

Wymagania normatywne dla krat kompozytowych GRP (TWS)



Wymagania normatywne dla krat kompozytowych GRP (TWS)



Wprowadzenie

Kraty kompozytowe GRP (ang. *Glass Reinforced Poliester* – polioester wzmocniany włóknem szklanym), znane też jako kraty TWS (Tworzywo Wzmocniane Szklę), to ażurowe podesty i pomosty wykonane z żywicy polimerowych zbrojonych włóknem szklanym. Takie **kraty kompozytowe przemysłowe** znajdują szerokie zastosowanie jako podłogi pomostów, rusztów, pomostów obsługowych, stopnie schodów czy pokrywy kanałów w środowiskach agresywnych chemicznie, gdzie tradycyjne kraty stalowe uległyby korozji. Aby **kraty z włókna szklanego** mogły być bezpiecznie stosowane, muszą spełniać określone **normy krat podłogowych** oraz wymagania techniczne dotyczące wytrzymałości, trwałości i bezpieczeństwa użytkowania. W poniższym referacie omówiono kluczowe wymagania normatywne dla krat GRP/TWS – w tym niemiecką normę **DIN 24537-3**, odpowiednie normy europejskie (EN) i międzynarodowe (ISO) – a także wyjaśniono zagadnienia materiałowe, wymogi odnośnie właściwości mechanicznych i chemicznych, antypoślizgowości, metod montażu, dopuszczalnych obciążeń, odporności ogniowej oraz informacji istotnych przy zamawianiu krat. Tekst zawiera liczne praktyczne informacje dla projektantów i osób odpowiedzialnych za zakup, z naciskiem na **bezpieczeństwo krat przemysłowych** i zgodność z normami.

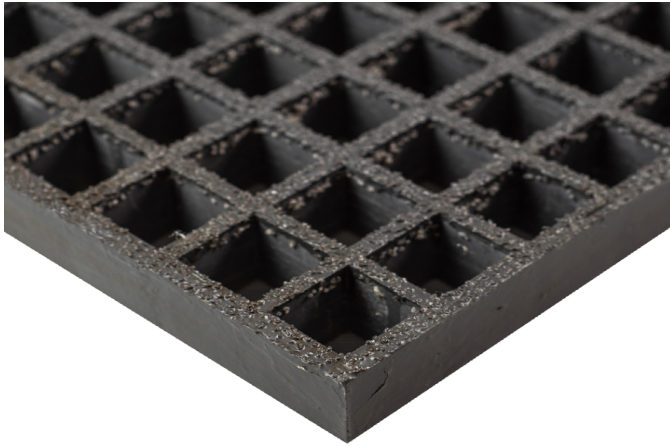
Materiały i konstrukcja krat kompozytowych GRP/TWS

Materiały kompozytowe

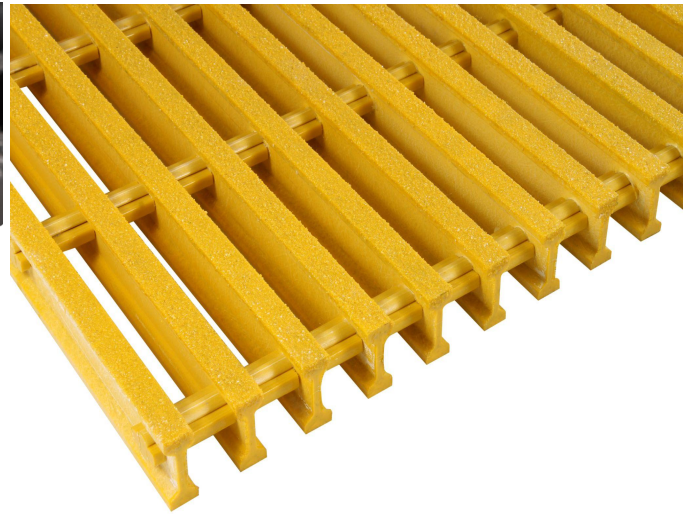
Kraty GRP/TWS wykonywane są z kompozytu polimerowego – najczęściej żywicy poliestrowej lub winyloestrowej – zbrojonego ciągłym włóknom szklanym. W zależności od użytej żywicy można uzyskać różne właściwości końcowego laminatu: standardowe kraty na bazie żywicy poliestrowej cechują się podstawową odpornością chemiczną, podczas gdy żywice izoftalowe lub winyloestrowe zapewniają podwyższoną chemoodporność, a specjalne żywice trudnopalne (samogasnące) umożliwiają spełnienie wymagań klasyfikacji ogniowej wg EN 13501-1. Włókno szklane stanowi zbrojenie nadające kratownicy wytrzymałość – układ ciągłych włókien zatopionych w żywicy gwarantuje nośność zarówno w kierunku podłużnym, jak i poprzecznym. Typowe kraty z **kompozytu z włókna szklanego** są całkowicie odporne na korozję i nie wymagają okresowego malowania ani konserwacji, co jest istotną zaletą w porównaniu do krat stalowych. Dzięki niższemu ciężarowi właściwemu kompozytu, **kraty GRP** są znacznie lżejsze od stalowych – np. ok. 18–19 kg/m² dla kraty o grubości 38 mm – co ułatwia transport i montaż.

Kraty formowane a pultrudowane

Istnieją dwa główne rodzaje krat kompozytowych: **kraty formowane (lane)** oraz **kraty pultrudowane**. Kraty formowane (moulded) powstają poprzez zalanie formy ciekłą żywicą z jednoczesnym ułożeniem włókien w dwóch kierunkach – po utwardzeniu uzyskuje się monolityczny panel kratowy o jednakowej wytrzymałości wzdłuż i w poprzek. Mają one najczęściej układ oczek kwadratowych (np. 38×38 mm) i chropowatą powierzchnię w formie wypukłości lub zatopionego kruszywa. Z kolei kraty pultrudowane są budowane z prefabrykowanych profil kompozytowych (np. profile typu I lub T z włókna szklanego, zgodne z normą **EN 13706**), które łączy się prostopadle prętami poprzecznymi. Kraty pultrudowane pozwalają uzyskiwać większe rozpiętości lub specjalne konfiguracje oczek, jednak w odróżnieniu od krat formowanych mają one różną wytrzymałość w osiach głównych (kierunek profili jest mocniejszy). Oba typy – formowane i pultrudowane – zaliczają się do kategorii krat GRP/TWS i większość standardów (np. DIN 24537-3) traktuje je łącznie jako *kraty z tworzyw sztucznych wzmacnianych włóknem*.



