



Projektowanie konstrukcji kompozytowych GRP/FRP w świetle PKN-CEN/TS 19101

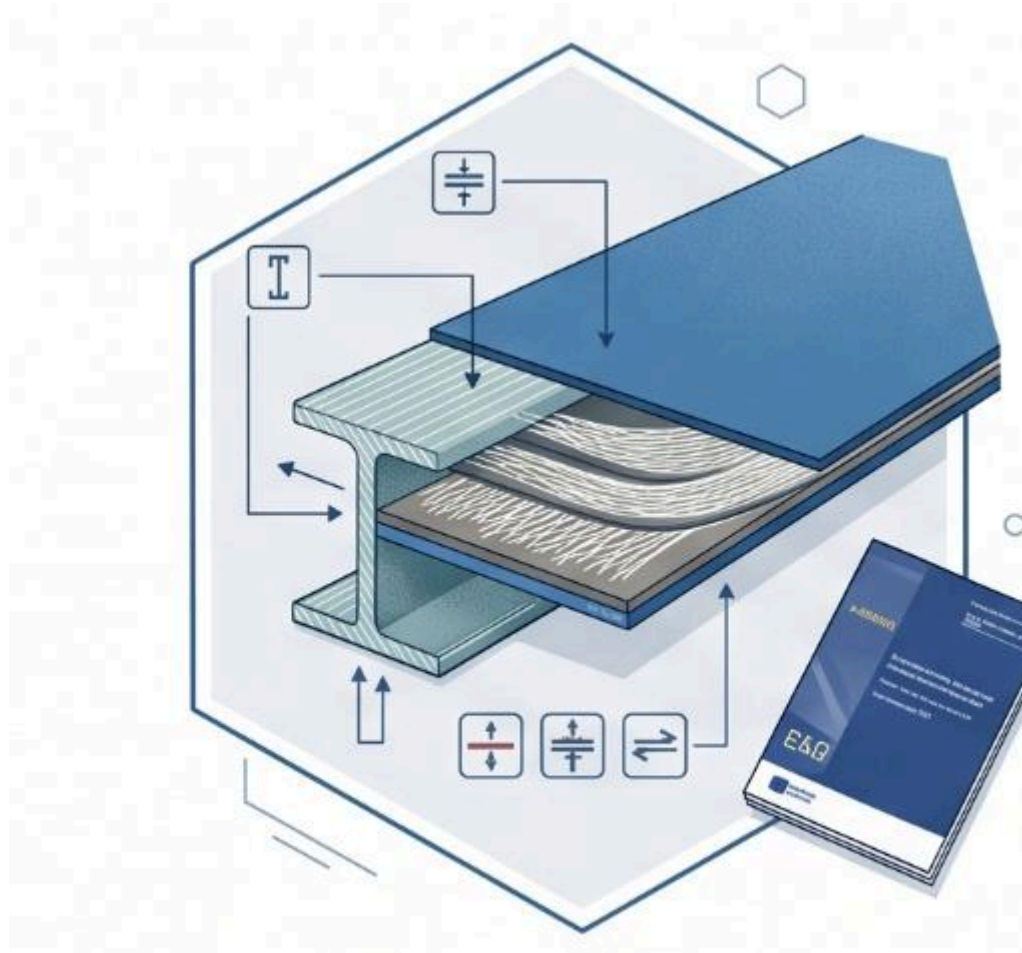
Kompozyty GRP/FRP są coraz częściej wykorzystywane nie tylko jako gotowe elementy wyposażenia technicznego, ale również jako materiał do projektowania podestów, kładek, schodów, barierek i konstrukcji przemysłowych. Specyfikacja techniczna PKN-CEN/TS 19101 pomaga uporządkować podejście do takich zastosowań i pokazuje, że przy konstrukcjach kompozytowych liczy się nie tylko wytrzymałość, ale także użyteczność, trwałość, temperatura pracy, środowisko oraz połączenia.

Kompozyty GRP/FRP jako materiał konstrukcyjny

Kompozyty GRP/FRP od wielu lat są stosowane w przemyśle jako alternatywa dla stali, aluminium i drewna. Najczęściej kojarzą się z kratami pomostowymi, profilami konstrukcyjnymi, podestami roboczymi, kładkami technologicznymi, barierkami, schodami technicznymi oraz elementami dostępowymi w środowiskach, gdzie liczy się odporność na korozję, niska masa i trwałość.

