

# Żuraw na placu budowy



dr inż.  
**MAREK SAWICKI**  
Politechnika Wrocławska,  
Wydział Budownictwa Lądowego i Wodnego  
**ORCID: 0000-0002-1220-0494**

Obecnie znaczne tempo realizacji inwestycji wymaga od wykonawcy zapewnienia optymalnego prowadzenia robót, szczególnie transportowo-montażowych, oraz zastosowania efektywnych maszyn i urządzeń, w tym w szczególności żurawi budowlanych.

Obecnie znaczne tempo realizacji inwestycji wymaga od wykonawcy zapewnienia optymalnego prowadzenia robót, szczególnie transportowo-montażowych, oraz zastosowania efektywnych maszyn i urządzeń, w tym w szczególności żurawi budowlanych.

W Polsce po wprowadzeniu do budownictwa metod uprzemysłowionych, w latach 1960–1968, projektowaniem żurawi zajmował się zespół pod kierunkiem mgr. inż. Eugeniusza Rytela, wprowadzając żurawie wieżowe z serii ŻW i ŻB produkowane [1, 2, 10]:

A. w FMB w Głogowie: ŻW-45 (45 tonometrów, powstało ok. 1 136 egzemplarzy), ŻB-20 (20 tonometrów, wyprodukowano 150 szt.);

B. w fabryce FAMABUD w Szczecinie: ŻB-120 (120 tonometrów dla budownictwa przemysłowego, ok. 50 szt.), ŻW-80 (80 tonometrów dla budownictwa wielkopłytowego, kilka tysięcy szt.).

W latach 1975–1990 ten sam zespół projektantów skoncentrował się na projektowaniu samojezdnych, hydraulicznych żurawi teleskopowych, których podstawowymi zaletami były mobilność i krótki czas przygotowania do pracy [1, 10].

Z tego okresu pochodzą szeroko stosowane na budowach żurawie produkowane z części pochodzących z polskich i radzieckich fabryk, o udźwigach:

- 25 t (Hydros T-251, wyprodukowano do końca 1987 r. 1800 szt.),
- 40 t (Hydros T-401, wyprodukowano 920 szt.),
- 63 t (Hydros T-631, wyprodukowano 20 szt.),
- 100 t (Hydros T-1001).

W kolejnych latach zespół projektantów opracował również dokumentację na drugą generację żurawi o wyższych parametrach, wersji terenowych o udźwigu 32 i 50 t oraz prototypu żurawia na podwoziu 8-osowym o udźwigu 250 t.

## Budowa i klasyfikacje

W zależności od możliwości przemieszczania się po budowie żurawie mogą być: przejezdne (na podwoziu kołowym, gąsienicowym bądź szynowym) lub stacjonarne (wolnostojące i kotwione do konstrukcji) [3]. Zazwyczaj konstrukcje wież i wysięgników żurawi wykonuje się jako układ kratownicowy lub pełnościenny. Wysięgnik może być wychylny z ciągnikiem zainstalowanym na jego końcu lub stały, poziomy, z wodzakami/ciągnikami poruszającymi się po nim. Żurawie budowlane wyposażane są w kilka napędów, najczęściej elektrycznych, służących do: napędu podwozia, obrotu/wychyłu wysięgnika, przesuwu wozzaka oraz podnoszenia haka, na którym podcepią się zawieszanie z ładunkiem podno-

szonym. W literaturze spotyka się wiele klasyfikacji żurawi budowlanych uwzględniających ich różne charakterystyczne parametry, co zestawiono w tabeli 1.

