

7. Wytyczne wykonania fundamentu pod agregat prądotwórczy

Podstawowe zadania fundamentu to:

- przeniesienie na podłoże całkowitego ciężaru agregatu,
- zapewnienie niezmiennego wzajemnego położenia silnika, generatora i urządzeń współpracujących.
- zapobieganie przenoszeniu się wibracji na sąsiednie konstrukcje i budowle.

Obciążenie gruntu

Obciążenie gruntu zależy przede wszystkim od ciężaru własnego agregatu i ciężaru fundamentu.

Ciężar własny należy określić z uwzględnieniem ciężaru wszystkich płynów eksploatacyjnych (płyn chłodzący, olej, paliwo) oraz urządzeń pomocniczych, których ciężar jest przenoszony przez fundament.

Ciężar właściwy różnych płynów w [g/cm³]

woda + glikol - 1,030 olej silnikowy - 0,916 nafta - 0,800
woda - 1,000 olej napędowy - 0,855

Grunt na którym spoczywa fundament musi przenieść ciężar agregatu i ciężar fundamentu. Wytrzymałość najczęściej spotykanych gruntów podano poniżej:

Dopuszczalne obciążenie gruntów w [kPa]

skała twarda, grunt nasypowy zbita	482
głina zwięzła, żwir, piasek gruby	386
piasek średni luźny, glina	193
piasek drobny luźny	96,4
głina miękka	96,4

Posadowienie bezpośrednio na gruncie można stosować, gdy jego wytrzymałość jest większa od nacisku wywieranego przez agregat oraz gdy dopuszcza się niewielkie zmiany wzajemnego położenia agregatu i urządzeń współpracujących spowodowane, na przykład, przez osiadanie gruntu. Grunty takie jak drobnoziarnista glina, luźny piasek lub piasek znajdujący się w pobliżu zwierciadła wody gruntowej są szczególnie niestabilne i w obecności obciążeń dynamicznych (drgania), do posadowienia agregatu konieczne są fundamenty o stosunkowo dużej powierzchni. Informacje o wytrzymałości gruntów można uzyskać ze źródeł lokalnych, a konstrukcja fundamentu musi być zgodna z wymaganiami przepisów budowlanych. Powierzchnia elementów przenoszących obciążenie musi być dostosowana do wytrzymałości podłoża. Aby określić nacisk (P) wywierany na podłoże przez zestaw generacyjny, należy podzielić całkowity ciężar (W) agregatu przez powierzchnię (A) wszystkich elementów przenoszących obciążenie, takich jak szyny, poduszki nośne lub wkładki amortyzujące.

$$P = W/A - \text{nacisk, [kg/m}^2\text{]}$$

W - ciężar, [kg]

A - powierzchnia, [m²]

Nacisk wywierany przez agregat musi być mniejszy niż wytrzymałość podłoża.

Jeżeli powierzchnia szyn nośnych lub wsporników jest zbyt mała do przeniesienia całkowitego obciążenia, można zastosować dodatkowe elementy zwiększające tę powierzchnię. Parametry gruntu silnie zależą od jego wilgotności i temperatury otoczenia. Szczególnie duże zmiany następują w okresie zamarzania i rozmarzania gruntu. Aby uniknąć przemieszczeń generatora (wysadziny zimowe), dolna powierzchnia fundamentu musi znajdować się poniżej granicy przemarzania gruntu. Powinno się też przy zbrojeniu zastosować siatkę zbrojeniową podwójną, jedną również na spodnią część fundamentu.

Do posadowienia agregatów można stosować różne rodzaje fundamentów betonowych. Dobór fundamentu powinien opierać się na analizie wcześniej wymienionych czynników oraz musi uwzględniać ograniczenia narzucone przez konkretną lokalizację i rodzaj instalacji.

