

Mark Rollins

LEGO Technic w praktyce

Ożyw swoje kreacje w LEGO

Przekład

Witold Sikorski

LEGO Technic w praktyce. Ożyw swoje kreacje w LEGO

Authorized Polish translation of the English edition **Practical LEGO Technics: Bring Your LEGO Creations to Life**, ISBN: 978-1-4302-4611-4 (pbk), 978-1-4302-4612-1 (electronics)

Original edition copyright © 2013 by Mark Rollins. All rights reserved.

Polish edition copyright © 2013 by APN PROMISE SA. All rights reserved.

APN PROMISE SA, biuro: ul. Kryniczna 2, 03-934 Warszawa
tel. +48 22 35 51 600, fax +48 22 35 51 699
e-mail: mspress@promise.pl

Wszystkie prawa zastrzeżone. Żadna część niniejszej książki nie może być powielana ani rozpowszechniana w jakiegokolwiek formie i w jakikolwiek sposób (elektroniczny, mechaniczny), włącznie z fotokopiowaniem, nagrywaniem na taśmy lub przy użyciu innych systemów bez pisemnej zgody wydawcy.

Książka ta przedstawia poglądy i opinie autorów. Przykłady firm, produktów, osób i wydarzeń opisane w niniejszej książce są fikcyjne i nie odnoszą się do żadnych konkretnych firm, produktów, osób i wydarzeń, chyba że zostanie jednoznacznie stwierdzone, że jest inaczej. Ewentualne podobieństwo do jakiegokolwiek rzeczywistej firmy, organizacji, produktu, nazwy domeny, adresu poczty elektronicznej, logo, osoby, miejsca lub zdarzenia jest przypadkowe i niezamierzone.

APN PROMISE SA dołożyła wszelkich starań, aby zapewnić najwyższą jakość tej publikacji. Jednakże nikomu nie udziela się rękojmi ani gwarancji. APN PROMISE SA nie jest w żadnym wypadku odpowiedzialna za jakiegokolwiek szkody będące następstwem korzystania z informacji zawartych w niniejszej publikacji, nawet jeśli APN PROMISE została powiadomiona o możliwości wystąpienia szkód.

ISBN: 978-83-7541-125-6

Przekład: Witold Sikorski
Redakcja: Marek Włodarz
Korekta: Ewa Śwędrowska
Skład i łamanie: MAWart Marek Włodarz

Budowniczym LEGO wszystkich pokoleń



Spis treści

O autorze	ix
O recenzencie technicznym	x
Podziękowania	x
Wprowadzenie	xi
Rozdział 1 Pierwsze kroki z LEGO Technic	1
Przewodnik po elementach LEGO Technic	2
Klocki Technic	2
Belki	3
Dźwignie	4
Koła zębate	5
Zębatki	6
Osie	6
Nakładki	7
Łączniki	8
Elementy krzyżowe	8
Elementy kątowe	9
Elementy układu kierowniczego	10
Panele	10
Przedłużenia, zaczepy i inne części Lego Technic	11
Zdobywanie części LEGO dla swoich modeli	12
LEGO Pick a Brick	12
BrickLink	14
Witryny Web z instrukcjami LEGO: Peeron i Brickfactory	16
Wykorzystanie grafiki komputerowej do tworzenia modeli LEGO Technic	17
Zalety budowania modelu w programie Digital LEGO	18
Wady budowania modelu w programie Digital LEGO	18
LEGO Digital Designer	19
MLCad	20
LeoCAD	21
Podsumowanie	22