## Parametry decydujące o doborze żurawi

Określając parametry techniczne żurawi, należy uwzględnić warunki montażu na placu budowy i wymagania wynikające z parametrów montowanych elementów. Uwzględnienie parametrów związanych z warunkami montażu na placu budowy obejmuje analizy dotyczące: lokalizacji żurawia na budowie, określenia liczby niezbędnych żurawi do sprawnego prowadzenia robót budowlanych, odpowiedniego posadowienia żurawia na podłożu i zba-

Tab. 1. Klasyfikacje żurawi budowlanych (opracowanie własne)

Parametr klasyfikacji żurawia	Występujące grupy	Klasy
Sposób przemieszczania	stacjonarne na podwoziu samochodowym samojezdne	
Typ wysięgnika	wodzakowy z wysięgnikiem wychylnym	odciągowy/bezodciągowy Fot. 3a, fot. 3b.
Miejsce obrotu wieży	dolnoobrotowy górnobrotowy	
Sposób przenoszenia obciążeń na grunt – rodzaj podstawy	łapy podstawa krzyżowa portalowa kotwiona	
Sposób posadowienia	stacjonarne  przejezdne	na fundamencie (blokowym/stopach fundamentowych/ na kotwie traconej)  na podwoziu szynowe gąsienicowe
Sposób montażu	samomontujące się (samowznoszące) montowane za pomocą dodatkowego żurawia	
Miejsca umieszczenia przeciwwagi	w dolnym poziomie w poziomie górnym na ramieniu	



Fot. 1. Praca 4 dźwigów przy realizacji inwestycji Zajezdnia w Gdańsku:

- LIEBHERR 71 EC – wysokość 35,3 m, wysięgnik 39,2 m, udźwig 5,6 t • LIEBHERR 110 EC-B – wysokość 48,6 m, wysięgnik 45 m, udźwig 6 t
- LIEBHERR 110 EC-B – wysokość 48,6 m, wysięgnik 45 m, udźwig 6 t • LIEBHERR 132 EC-H – wysokość 43,0 m, wysięgnik 45 m, udźwig 8 t

lastowania, wpływu oddziaływania wiatru na konstrukcję żurawia czy możliwości montażu/demontażu na budowie ze względu na ewentualne kolizje [4].

Istotnym parametrem związanym z montażem żurawia na placu budowy jest odpowiednie jego posadowienie na podłożu, najczęściej gruntowym. Zazwyczaj fundament wykonuje się zgodnie z zaleceniami określonymi w DTR (dokumentacji techniczno-ruchowej) producenta sprzętu, uwzględniającej warunki klimatyczne, w jakich może być użytkowany żuraw, głównie związane ze strefą wiatrową. Proponowany w DTR projekt fundamentu odnosi się głównie do określenia minimalnych wymagań nośności podłoża pod podstawą fundamentu. Podczas odbioru technicznego żurawia przez Urząd Dozoru Technicznego sprawdza się w tym zakresie zgodność wykonania fundamentu z DTR i minimalną nośność podłoża pod fundamentem. Zmiana podejścia w projektowaniu konstrukcji budowlanych od 2010 roku wymusiła konieczność projektowania wg Eurokodów, z uwzględnieniem warunków gruntowych oraz strefy klimatycznej [4]. Szczegóły dotyczące zasad projektowania fundamentów pod żurawie i problemów z tym związanych opisano szerzej w pracach [4, 6, 7, 8, 9].

Po odpowiednim doborze posadowienia żurawia kolejnym istotnym elementem przy

doborze żurawia jest analiza wpływu oddziaływań klimatycznych na konstrukcję żurawia, co zależy od strefy wiatrowej, lokalizacji żurawia, wysokości nad poziomem gruntu i innych czynników, m.in. fazy roboczej/postoju, ustawienia wysięgnika. Szczegółowo powyższe zagadnienia opisano w pracy [4].

Żuraw budowlany, jako sprzęt służący do zmontowania określonej konstrukcji złożonej z różnych elementów montażowych, powinien posiadać odpowiednie parametry techniczne, takie jak: udźwig żurawia, wysięg (promień roboczy) i wysokość podnoszenia.