Ciężkie fundamenty betonowe o konstrukcji monolitycznej nie są, w większości przypadków, konieczne do posadowienia nowoczesnych agregatów napędzanych przez wielocylindrowe silniki o średnich obrotach. Należy unikać zbyt grubych i ciężkich płyt fundamentowych, które nadmiernie obciążają podłoże lub grunt. Grubość płyty fundamentowej musi być na tyle duża, by zapobiec jej wygięciom i skręcaniu, a jej powierzchnia musi być taka, by nacisk wywołany przez ciężar urządzeń i ciężar własny fundamentu nie przekroczył wytrzymałości podłoża.

Jeżeli konieczny jest fundament betonowy, należy przestrzegać następujących podstawowych wymagań:

- Wytrzymałość fundamentu musi być wystarczająca do przeniesienia całkowitego ciężaru instalacji wraz z płynami eksploatacyjnymi oraz obciążeń dynamicznych.
- Poziome wymiary fundamentu muszą być z każdej strony większe od wymiarów zestawu generacyjnego o nie mniej niż 300 mm.
- Jeżeli do tłumienia wibracji konieczny jest fundament o dużej masie (blok inercyjny), grubość płyty fundamentowej musi być tak dobrana, by jej ciężar własny był co najmniej równy lub większy od całkowitego ciężaru agregatu.

Obliczanie grubości fundamentu którego ciężar ma być równy ciężarowi agregatu:

$$FD = W / (D \times B \times L)$$

FD - grubość fundamentu, [m]

W - całkowity ciężar zestawu generacyjnego wraz z płynami, [kg]

D - ciężar objętościowy betonu, około 2500 kg/m³

B - szerokość fundamentu, [m]

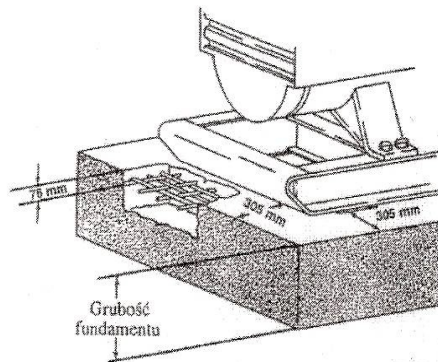
L - długość fundamentu, [m]

Zalecane proporcje składników mieszanki betonowej: cement : piasek : kruszywo - 1:2:3 (objętościowo). Opad betonu nie powinien przekraczać 100 mm. Wytrzymałość na ściskanie po 28 dniach twardnienia nie powinna być mniejsza niż 20 MPa. Stosować beton klasy B₂₀.

Fundament należy poziomo zbroić siatką drucianą nr 8 lub inną podobną ułożoną na prętach podtrzymujących rozmieszczonych co 150 mm. Można również zastosować pręty zbrojeniowe nr 6 ułożone poziomo co 300 mm. Odległość zbrojenia z prętów od powierzchni fundamentu nie powinna być mniejsza niż 75 mm.

Jeżeli zastosowano skuteczne środki zapobiegające przenoszeniu się wibracji na fundament, jego grubość musi zapewnić jedynie przeniesienie obciążeń statycznych. W agregatach główne elementy wirujące lub przemieszczające się ruchem posuwistozwrotnym są indywidualnie wyważane i, przynajmniej teoretycznie, żadne wibracje powinny występować. Ze względu jednak na tolerancje produkcyjne i nie dające się w pełni przewidzieć obciążenia powstające przy spalaniu paliwa, na fundament zawsze oddziałują pewne obciążenia dynamiczne. Jeżeli nie zostaną zastosowane środki zapobiegające przenoszeniu się wibracji, strop budynku musi mieć wytrzymałość nie mniejszą niż 125% ciężaru całego zestawu generacyjnego.

Jeżeli generatory są połączone równolegle, fundamenty muszą mieć większą wytrzymałość ze względu na momenty skręcające powstające przy niedokładnej synchronizacji. Można przyjąć, że fundament generatora pracującego w połączeniu równoległym powinien być obliczony na przeniesienie dwukrotnego całkowitego ciężaru generatora.



