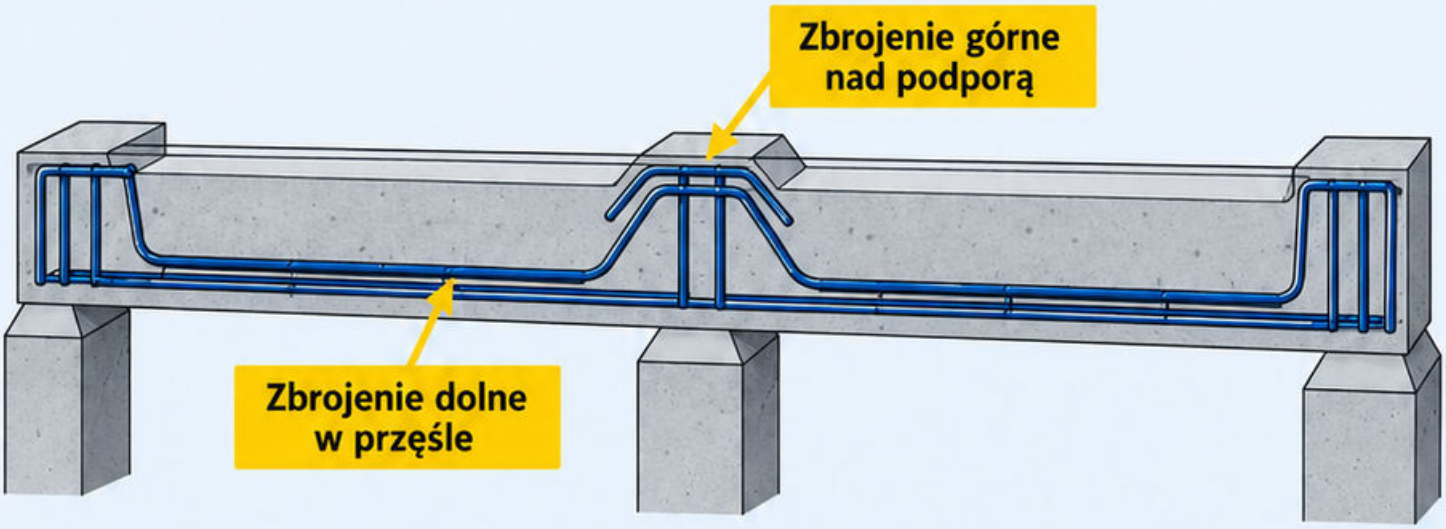


Reakcje: $qL/2 = 20$ kN. **Moment w środku:** $qL^2/8 = 20$ kN·m. **Kontrola:** suma reakcji 40 kN odpowiada qL.

Ten przykład wyznacza siły, nie wymiaruje żelbetu. Dobierz właściwe kombinacje, a następnie sprawdź zginanie, ścinanie, ugięcie i zarysowanie. Nie łącz wyniku charakterystycznego z obliczeniową nośnością. [3]

Belka: zbrojenie podłużne

Zbrojenie podłużne przejmuje rozciąganie wynikające ze zginania. W belce ciągłej strefy rozciągane mogą występować na dole w przęśle i na górze nad podporą.



Przykład dydaktyczny:

przyjęto $M = 30$ kN·m, ramię sił $z = 300$ mm oraz naprężenie obliczeniowe stali $f = 400$ N/mm².

Z równowagi:

$A = M/(zf) = 30\,000\,000/(300 \times 400) = 250$ mm².

To przyjęty model przekroju, nie gotowy dobór.