Przystępując do określenia udźwigu żurawia, należy wstępnie przeanalizować rozmieszczenie poszczególnych elementów montowanej konstrukcji w przedmiotowym obiekcie, możliwości ustawienia żurawia na budowie i miejsca odbioru elementów montowanych. Podstawowa zasada jest taka, że żuraw ustawiamy jak najbliżej najcięższych elementów. W kolejnym kroku postępowania w określeniu udźwigu żurawia obliczamy ciężar montażowy elementu, obejmujący: ciężar charakterystyczny elementu montażowego, ciężar niezbędny zawiesia i ewentualnie ciężar elementów usztywniających. Niejednokrotnie ze względu na gabaryty i ciężary elementów montażowych dostarcza się je na budowę w częściach, tzw. elementach wysyłkowych, które wymagają przed montażem scalenia

na budowie. Tak obliczony łączny charakterystyczny ciężar montażowy elementu przemnażamy przez współczynniki pozwalające określić ciężar obliczeniowy (współczynnik obliczeniowy, dynamiczny i uwzględniający zawilgocenie elementu), co jest podstawą do ustalenia minimalnego parametru udźwigu żurawia.

W kolejnym kroku przystępujemy do określenia drugiego parametru, jakim jest niezbędny wysięg żurawia. Obliczenie niezbędnego wysięgu żurawia/promienia roboczego powinno uwzględniać wartość mierzoną od osi obrotu żurawia do maksymalnego położenia haka przy montażu najbardziej oddalonych elementów montowanych, uwzględniając parametr konfiguracji wysięgnika żurawia (gdy wysięgnik jest pochylony). Dla tak przyjętego parametru powiększa się ww. wartość o założony dystans umożliwiający swobodne manewrowanie (ze względów technologicznych zalecany min. 1,0 m).

Następnym punktem w doborze odpowiedniego żurawia jest określenie minimalnej wysokości dla jego podnoszenia. W trakcie obliczania wysokości podnoszenia żurawia uwzględniamy sumę wartości: wysokości od poziomu terenu do miejsca montażu elementu, wysokości montowanego elementu i zawiesia oraz wysokości bezpiecznego manewrowania (WBM). Wielkość WBM związana jest





Fot.2. KR-90 na budowie Bastion Wałowa w Gdańsku: • KR-90 – Wysokość 41,1 m, wysięgnik 35,7 m, udźwig 5 t

z bezpieczeństwem wykonywania robót, dlatego gdy montujemy element w poziomie, gdzie nie przebywają pracownicy, przyjmujemy wartość 1,0 m, a gdy pracują ludzie, zaleca się minimum 2,5 m. Tak określona sumaryczna wartość informuje o minimalnej wysokości dolnej gardzieli haka żurawia.

### Charakterystyka żurawi wieżowych

Żurawie wieżowe, stacjonarne, dostarczane są w częściach i następnie montowane za pomocą dodatkowego żurawia. W poprzednim stuleciu żurawie wieżowe o ograniczonych parametrach roboczych montowano na własnych torowiskach umożliwiających przemieszczanie się jak najbliższej montowanej konstrukcji, lecz wymagało to wykonania odpowiedniego torowiska, co wydłużało czas montażu żurawia i generowało dodatkowe koszty. W kolejnych latach powoli wycofywano się z tego typu rozwiązań na rzecz żurawi stacjonarnych montowanych na własnym fundamencie czy montowanych do wykonanych wcześniej stropów (żurawie samowznoszące). Zasadniczo montaż żurawia wieżowego prowadzony jest za pomocą pomocniczego żurawia, który podnosi i montuje kolejne elementy segmentów wieży, wysięgnik i osprzęt. Al-

ternatywnym rozwiązaniem jest budowa żurawia z wieżą wyposażoną w tzw. klatkę samowznoszącą z hydraulicznymi mechanizmami piętrzącymi. Stosowane obecnie rozwiązania fundamentu żurawia, w postaci fundamentu blokowego lub stóp fundamentowych, łączy się z elementami przeciwwagi umieszczonej na dole lub przenosi się elementy przeciwwagi na przeciwwysięgniku żurawia. W wybranych sposobach posadowienia żurawia w poziomie dolnym stosuje się zastrzały mocowane do wieży i fundamentu. Aktualne parametry produkowanych i stosowanych na polskich budowlach żurawi wieżowych są dostosowane do obecnych potrzeb wykonawczych i technologii stosowanych w montażu. Używane są dwa warianty obrotu wieży żurawia:

- dolnoobrotowy (wieża obraca się na obrotnicy zamontowanej na dole),
- górnoobrotowy z obrotnicą u góry (wieża jest nieruchoma, obraca się wysięgnik z przeciwwysięgnikiem).