Wraz z rosnącą popularnością kompozytów pojawia się jednak ważne pytanie: kiedy element GRP można dobrać jak standardowy produkt, a kiedy należy potraktować go jako część konstrukcji wymagającej obliczeń i projektu? Odpowiedź zależy od funkcji elementu, obciążeń, rozpiętości, sposobu podparcia, warunków środowiskowych i oczekiwanego poziomu bezpieczeństwa.

W tym kontekście istotnym dokumentem odniesienia jest PKN-CEN/TS 19101:2023-05 „Projektowanie konstrukcji z polimerowych kompozytów włóknistych”, wprowadzający CEN/TS 19101:2022 „Design of fibre-polymer composite structures”. Dokument nie jest katalogiem produktów ani instrukcją montażową. Jest specyfikacją techniczną przygotowaną w logice projektowania konstrukcyjnego, zbliżonej do podejścia znanego z Eurokodów.



Czego dotyczy PKN-CEN/TS 19101?

PKN-CEN/TS 19101 odnosi się do projektowania konstrukcji z kompozytów włóknisto-polimerowych, w tym konstrukcji stałych i tymczasowych. Obejmuje zagadnienia związane z nośnością, użytkowalnością, trwałością oraz odpornością ogniową konstrukcji kompozytowych.

W praktyce oznacza to, że specyfikacja nie ogranicza się do samego materiału. Patrzy szerzej: na elementy kompozytowe, profile, panele, połączenia śrubowe, połączenia klejone, połączenia hybrydowe oraz układy, w których kompozyt współpracuje z innymi materiałami, na przykład stalą lub betonem.

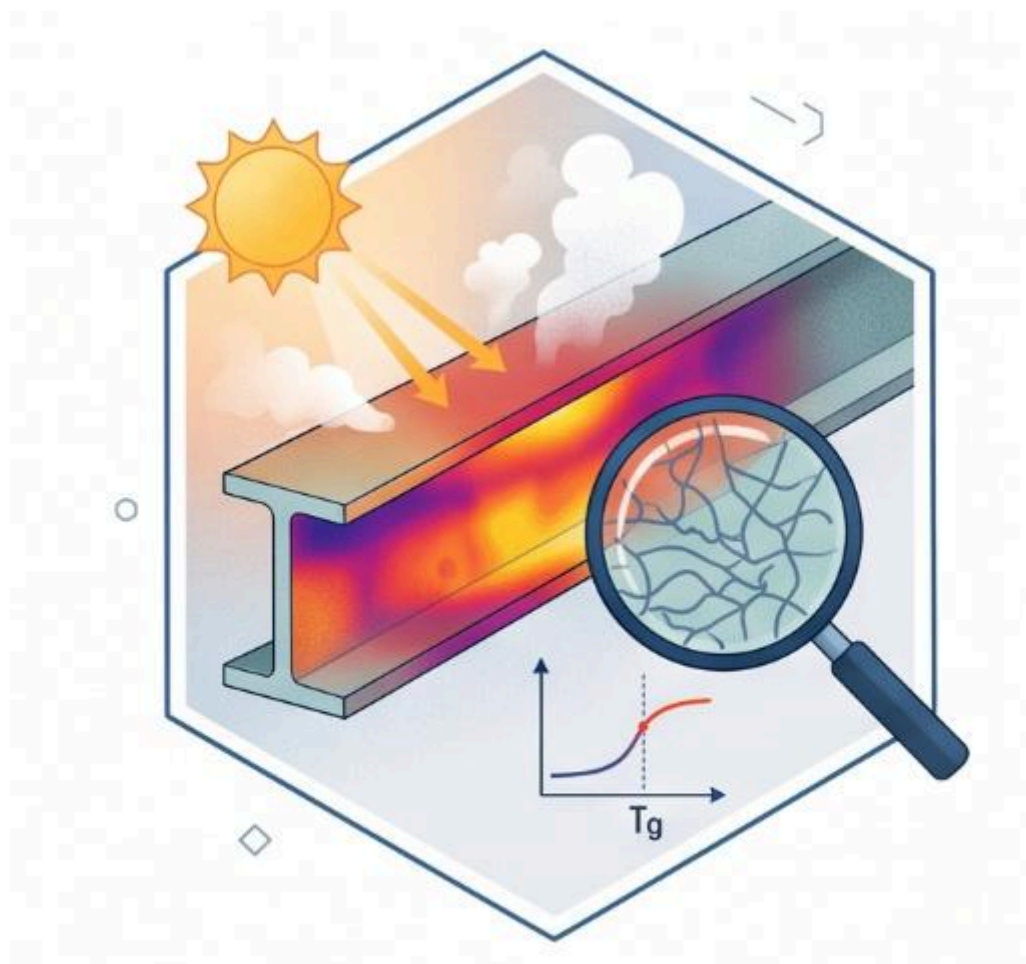
To ważne szczególnie w obiektach przemysłowych, oczyszczalniach ścieków, zakładach chemicznych, zakładach spożywczych, energetyce, infrastrukturze technicznej oraz wszędzie tam, gdzie projektuje się podesty, kładki, pomosty, schody i barierki wykonane z GRP/FRP.

