



Rysunek 1.5. Awaria silosu z kukurydzą
(<http://farminjuryresource.com/2018/04/18/grain-silo-accident-kills-father-and-son/>)



Rysunek 1.6. Zniszczenie silosu spowodowane wystąpieniem podciśnienia
(<http://www.silosupplier.com/how-to-prevent-steel-silo-collapse/>)

Poprawne zaprojektowanie metalowej konstrukcji powłokowej, zbiornika, silosu, rurociągu, polega na niedopuszczeniu do wystąpienia utraty stateczności w jakiegokolwiek formie. To kryterium jest eksponowane w normach przedmiotowych dotyczących projektowania stalowych konstrukcji powłokowych: PN-EN

1993-3-2 – kominy [N10], PN-EN 1993-1-6 – konstrukcje powłokowe [N6], PN-EN 1993-4-1 – silosy [N11], PN-EN 1993-4-2 – zbiorniki [N12], PN-EN 1993-4-3 – rurociągi [N13].

W podrozdziałach 1.2, 1.3 i 1.4 zaprezentowano materiały dotyczące utraty stateczności wybranych przypadków obciążenia powłok walcowych, stożkowych i sferycznych. Poza klasycznymi rozwiązaniami problemu stateczności początkowej tych powłok najczęściej spotykanych w praktyce inżynierskiej przedstawiono także sposób oszacowania ich nośności wyboczeniowej zgodnie z zaleceniami normy PN-EN 1993-1-6 [N6].

W podrozdziale 1.5 przedstawiono w możliwie szerokim zakresie reguły sprawdzania nośności powłok zgodnie ze stanami granicznymi zdefiniowanymi w normie PN-EN 1993-1-6 [N6]. Najbardziej uniwersalną metodą szacowania nośności wyboczeniowej powłok dowolnego kształtu jest metoda określana w normie skrótem GMNIA (ang. *geometrically and materially nonlinear analysis with imperfections explicitly included*). W punkcie 1.4.5 zamieszczono obszerny przykład zastosowania analiz GMNIA do oszacowania nośności wyboczeniowej wycinka powłoki sferycznej obciążonego ciśnieniem.

Zamieszczone w tym rozdziale ogólne i szczegółowe zasady projektowania konstrukcji powłokowych ze względu na kryterium stateczności, w zamiarze autora, powinny stanowić cenną pomoc dla projektantów zbiorników, silosów czy rurociągów. Zagadnienia te będą przedmiotem rozważań zawartych w kolejnych rozdziałach tej monografii.

1.2. Nośność wyboczeniowa powłoki walcowej

1.2.1. Powłoka walcowa poddana ścisnaniu osiowemu

1.2.1.1. Wprowadzenie

Problem wyboczenia powłoki walcowej ściskanej osiowo (rys. 1.7) jest bodaj pierwszym rozwiązaniem analitycznym z zakresu stateczności sprężystej powłok znanym od wczesnych lat 20. XX wieku (R. Lorentz [13] i [14], S. Timoshenko [24], R.V. Southwell [23]). To klasyczne rozwiązanie zaczerpnięte z monografii Timoshenko i Gere [25] oraz Flügge [9] przedstawione jest w kolejnym punkcie 1.2.1.2.

Projektant bardzo często musi zmierzyć się z koniecznością oszacowania nośności powłoki walcowej ściskanej wzdłużnie. W przypadku względnie smukłych powłok walcowych to właśnie kryterium stateczności rozstrzyga o nośności. Znajomość klasycznego rozwiązania problemu stateczności stanowi istotne wskazanie co do poziomu nośności, ale jest oczywiście niewystarczająca. Konieczne jest sięgnięcie po zalecenia projektowe (norma PN-EN 1993-1-6 [N6],