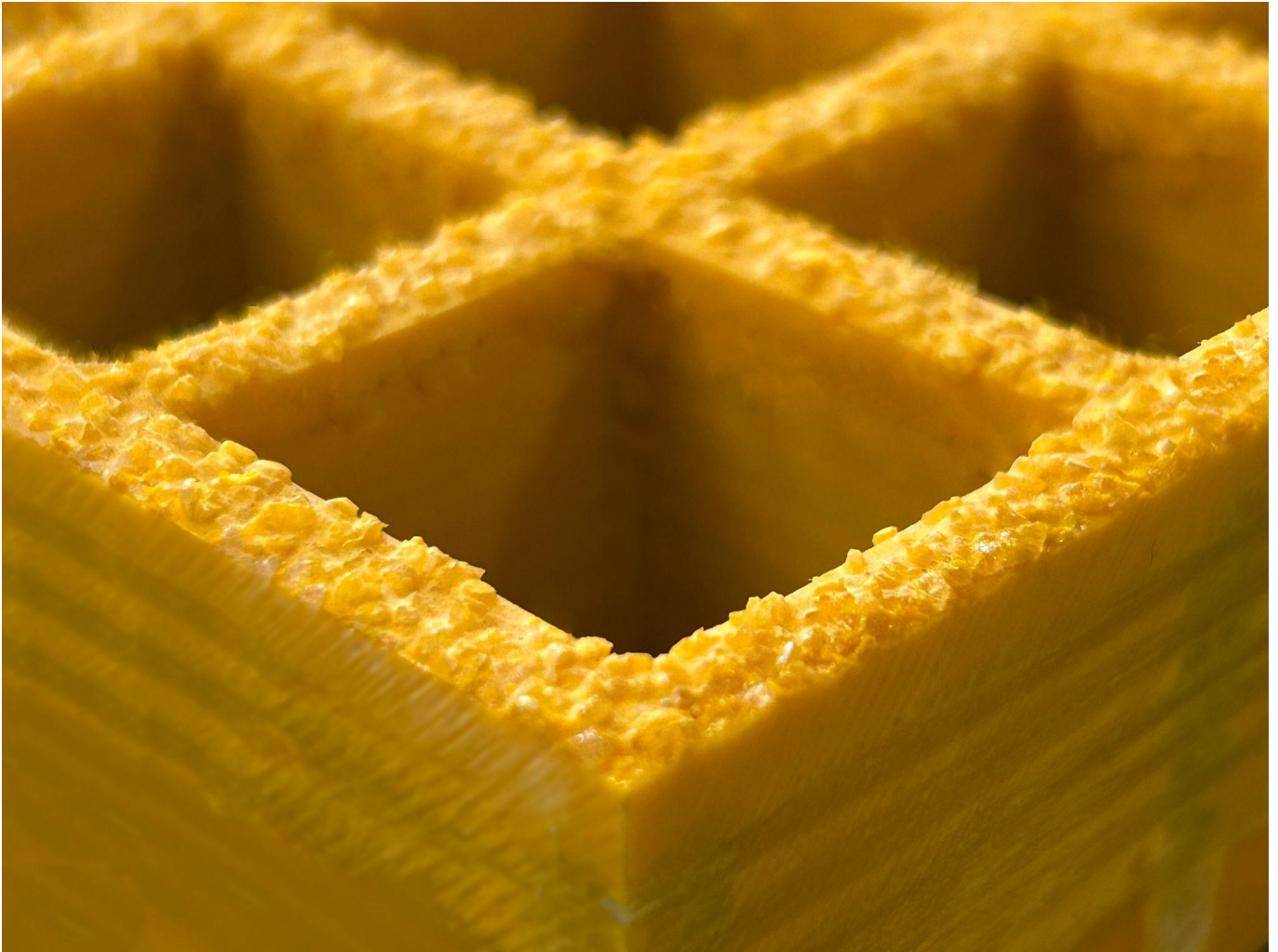
krata formowana



krata pultrudowana

Powierzchnia i antypoślizgowość

Powierzchnia krat kompozytowych może być wykonana jako gładka, żłobiona lub pokryta materiałem antypoślizgowym. Dla zapewnienia wysokiej antypoślizgowości popularnym rozwiązaniem jest warstwa chropowata uzyskana przez zatopienie na górnej powierzchni kraty ziaren korundu o odpowiedniej granulacji. Taka szorstka powierzchnia nadaje kratownicy właściwości antypoślizgowe nawet w warunkach zaolejenia czy wilgoci. Antypoślizgowość krat ocenia się zwykle wg norm zakładowych lub krajowych – np. według normy DIN EN 16165:2023-02 która klasyfikuje posadzki w skali R9–R13. Dobrej jakości **kraty kompozytowe antypoślizgowe** mogą osiągać najwyższą klasę **R13** odporności na poślizg, co oznacza bezpieczne użytkowanie nawet w środowiskach mokrych lub zatłuszczonych. Standardowo kraty formowane mają delikatnie chropowatą (żłobioną) fakturę już z formy, którą można dodatkowo pokryć ziarnem antypoślizgowym. Dla szczególnych zastosowań (np. branża spożywcza wymagająca łatwego czyszczenia) dostępne są też kraty o powierzchni gładkiej lub perforowane wkładki antypoślizgowe montowane na powierzchni.



Normy i standardy – DIN, EN, ISO



Norma DIN 24537-3

Jednym z pierwszych kompleksowych standardów dotyczących krat kompozytowych jest niemiecka

norma **DIN 24537-3:2008** „Kraty stosowane jako podłogi – Część 3: kraty z tworzyw sztucznych”. Została ona zatwierdzona przez DIN w 2007 roku jako uzupełnienie istniejących norm dla krat stalowych i stanowi wytyczne projektowe dla krat i stopni wykonanych z tworzywa wzmocnianego włóknem. DIN 24537-3 definiuje m.in. zasady wymiarowania krat kompozytowych oraz minimalne współczynniki bezpieczeństwa. Kluczowym wymaganiem jest zastosowanie minimalnego początkowego współczynnika bezpieczeństwa $\gamma_0 = 3,0$ względem zniszczenia (tj. nośność obliczeniowa stanowi 1/3 wytrzymałości niszczącej materiału) oraz dodatkowego współczynnika redukcyjnego $\gamma_f = 1,3$ uwzględniającego degradację właściwości w czasie (wpływ starzenia, media chemiczne, temperatura). W praktyce oznacza to, że projektując kratę GRP wg tej normy należy przyjąć prawie czterokrotny zapas wytrzymałości ($3,0 \times 1,3 \approx 3,9$) w stosunku do obciążeń użytkowych. DIN 24537-3 wprowadza również wymagania co do ugięć i sztywności – zaleca, aby maksymalne ugięcie pod obciążeniem eksploatacyjnym nie przekraczało określonego limitu (zwykle $L/200$) oraz aby zachować ograniczenie różnicy wysokości między sąsiadującymi elementami pod obciążeniem i bez obciążenia (maks. 4 mm) w celu uniknięcia potknięć. Normie DIN 24537-3 towarzyszy również część dotycząca stopni schodowych z tworzyw (DIN 24531-3). Choć DIN 24537-3 jest normą krajową, często stanowi ona punkt odniesienia w innych krajach (w tym w Polsce) z uwagi na brak analogicznych norm lokalnych dla krat kompozytowych.