Rozdział 2	Tworzenie pojazdu LEGO Technic z silnikiem	23
	Informacje na temat Power Functions	23
	Elementy napędowe (Power)	24
	Elementy działania (Action)	25
	Architektura LEGO	27
	Konstrukcja powinna być solidna	27
	Trzeba budować z mniejszym wysiłkiem	29
	Trzeba planować dalsze szczegóły	32
	Budowa pojazdu LEGO bez napędu	33
	Projekt 2-1: Konstrukcja podwozia LEGO	34
	Projekt 2-2: Montowanie osi LEGO (bez napędu)	39
	Dodanie silnika do pojazdu LEGO	44
	Dodawanie pojemnika na baterie	45
	Projekt 2-3: Dodanie napędzanej osi	46
	Podsumowanie	52
Rozdział 3	Kierowanie i sterowanie konstrukcją LEGO Technic	53
	Poznajemy funkcje sterowania LEGO Power Functions	54
	Odbiornik podczerwieni do zdalnego sterowania – IR-RX	54
	Piloty na podczerwień LEGO Power Functions	55
	Używanie funkcji zdalnego sterowania Power Functions	56
	Opis odbiornika	56
	Opis pilotów na podczerwień	58
	Układy kierownicze pojazdów Technic	59
	Projekt 3-1: Układ kierowniczy zębatkowy	59
	Projekt 3-2: Kierowanie za pomocą dwóch silników	69
	Jazda testowa naszego zdalnie sterowanego pojazdu	74
	Podsumowanie	75
Rozdział 4	Oświetl wszystko za pomocą świateł LEGO!	77
	Zestaw świateł Power Functions	78
	Ochrona przed przeciążeniem	78
	Podłączanie świateł	79
	Przełącznik Power Functions	80
	Sterowanie światłami za pośrednictwem silnika	81
	Reflektory	82
	Światła tylne LEGO	83
	Inne sposoby podłączania świateł	84
	Diody LED pod samochodem	84
	Migające światła	85
	Rozbudowany zdalny pilot	85

Podsumowanie	87
Rozdział 5 Budowanie pojazdów terenowych LEGO Technic	89
Tworzenie pojazdu LEGO z amortyzatorami	89
Projekt 5-1: Tworzenie amortyzowanego tyłu naszego pojazdu	90
Projekt 5-2: Budowanie elastycznego mechanizmu kierowniczego	97
Sprawdzanie opon	106
Tworzenie pojazdu LEGO Technic 4x4	106
Projekt 5-3: Montowanie ramy H oraz akcesoriów	107
Opis konstrukcji 4 X 4	123
Podsumowanie	124
Rozdział 6 Pojazdy i sprzęt budowlany Technic	125
Koparka LEGO Technic	125
Projekt 6-1: Tworzenie mechanizmu obrotowego koparki	126
Projekt 6-2: tworzenie łopaty buldożera	132
Projekt 6-3: Tworzenie wózka widłowego z przekładnią zębatą	138
Projekt 6-4: Tworzenie dźwigu	150
Projekt 6-5: Podnoszenie dźwigu za pomocą przekładni ślimakowej	159
Podsumowanie	167
Rozdział 7 Lotnictwo w LEGO Technic: Samoloty i helikoptery	169
Wybór modelowanego samolotu	169
Projekt 7-1: Tworzenie maszyny jednosilnikowej	170
Projekt 7-2: Tworzenie samolotu dwusilnikowego	182
Dodawanie Power Functions i innych funkcji	191
Projekt 7-3: Dodawanie do samolotu chowanego podwozia	192
Projekt 7-4: Dodawanie sterów wysokości do samolotu	199
Projekt 7-5: Dodanie statecznika na ogonie samolotu	202
Projekt 7-6: Budowa helikoptera	204
Podsumowanie	213
Ostatnie słowa o LEGO Technic	214
Dodatek A Lista części	215
Indeks	261

0 autorze



Mark Rollins urodził się w Seattle w 1971 roku i uczęszczał do Washington State University w Pullman w stanie Washington. W 1994 roku uzyskał tam dyplom z języka angielskiego. Jeszcze w trakcie studiów zaczął pisać skecze dla grup w wieku studenckim.

Po czterech latach pracy w firmie Walmart i następnych pięciu latach pracy w firmie Schweitzer Engineering Laboratories (SEL) w 2005 roku Mark zdecydował się realizować karierę pisarza w pełnym wymiarze czasu.

Od tej pory pisał do wielu blogów dotyczących zagadnień technicznych oraz gadżetów. Były to m.in. screenhead.com, image-acquire.com, cybertheater.com, mobilewhack.com, carbuyersnotebook.com, gearlive.com, zmogo.com, gadgetell.com, gadgets-weblog.com, androidedge.com i coolest-gadgets.com. Pisał także do blogów dotyczących gier wideo, takich jak gamertell.com i digitalbattle.com.