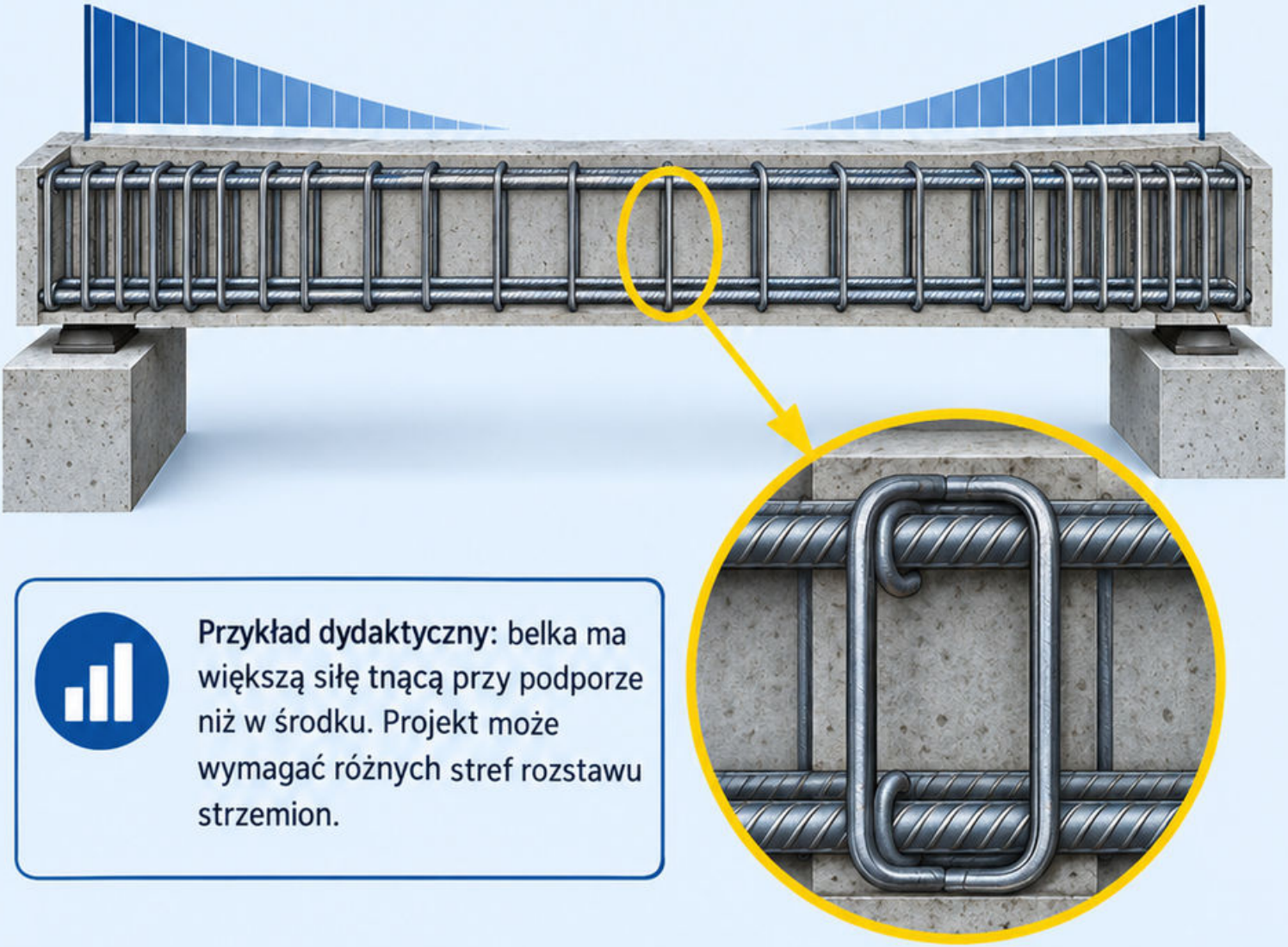


Sprawdź prawidłowość ramienia sił, ograniczenia przekroju, minimalne zbrojenie, zakotwienie i użytkowalność. Błędem jest zakończenie prętów dokładnie w miejscu zaniku momentu bez sprawdzenia ich dalszego prowadzenia. [3]

Belka: strzemiona

Strzemiona współpracują z betonem w przenoszeniu ścinania. Ich układ wynika z siły tnącej, przyjętego modelu oraz wymagań dotyczących detali.

Nie dobieraj rozstawu wyłącznie na podstawie szerokości belki. Sprawdź strefy podporowe, zakotwienie ramion i możliwość objęcia odpowiednich prętów podłużnych.



Przykład dydaktyczny: belka ma większą siłę tnącą przy podporze niż w środku. Projekt może wymagać różnych stref rozstawu strzemion.

Kontrola wykonania: porównaj liczbę, średnice, rozstaw i zamknięcie z rysunkiem. Gęstsze strzemiona nie usprawiedliwiają dowolnej zmiany geometrii. Pozostaw przestrzeń umożliwiającą betonowanie i skuteczne zagęszczenie. [3]

