



## BEHAVIOR OF MAT FOUNDATION FOR A TEN-STORY BUILDING: FIXED BASE VS THREE-DIMENSIONAL SOIL MODEL

## ZACHOWANIE SIĘ PODŁOŻA Z MATĄ DLA BUDYNKU DZIESIĘCIOPIĘTROWEGO: STAŁA BAZA A TRÓJWYMIAROWY MODEL GRUNTU

Farhaj Hasan\*, Nazmul Alam  
University of Asia Pacific (UAP), Bangladesh  
Al Amin  
European University of Bangladesh (EUB), Bangladesh  
Mahadi Hasan  
Engineering & Research Associates (ERA), Bangladesh

### Abstract

*Soil is an anisotropic, heterogeneous, and inelastic complex material. It is difficult to represent the exact behavior of soil by numerical modelling in practice. Conventionally, soil is simplified to an idealized model where it is considered isotropic, homogeneous, and behaves elastically under loads. The idealization, in this case, is done using the proper elastic modulus, Poisson's ratio, and unit weight of soil depending upon the soil type. Although the exact soil behavior is simplified, using Finite Element Analysis (FEA) a more effective result can be obtained. A superstructure was modelled using ETABS using a fixed-base system and the base reaction forces were obtained. A mat and a soil element on which the mat was laid were modelled as a flexible-base system in Midas GTS NX. The base reactions obtained from ETABS were applied to the mat in the soil model to determine the settlements and, consequently, the spring stiffness. The superstructure was then modelled again, incorporating springs under the respective columns. Convergence in settlement, and base reactions were reached by iteration, and the final results from the flexible-base system were then compared with the fixed-base system. The center column settled the most, about 60 mm, and there was a decrease in settlement by 15% between the first model and the final iterated model. The base reaction for center columns decreased by 24% in the flexible base system compared to the fixed base system. However, an increase in base reaction was observed for both side and edge columns. There was an extremely erratic change in grade beams under a flexible base system, which shows that the superstructure elements are also affected by the change in the base system. It is recommended to use this approach, for the analysis of structures considering flexible base systems instead of fixed bases because it enhances the accuracy of analysis with feasible time consumption and less complex effort.*

**Keywords:** Elastic modulus, Poisson's ratio, Finite Element Analysis (FEA), Midas GTS NX, settlement, spring stiffness etc.

### Streszczenie

*Gleba jest materiałem złożonym anizotropowym, niejednorodnym i nieelastycznym. W praktyce trudno jest dokładnie odwzorować zachowanie gleby za pomocą modelowania numerycznego. Konwencjonalnie glebę upraszcza się do wyide-*

\*University of Asia Pacific (UAP), Bangladesh, e-mail: [farhaj.ce@gmail.com](mailto:farhaj.ce@gmail.com)

alizowanego modelu, w którym uważa się ją za izotropową, jednorodną i zachowującą się elastycznie pod obciążeniem. Idealizacja w tym przypadku odbywa się za pomocą odpowiedniego modułu sprężystości, współczynnika Poissona i masy jednostkowej gruntu w zależności od rodzaju gruntu. Chociaż dokładne zachowanie gleby jest uproszczone, można uzyskać bardziej efektywne wyniki za pomocą analizy elementów skończonych (FEA). Konstrukcja nośna została wymodelowana za pomocą ETABS przy użyciu systemu stałej podstawy i uzyskano siły reakcji podstawy. Matę i element gruntu, na którym została położona, zamodelowano jako układ o elastycznej podstawie w programie Midas GTS NX. Reakcje bazowe uzyskane z ETABS naniesiono na matę w modelu gruntowym w celu określenia osiadań, a co za tym idzie sztywności sprężystej. Następnie ponownie wymodelowano konstrukcję nośną, włączając sprężyny pod odpowiednimi kolumnami. Zbieżność osiadania i reakcji bazowych została osiągnięta przez iterację, a końcowe wyniki z systemu o elastycznej podstawie zostały następnie porównane z systemem o stałej podstawie. Kolumna środkowa osiadła najbardziej, około 60 mm, a między pierwszym modelem a ostatecznym modelem iterowanym nastąpił spadek osiadania o 15%. Reakcja podstawy dla kolumn centralnych zmniejszyła się o 24% w systemie z podstawą elastyczną w porównaniu z systemem z podstawą stałą. Zaobserwowano jednak wzrost odczynu zasadowego zarówno dla kolumn bocznych, jak i krawędziowych. Nastąpiła bardzo nieregularna zmiana belek niwelacyjnych pod elastycznym systemem bazowym, co pokazuje, że zmiany w systemie bazowym mają również wpływ na elementy konstrukcji nośnej. Zaleca się stosowanie tego podejścia do analizy konstrukcji z uwzględnieniem elastycznych systemów bazowych zamiast stałych baz, ponieważ zwiększa to dokładność analizy przy możliwej czasochłonności i mniejszym wysiłku.

**Słowa kluczowe:** moduł sprężystości, współczynnik Poissona, analiza elementów skończonych (FEA), Midas GTS NX, osiadanie, sztywność sprężyny itp.