

aktualnego do układu pierwotnego, co jest zgodne z normowym ujęciem efektu  $P-\Delta$  w ramach.

Z przedstawionych wyżej informacji wynika, że w modelu liniowym nie ma możliwości bezpośredniego uwzględnienia wymienionych wyżej wpływów. Pośrednio, iteracyjnie można by uwzględniać jedynie wpływ efektu  $P-\Delta$ . Należałoby w kolejnych krokach iteracyjnych do współrzędnych węzłów dodawać ich przemieszczenia. W pełni nie można jednak ująć wszystkich efektów II rzędu. Z tego względu normowy sposób obliczania obciążenia równoważnego (pkt 3.4) dla stężeń może dać zaniżone wyniki.

W literaturze technicznej z zakresu obliczeń stężeń dachowych przedstawia się różne metody uwzględniania geometrycznych imperfekcji konstrukcji dachu. Są to metody oparte głównie na bezpośrednim wprowadzaniu zmian w geometrii ustroju i deformacji prętów, tzw. modele IGI (ang. *modeling of Initial Geometric Imperfections*) lub na stosowaniu zastępczych obciążeń równoważnych – modele NHF (ang. *application of Notional Horizontal Forces*), [60].

W przypadku modeli IGI konieczne jest rozpatrzenie wszystkich możliwych kombinacji wstępnych, łukowych wygięć prętów, co może być obliczeniowo uciążliwe. W celu ograniczenia liczby tych kombinacji korzysta się tu ze skalowania pierwszej postaci utraty stateczności metodą FBM (ang. *scaling of First Eigen Buckling*). Teoretycznie można by stosować tu także metodę losowego doboru kombinacji wstępnych wygięć, spośród dopuszczalnych rozwiązań, lecz również w tym przypadku konieczne byłoby przeszukanie całego zbioru. Przy doborze kombinacji wstępnych wygięć prętów należy mieć na uwadze to, że należy dobrać taki ich układ, przy którym stężenie jest najbardziej podatne na deformację giętą jako kratownica. Przykładowo, jeśli na ściskany pas stężenia (pas wiażara) dobrano przekrój o różnej smukłości w płaszczyźnie stężenia i w płaszczyźnie wiażara, to większą podatność pręta uzyska się przy wstępnej deformacji łukowej w płaszczyźnie większej smukłości.

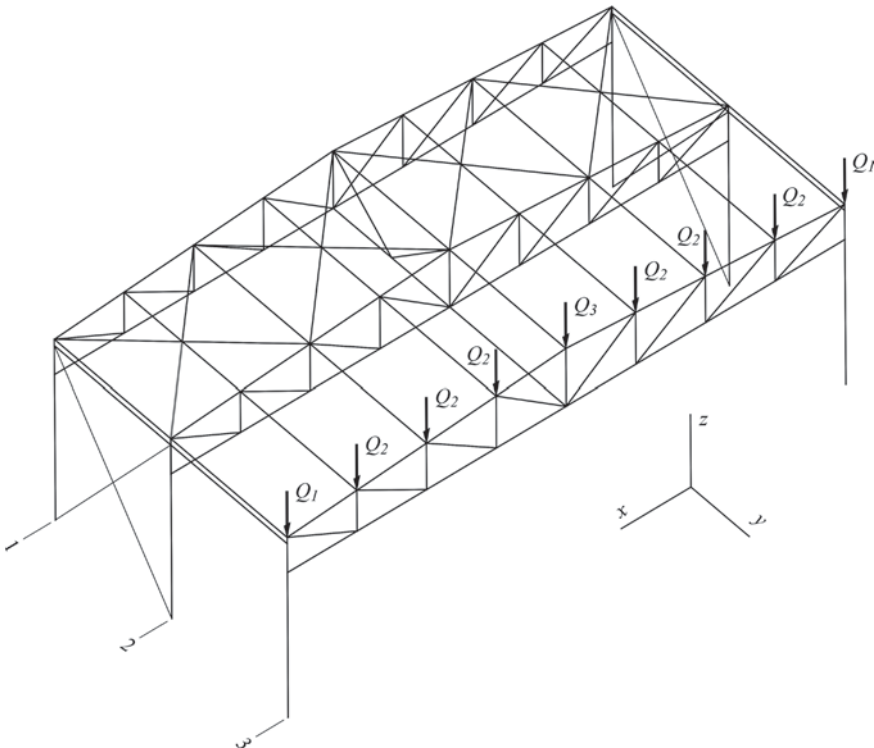
W literaturze można znaleźć wiele modeli obliczeniowych stężeń opartych na obciążeniu zastępczym określanym różnymi sposobami, na przykład na podstawie sił wewnętrznych w pasach wiażarów i sztywności stężenia wyrażonej sprężystymi ugięciami, na przykład [N1], [4], [5], [25], [60], lub na podstawie zewnętrznych obciążeń i przechyłu wiażara: wstępnego i sprężystego (np. [54]), podobnie jak to jest w przypadku efektu  $P-\Delta$  w układach ramowych. Każdy z tych modeli może być dokładniejszy, jeśli rozwiązanie będzie oparte na teorii II rzędu. Wtedy przy określaniu dodatkowych obciążeń należy brać pod uwagę tylko deformacje wstępne. Znane są również publikacje, w których oba te modele

stosuje się jednocześnie, otrzymując zawyżony wpływ globalnych imperfekcji łukowych w stężeniach dachowych.

W rzeczywistej konstrukcji hali typu imperfekt, w wyniku wstępnej deformacji i obciążeń pojawiają się dodatkowe siły nie tylko w stężeniach połączonych poprzecznych, ale także w tężniach pionowych i krzyżulcach wiązarów oraz zginanie dolnego pasa z jego płaszczyzny. Mechanizm powstawania tych sił jest dobrze wyjaśniony w pracy [55]. Konfiguracja wstępnych wygięć prętów i związana z tym zmiana podatnościowa bocznych podpór wiązarów dachowych może mieć również wpływ na współczynniki długości wybocheniowych ściskanych pasów wiązarów przy wyboczeniu z ich płaszczyzny [42].

### 8.1. Geneza obciążenia stabilizującego

Analizie poddano trzy jednonawowe układy poprzeczne ze słupami dołem utwierdzonymi i wiązarami połączonymi przegubowo (rys. 8.1).



Rys. 8.1. Analizowany układ hali