Kiedy wystarczy dobór produktu, a kiedy potrzebny jest projekt?

Nie każde zastosowanie kraty lub profilu GRP wymaga indywidualnego projektu konstrukcyjnego. Jeżeli klient dobiera standardową kratę pomostową na podstawie tabel obciążeń, typowego rozstawu podpór i standardowych warunków pracy, często wystarczający jest poprawny dobór katalogowy oraz prawidłowy montaż.

Inaczej wygląda sytuacja, gdy z elementów GRP/FRP powstaje kompletna konstrukcja: podest, kładka, platforma robocza, schody techniczne, rama, wspornik, konstrukcja hybrydowa stal + GRP albo układ narażony na nietypowe obciążenia. Wtedy należy uwzględnić nie tylko samą nośność elementów, ale również pracę całej konstrukcji, ugięcia, drgania, połączenia, trwałość środowiskową, wpływ temperatury i zachowanie materiału w czasie.

Praktyczna zasada jest prosta: im bardziej element GRP/FRP zaczyna pełnić funkcję konstrukcyjną, tym bardziej temat powinien być prowadzony jak projekt techniczny, a nie jak zwykły dobór produktu z magazynu.



Temperatura pracy i T_g - parametr, którego nie można pomijać

Jednym z ważnych zagadnień przy projektowaniu konstrukcji kompozytowych jest wpływ temperatury na właściwości materiału. W przypadku żywic termoutwardzalnych szczególne znaczenie ma temperatura zeszklenia, oznaczana jako T_g .

W uproszczeniu T_g to temperatura, przy której materiał zaczyna tracić część swojej sztywności charakterystycznej dla stanu „szklanego” i przechodzi w kierunku zachowania bardziej elastycznego. Nie oznacza to natychmiastowego zniszczenia materiału, ale może wpływać na jego sztywność, trwałość i zdolność do przenoszenia obciążeń.

Dla inwestora i projektanta oznacza to konieczność zadania właściwych pytań już na etapie zapytania ofertowego: czy element będzie pracował wewnątrz czy na zewnątrz, czy będzie narażony na silne nasłonecznienie, czy znajduje się w pobliżu źródeł ciepła, czy w obiekcie występują podwyższone temperatury technologiczne oraz czy materiał będzie miał kontakt z gorącą wodą, parą lub agresywnymi mediami.

W większości typowych zastosowań przemysłowych GRP sprawdza się bardzo dobrze. Przy podwyższonej temperaturze nie należy jednak opierać się wyłącznie na ogólnym stwierdzeniu „materiał odporny na korozję”. Potrzebne są dane materiałowe i analiza rzeczywistych warunków pracy.

Trwałość konstrukcji GRP zależy od środowiska

Jedną z największych zalet kompozytów GRP jest odporność na korozję. W przeciwieństwie do stali, materiał nie rdzewieje i nie wymaga typowego zabezpieczenia antykorozyjnego. Nie oznacza to jednak, że środowisko pracy jest obojętne dla konstrukcji.

Przy projektowaniu i doborze elementów GRP należy brać pod uwagę między innymi temperaturę, wilgoć, wodę, chemikalia, promieniowanie UV oraz oddziaływanie kilku czynników jednocześnie. Inaczej należy oceniać kratę GRP pracującą w suchym magazynie, inaczej pomost w oczyszczalni ścieków, inaczej podest w zakładzie chemicznym, a jeszcze inaczej kładkę zewnętrzną wystawioną na słońce, deszcz, mróz i zmienne obciążenia.