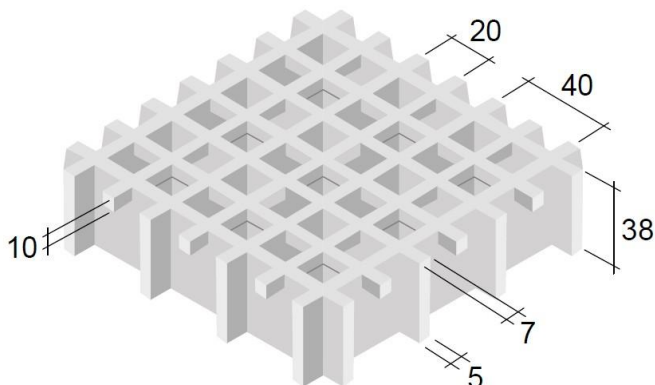
Normy europejskie (EN)

Obecnie w Europie brak jednej dedykowanej normy EN opisującej kompleksowo kraty GRP, jednak zastosowanie mają liczne normy ogólne oraz branżowe. Podstawowe wytyczne dotyczące obciążeń użytkowych i bezpieczeństwa eksploatacji pomostów roboczych zawiera norma **EN ISO 14122-2:2016** (Bezpieczeństwo maszyn – stałe środki dostępu – *Pomosty i przejścia*) obowiązująca także jako PN-EN ISO 14122-2. Dokument ten wymaga, by pomosty i przejścia (niezależnie od materiału wykonania) wytrzymywały minimalne obciążenia: **2,0 kN/m²** równomiernie rozłożone oraz **1,5 kN** obciążenia punktowego przyłożonego na powierzchni 200×200 mm w najbardziej niekorzystnym miejscu. Dla takich obciążeń ugięcie podłogi nie powinno przekraczać **1/200 rozpiętości**, a różnica poziomów między obszarem obciążonym a sąsiadującym nieobciążonym elementem podłogi nie może być większa niż 4 mm. Ponadto EN ISO 14122-2 określa wymagania dotyczące wielkości oczek podestu ze względów bezpieczeństwa: standardowo maksymalne otwory w pomostach powinny być na tyle małe, by nie przeszła przez nie kula o średnicy **35 mm** (zapobiega to zakleszczeniu stopy lub upadkowi przedmiotów). Jeśli poniżej pomostu stale przebywają ludzie (np. poziom roboczy), otwory muszą być jeszcze mniejsze – poniżej **20 mm** – chyba że zastosowano inne zabezpieczenia przed spadającymi obiektami. W praktyce **kraty podłogowe** spełniają te wymagania poprzez dobór odpowiedniej siatki (np. dostępne są kraty typu „micromesh” o oczkach ~20x20mm, zapewniające pełną ochronę przed upadkiem drobnych przedmiotów). Normy europejskie odnoszą się także do antypoślizgowości i ochrony przed pożarem: dla posadzek i pomostów brak jednej normy antypoślizgowej EN, dlatego stosuje się normy krajowe (jak wspomniana niemiecka DIN 51130) lub test wahadłowy (np. metoda wahadła zgodnie z CEN/TS 16165). W zakresie reakcji na ogień obowiązuje natomiast **EN 13501-1**, według której klasyfikuje się materiały pod kątem palności i emisji dymu. Kraty kompozytowe z żywic

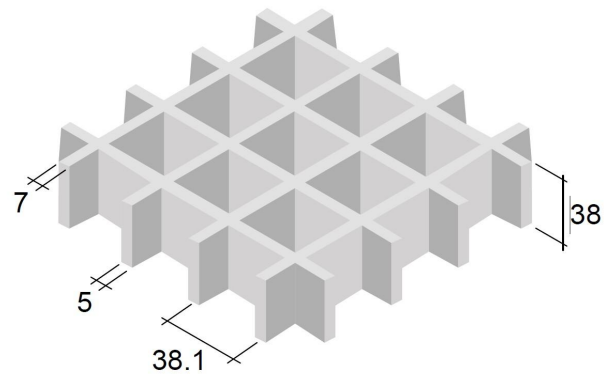
samogasnących mogą uzyskać np. klasyfikację **Bfl-s1** (materiał trudno zapalny, o ograniczonym rozprzestrzenianiu ognia i niskiej emisji dymu), co jest istotne przy stosowaniu w obiektach budowlanych. W kontekście wytrzymałości materiału, dla profili pultrudowanych przydatna jest norma **EN 13706** (części 1–3) określająca wymagania i metody badań dla kompozytowych profili konstrukcyjnych – może ona służyć jako odniesienie do kontrolowania jakości i parametrów wytrzymałościowych elementów krat (np. właściwości profili nośnych). Warto dodać, że projektując konstrukcje z krat kompozytowych, należy uwzględnić również europejskie normy obciążeń (Eurokody, np. EN 1991 dot. obciążeń oddziaływań) oraz przepisy BHP, które precyzują wymogi dla pomostów i schodów w zakładach pracy.

Normy międzynarodowe (ISO)

Na poziomie międzynarodowym odnotowuje się rosnące zainteresowanie standaryzacją krat z tworzyw. Przełomem było opublikowanie w 2023 roku normy **ISO 24681:2023** *“Ships and marine technology — Fibre-reinforced plastic gratings”*, która po raz pierwszy globalnie definiuje wymagania konstrukcyjne, techniczne i metody badań dla krat FRP (GRP lub TWS) używanych jako pomosty dla ruchu pieszego, początkowo w sektorze okrętowym ISO 24681:2023 ma zastosowanie do krat samonośnych na statkach i platformach morskich, określając m.in. minimalną nośność, metody testów obciążeń (np. zginanie 3-punktowe), badania odporności korozyjnej, antypoślizgowości, właściwości ogniowych (rozprzestrzenianie płomienia, toksyczność i zadymienie) czy odporności na UV. Choć norma ta dotyczy transportu morskiego, wyznacza ona kierunek dla ogólnych standardów i może być traktowana jako dobra praktyka również w innych sektorach przemysłowych. Warto zaznaczyć, że ISO 24681 została zaadaptowana m.in. jako brytyjska norma krajowa BS ISO 24681, co ułatwia jej implementację w Europie. Poza tą specyficzną normą, w skali międzynarodowej funkcjonują głównie normy dotyczące metod badań materiałów kompozytowych: np. **ISO 178** (badanie właściwości mechanicznych przy zginaniu), **ISO 527** (badanie wytrzymałości na rozciąganie), **ISO 1172** (oznaczanie zawartości włókna szklanego w laminacie metodą spalania) czy ISO 14122 wspomniana wyżej (identyczna z EN ISO 14122). Producenci mogą także posilkować się normami amerykańskimi (ANSI/ASTM) – przykładowo w USA obowiązuje standard ANSI/ACMA FGMC dotyczący projektowania krat FRP dla przemysłu, a w sektorze morskim normy US Coast Guard/ASTM wymagają testów wg **ASTM F3059** – jednak w warunkach europejskich pierwszeństwo mają normy EN ISO i ewentualnie lokalne aprobaty techniczne. Podsumowując, projektant **krat kompozytowych przemysłowych** powinien uwzględnić zarówno konkretne normy materiałowe (jak DIN 24537-3 czy ISO 24681), jak i ogólne normy BHP i budowlane zapewniające bezpieczne użytkowanie konstrukcji kratowych.