Hak montażowy żurawia podwieszony jest do dwu- lub czterocięgnowego wózka przejezdnego poruszającego się wzdłuż wysięgnika. W celu poprawienia parametrów nośności żurawia wysięgnik i przeciwwysięgnik podwieszają się za pomocą odciągów do stojaka wieży żurawia. Wysokości wież żurawi budowlanych

dochodzą do ponad 100 m, maksymalne wysokości podnoszenia żurawi osiągają 86 m, a promienie robocze to ok. 100 m. Udźwigi największych żurawi wieżowych wynoszą nawet 240 ton do wysięgu ok. 44 m, przy promieniu maksymalnym 82 m udźwig to 120 t. Największy dotychczas produkowany żuraw wieżowy to KRØLL K10000.

Występują też mobilne żurawie wieżowe o udźwigu do kilku ton i wysokości wieży do 60 m, np. żuraw firmy Spierings.

### Charakterystyka żurawi samochodowych

Żurawie samochodowe to żurawie na podwoziu samochodu ciężarowego, stosowane do robót przeladunkowych czy montażu. Charakteryzują się znaczną mobilnością i stosunkowo dużym udźwigiem. Podwozie żurawia umieszcza się na odpowiednim układzie do 8 osi, niejednokrotnie stosuje się rozwiązanie wielu osi skrętnych umożliwiających lepsze manewrowanie na placu budowy. W tego typu żurawach mechanizmy do podnoszenia elementów montowanych składają się z zespołu wciągarek i wychylnego wysięgnika osadzonego na obrotowym pomoście, co zapewnia podnoszenie oraz opuszczanie ciężaru w różnych kierunkach. Większość modeli tego typu



Tab. 2. Klasa obciążenia mechanizmu wg ISO 4301-1 [11]

Stan obciążenia	Współczynnik $K_m$
L1 – lekki	$\leq 0,125$
L2 – średni	$\leq 0,25$
L3 – ciężki	$\leq 0,5$
L4 – bardzo ciężki	$\leq 1,0$

Tab. 3. Klasa intensywności wykorzystania – przewidywany czas użytkowania [11]

Klasa wykorzystania	Całkowity czas użytkowania
T0	200
T1	400
T2	800
T3	1 600
T4	3 200
T5	6 300
T6	12 500
T7	25 000
T8	50 000
T9	> 100 000

żurawi gotowa jest do użycia na budowie bez konieczności montażu wysięgnika, ale istnieje rozwiązanie wymagające montażu na budowie całości bądź elementów wieży czy przeciwwagi. Konstrukcja wieży żurawia wykonana jest najczęściej w postaci przekrojów zamkniętych, segmentów teleskopowych wysuwanych hydraulicznie lub układu kratownicowego. Niejednokrotnie jako opcjonalne wyposażenie żurawi samochodowych stosuje się przedłużenie kratowe montowane na końcu wysuniętej wieży. Żurawie samochodowe pracują na podporach (tzw. łapach) opartych na odpowiednim podłożu. W przypadku niewystarczającej nośności podłoża do ustawienia łap żurawia stosuje się dodatkowo podkłady zwiększające powierzchnię podparcia łap. Odmianą żurawia samochodowego służącego do samorozładunku samochodu ciężarowego są HDS-y, o nośności do kilku ton.

Istotnym parametrem związanym z pracą żurawi na podwoziu samochodowym jest określenie obrysu żurawia po rozłożeniu łap podpierających. Dla dużych żurawi rozstaw łap wynosi blisko 17 metrów, co wymaga udostępnienia pod ustawiony żuraw terenu o wymiarach minimum 20 x 22 m, co często jest parametrem krytycznym, decydującym o możliwości użycia odpowiedniego żurawia.