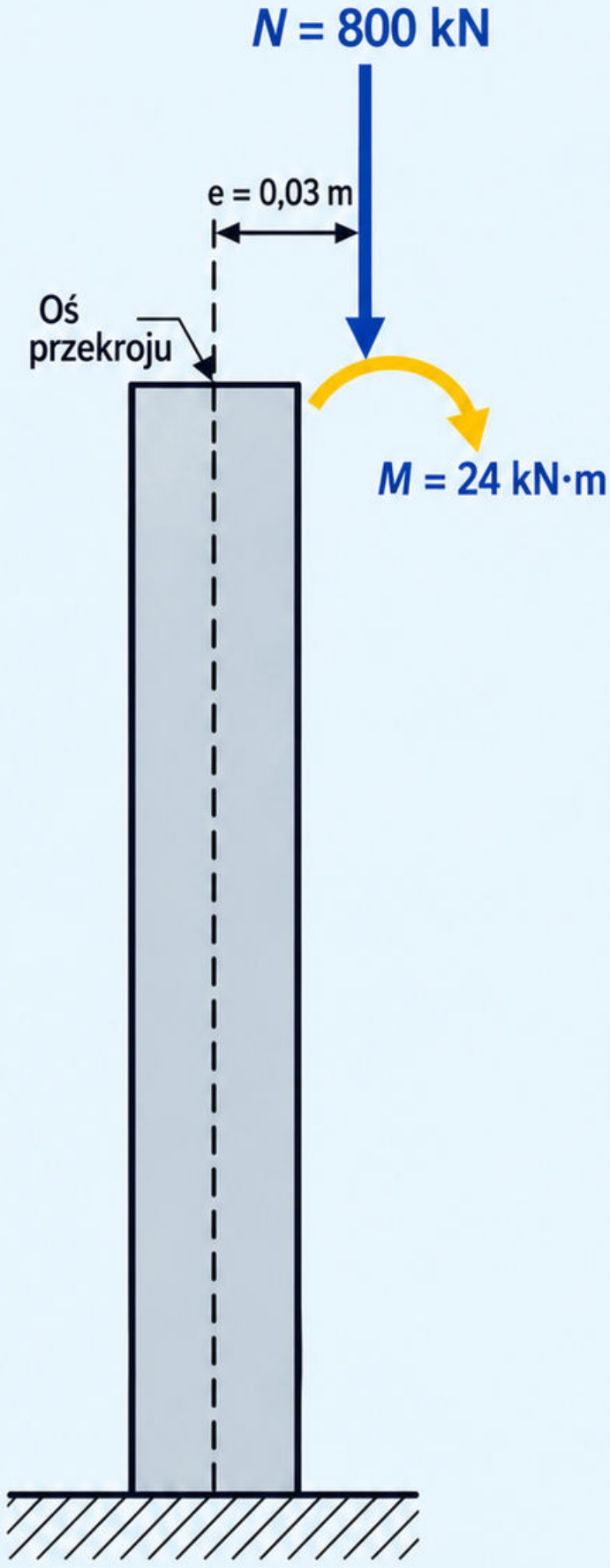
Słup: mimośród

Mimośród oznacza odsunięcie linii działania siły od osi przekroju. Powoduje moment nawet wtedy, gdy obciążenie opisano przede wszystkim jako ściskające.

Przykład dydaktyczny:
$N = 800$ kN, $e = 0{,}03$ m.
Moment pierwszego rzędu
$M = Ne = 24$ kN·m.

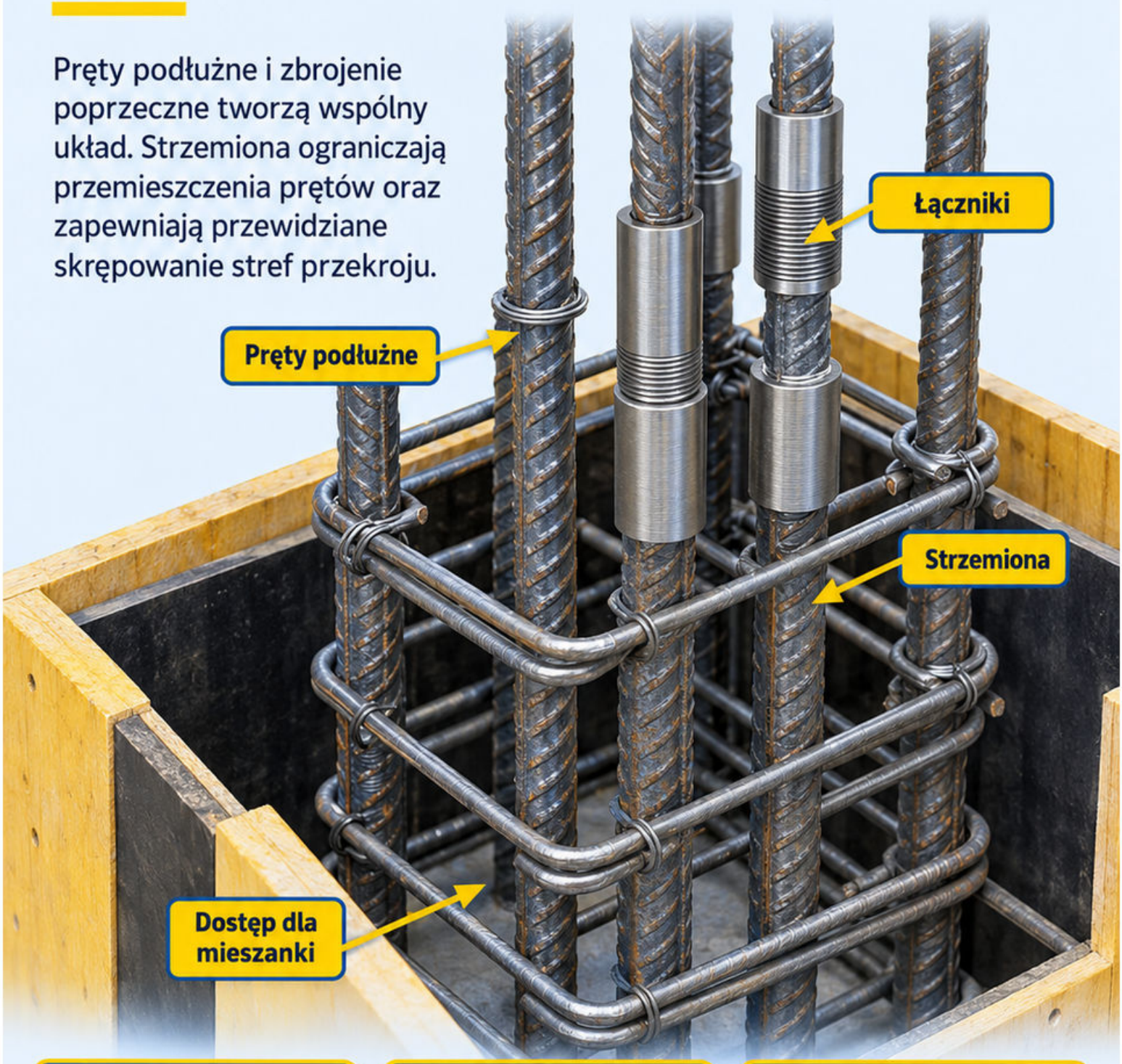
Kontrola jednostek:
kN × m daje kN·m.
Model dotyczy przyjętej siły i mimośrodu; nie obejmuje automatycznie wszystkich efektów smukłości.