Dlatego przy zapytaniu o konstrukcję GRP warto określić nie tylko obciążenie i wymiary, ale również środowisko pracy. Dobrze opisane warunki użytkowania pozwalają dobrać właściwy rodzaj żywicy, zabezpieczenie powierzchni, rozwiązania montażowe i sposób wykonania detali.

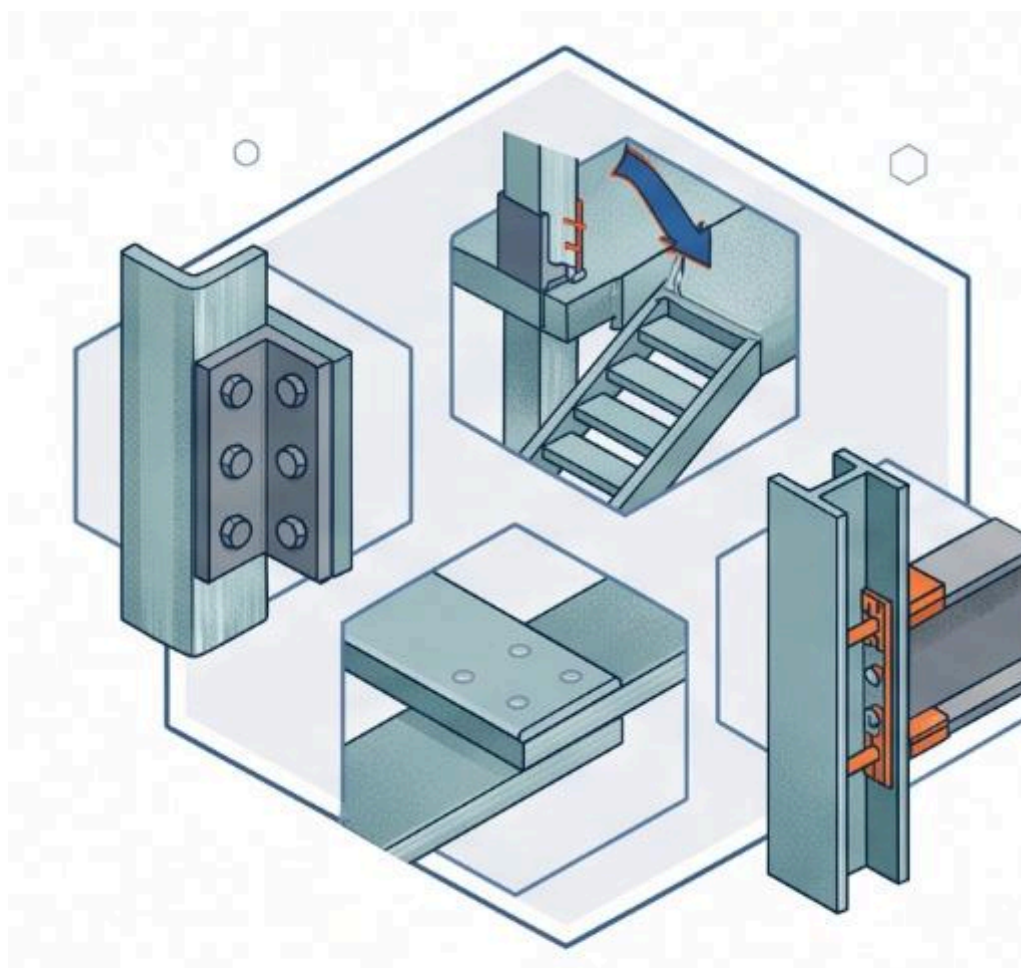


Ugięcia, drgania i pełzanie - nośność to nie wszystko

W konstrukcjach stalowych wielu użytkowników koncentruje się głównie na nośności. W przypadku GRP/FRP równie ważne są stany użytkowalności, czyli ugięcia, drgania i zachowanie konstrukcji w czasie.

Kompozyty mogą mieć bardzo korzystną wytrzymałość, ale ich sztywność i długotrwałe odkształcenia należy analizować oddzielnie. Konstrukcja może być wystarczająco mocna, a jednocześnie wymagać korekty ze względu na nadmierne ugięcie, odczuwalne drgania lub długotrwałe obciążenie.