Maksymalny udźwig żurawi samochodowych dochodzi do 1200 ton przy zasięgu 200 m (Liebherr LTM 11200-9.1.). Udźwig kolejnych w klasyfikacji udźwigu żurawi sięga 800 ton i 500 ton. Na polskim rynku można spotkać nowe żurawie następujących producentów:

- POLAN, modele 16, 20, 25, 30, 35 i 40;
- KAMAZ, modele 16, 25, 40 i 50 ton;
- TEREX w różnych konfiguracjach: szoso-

wo-terenowe, gąsienicowe;

- TEREX BENDINI w różnych konfiguracjach: terenowe, gąsienicowe;
- MARCHETI MTK 35, MTK 60, MTK1004 i MTK 1006.

### Charakterystyka żurawi samojezdnych

Kolejną grupą żurawi stosowanych na budowach są żurawie samojezdne, zasadniczo różniące się od żurawi samochodowych niespełnianiem warunków do samodzielnego poruszania się po drogach publicznych. Niektóre z nich mają możliwość przemieszczania się samodzielnie wewnątrz placu budowy. Według aktualnych trendów produkowane są grupy żurawi przejezdnych samomontujących się na budowie. Idea tego typu rozwiązań polega na tym, że żuraw złożony dostarczany jest jako element ciągnięty przez samochód i na budowie odbywa się jego montaż z wykorzystaniem zamontowanych wciągarek hydraulicznych czy mechanicznych. Za pomocą dodatkowego żurawia montowane są elementy przeciwwagi. Wiodącym producentem tego typu żurawi jest firma POTAIN, a model Igo 32 jest jednym z największych samomontujących żurawi tej marki. Maksymalna wysokość haka wynosi 22 metry i może podnieść 1,1 tony na swoim 30-metrowym wysięgniku. Igo M 14 ma wiodącą w swojej klasie wysokość podnoszenia i elastyczne opcje konfiguracji; operatorzy mogą dostosować konfigurację żurawia przed przekazaniem go do miejsca pracy, co skraca czas ustawiania.

### Charakterystyka parametru pracy żurawia (11)

Dla żurawi, podobnie jak dla innych układów dźwigniowych, stosowany jest parametr opisujący bezpieczeństwo pracy żurawia jako grupa natężenia pracy.

Grupa natężenia pracy określa projektowany bezpieczny czas pracy żurawi, liczony ilością godzin pracy mechanizmów żurawia z obciążeniem nominalnym w założonym okresie eksploatacji. Określana jako M1 do M8. Dla ustalenia grupy natężenia pracy mechanizmów określa się dwa parametry: klasę wykorzystania mechanizmu T (tabela 2.) oraz stan obciążenia mechanizmu (tabela 2.), aby ostatecznie określić grupę natężenia pracy mechanizmu jako całości (tabela 3.).

Klasa wykorzystania mechanizmu T jest określona całkowitym czasem użytkowania

mechanizmu w godzinach (tabela 2.) [11]. Całkowity czas wykorzystania określany jest jako iloczyn  $t_1$  wg wzoru:

$$T = t_1 \cdot t_2 \cdot \dots \cdot t_i$$

gdzie:

$t_1$  – czas trwania pojedynczego cyklu na godzinę,

$t_2$  – ilość cykli pracy na godzinę,

$t_3$  – ilość godzin pracy w trakcie zmiany/doby,

$t_4$  – liczba dni roboczych w trakcie roku,

$t_5$  – przewidywana liczba lat eksploatacji sprzętu.

W trakcie wykonanej procedury obliczeń należy pamiętać, że zasadą jest, iż mechanizm zużywa się tylko wtedy, gdy pracuje. Tak określony czas użytkowania wyrażony w godzinach jest wartością umowną służącą do projektowania mechanizmów, dla których czas użytkowania jest jedynym kryterium trwałościowym, jak np. łożyska, koła zębate itp. [11].

Kolejnym czynnikiem pomocnym w ustaleniu grupy natężenia pracy jest parametr stanu obciążenia mechanizmu, określający, w jakim stopniu mechanizm podlega obciążeniu robocznemu w stosunku do obciążenia nominalnego, które jest największym dopuszczalnym obciążeniem projektowanym (tabela 3.). Według przedmiotowej normy ISO 12482-2014 rozróżnia się cztery umowne stany obciążenia [5].