Sprawdź kierunki mimośrodów, imperfekcje i potrzebę analizy drugiego rzędu zgodnie z właściwym modelem.
Samo podzielenie N przez pole przekroju pomija nierównomierny rozkład naprężeń od momentu. [3]



Słup: detale zbrojenia

Pręty podłużne i zbrojenie poprzeczne tworzą wspólny układ. Strzemiona ograniczają przemieszczenia prętów oraz zapewniają przewidziane skrępowanie stref przekroju.



Kontroluj położenie prętów, zakłady, łączniki, otulinę i zagęszczenie detalu przy węźle. Pamiętaj o przestrzeni dla mieszanki i sprzętu zagęszczającego.

Przykład dydaktyczny:

po dodaniu łączników zmniejszono wolną przestrzeń przy narożu słupa. Rozwiązanie wymaga koordynacji detalu, a nie wymuszonego rozsunięcia strzemion.

Sprawdzenie:

aktualny rysunek, pomiar i zdjęcia przed zamknięciem deskowania. Zbrojenie startowe trzeba stabilizować, aby jego położenie po betonowaniu umożliwiało zgodne wykonanie następnego odcinka słupa. [3]

Płyta: przebicie

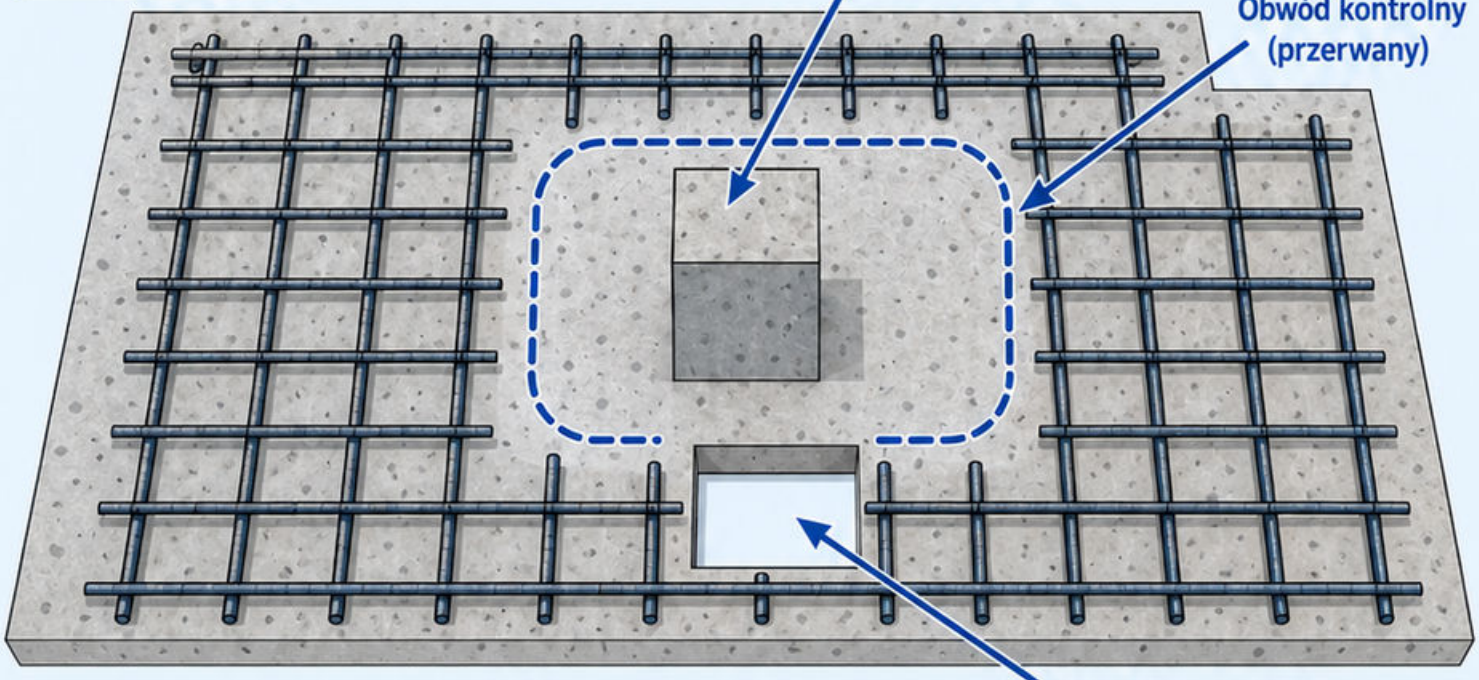
Przebicie to lokalny mechanizm przenoszenia siły między płytą i podporą. Kontrola zależy od geometrii słupa, wysokości użytecznej oraz przekazywanej siły i momentu.

