

Używanie nowego modelu statycznego w TrussCon zgodnego z Eurokodem 5.

Wprowadzenie

W Eurokodzie 5 przedstawione są reguły opisujące w jaki sposób **poślizg w łączniku** powinien być uwzględniony w obliczeniach. Postanowienia ogólne znajdują się w PN-EN 1995-1-1:2010 5.1:

(4) Model wykorzystywany do obliczeń sił wewnętrznych w konstrukcjach lub w jej części powinien uwzględniać skutki odkształceń złączy.

(5) Na ogół, wpływ odkształceń złączy należy rozpatrzyć na podstawie ich sztywności (odnoszących się do przemieszczenia liniowego lub obrotu) lub na podstawie poślizgu określonego w funkcji obciążenia złącza.

Również wiele informacji związanych z wiązarami znajduje się w PN-EN 1995-1-1:2010 5.4:

5.4.1 Postanowienia ogólne

(1) P Analizę konstrukcji należy prowadzić, stosując modele statyczne uwzględniające, z dostateczną dokładnością, pracę konstrukcji i jej podpór.

(2) W przypadku dźwigarów łączonych na płytki kolczaste, analizę należy prowadzić wykorzystując modele prętowe, zgodnie z 5.4.2, lub analizę uproszczoną, zgodnie z 5.4.3.

5.4.2 Konstrukcje prętowe

(1) P Analizę konstrukcji prętowych należy prowadzić z uwzględnieniem wpływu na siły i momenty wewnętrzne odkształceń elementów i złączy, mimośrodków na podporach i sztywności konstrukcji wsporczej. Elementy definicji modelu konstrukcji prętowej pokazano na rysunku 5.1.

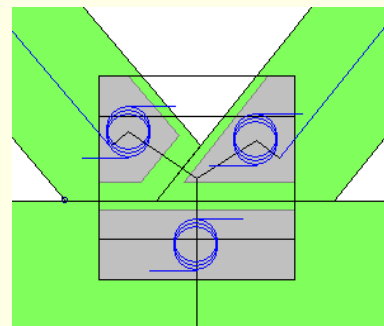
5.4.3 Uproszczona analiza kratownic łączonych na płytki kolczaste

(1) Dopuszcza się uproszczoną analizę dźwigarów o siatce trójkątnej, gdy spełnione są następujące warunki:

- *Obwiednia ustroju nie zawiera kątów wklęsłych;*
- *Podpora znajduje się w obrębie odległości a_1 , a odległością a_2 , pokazana na rysunku 5.2, nie przekracza większej z wartości: $a_1/3$ lub 100 mm;*
- *Całkowita wysokość dźwigara jest większa niż 0,15 rozpiętości i 10-krotna maksymalna wysokość elementów zewnętrznych.*

Reguły te zostały opisane w bardzo ogólny sposób, a my znaleźliśmy interpretację – jak używać tych reguł w rzeczywistości – różniącą się dla poszczególnych krajów. Zgodnie z regułami zawartymi w Eurokodzie 5 utworzyliśmy w TrussCon-ie nowy model statyczny, który w bardziej precyzyjny sposób odwzorowuje poślizg spowodowany przez rozmiar i pozycję łącznika.

Model płytkowy opiera się na ogólnej zasadzie, że wszystkie elementy drewniane połączone są ze sobą poprzez węzły w każdym środku obszaru (zakotwienia) płytki. W tych węzłach wstawione zostały **sprężyny obrotowe i osiowe** zgodnie z wartościami poślizgu z aprobaty na płytki (k_{ser}) aby zapewnić poprawny poślizg w łączniku.