oczko micromesh 20x20mm



oczko standardowe 38x38mm

Wymagania dotyczące właściwości mechanicznych

Wytrzymałość i nośność

Kraty GRP muszą przenosić obciążenia wynikające z ich przeznaczenia – najczęściej obciążenia ruchem pieszych, sporadycznie kołowym (np. lekkie wózki serwisowe). Wymagania normatywne (DIN, EN ISO 14122) wskazują, że minimalna nośność kraty powinna pozwalać na przyłożenie **1,5 kN** obciążenia skupionego (punktowego) na powierzchni 200×200 mm w dowolnym miejscu kraty bez uszkodzenia. Taka wartość odpowiada przybliżonemu ciężarowi jednej lub dwóch osób z narzędziami i jednocześnie stanowi typowe obciążenie kontrolne dla pomostów technologicznych. Dodatkowo zaleca się, by kraty wytrzymywały równomierne obciążenie powierzchniowe rzędu **5 kN/m²** (500 kg/m²) dla pomostów o intensywniejszym ruchu lub składowania – choć normy maszynowe wymagają minimum 2 kN/m², w praktyce przemysłowej często stosuje się wyższe wartości projektowe dla zapasu bezpieczeństwa. Dla określonych zastosowań (np. podesty pod cięższy sprzęt, kraty przejazdne) mogą obowiązywać odrębne kryteria – np. w pokrywach wpustów ulicznych stosuje się klasy obciążeń jak **A15, B125, C250...** wg EN 124, ale typowe **kraty z tworzywa sztucznego** nie są przeznaczone do dużych obciążeń kołowych (większość ma zastosowanie wyłącznie dla ruchu pieszego lub ewentualnie wózków ręcznych).

Sztywność i ugięcia

Oprócz wytrzymałości na zniszczenie istotna jest **sztywność krat kompozytowych**, czyli ich ugięcie pod obciążeniem. Ze względu na niższy moduł sprężystości kompozytu (ok. 10–25 GPa wzdłuż włókien, zależnie od ułożenia i proporcji zbrojenia) kraty GRP uginają się bardziej niż stalowe przy tym samym obciążeniu. Normy zalecają ograniczenie ugięcia do względnej wartości **L/200** (0,5% rozpiętości) pod obciążeniem użytkowym, co zapobiega odczuciu nadmiernej sprężystości podestu i potencjalnemu uszkodzeniu kruchej warstwy żywicy przy długotrwałym ugięciu. W praktyce producenci dostarczają

tabele dopuszczalnych rozpiętości w funkcji obciążenia dla swoich wyrobów – np. dla kraty o grubości 30 mm rozpiętość między podparciami zwykle nie powinna przekraczać ~600–800 mm przy obciążeniu 1,5 kN, zaś krata 38 mm może osiągać ok. 900–1000 mm rozpiętości dla analogicznego obciążenia, zachowując wymagane kryteria ugięcia. Przykładowo, krata formowana GRP o wysokości 38 mm i oczku 38×38 mm, klasy przemysłowej, może przenieść obciążenie 1,5 kN na powierzchni 20×20 cm przy rozpiętości 0,7 m, generując ugięcie rzędu 4 mm. Jest to zgodne z dopuszczeniami norm (4 mm to ok. $L/175$ dla 0,7 m – nieco powyżej zalecanego $L/200$, lecz akceptowalne jako maksymalny prześwit między elementami sąsiadującymi). Jeśli wymagane są większe rozpiętości, stosuje się grubsze kraty (np. 50 mm) lub dodatkowe elementy usztywniające konstrukcję wsporczą. W obliczeniach wytrzymałości krat kompozytowych należy uwzględniać wspomniane współczynniki bezpieczeństwa materiału (np. z DIN 24537-3) oraz fakt, że właściwości mechaniczne laminatu mogą się obniżać w czasie pod wpływem pełzania materiału (ciągłe obciążenie prowadzące do stopniowego ugięcia) – dlatego kluczowe jest projektowanie z zapasem i unikanie permanentnego zbliżania się do granic wytrzymałości.

Warunki testowania

Sprawdzenie właściwości mechanicznych krat GRP odbywa się poprzez badania próbek lub całych paneli. Normy materiałowe (ISO 178, ISO 527) definiują sposób przygotowania próbek i procedury wyznaczania wytrzymałości na zginanie, rozciąganie czy ściskanie. W przypadku krat często wykonuje się próby obciążeniowe całych paneli na stanowiskach testowych – np. przykładane jest obciążenie 1,5 kN na kwadratowej płytce 200×200 mm w centrum oczka kraty i mierzone ugięcie oraz sprawdzane czy nie wystąpiło pęknięcie żeber. Taka metoda jest opisana m.in. w ISO 24681 (jako test nośności punktowej) oraz w wytycznych producentów. Innym badaniem bywa test udarności (udar drobny, np. upadek ciężarka), aby ocenić odporność kraty na uderzenia w warunkach eksploatacji (istotne np. na platformach gdzie mogą spaść narzędzia). Ponadto kontroluje się jakość wykonania: równomierność przesycenia włókien żywicą, brak pęcherzy, prawidłowe otwarcie oczek itp. – tu pomocne są normy typu ISO 1172 określające zawartość włókna (im wyższa, tym lepsze właściwości mechaniczne zazwyczaj).