W 2009 roku Mark zdecydował się utworzyć własny, poświęcony zagadnieniom technicznym i gadżetom blog pod adresem www.TheGeekChurch.com. Celem bloga było raportowanie o najnowszej technologii, a także informowanie wiernych uczęszczających do kościoła (którzy często nie są zbyt biegli w technice) o zaletach powszechniejszego korzystania z technologii w swojej służbie. Od 2012 roku Mark poświęcił swój czas temu blogowi i uznał go za swoją misję.

Ostatnio Mark został konsultantem technicznym oferującym swoje lata doświadczenia w technologii firmom korzystającym z elektroniki.

Mark mieszka obecnie w Pullman w stanie Washington ze swoją żoną i trojgiem dzieci.

0 recenzencie technicznym



Jon Lazar jest wolnym strzelcem zajmującym się programowaniem i konsultacjami w zakresie mediów społecznościowych. Ma ponad 10 lat doświadczenia w dziedzinie techniki. Swoją karierę rozpoczął w firmie AT&T i od tego czasu pomaga wielu nowym firmom w rejonie Nowego Jorku w budowaniu ich obecności w sieci oraz infrastruktury cyfrowej. W wolnym czasie jest pasjonatem budowy rzeźb z klocków LEGO. Regularnie pisuje na temat LEGO, mediów społecznościowych, techniki i na inne tematy na witrynie www.justjon.net.

Podziękowania

Pamiętam, kiedy po raz pierwszy na nowo odkryłem LEGO. Było to latem 1984 roku. Właśnie skończyłem szóstą klasę i odwiedzałem kolegę. Pokazał mi swój statek kosmiczny z klocków Lego, który miał prawie 1,5 m długości i leżał na stole bilardowym. Pomyślałem, że to najbardziej odlotowa rzecz jaką widziałem; był zbudowany z wieloma szczegółami. W tym czasie nie bawiłem się już klockami LEGO od co najmniej roku. Trzymałem je w pudełkach i wydawało mi się, że z nich wyrosłem. Po tej wizycie zacząłem budować na nowo i nadal buduję z klocków LEGO, choć mam już 40 lat. Nabyłem wiele zestawów i wypełniłem dwa pudła elementami. Mam własne dzieci, lecz gdybym nie był tak zajęty pisaniem i pełnieniem roli ojca, tworzyłbym całe światy LEGO i budował z klocków różnorodne maszyny.

Chciałbym podziękować mojej żonie, która pomogła mi zbudować specjalny „fotoboks” do fotografowania moich konstrukcji

Pomogli mi także Katie Sullivan i James Markham, zespół redakcyjny z wydawnictwa Apress, dzięki którym realizacja tego projektu była znacznie łatwiejsza.

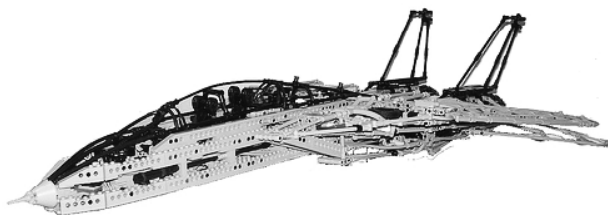
– Mark Rollins



Wprowadzenie

W LATACH 80. XX wieku firma LEGO użyła jako sloganu reklamowego określenia „zabawki, z którymi możemy dorastać”. Wielu z nas bawi się tymi klockami w młodości, jednak dorastając porzuca zabawę z LEGO. Ja przestałem bawić się w wieku lat 12, gdyż uważałem, że tak „należy postąpić” w tym wieku. Choć przestałem budować z klocków LEGO, nigdy nie pozbyłem się moich starych zestawów. W końcu przypomniałem sobie radość, jaką zawsze dawało mi budowanie z klocków LEGO i znów do tego wróciłem.

Czy tego chcemy, czy nie, LEGO to najprostszy sposób tworzenia zarówno przez dziecko, jak i przez dorosłego. Użytkownik LEGO nie musi rysować ani rzeźbić, aby tworzyć dzieła sztuki, a jedynymi narzędziami są ręce i standardowe klocki. Elementy LEGO łatwo się łączą i łatwo można je rozdzielić. Oryginalnie części LEGO były kwadratowe i prostokątne, ale z czasem stawały się coraz bardziej zaawansowane, a doświadczony użytkownik może zbudować z nich konstrukcję o takich opływowych kształtach, jak odrzutowiec F-14 pokazany na rysunku A-1.