Słup wewnętrzny, krawędziowy i narożny mają odmienne otoczenie. Otwór blisko podpory może zmniejszać skuteczny obszar przekazywania sił.

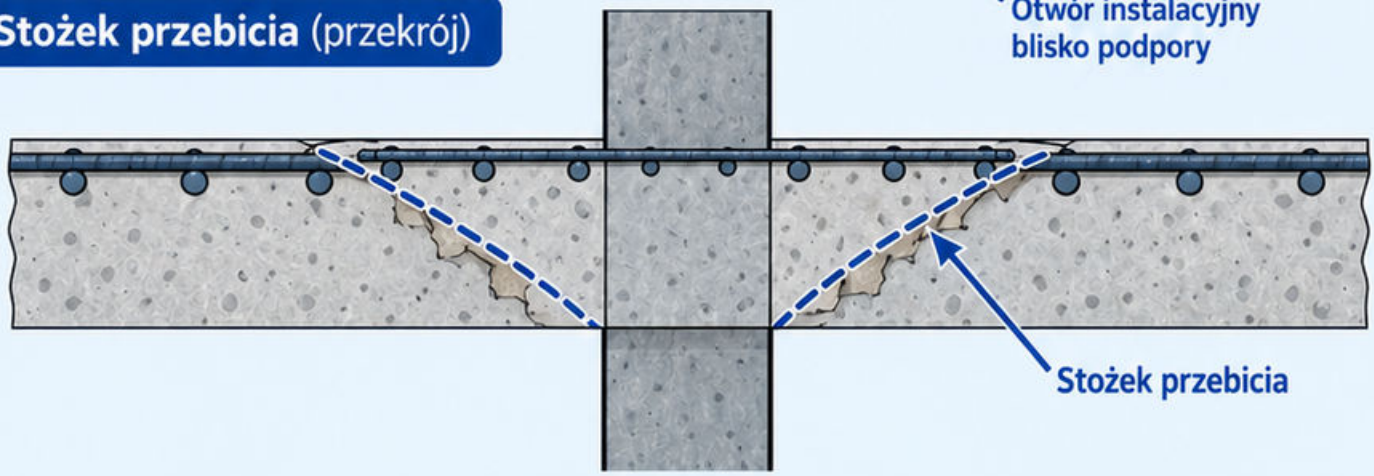
Przykład dydaktyczny: dodano otwór instalacyjny przy słupie bez aktualizacji obliczeń. Nie wystarcza przesunąć kilku prętów siatki i zachować pierwotną decyzję.

Sprawdzenie: projektant ocenia właściwe obwody kontrolne, obciążenie oraz potrzebę zbrojenia lub zmiany geometrii. Nie przenoś odległości obwodów z innej generacji norm bez weryfikacji. [3]