Dotyczy to szczególnie kładek, podestów roboczych, dłuższych przęseł, konstrukcji wsporczych oraz miejsc, gdzie użytkownicy oczekują sztywnego i stabilnego podłoża. Dlatego przy konstrukcjach GRP warto pytać nie tylko „ile to wytrzyma?“, ale również „jak bardzo się ugnie?“, „jak będzie pracować po kilku latach?“ i „czy użytkownik będzie czuł się na tym bezpiecznie?“.

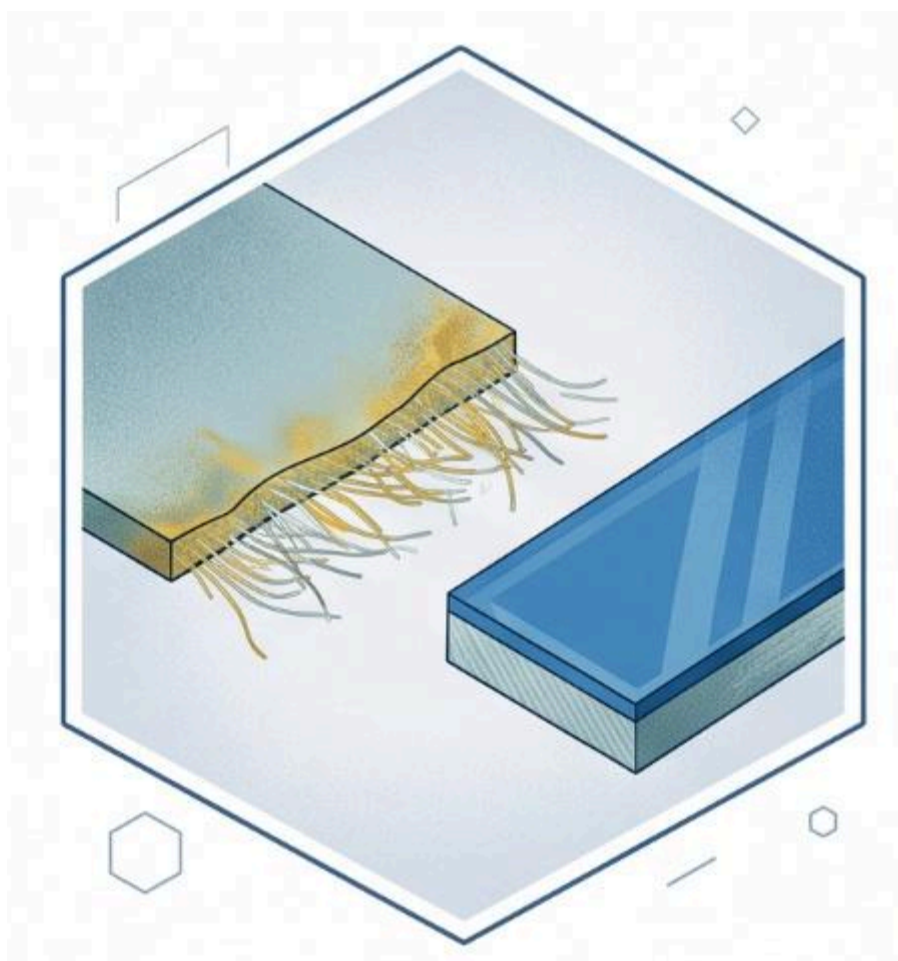


Połączenia są równie ważne jak sam profil

W konstrukcjach kompozytowych bardzo duże znaczenie mają połączenia. Dotyczy to zarówno połączeń śrubowych, klejonych, jak i hybrydowych, czyli łączących kilka metod.

Nawet bardzo dobry profil lub panel może nie pracować prawidłowo, jeżeli połączenie zostanie zaprojektowane lub wykonane niewłaściwie. W przypadku kompozytów należy zwracać uwagę na lokalne koncentracje naprężeń, otwory, odległości od krawędzi, sposób docisku, dobór łączników, przygotowanie powierzchni, zabezpieczenie przed wnikaniem wilgoci oraz wpływ środowiska na trwałość połączenia.