Przy znajomości przewidywanego rozkładu obciążeń możemy ustalić stan rozkładu obciążenia mechanizmu wg równania [11]:

$$K_m = \sum [t_i/t_1 \times (P_i/P_{max})^m]$$

Dla tak obliczonej wartości  $K_m$  odczytujemy z tablicy najbliższą wartość, ale wyższą od wyliczonej.

Grupę natężenia pracy mechanizmu definiujemy, wykorzystując uprzednio określoną klasę wykorzystania mechanizmu T i stan obciążenia mechanizmu  $K_m$ , posługując się tabelą nr 4. Grupę natężenia pracy mechanizmu określa wg ISO 4301-1 osiem klas M1–M8. Przedstawiony powyżej, zgodny z normą, sposób określania grupy natężenia pracy mechanizmu jest procesem żmudnym, dlatego dla określania grupy natężenia pracy mechanizmu podnoszenia możemy użyć kalkulatora opartego na normie ISO 12482-2014, bazując na klasyfikacji określonej w normie PN-ISO 4301-1.

Tab. 4. GNP mechanizmu (oznaczenie M) [11]

Obciążenie	Klasa wykorzystania								
	T0	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8
L1 $k_m \leq 0,125$	M1	M1	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7
L2 $k_m \leq 0,25$	M1	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8
L3 $k_m \leq 0,50$	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8	M8
L4 $k_m \leq 1,0$	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8	M8	M8



LIEBHERR 132 EC-H 8 Litronic – Wysokość: 45,5 m, Wysięgnik: 55,0 m, Udźwig 8t

### Czynniki decydujące o doborze typu żurawia

Istotnym parametrem decydującym o doborze danego typu żurawia jest kryterium ekonomiczne, uwzględniające: czas pracy żurawia w trakcie realizacji montażu dla danej inwestycji, koszt najmu godzinowy i koszty jednostkowe związane z dostawą i montażem/demontażem na budowie (tab. 5.). W tym celu przeprowadzono symulację kosztów dla 4 różnych typów żurawi wieżowych. Do analizy przyjęto montaż konstrukcji o wymiarach 30,00 x 12,00 m, dwutraktowej, o wysokości 15,00 m montowanej metodą nadbudowy, kompleksowo. Założono, że montaż będzie prowadzony z jednej strony budynku, maksymalny ciężar montażowy elementu będzie wynosił 4,5 tony, szacowana wysokość podnoszenia – 19,00 m, a promień roboczy ok. 21,00 m dla wieżowego i 16,00 m dla pozostałych, a wymiary elementu – 6,00 x 2,50 x 0,25 m.

### Podsumowanie

Obecny rozwój budownictwa i wprowadzenie wielu nowych technologii wymaga rów-

nież zastosowania odpowiedniego sprzętu montażowego i transportowego na placach budowy. Wiele inwestycji realizowanych jest w gęstej zabudowie i na małej powierzchni dostępnej dla budowy, co ogranicza możliwości wprowadzenia dużego sprzętu budowlanego. Z tego powodu firmy wykonawcze poszukują sprzętu do transportu pionowego i montażu zajmującego mało miejsca na placu budowy, a jednocześnie oferującego odpowiednie parametry techniczne czy zwrotne (dotyczy żurawi samochodowych, samojezdnych czy przejezdnych). Żurawie wieżowe mają przewagę nad żurawiami samochodowymi i samojezdnymi ze względu na pionową konstrukcję wieży, na której umieszczony jest poziomy wysięgnik obsługujący prace montażowe na danym obiekcie. Natomiast w przypadku tych drugich ramię robocze jest pochylone pod odpowiednim kątem, toteż umożliwia uzyskanie odpowiednio większych parametrów montażowych. Przyjęcie odpowiedniego żurawia do robót budowlanych realizowanej inwestycji powinno uwzględniać czynniki ekonomiczne przedstawione w punkcie 9. publikacji oraz harmonogram robót uwzględniających pracę żurawia.