Rysunek A-1 Według witryny Raw art Weblog (www.rawartint.com), ten odrzutowiec F-14 pomógł projektantowi LEGO Jeroen Ottens uzyskać pracę projektanta LEGO Technic. Ja też chętnie bym z nim współpracował.

Jest to książka dla każdego, kto podobnie jak ja nigdy nie przestanie bawić się klockami LEGO, choć niektórzy mogą myśleć, że jest to „nieodpowiednie w naszym wieku”. Moja odpowiedź na ten zarzut brzmi: „to nie zabawa, lecz konstruowanie”, a jeśli to zabawa dla dzieci – sami zbudujcie taki samolot F-14. Bardzo bym chciał dać tym niedowiarkom komplet klocków i patrzeć, czy uda im się zrobić z nich te cuda, które można oglądać

w parkach tematycznych LEGO na Florydzie lub w Kalifornii. Jestem pewien, że nie zbudują takiej konstrukcji, jak gmach opery w Sydney, nawet mając dokładne instrukcje.

Kolekcja LEGO Technic czyli „Expert Builder”

Swój pierwszy zestaw LEGO Technic, 948 (Go-Kart), dostałem w prezencie na Boże Narodzenie 1982 r. Miałem wtedy jakieś 10 lat, a firma zalecała te zabawki dla dzieci od 9 roku życia. Przedtem bawiłem się kilkoma zestawami modelarskimi, w tym pierwszymi zestawami Space LEGO. Spodziewałem się, że ten zestaw Expert Builder będzie dla mnie wyzwaniem i tak też się stało.

Zestawy Technic stanowiły olbrzymi skok w stosunku do tego, czym bawiłem się wcześniej. Choć wykorzystywały wiele standardowych klocków, które znałem, wiele klocków miało otwory po bokach. Inne elementy, jak osie, szpilki łączące i przekładnie wyglądały dla mnie dość dziwnie. Biorąc pod uwagę, że konstrukcje z klocków LEGO są realizowane od podstaw, LEGO Technic pozwala użytkownikowi na rozbudowanie na boki, co daje wiele możliwości tworzenia poza gotowym szablonem.

LEGO Technic jest z jednej strony zabawką edukacyjną, z drugiej pozostając rozrywką. Kiedy mówię „rozrywka”, nie dotyczy to bezmyślnej rozrywki, takiej jak oglądanie złej telewizji, ale ten rodzaj rozrywki, która angażuje umysł, jak Sudoku lub krzyżówki. LEGO sprawia, że dzieci zaczynają więcej myśleć, zaś zestawy Technic uczą wiele o podstawowych mechanizmach. Dzieci są często ciekawe, jak działają samochody i inne cuda techniki, jednak jako dorośli nie interesujemy się, jak działają mechanizmy, ale czy one działają. W przypadku LEGO Technic moja ciekawość techniczna została dobrze zaspokojona. Korzystając z LEGO Technic dowiedziałem się, że kierowanie nie polega wyłącznie na obracaniu kierownicą, co powoduje ruch opon. Zobaczyłem cały mechanizm kierowniczy, który przestał być magią, lecz prostym zastosowaniem techniki przekładni zębatych. Okazało się, że kierownica mojego gokarta LEGO nie różniła się specjalnie od tego, co stosuje się do kierowania prawdziwymi samochodami.

Wraz z upływem lat te specjalistyczne zestawy stały się coraz bardziej złożone. Nie należy mylić LEGO Technic z serią LEGO Mindstorms, choć istnieje między nimi wiele podobieństw. Wydawnictwo Apress opublikowało wiele książek o tej konkretnej serii, co może zainteresować osoby, które chcą budować programowane konstrukcje LEGO. Oto kilka z nich*:

- *Winning Design! LEGO MINDSTORMS NXT Design Patterns for Fun and Competition*, James Jeffrey Trobaugh (Apress, 2010)

* Wydawnictwo APN Promise wydało lub przygotowuje następujące tytuły z tej tematyki: James Trobaugh i Mannie Lowe, *Skuteczne programowanie LEGO MINDSTORMS*, Mark Rollins, *Robotyka w LEGO Technic* oraz Jon Lazar, *Arduino w projektach LEGO*.