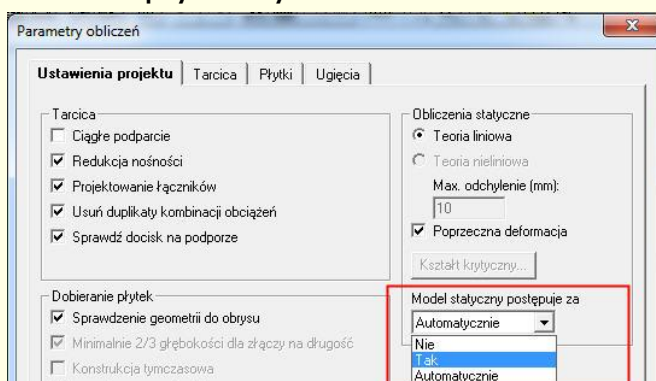


Nasz standardowy model statyczny również spełnia większość postanowień Eurokodu 5 dotyczących dokładności; jest zgodny z osiami tarcicy, bierze pod uwagę mimośrodowość podpór itd. Nawet w standardowym modelu obliczany jest poślizg w łączniku podczas obliczania ugięć. Natomiast dzięki modelowi płytkowemu możemy po raz pierwszy otrzymać efekt poślizgu podczas analizy MES (Metody Elementów Skończonych) co wpływa na siły we wszystkich elementach drewnianych jak to opisano w punkcie 5.1(4) powyżej.

Model płytkowy będzie możliwy do używania we wszystkich nowych normach obliczeniowych opartych na Eurokodzie 5.

Projektowanie zgodnie z nowym modelem płytkowym.

W **Obliczenia | Ustawienia | Ustawienia projektu** można znaleźć nową opcję o nazwie **Model statyczny postępuje za łącznikiem**.



Mamy trzy opcje dla modelu statycznego:

- **Automatycznie** pozwala decydować TrussCon-owi kiedy użyć lub nie modelu płytkowego. W tym trybie TrussCon sprawdza czy więzary spełniają reguły analizy uproszczonej zgodnie z punktem 5.4.3 normy PN-EN 1995-1-1:2010, i wtedy używa modelu standardowego.
Uwaga – Jest to ustawienie domyślne.
- **Tak** oznacza, że TrussCon używa nowego modelu płytkowego.
Uwaga – Tego ustawienia możemy używać zawsze.
- **Nie** oznacza, że TrussCon używa modelu standardowego.
Uwaga – To ustawienie może być używane w pojedynczych więzarach tylko okazyjnie jeżeli przewiduje się problemy z obliczaniem więzara i nie jest wystarczające obliczenie pojedynczych węzłów zgodnie z modelem standardowym (zobacz [Manualna zmiana modelu](#) poniżej).

Podczas używania standardowego modelu zarówno obliczenia tarcicy jak i płytek przebiegają dokładnie jak przedtem. Dodatkowe kroki zostały dodane podczas używania modelu płytkowego:

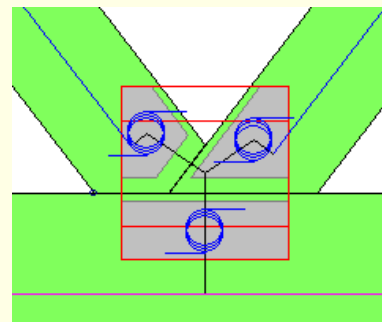
1. Jako że nieznanne są rozmiary i położenia płytek podczas uruchamiania obliczeń, TrussCon musi zawsze uruchomić najpierw analizę MES używając standardowego modelu.

2. Obliczenia drewna i płytek odbywają się z automatycznym pozycjonowaniem, opartym na siłach z pierwszej analizy MES.
3. TrussCon blokuje chwilowo wszystkie rozmiary/pozycje płytek i przełącza na model płytkowy .
4. TrussCon uruchamia nową analizę MES opartą na modelu płytkowym.
5. TrussCon uruchamia nowe sprawdzenia CSI (Złożony Indeks Naprężeń) z zablokowanymi rozmiarami drewna i płytek, oparte na siłach z nowej analizy MES.