Rzut płyty



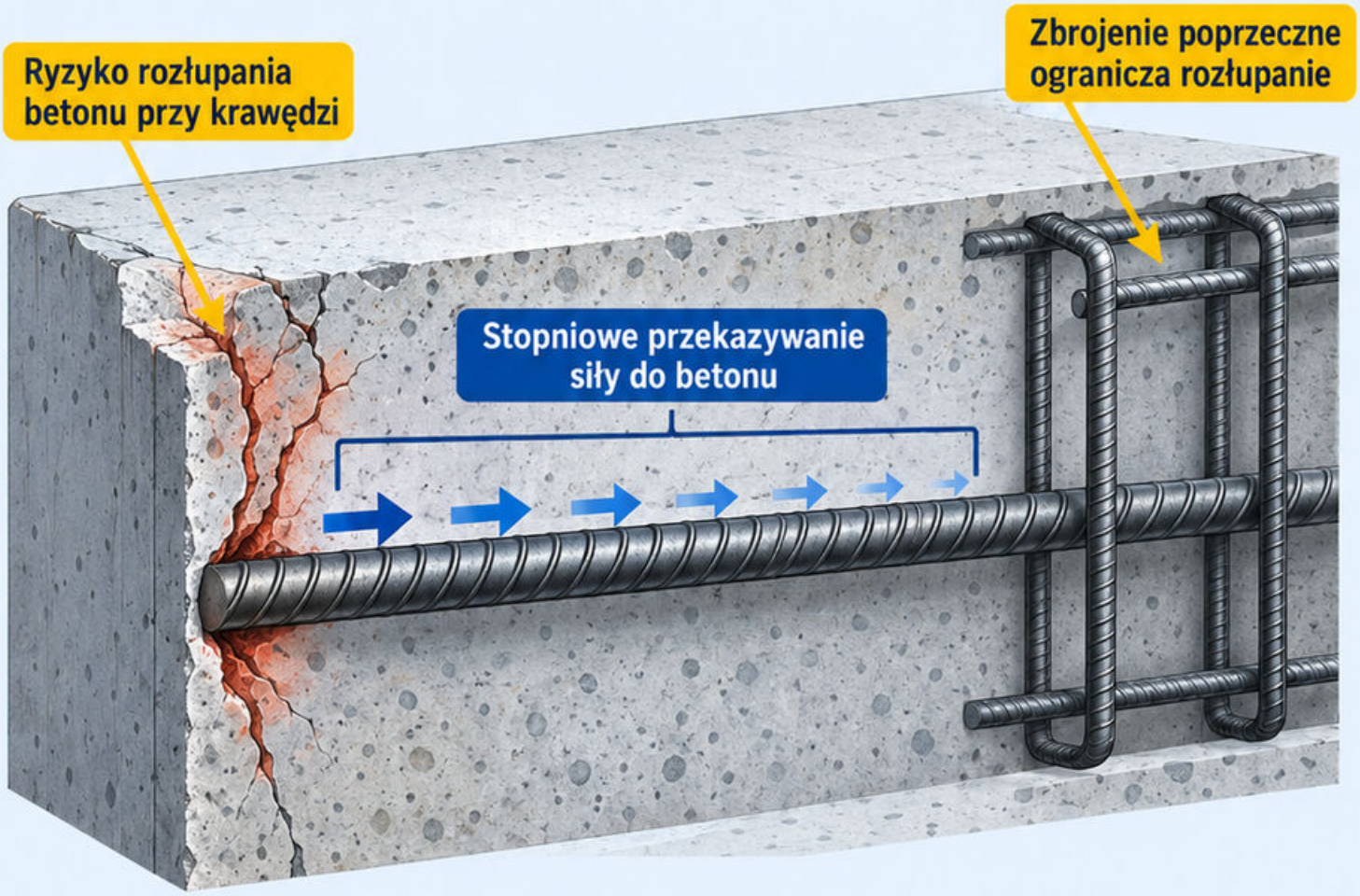
Stożek przebicia (przekrój)



Zakotwienie: detal

Pręt musi przekazać siłę do betonu na odpowiedniej długości i w odpowiednich warunkach. Zakotwienie jest częścią drogi sił, a nie dodatkiem rysunkowym.

Wynik zależy między innymi od siły w pręcie, średnicy, materiałów, przyczepności, otuliny i zbrojenia poprzecznego. Kształt haka nie zastępuje oceny całego detalu.



Przykład dydaktyczny: pręt przy krawędzi kończy się przed przewidzianą strefą zakotwienia. Rozwiązanie wymaga sprawdzenia, zamiast mechanicznego dodania krótkiego zagięcia.