Tab.5. Porównanie typów żurawi budowlanych [opracowanie własne]

Porównywany parametr	wieżowy	mobilny wieżowy	samochodowy	samojezdny
Stanowisko ustawienia	1	wiele	wiele	wiele
Masa żurawia, t	36	25	30	25
Szybkość montażu/demontażu żurawia	kilka godzin	20–30 min	20–30 min	20–30 min
Koszt najmu, zł netto: – godzinowy, – montaż/demontaż	120 PLN negocjacje	200 – 400 PLN	250 PLN	160 PLN
Wymagana powierzchnia do ustawienia na budowie, m <sup>2</sup>	6,00 X 8,00m	6,80 X 8,00	7,50 X 6,50	6,50 X 6,50
Prędkość podnoszenia, m/min	5–60	6–60	6–120	5–80
Wysokość wieży/wysięgnika m	25m/34m	25/36	36 m	36 m

### Literatura:

- [1] Rowiński L., Widera J., Zmechanizowane roboty budowlane. Poradnik, Wyd. Arkady, Warszawa 1976.
- [2] Widera J., Przygotowanie budowy wykonywanej nowoczesnymi technologiami, Warszawskie Centrum Postępu Technologiczno-Organizacyjnego Budownictwa, PZITB, Warszawa 1998.
- [3] Skrzymowski W., Żurawie samojezdne i wieżowe. Konserwacja i montaż, Wydawnictwo i Handel Książkami „KaBE”, 2007.
- [4] Rawska-Skotniczy A., O fundamentach i stateczności budowlanych żurawi wieżowych, „Inżynieria i Budownictwo”, nr 8/2012, s. 405–412.
- [5] ISO 12482:2014 Cranes – Monitoring for crane design working period (Dźwigi – Monitoring dla okresu roboczego projektu dźwigu).
- [6] Kokocińska-Pakiet E., Problemy posadowienia żurawia budowlanego na skarpie.
- [7] Sobotka Anna, Zarządzanie logistyczne w przedsiębiorstwach budowlanych, „Górnictwo i Geoinżynieria”, R. 29, (3/1): 373–381. 2005.
- [8] Witkowski Hubert, Nietypowe posadowienie żurawia, „Inżynier Budownictwa” 12/2012.
- [9] Łukasik S., Kotlicki W., Posadowienie żurawi budowlanych – problem ciągle aktualny. XXIV Konferencja Naukowo-Techniczna Awaryjne budowlane, s. 277–284. Szczecin – Międzydroje 2009.
- [10] Wikipedia nt. Eugeniusz Rytel [https://pl.wikipedia.org/wiki/Eugeniusz\\_Rytel](https://pl.wikipedia.org/wiki/Eugeniusz_Rytel).
- [11] <https://dzwignice.info/baza-wiedzy/artykuly/grupa-natezenia-pracy-mechanizmow-jak-ja-obliczac>.

DOI: 10.5604/01.3001.0013.8530

### PRAWIDŁOWY SPOŚÓB CYTOWANIA

Sawicki Marek, 2020, Żuraw na placu budowy. „Builder” 03 (272). DOI: 10.5604/01.3001.0013.8530

**Streszczenie:** W artykule przedstawiono podstawowe informacje dotyczące żurawi budowlanych stosowanych na polskich placach budowy. Opisano podstawowe elementy konstrukcyjne, zasady doboru żurawi i krótki rys historyczny dotyczący projektowania oraz produkcji polskich żurawi. W kolejnej części scharakteryzowano żurawie stacjonarne, samochodowe i samojezdne stosowane w budownictwie.

Dla żurawi, podobnie jak innych układów dźwignicowych, stosowany jest parametr opisujący bezpieczeństwo pracy żurawia jako grupę natężenia pracy.

**Słowa kluczowe:** żurawie budowlane, sprzęt montażowy, parametry doboru żurawi, klasyfikacja żurawi budowlanych

**Summary:** Construction crane on a construction site

The article presents basic information about construction cranes used on Polish construction sites. The basic construction elements, principles of crane selection and a brief historical outline about the design and production of Polish cranes were described. In the next part, stationary, car and mobile cranes used in construction are characterized.

For cranes, like other crane systems, the parameter describing the safety of crane operation as a work intensity group is used.

**Keywords:** Construction cranes, assembly equipment, crane selection parameters, classification of construction cranes