W praktyce przemysłowej często spotyka się konstrukcje hybrydowe: rama stalowa z kratą GRP, stalowe stopy z barierką kompozytową, profile GRP łączone ze stalowymi łącznikami albo podesty, w których różne materiały współpracują ze sobą. Takie rozwiązania są bardzo praktyczne, ale powinny być traktowane jako układ konstrukcyjny, a nie zbiór przypadkowo połączonych elementów.



Detale wykonawcze decydują o trwałości

W konstrukcjach GRP trwałość zależy nie tylko od materiału, ale również od detali. Otwory, wycięcia, ostre naroża, miejsca cięcia, punkty wprowadzania obciążeń i źle zaprojektowane połączenia mogą wpływać na trwałość konstrukcji.

W środowisku wilgotnym lub chemicznym szczególnego znaczenia nabiera zabezpieczenie odsłoniętych włókien i miejsc po obróbce mechanicznej. Dotyczy to na przykład krawędzi po cięciu krat, otworów montażowych, miejsc wiercenia oraz powierzchni narażonych na bezpośredni kontakt z wodą lub chemikaliami.

Dlatego przy konstrukcjach GRP ważne jest nie tylko to, z jakiego materiału wykonany jest profil lub krata, ale również jak zostały docięte, zamontowane, połączone i zabezpieczone.



Jakie dane warto przygotować przed zapytaniem o konstrukcję GRP?

Przed wysłaniem zapytania warto przygotować:

- przeznaczenie konstrukcji
- wymiary i rozpiętości
- przewidywane obciążenia użytkowe
- sposób podparcia
- miejsce pracy: wewnątrz lub na zewnątrz
- środowisko: wilgoć, woda, chemikalia, UV, temperatura
- wymagania antypoślizgowe
- wymagania dotyczące odporności ogniowej
- wymagania dotyczące ugięć i komfortu użytkowania
- sposób montażu
- rodzaj konstrukcji: sama krata, rama, podest, schody, kładka, barierka lub konstrukcja hybrydowa
- oczekiwana trwałość i warunki eksploatacji

Co oznacza PKN-CEN/TS 19101 dla rynku GRP?

PKN-CEN/TS 19101 jest ważnym krokiem w kierunku uporządkowania projektowania konstrukcji kompozytowych. Pokazuje, że GRP/FRP nie jest wyłącznie materiałem specjalistycznym stosowanym intuicyjnie, ale materiałem, który można analizować w sposób inżynierski, z uwzględnieniem zasad projektowania konstrukcji, warunków środowiskowych, połączeń, trwałości i użyteczności.

Dla inwestora oznacza to większą przewidywalność. Dla projektanta - punkt odniesienia przy analizie konstrukcji kompozytowych. Dla wykonawcy - konieczność zwracania uwagi na detale montażowe. Dla użytkownika - większe bezpieczeństwo i trwałość eksploatacji.

W Evergrip od lat stosujemy rozwiązania GRP/TWS w środowiskach przemysłowych, infrastrukturalnych i technicznych. Kraty pomostowe, profile konstrukcyjne, podesty, schody, kładki i barierki kompozytowe mają duży potencjał, ale ich prawidłowe zastosowanie wymaga odpowiedniego podejścia projektowego.

Podsumowanie

PKN-CEN/TS 19101 pomaga spojrzeć na kompozyty GRP/FRP w sposób bardziej techniczny i projektowy. Dokument zwraca uwagę na obszary, które w praktyce decydują o bezpieczeństwie i trwałości konstrukcji: nośność, użyteczność, trwałość, odporność ogniową, temperaturę pracy, środowisko, pełzanie, ugięcia, drgania oraz połączenia.

Najważniejszy wniosek dla inwestorów i użytkowników jest prosty: prawidłowy dobór konstrukcji GRP zaczyna się od dobrego opisu warunków pracy. Im więcej informacji zostanie zebranych na etapie zapytania, tym łatwiej dobrać właściwe rozwiązanie - od standardowej kraty pomostowej po kompletny podest, kładkę lub konstrukcję techniczną z kompozytu.

Kompozyty GRP/FRP są trwałym i nowoczesnym materiałem dla przemysłu, ale najlepsze efekty dają wtedy, gdy są stosowane świadomie: z uwzględnieniem obciążeń, środowiska, detali i zasad projektowania.