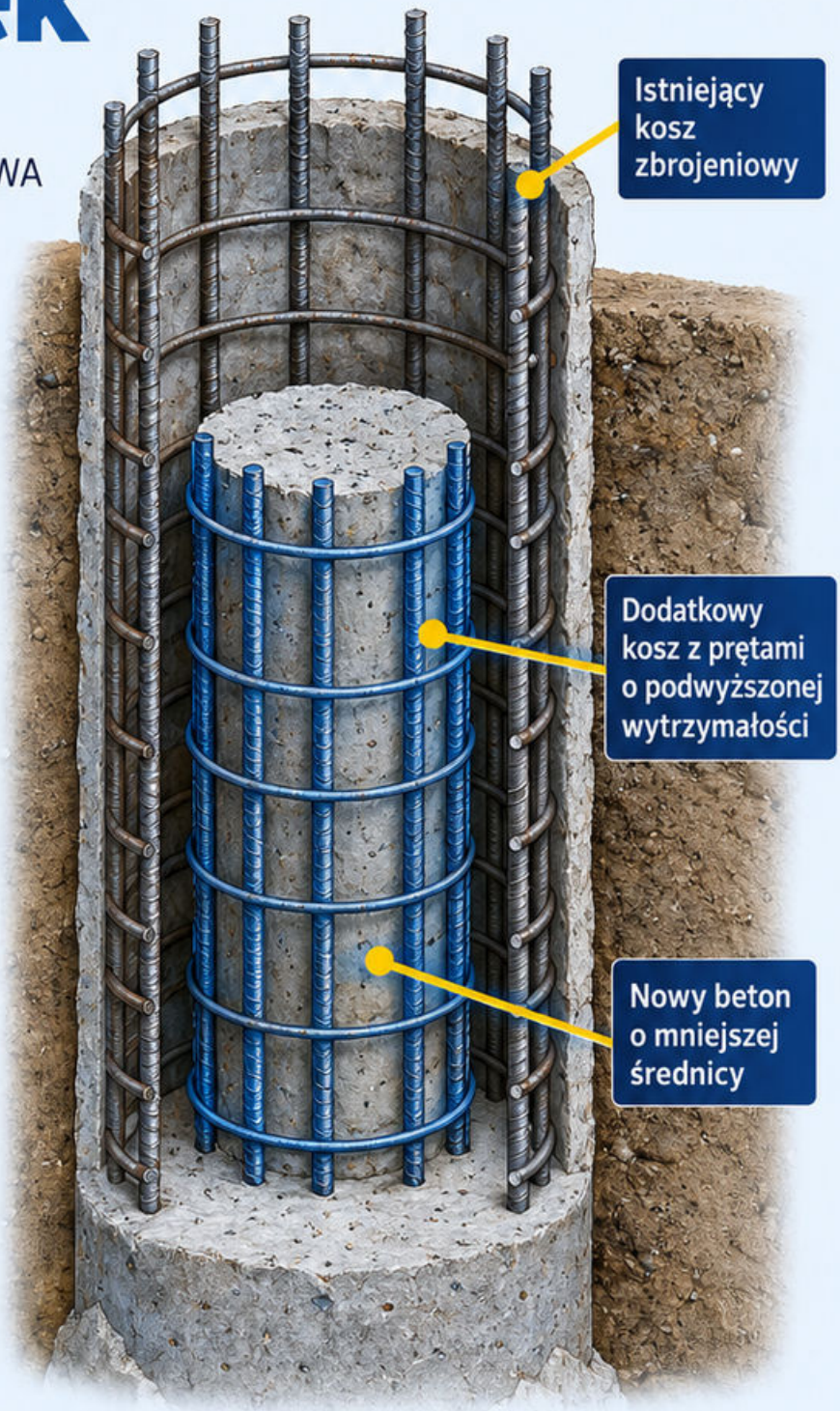
Kontrola wykonania: pomiar względem rysunku, ocena sąsiednich prętów i przestrzeni dla betonu. Nie stosuj uniwersalnej wielokrotności średnicy do wszystkich warunków zakotwienia. [3]

Betonowanie fundamentu: przypadek

Przypadek udokumentowany: FHWA opisuje naprawę pala wierconego po usunięciu wadliwego betonu z wnętrza istniejącego kosza zbrojeniowego.

Na rysunku 5-5 pokazano dodatkowy kosz z prętami o podwyższonej wytrzymałości. Rozwiązanie miało zapewnić wymagane właściwości przekroju zastępczego o mniejszej średnicy.

Źródło: GEC 15, część 5.4.2.3, strony 5-21–5-22. Publikacja nie identyfikuje tu lokalizacji; nie przypisujemy jej do polskiej budowy.



Wniosek do kontroli betonowania fundamentów:

brak ciągłości lub jakość budząca wątpliwości wymagają rozpoznania i projektu naprawy.

Skuteczność potwierdza ocena oraz kontrola naprawy, nie samo dolanie mieszanki. [4]

Osiadanie: analiza przypadku

Przypadek rzeczywisty: stabilizacja Krzywej Wieży w Pizie.

Imperial College opisuje udział Johna Burlanda i kontrolowane usuwanie gruntu spod wyżej położonej strony fundamentu.

Według publikacji

usunięto 38 m³ gruntu, korygując pochylenie. Zespół badał również związek zmian położenia wieży z warunkami wody gruntowej.

Zastosowano odwodnienie

służące kontroli warunków wodnych. Źródło: komunikat Imperial College London z 11.05.2011; opisuje wyniki projektu, nie instrukcję naprawy dowolnego fundamentu.