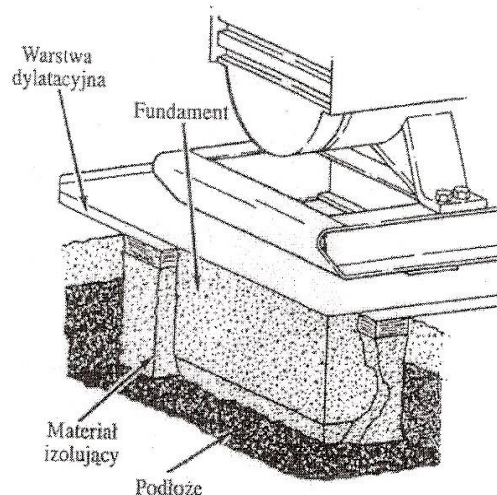
Podsypki tłumiące

Podsypki tłumiące umieszczone pomiędzy fundamentem a powierzchnią gruntu pod względem tłumienia wibracji nie są tak skuteczne jak przekładki gumowe lub sprężynowe wkładki amortyzujące.

Podsypka pod blokiem fundamentowym może być wykonana jako warstwa wilgotnego żwiru lub piasku o grubości 200-250 mm ułożona na dnie wykopu. Warstwa taka może zmniejszyć natężenie wibracji wytwarzanych przez silnik o około 30-50%. Żwir ma nieco większą zdolność tłumienia wibracji niż piasek. Aby zmniejszyć osiadanie fundamentu, podsypka musi być silnie ubita przed wylaniem betonu.

Jeżeli fundament będzie izolowany za pomocą podsypki, wykop fundamentowy musi być nieco szerszy i dłuższy niż wynika to z wymiarów fundamentu. Po ułożeniu podsypki umieszcza się na niej szalunek o kształcie fundamentu, układa zbrojenie i wylewa beton. Po usunięciu szalunku przestrzeń pomiędzy bocznymi ścianami fundamentu a gruntem wypełnia się materiałem podsypkowym tak, by fundament był całkowicie izolowany od otaczającego gruntu.

Do izolowania fundamentów od podłoża używany jest również asfalt, impregnowany filc oraz włókno szklane. Płyta podłogowa otaczająca blok fundamentowy jest oddzielona elastyczną warstwą dylatacyjną, przykładowo płytą pilśniową o grubości 20-25mm nasączoną np. bitizolem, która zapobiega przenoszeniu się wibracji od strony fundamentu.

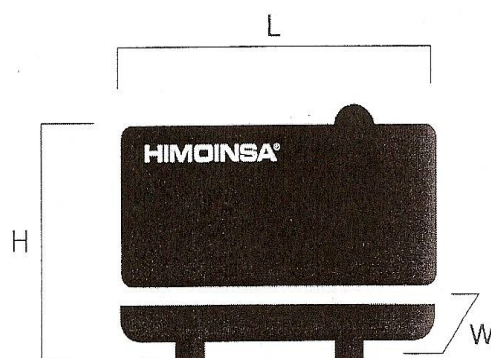


IZOLACJA PRZECIWWIBRACYJNA

W celu minimalizacji przenoszenia drgań na podłoże agregat wyposażony jest w specjalne izolatory. W małych i średnich agregatach izolatory montowane są między agregatem a ramą. Dzięki temu agregaty te są od razu gotowe do instalacji na fundamencie. W przypadku większych agregatów izolatory dostarczane są luzem i montowane między ramą a fundamentem. W każdym przypadku agregat powinien być przytwierdzany do podłoża w celu zapobieżenia przesunięciu.