Rezultat

Po obliczeniach więzara można zauważyć, że płytki zostały narysowane na ekranie czerwonymi liniami – wskazuje to, że są one **tymczasowo zablokowane** przez system. Nie wskazuje to na żaden błąd; jest to sposób na wyświetlanie aktualnego stanu płytki. Tymczasowo zablokowana płytka działa inaczej w porównaniu do odblokowanej lub zablokowanej płytki:

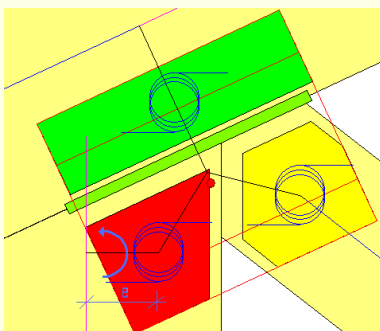
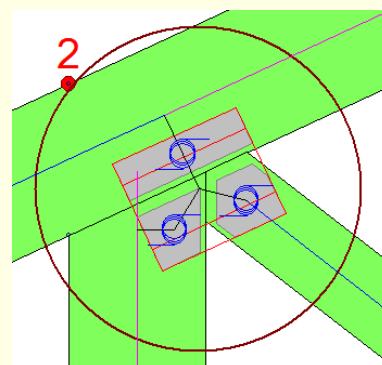
- Patrząc na płytkę w oknie dialogowym *Typ łącznika* można zauważyć, że zaznaczona jest opcja zablokowany, a opuszczając to okno przez kliknięcie "OK" płytka zostanie rzeczywiście zablokowana.
- Płytki zostaną natychmiast zablokowane jeśli zaczną się ją przesuwac lub obracać.



Jeżeli później zmienimy więzara i uruchomimy ponownie obliczenia, to wszystkie płytki, które zostały manualnie edytowane, zostają zablokowane i mogą zostać przeciążone i/lub źle umiejscowione. Wszystkie pozostałe, tymczasowo zablokowane płytki, odblokowują się automatycznie gdy rozpoczynają się obliczenia więzara. W takim przypadku może być przydatna funkcja *Odblokuj wszystkie płytki* dostępna na białej przestrzeni (wolnym obszarze) menu obiektu, którą należy użyć przed powtórny przeliczeniem więzara.

Po otrzymaniu pierwszego rezultatu, mamy również możliwość zablokowania wszystkich płytek aby zwiększyć prędkość obliczania płytek ponieważ tylko krok 4 i 5 zostaną użyte przy obliczaniu więzara jeżeli wszystkie płytki są zablokowane.

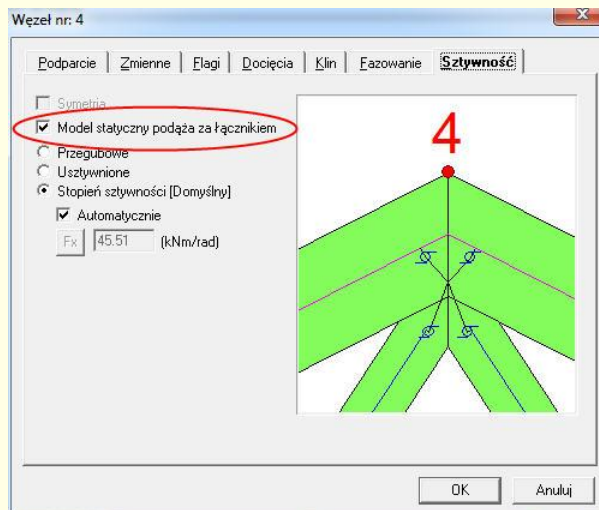
W niektórych przypadkach obliczenia więzara przy użyciu modelu płytkowego mogą zakończyć się przeciążonymi płytkami. Dzieje się tak ponieważ po tym jak płytki zostają tymczasowo zablokowane (krok 3 powyżej) nie możemy kontynuować automatycznego pozycjonowania płytki lub zwiększania jej wymiarów. Więc jeśli analiza MES oparta na modelu płytkowym daje istotne zmiany sił w porównaniu z modelem standardowym (może się to zdarzyć gdy mamy środek obszaru płytki daleko od osi elementu, co powoduje dodatkowy moment od mimośrodru – zobacz zdjęcie poniżej) musimy manualnie zmienić pozycje płytki lub zwiększyć jej rozmiar.



Inną różnicę jaką można zauważyć w trybie modelu płytkowego jest to, że gdy przesuniemy zablokowaną płytkę to natychmiast otrzymamy uaktualniony model statyczny, a cały wiązár ponownie się przelicza. Dzieje się tak ponieważ każde przesunięcie zmienia środek (ciężkości) obszaru płytki – dając nowe warunki i siły do obliczeń płytek i drewna.