Wniosek:

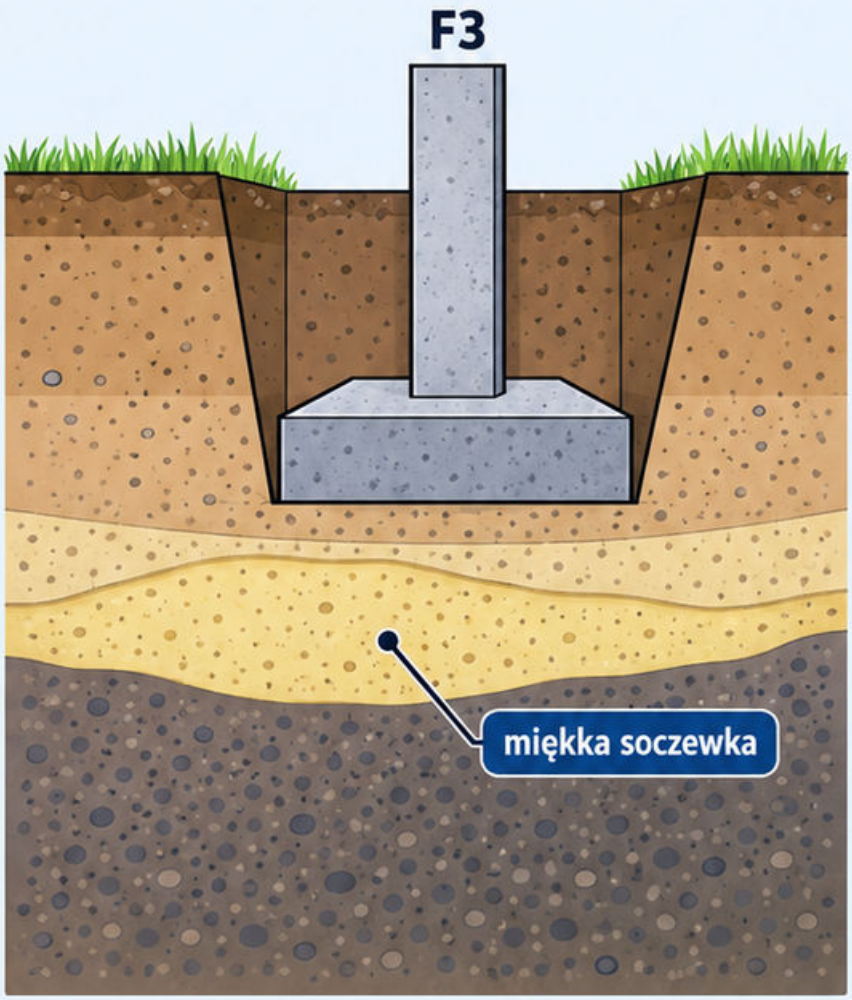
osiadanie i obrót trzeba interpretować łącznie z podłożem, wodą i monitoringiem. Celowa ingerencja pod istniejącym fundamentem wymaga specjalistycznego projektu oraz kontroli reakcji konstrukcji. [5]



Karta decyzji geotechnicznej

Karta zapisuje, dlaczego przyjęto rozwiązanie i jakie warunki muszą pozostać spełnione. Powiąż decyzję z modelem, danymi i zakresem odpowiedzialności.

PROBLEM → DOWODY → ANALIZA → **DECYZJA** → WERYFIKACJA



Pola: lokalizacja, problem, dokument odniesienia, metoda, wyniki, niepewności, warianty, decyzja, odpowiedzialny, warunek wznowienia i dowód zamknięcia.

Przykład dydaktyczny: F3, miękka soczewka; odniesienie: model G02/B; metoda: dodatkowe rozpoznanie i analiza projektanta; dowód: profil oraz notatka obliczeniowa.

Odpowiedzialny: projektant posadowienia z geotechnikiem. **Decyzja:** wstrzymać wykonanie F3 do zatwierdzenia rozwiązania; kontrola po wykonaniu według uzupełnionego projektu.

Nie wpisuj „grunt dobry” bez wskazania, co sprawdzono i na jakiej podstawie. [2]

Źródła

[1] **FHWA — Geotechnical Site Characterization, GEC 5, 2016.**
https://www.fhwa.dot.gov/engineering/geotech/pubs/nhi16072.pdf

[2] **JRC — Eurocode 7: Geotechnical Design. Worked Examples, 2013.**
https://publications.jrc.ec.europa.eu/repository/handle/JRC85029

[3] **JRC — Eurocode 2: Design of Concrete Buildings. Worked Examples, 2014.**
https://publications.jrc.ec.europa.eu/repository/handle/JRC89037

[4] **FHWA — Acceptance Procedures for Structural Foundations, GEC 15, 2022, §5.4.2.3–5.4.3; rys. 5-5.**
https://www.fhwa.dot.gov/engineering/geotech/pubs/hif22024.pdf

[5] **Imperial College London — Prof. who helped save Leaning Tower of Pisa..., 11.05.2011.**
https://www.imperial.ac.uk/news/98928/prof-helped-save-leaning-tower-pisa/

[6] **PKN — Eurokody: wybór właściwej generacji i części.**
https://www.pkn.pl/normalizacja/sektory-normalizacji/budownictwo-i-konstrukcje-budowlane/eurokody

Dostęp: 18.10.2026. Obliczenia dydaktyczne są autorskie. Przypadki rzeczywiste: strony 29–30; zakres i identyfikacja zgodne z podanymi publikacjami.