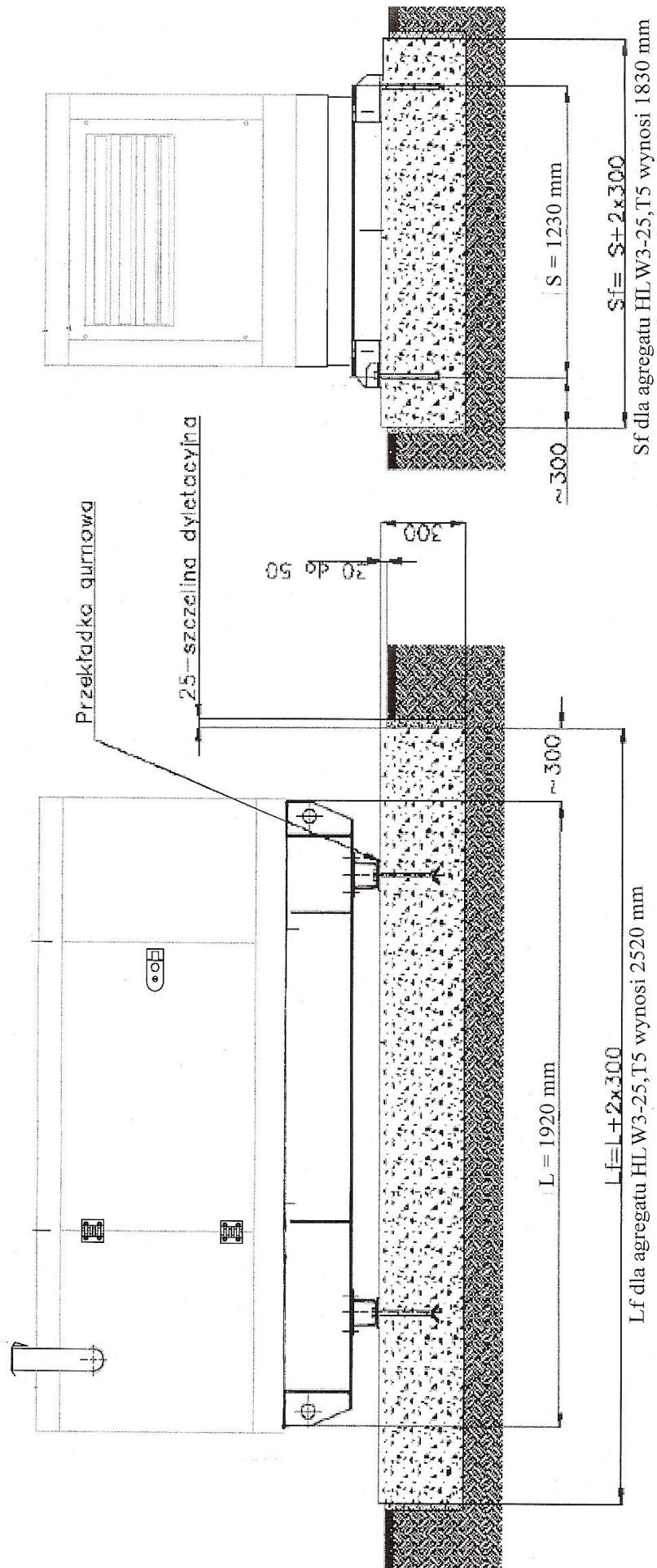
Izolacja przeciwwibracyjna jest wymagana również przy instalacji osprzętu, takiego jak doprowadzenie paliwa z zewnętrznego zbiornika, wyprowadzenie spalin i ciepłego powietrza na zewnątrz. W tym celu stosuje się w miejscach połączeń elementy giętkie.

Wymiary



A2 Waga i wymiary		
(L) Długo	mm	1.920
(H) Szeroko	mm	1.230
(W) Wysoko	mm	900
Wymiary transportowe	m3	2,13
(*) Waga z płynami	Kg	zapytaj
(*) Waga sucha	Kg	600
Pojemność zbiornika paliwa	L.	38
Poziom hałasu	db(A)@7m	66
(*) (ze standardowymi akcesoriami)		

WERSJA STANDARDOWA



Wytyczne wykonania fundamentu.