Odporność chemiczna i środowiskowa

Odporność na korozję i chemikalia

Jednym z głównych powodów stosowania **krat kompozytowych z żywicy i włókna szklanego** jest ich znakomita odporność na korozję i wiele agresywnych substancji. W przeciwieństwie do stali, kompozyt poliestrowo-szklany nie ulega rdzewieniu ani korozji elektrochemicznej. Odpowiednio dobrana żywica zapewnia odporność na działanie kwasów, zasad, soli oraz rozpuszczalników w określonych stężeniach. Normy jako takie nie narzucają jednej uniwersalnej klasy odporności chemicznej – zamiast tego specyfikuje się rodzaj zastosowanej żywicy i oczekiwane środowisko pracy. **Kraty z żywicy ortoftalowej** (standardowa żywica poliestrowa) nadają się do środowisk o umiarkowanej agresywności (np. woda morską, atmosferyczną korozję, niektóre słabsze chemikalia). **Kraty z żywicy izoftalowej** mają lepszą odporność na ścieki, podwyższoną temperaturę i umiarkowanie agresywne chemikalia, natomiast **kraty winyloestrowe** są przeznaczone do środowisk silnie korozyjnych, kontaktu z kwasami, rozpuszczalnikami organicznymi itp. Producent zazwyczaj udostępnia **tabele odporności chemicznej** dla

swoich wyrobów, wskazujące jakie żywice sprawdzają się w konkretnych mediach (np. kwas siarkowy o danym stężeniu, chlorki, węglowodory). W razie wątpliwości wykonuje się testy zanurzeniowe próbek kraty w medium chemicznym zgodnie z wytycznymi np. ISO 24681 (badanie odporności korozyjnej). Test polega na ekspozycji próbek w cieczy przez określony czas i ocenie zmian właściwości (utrata masy, spadek wytrzymałości). Oprócz odporności na reagenty chemiczne, ważna jest **odporność na warunki atmosferyczne**: kraty zewnętrzne narażone są na promieniowanie UV, które może powodować degradację żywicy (utrata koloru, włókna mogą ulec odsłonięciu). Dlatego często stosuje się dodatki stabilizujące UV lub powierzchniową warstwę welonu (cienkiej maty) zabezpieczającą laminat przed promieniowaniem. Normy (np. ISO 24681) zalecają test starzenia UV, aby potwierdzić długoterminową trwałość krat w słońcu. Dodatkowo, zakres temperatur pracy jest zwykle ograniczony przez rodzaj żywicy: standardowe poliestry pracują do ok. 60–70°C ciągle, winyloestry do ~100°C, specjalne żywice epoksydowe lub fenolowe mogą wytrzymać wyższe temperatury. W mrozie kompozyty zachowują wytrzymałość, choć mogą stać się nieco bardziej kruche (spadek uderzalności). Reasumując, **kraty z włókna szklanego** potrafią sprostać bardzo trudnym warunkom środowiskowym, o ile ich materiał zostanie odpowiednio dobrany do przewidywanych czynników (chemicznych, termicznych, UV).

Odporność elektryczna i inne cechy

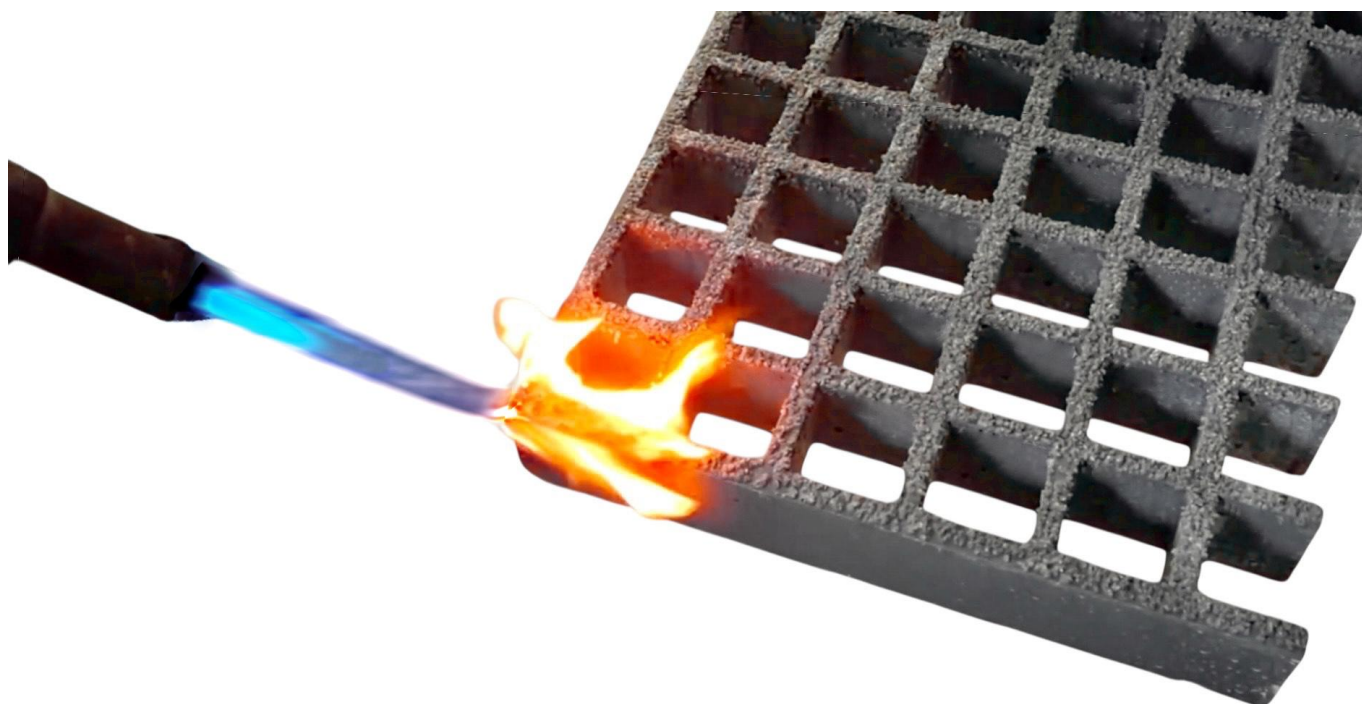
Kraty GRP są elektroizolacyjne – nie przewodzą prądu elektrycznego, co bywa zaletą w zastosowaniach, gdzie unika się zagrożenia porażeniem (np. pomosty przy instalacjach elektrycznych). Przy standardowym składzie są też niemagnetyczne (istotne np. w stacjach radarowych czy aplikacjach MRI). Jednak w pewnych środowiskach, np. zagrożonych wybuchem (strefy Ex), wymaga się by podesty pod nogami ludzi nie gromadziły ładunków elektrostatycznych. Czysty kompozyt jest bardzo słabym przewodnikiem, więc może się elektryzować. Dlatego dostępne są **kraty kompozytowe antyelektrostatyczne**, w których do mieszanki żywicy dodano proszek węglowy lub zastosowano włókna przewodzące, co obniża rezystancję powierzchniową i umożliwia odprowadzanie ładunków (spełnienie norm ATEX dot. elektryzowania się powierzchni). Wymogi w tym zakresie nie są ujęte w ogólnej normie, ale jeśli w projekcie zidentyfikuje się ryzyko zapłonu od wyładowań statycznych, należy zażądać od dostawcy wykonania krat w wersji przewodzącej (antystatycznej) – ich rezystancja powierzchniowa powinna być np. $<10^6 \Omega$. Inne specjalne wymagania środowiskowe mogą dotyczyć czystości (kratki dla przemysłu spożywczego muszą być łatwo zmywalne i odporne na detergenty) czy wpływu na środowisko (np. zawartość halogenów – w miejscach, gdzie dba się o niską toksyczność gazów, preferuje się żywice bezhalogenowe).