Manualna zmiana modelu

Model płytkowy jest wciąż nowością w TrussCon i mimo że przeprowadzona została duża ilość testów, może zdarzyć się, że otrzymamy nieoczekiwane problemy. Jeżeli model płytkowy z jakiegoś powodu nie działa poprawnie w określonym węźle, to można go lokalnie wyłączyć odznaczając opcję **Model statyczny podąża za łącznikiem** w oknie właściwości złącza. Zmusi to TrussCon do użycia standardowego modelu statycznego dla tego węzła – i używania modelu płytkowego w pozostałych węzłach.

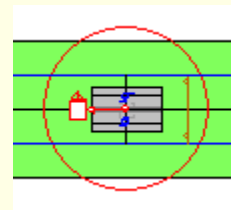


Uwaga – Ta opcja powinna być używana tylko aby zapobiec problemom – a nie po to aby dopasować siły do oszczędniejszego projektowania płytek lub drewna!

Używanie modelu płytkowego na ekstra-pasie

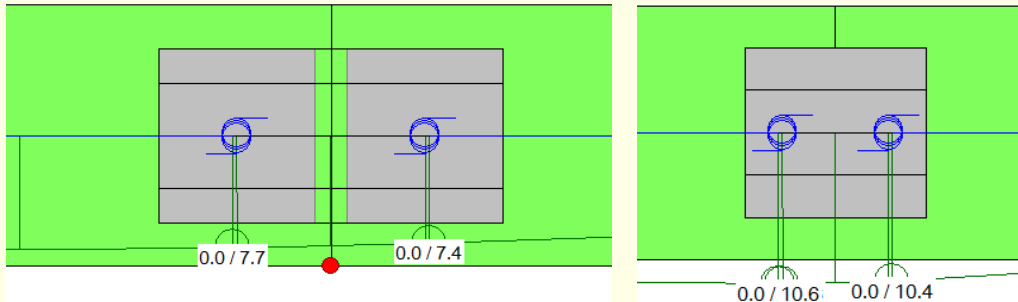
Używając modelu płytkowego na ekstra-pasach możemy otrzymać lepsze rezultaty = mniejsze ugięcie w porównaniu do standardowego modelu. Powodem tego jest to, że TrussCon musi używać konserwatywnych wartości poślizgu płytki, ponieważ typ płytki i rozmiar nie jest znany podczas analizy MES na modelu standardowym.

Przesuwając płytki na ekstra-pasie powinniśmy używać narzędzia **Przesuń złącza**. Działa ono poprawnie dopóki płytki nie zostaną zablokowane. Potem płytki mogą być tylko przesunięte przez standardowe narzędzie **Przesuń/obróć płytkę**. Ważne jest aby wiedzieć, że te dwie funkcje trochę ze sobą kolidują. Przesunięcie złącza po zablokowaniu płytki lub przesunięcie płytki ze złącza może powodować pojawienie się ciekawego ostrzegawczego (*Łącznik nie przeszedł kontroli geometrii w pliku pozycjonowania płytki – czerwony krzyżyk musi być wewnątrz obszaru łącznika*) – będzie to naprawione w przyszłych wersjach.



Zalety używania modelu płytkowego

W poprzednich wersjach ustawialiśmy złącze jako całkowicie sztywne, lub przegubowe mimo iż wiedzieliśmy że w rzeczywistości zachowuje się ono jako złącze o określonej sztywności. W nowym modelu otrzymujemy stopień sztywności, bazujący na polu płytki w określonym krzyżulcu lub pasie. Można użyć stopnia sztywności do dostosowania wiązara, jeżeli na przykład ugięcie jest za duże w określonym przęśle może to być naprawione przez zastosowanie większej płytki w złączu na długość.



Przykład: Ten sam wiązark attykowy używający płytki 130x258 / 130x139 w złączu pasa dolnego na długość daje 3mm różnicy w ugięciu pasa dolnego.

Taką samą sytuację mamy gdy używamy modelu o konstrukcji ramowej. Typ i rozmiar łącznika będzie w bardzo dużym stopniu wpływał na deformację i na stopień sztywności w narożach – tak jak to jest w rzeczywistości.

