

## Model przegubu plastycznego sprężonej belki betonowej i jego wpływ na szacowanie stanów granicznych konstrukcji

### Streszczenie

Analiza konstrukcji w zakresie plastycznym zaczęła zyskiwać na powszechności już w połowie XX wieku. W ujęciu projektowym opiera się na wykorzystaniu idei przegubu plastycznego. Powstanie przegubów plastycznych wpływa na redystrybucję sił wewnętrznych, podobnie jak zmiany sztywności elementu. Zjawiska związane z wytwarzaniem się przegubów plastycznych w konstrukcjach żelbetowych są dobrze poznane i opisane. W przypadku konstrukcji sprężonych problem ten, moim zdaniem, wymaga prowadzenia dalszych badań w tym zakresie, szczególnie w kontekście coraz częstszego wykorzystywania analizy konstrukcji w zakresie pozasprężystym.

Przedmiotem pracy jest opis tworzenia się przegubów plastycznych i ich charakterystyka w betonowych konstrukcjach sprężonych. Celem pracy jest poszukiwanie opisu modelu przegubu plastycznego sprężonej belki betonowej i wpływu tego modelu na szacowanie stanów granicznych konstrukcji. Badania i analizy prowadzono z rozróżnieniem na elementy sprężone ciągnami z przyczepnością i bez przyczepności. W pracy w szerokim zakresie podjęto temat zmian sztywności zachodzących w betonowej konstrukcji sprężonej. Do badań wykorzystano nietypowe belki o konstrukcji hybrydowej, składające się z części betonowej sprężonej oraz części stalowej. Punktem odniesienia do analizy zmian sztywności zachodzących w części betonowej, była część stalowa o niezmiennej sztywności. W pracy przedstawiono propozycję zależności moment-krzywizna w przegubie plastycznym w belce sprężonej oraz propozycję wyznaczania parametrów zastępczej sztywności przegubu plastycznego w belce sprężonej. Określono także współczynnik redystrybucji momentów zginających w belkach sprężonych ciągnami z przyczepnością i bez przyczepności. Zależności te mogą zostać wykorzystane do projektowania w stanie granicznym nośności. Ponadto oszacowano sztywność belek sprężonych po zarysowaniu oraz dokonano weryfikacji założeń dotyczących szacowania sztywności w fazie II w konstrukcjach sprężonych ciągnami z przyczepnością oraz bez przyczepności. Opracowano także model numeryczny badanych belek, którego zgodność została potwierdzona wynikami badań empirycznych, zatem może stanowić on podstawę do dalszych analiz.

20.04.2021  
K. Mossor

## **Model of a plastic hinge in a prestressed concrete beam and its impact on the estimation of the structure limit states**

### **Abstract**

Plastic analysis of structures began to gain popularity in the middle of the 20th century. In terms of design, it is based on the use of the idea of a plastic hinge. The formation of plastic hinges redistributes internal forces, as do changes in the stiffness of the element. The phenomena related to the appearance of plastic hinges in reinforced concrete structures are well known and described. In the case of prestressed structures, this problem, in my opinion, requires further research in this area, especially in the context of more and more frequent use of structure analysis in the post-elastic field.

The subject of this thesis is a description of the formation of plastic hinges and their characteristics in prestressed concrete structures. The aim of the work is to search for a description of the plastic hinge model in a prestressed concrete beam and the impact of this model on the estimation of the structure limit states. The tests and analyses were carried out with a distinction between elements prestressed by bonded and unbonded tendons. In this thesis, the subject of stiffness changes in a concrete prestressed structure was discussed in a wide range. Untypical beams with a hybrid structure, consisting of a prestressed concrete part and a steel part, were used for the tests. A steel part with constant stiffness was the reference point for the analysis of stiffness changes taking place in a concrete part. The thesis presents a proposal of the moment-curvature relationship in a plastic hinge in a prestressed beam and a proposal to determine the parameters of the equivalent stiffness of a plastic hinge in a prestressed concrete beam. The coefficient of redistribution of bending moments in beams prestressed by tendons with and without bond was also determined. These relationships can be used for the ultimate limit state design. Moreover, the stiffness of the prestressed beams after cracking was estimated and the study verified assumptions concerning the estimation of the stiffness in phase II in structures prestressed by tendons with and without bond. A numerical model of the tested beams was also developed, and its compliance was confirmed by the results of empirical tests, so the model may be basis for further analyses.

20. 04. 2021

K. Mossor