Odporność ogniowa

Reakcja na ogień

Tworzywa sztuczne wzmacniane włóknem szklanym z natury są materiałami organicznymi i palnymi – standardowa żywica poliestrowa w kontakcie z ogniem będzie się palić, topić i wydzielać dym. Dlatego

w zastosowaniach, gdzie wymagane są właściwości trudnozapalne, stosuje się specjalne żywice z dodatkami uniepalniającymi (np. wodorotlenek glinu) bądź żywice samogasnące (fenolowe, epoksydowe). W Europie kraty podłogowe klasyfikuje się zgodnie z **EN 13501-1** w klasach od A (niepalne) do F (łatwopalne). **Kraty kompozytowe trudno zapalne** zazwyczaj osiągają klasę **Bfl-s1** (gdzie "fl" oznacza flooring – klasy dla wykładzin podłogowych) albo odpowiadającą klasę ogólną B-s1,d0/C-s2,d0 itp., zależnie od grubości i składu. Przykładowo, dostępne są kraty z żywic fenolowych stosowane na platformach w przemyśle naftowym, które spełniają bardzo rygorystyczne wymagania ogniowe i dymowe (niska emisja dymu i gazów toksycznych). Wymagania normatywne koncentrują się jednak głównie na *reakcji na ogień* (czyli palności materiału), a nie na *odporności ogniowej* w sensie nośności w czasie pożaru – typowe kraty GRP nie są elementami nośnymi budynku wymagającymi np. 30 minut odporności ogniowej, lecz raczej elementami wyposażenia. Mimo to, w niektórych projektach (np. kładki ewakuacyjne) może być wymagane, aby krata pod obciążeniem nie zapadła się natychmiast w pożarze. Norma ISO 24681 wprowadziła pojęcie **integralności ogniowej kraty** (fire integrity) – testuje się próbkę kraty w warunkach pożaru od spodu, sprawdzając czy przez określony czas utrzyma obciążenie bez powstania otworów przepuszczających płomienie. To ważne np. na platformach wiertniczych, by opóźnić rozprzestrzenianie ognia na wyższe poziomy. Inne stosowane testy to **ASTM E-84** (test rozprzestrzeniania płomienia i dymu na próbce pionowej, często cytowany w USA) czy **UL 94** (ocena samogasnących właściwości próbki). Podsumowując, dla większości zastosowań przemysłowych w pomieszczeniach zamkniętych należy wybierać kraty o podwyższonej odporności ogniowej, posiadające odpowiednie klasyfikacje (np. **klasa trudnopalności** potwierdzona w certyfikacie), natomiast na zewnątrz wymóg ten bywa złagodzony. Informacja o klasie palności powinna być zawsze udokumentowana przez dostawcę – np. w formie raportu z badań wg EN 13501-1 lub aprobaty ITB (w Polsce).



Metody montażu krat kompozytowych

Podparcie i mocowanie

Prawidłowy montaż ma kluczowe znaczenie dla bezpieczeństwa i trwałości **krat pomostowych GRP**. Ze względu na swoją konstrukcję modułową, kraty kompozytowe muszą być podparte na odpowiedniej powierzchni ramy lub konstrukcji nośnej. Minimalna szerokość podparcia (zakładu) na każdej krawędzi to zwykle ok. 40 mm – tak, aby obciążenia z żeber krat rozkładały się na podporach. Kraty układa się na przygotowanych wspornikach stalowych lub kompozytowych (np. profile ceowe, kątowniki), a następnie mocuje się je za pomocą specjalnych złączek i śrub. Typowe mocowania to zestawy obejmujące górny klips (obejmującą żebro kraty od góry) i dolny zaczep, skręcane śrubą ze stali kwasoodpornej – takie klamry montażowe zapobiegają podnoszeniu się kraty oraz przesuwaniu. Zgodnie z zaleceniami, każda niezależny panel kraty powinien być przymocowana **co najmniej w czterech punktach** (np. cztery narożniki) do konstrukcji, a w przypadku większych paneli lub długich ciągów – w większej liczbie punktów, tak by zakotwić kratę mniej więcej co 0,5–0,6 m. Ważne jest zastosowanie elementów mocujących odpornych na korozję (najlepiej stal kwasoodporna A4) oraz okresowa kontrola ich dokręcenia (wibracje maszyn mogą poluzować śruby z czasem). Montaż nie wymaga spawania (kompozytu nie da się spawać jak stali), co upraszcza prace i pozwala montować kraty nawet w strefach zagrożonych pożarem (brak prac gorących).

Dylatacje i przycinanie

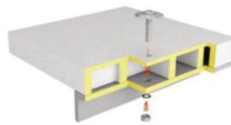
Kraty GRP mogą być docinane na wymiar przy użyciu narzędzi do obróbki tworzyw (tarcz diamentowych,

pił do laminatu). Producent zwykle dostarcza panele w standardowych wymiarach (np. 3050×997mm lub 3660×1220mm), które są następnie cięte pod konkretny wymiar pomostu. Ważne jest, aby po docięciu **zabezpieczyć krawędzie żywicą** – odsłonięte włókna szklane powinny zostać pokryte odpowiednią żywicą lub farbą poliuretanową, by przywrócić warstwę ochronną (zapobieganie to nasiąkaniu wodą i degradacji odsłoniętego zbrojenia). Dopuszcza się montaż kilku mniejszych krat obok siebie dla pokrycia większego pola – wówczas łączenia powinny być tak zaprojektowane, by nie tworzyć dużych przerw (normy zalecają szczeliny max. do 10 mm między panelami) i by poziomy sąsiednich elementów były równe (wspomniany limit 4 mm różnicy wysokości). Jeśli kraty ułożone są na zewnątrz lub na dużej powierzchni, należy uwzględnić **dylatację termiczną** materiału kompozytowego – współczynnik rozszerzalności FRP jest nieco większy niż stali, dlatego zaleca się pozostawienie szczelin brzegowych (np. 3-6 mm na metr długości) przy obramowaniu, aby kraty nie deformowały się pod wpływem zmian temperatury. Przy montażu stopni schodowych z krat kompozytowych stosuje się zazwyczaj gotowe stopnie z noskiem antypoślizgowym – montowane do konstrukcji schodów za pomocą wsporników z kompozytu lub stali kwasoodpornej. Wszystkie **metody montażu krat** powinny być zgodne z instrukcjami producenta oraz, jeśli dotyczy, z projektem wykonawczym opracowanym przez uprawnionego inżyniera.



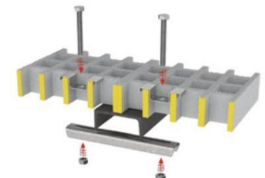
mocowanie hakowe

mocowanie kraty do konstrukcji, nie wymaga wiercenia



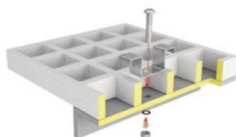
o-clips

mocowanie krat krytych i micromesh do konstrukcji



mocowanie łączące

połączenie krat ze sobą



m-clips

mocowanie kraty do konstrukcji



g-clips

połączenie krat ze sobą



j-clips

mocowanie kraty do konstrukcji, nie wymaga wiercenia

Informacje wymagane przy zamówieniu krat.

Abyśmy mogli jak najlepiej dopasować **kraty kompozytowe GRP/TWS** do konkretnego zastosowania i zapewnić pełną zgodność z obowiązującymi normami oraz oczekiwaniami inwestora, bardzo ważne jest, aby już na etapie składania zamówienia przekazać nam komplet informacji technicznych. Dzięki temu będziemy mogli dobrać najlepsze rozwiązanie zarówno pod kątem technicznym, jak i ekonomicznym. Poniżej przedstawiamy, na co warto zwrócić uwagę:

- **Wymiary paneli i układ**

Prosimy o podanie planowanych wymiarów paneli kratowych (długość × szerokość każdego elementu), a także – jeśli to możliwe – rysunku układu krat na konstrukcji. W przypadku nieregularnych kształtów, otworów na rury, słupy lub inne elementy infrastruktury – prosimy o dostarczenie szkicu lub rysunku technicznego z dokładnymi wymiarami.

- **Grubość (wysokość) kraty**

Najczęściej stosowane wysokości krat to 30 mm, 38 mm i 50 mm. Wysokość bezpośrednio wpływa na nośność i możliwą rozpiętość między podporami, dlatego jeśli w projekcie przewidziane są konkretne obciążenia lub dopuszczalne ugięcia – warto je wskazać. My zajmiemy się doбором odpowiedniego wariantu.

- **Wielkość oczek (siatki)**

Standardowe oczko to 38×38 mm, jednak dla zastosowań wymagających większego bezpieczeństwa (np. drobne elementy, obcasy) dostępne są również wersje z oczkami 20×20 mm (tzw. micromesh). Istnieją także warianty z oczkami prostokątnymi. Wielkość oczek ma znaczenie m.in. przy spełnieniu wymogów przepisów BHP (np. Średnica kuli testowej 35 mm).

- **Rodzaj żywicy (materiał)**

W zależności od środowiska pracy należy dobrać odpowiedni typ żywicy:

- standardowa (ortoftalowa) – do mniej wymagających warunków,
- chemoodporna (izoftalowa lub winyloestrowa) – dla środowisk agresywnych,
- trudnopalna – gdy projekt wymaga klasyfikacji ogniowej (np. UL94 V0, EN 13501).

Prosimy o informację, czy kraty będą narażone na działanie konkretnych chemikaliów, temperatur czy ognia – dobierzemy najlepszy produkt.

- **Typ powierzchni**

Dostępne są powierzchnie antypoślizgowe, żłobione lub kraty kryte. Jeśli w miejscu zastosowania istnieje ryzyko poślizgu (np. olej, wilgoć, lód), warto wskazać oczekiwaną klasę antypoślizgowości (np. R13).

- **Kolorystyka i oznaczenia**

Kraty GRP mogą być barwione w masie (najczęściej szare lub żółte). W przypadku szczególnych potrzeb (np. Żółta krawędź jako oznaczenie strefy niebezpiecznej) prosimy o informację – wykonamy kraty w ustalonym kolorze lub z dodatkowym oznaczeniem.

- **Wymagania ogniowe**

Jeśli inwestycja podlega wymaganiom ppoż. (np. zgodnie z EN 13501-1), poinformuj nas o tym – dobierzemy materiał spełniający określoną klasę reakcji na ogień i dostarczymy stosowne certyfikaty.

- **Docinanie i obramowanie**

Większość krat docinamy na wymiar zgodnie z przesłanym planem. Warto wiedzieć, że **kraty kompozytowe GRP po przycięciu nie muszą być dodatkowo obramowane** – brak obramowania nie wpływa na nośność kraty, pod warunkiem, że jest ona odpowiednio podparta i zamocowana. Jeśli jednak projekt zakłada widoczne lub eksponowane krawędzie, istnieje możliwość wykonania obramowania – prosimy o taką informację.

- **Akcesoria montażowe**

Do każdego zamówienia możemy dołączyć dedykowane zestawy montażowe (clipsy, śruby, podkładki wykonane ze stali kwasoodpornej A4 316). Prosimy o zaznaczenie, czy mają być dołączone do zamówienia oraz w jakiej ilości. Jeśli przewidziane są również stopnie schodowe, lub inne elementy nietypowe – również warto je uwzględnić w zapytaniu.

Dzięki podaniu tych informacji możemy przygotować dla Państwa ofertę idealnie dopasowaną do potrzeb projektu – zarówno pod względem technicznym, jak i kosztowym. Jako firma Evergrip specjalizujemy się w **kratownicach kompozytowych GRP/TWS**, dlatego chętnie doradzimy najlepsze rozwiązania. Precyzyjna specyfikacja eliminuje ryzyko błędów, usprawnia proces produkcji i zapewnia, że gotowy produkt będzie spełniał wszystkie wymagania w zakresie **trwałości, bezpieczeństwa użytkowania** oraz **zgodności z obowiązującymi normami**.

Podsumowanie dokumentu w formie Q&A (pytania i odpowiedzi)

P: Co to są kraty GRP (TWS) i gdzie się je stosuje?

O: Kraty GRP (TWS) to kraty pomostowe wykonane z kompozytu poliestrowego wzmocnionego włóknem szklanym. Stosuje się je zamiast krat stalowych w środowiskach korozyjnych lub tam, gdzie wymagana jest niska waga, antypoślizgowość i brak przewodności elektrycznej. Typowe zastosowania to pomosty i podesty w zakładach chemicznych, oczyszczalniach ścieków, platformach morskich, elektrowniach, a także kładki dla pieszych, rampy, stopnie schodów czy pokrywy kanałów.

P: Jakie normy obowiązują dla krat kompozytowych z włókna szklanego?

O: Najważniejszą specjalistyczną normą jest niemiecka **DIN 24537-3**, która podaje wytyczne projektowania i wymagań dla krat z tworzywa wzmocnianego włóknem. Ponadto stosuje się normy europejskie, np. **EN ISO 14122-2** (dotyczącą pomostów i obciążeń minimalnych 1,5 kN punktowo i 2 kN/m²), oraz ogólne normy budowlane jak **EN 13501-1** (reakcja na ogień) czy **EN 13706** (profile kompozytowe). W 2023 roku pojawiła się też międzynarodowa **ISO 24681** dedykowana kratom FRP w przemyśle okrętowym. W praktyce, w Polsce i Europie producent krat powinien dostarczyć wyrób zgodny z powyższymi normami lub aprobatami technicznymi.

P: Jak sprawdzić, czy krata GRP wytrzyma projektowane obciążenie?

O: Należy sprawdzić w tabeli obciążeń dopuszczalną rozpiętość i obciążenie dla danego typu kraty, np. maksymalne rozpiętości dla obciążenia 5 kN/m² lub 1,5 kN punktowego przy określonym ugięciu. Jeśli projekt zakłada większe obciążenia, trzeba wybrać grubszą kratę lub gęstsze podparcie. W razie wątpliwości zaleca się konsultację z producentem lub wykonanie próby obciążeniowej na próbce kraty.

P: Czy kraty kompozytowe są antypoślizgowe?

O: Tak, większość krat GRP projektowana jest z myślą o zapewnieniu antypoślizgowości. Standardowo formowane kraty mają powierzchnię pokrytą ziarnem (korundem), które zapewniają bardzo dobrą przyczepność – takie kraty osiągają najwyższą klasę antypoślizgowości (R13). Dodatkowo dostępne są wersje żłobione do zastosowań w miejscach gdzie nie występuje problem z możliwością poślizgnięcia się. Ważne, aby zamawiając kraty określić, czy mają być one przeciwpślizgowe i w jakich warunkach będą używane (sucho, mokro, olej), aby dobrać odpowiedni typ wykończenia.

P: Jak kraty GRP zachowują się w kontakcie z chemikaliami?

O: Kraty z włókna szklanego są bardzo odporne na korozję – nie rdzewieją i wytrzymują kontakt z wieloma chemikaliami, znacznie przewyższając pod tym względem stal. Trzeba jednak dobrać odpowiedni rodzaj żywicy: np. żywice winyloestrowe są odporne na silne kwasy i rozpuszczalniki, podczas gdy tańsze ortoftalowe tylko na łagodne media. Najbardziej uniwersalną i najczęściej stosowaną żywicą jest żywica isoftalowa która łączy w sobie dobrą odporność chemiczną i stosunkowo niską cenę. Przed zamówieniem należy sprawdzić tabelę odporności chemicznej dla planowanego środowiska (rodzaj chemikaliów, stężenie, temperatura). Jeśli medium jest bardzo agresywne, warto wybrać laminat winyloestrowy lub specjalny. Przy długotrwałej ekspozycji w chemikaliach zaleca się okresową inspekcję krat (czy nie pojawiają się spękania, rozwarstwienia). Ogólnie, **kraty kompozytowe chemooodporne** sprawdzają się tam, gdzie stal nierdzewna by korodowała.

P: Czy kraty z tworzywa są odporne na ogień?

O: Standardowe kraty GRP są palne – wykonane z żywicy poliestrowej będą się palić w ogniu. Dlatego do zastosowań wymagających bezpieczeństwa pożarowego produkuje się kraty z żywic trudnopalnych (samogasnących). Takie kraty mogą uzyskać klasyfikację np. Bfl-s1 w testach ogniowych, co oznacza że trudno się zapalają i nie rozprzestrzeniają ognia (oraz wytwarzają mało dymu). Pamiętajmy jednak, że nawet trudnopalna krata kompozytowa w wysokiej temperaturze straci sztywność – nie zapewnia ona nośności tak długo jak np. stal w pożarze. Dlatego w razie pożaru takie kraty mogą się ugiąć lub przepalić po pewnym czasie. Kluczowe jest zapobieganie samemu zapaleniu – stąd wymóg klasy trudnozapalnej.

P: Jak montować kraty kompozytowe? Czy potrzebne są specjalne elementy?

O: Montaż krat GRP odbywa się za pomocą specjalnych uchwytów (klipsów) i śrub ze stali

kwasoodpornej – nie wolno ich po prostu kłaść luzem. Najpierw przygotowuje się ramę lub wsporniki, na których kraty będą leżeć (z odpowiednim podparciem po obwodzie). Następnie kraty układa się i kotwi uchwyty do konstrukcji nośnej. Typowy uchwyt (m-clips) ma kształt zacisku obejmującego żebro kraty od góry, skręcanego śrubą. Przy montażu należy zachować niewielkie przerwy między panelami i od krawędzi konstrukcji (kilka milimetrów) na ewentualną rozszerzalność cieplną. Cięcie krat do wymiaru wykonuje się piłą z tarczą diamentową, a miejsca cięcia trzeba zabezpieczyć żywicą. Nie są potrzebne żadne prace spawalnicze ani ciężki sprzęt – kraty są lekkie, więc do przenoszenia wystarczy zazwyczaj dwóch monterów. Ważne jest, by po montażu sprawdzić, że wszystkie mocowania są dokręcone, a kraty stabilnie osadzone.

P: Jakie informacje muszę podać zamawiając kraty GRP?

O: Trzeba przygotować specyfikację techniczną obejmującą: wymiary i kształt krat (najlepiej rysunek), grubość (wysokość) kraty, wielkość oczek siatki, rodzaj żywicy (standardowa, chemoodporna, trudnopalna), typ powierzchni (żłobiona, antypoślizgowa lub kryta), wymaganą klasę antypoślizgowości lub ognioodporności (jeśli istotne), kolor kraty, liczbę sztuk lub powierzchnię, a także czy mają być dołączone elementy montażowe. Warto od razu wskazać, jakie normy muszą być spełnione i zażądać odpowiednich certyfikatów lub deklaracji zgodności. Im więcej szczegółów podamy, tym większa pewność, że dostarczone **kraty kompozytowe** będą spełniały nasze oczekiwania co do wytrzymałości i bezpieczeństwa.

P: Jakie są główne zalety krat kompozytowych GRP w porównaniu do krat stalowych?

O: Kraty GRP są odporne na korozję, więc nie rdzewieją w przeciwieństwie do stalowych – to ogromna zaleta w środowiskach wilgotnych, morskich czy chemicznych (nie wymagają też malowania ani cynkowania). Są lżejsze (nawet kilkukrotnie), co ułatwia montaż i zmniejsza obciążenie konstrukcji. Mają naturalnie antypoślizgową powierzchnię (zwłaszcza z powłoką z konrundu). Ponadto nie przewodzą prądu i nie iskrzą, co zwiększa bezpieczeństwo w strefach zagrożonych wybuchem lub przy urządzeniach elektrycznych. Z drugiej strony stalowe mogą przenosić dużo większe obciążenia przy mniejszych ugięciach – dlatego wybór zależy od potrzeb. W wielu zastosowaniach przemysłowych **kraty kompozytowe przemysłowe** zapewniają wystarczającą wytrzymałość, a przewyższają stalowe trwałością i bezobsługowością w trudnych warunkach.



 22 465 26 01

 www.evergrip.pl

 biuro@evergrip.pl