- *LEGO Spybotics Secret Agent Training Manual*, Ralph Hempel (Apress, 2002)
- *LEGO MINDSTORMS NXT: Mars Base Command*, James Floyd Kelly (Apress, 2006)
- *LEGO MINDSTORMS NXT-G Programming Guide* (wyd. I i II), James Floyd Kelly (Apress, 2007 oraz 2011)
- *LEGO MINDSTORMS NXT 2.0 The King's Treasure*, James Floyd Kelly (Apress, 2009)
- *LEGO MINDSTORMS NXT The Mayan Adventure*, James Floyd Kelly (Apress, 2006)
- *Extreme NXT: Extending the LEGO MINDSTORMS NXT to the Next Level* (wydanie I i II), Michael Gasperi i Philippe E. Hurbain (Apress, 2007 oraz 2009)
- *Extreme MINDSTORMS An Advanced Guide to LEGO MINDSTORMS*, Michael Gasperi, Ralph Hempel, Luis Villa i Dave Baum (Apress, 2000)
- *Creating Cool MINDSTORMS NXT Robots*, Daniele Benedettelli (Apress, 2008)
- *Definitive Guide to LEGO MINDSTORMS*, Dave Baum, Second Edition (Apress, 2002)
- *Competitive MINDSTORMS, A Complete Guide to Robotic Sumo Using LEGO MINDSTORMS*, David J. Perdue (Apress, 2004)

Jak korzystać z tej książki

Widziałem wiele interesujących książek dotyczących LEGO, a wiele z nich pokazuje model, który możemy sami odtworzyć kawałek po kawałku. Nie ma nic złego w kopiowaniu, gdyż nauka przez powtarzanie i imitowanie istniejących dokonań to jedyny sposób przejścia na wyższy poziom i do budowy bardziej oryginalnych i ulepszonych modeli. Nie można przecież rozwiązywać skomplikowanych równań różniczkowych bez nauczania się, ile wynosi $2 + 2$. Jednak prawdziwa matematyka oznacza odkrywanie nowych problemów, rozwiązań i równań, a w tym celu trzeba zostawić za sobą problemy podręcznikowe.

Nie chcę więc pokazywać, jak zbudować Corvette, a następnie oczekiwać, że Czytelnik wykona kolejne ponumerowane kroki, aby odtworzyć taki sam model w domu. Zamiast tego chcę pokazać, jak z powodzeniem zrobić ramę pojazdu za pomocą LEGO, jak wstawić silnik i sterować nim zdalnie za pomocą Power Functions oraz jak dodawać inne funkcje do naszego projektu w LEGO, aby był on najbliższy rzeczywistości (na modelu stanowiącym ułamek rzeczywistego urządzenia w odpowiedniej skali).

W tej książce znajdziemy projekty pomocne przy tworzeniu majstersztyków konstrukcyjnych w LEGO Technic i pokażę podstawowe sposoby wykonywania podstawowych funkcji w konstrukcjach LEGO Technic. Zobaczymy modele utworzone z pomocą kilku programów, w tym LEGO Digital Designer oraz LDraw. Nie oznacza to, że w książce znajdą

się kompletne modele. Taki sam efekt mógłbym osiągnąć w książce nie zawierającej słów, gdzie pokazane byłyby tylko kolejne kroki. Dajmy temu spokój! Prawdziwym wyzwaniem (i przyjemnością) jest stworzenie czegoś naprawdę nowego, czego nikt inny wcześniej nie zbudował. Gwarantuję, że poczujecie spore emocje, stosując nowe metody technik LEGO we własnej twórczości. Dla mnie nic nie przebije gorączki tworzenia czegoś nowego i mam nadzieję, że będę dzielić z Wami te odczucia.

Innymi słowy, należy traktować tę książkę jak skróconą wersję książki kucharskiej. Pokażę, jak wykonać skomplikowane składniki, a Wy musicie zdecydować, jak je połączyć ze sobą, aby uzyskać niezwykle przepisy LEGO Technic.

Jak skomponowana jest książka

Rozdziały tej książki zostały tak ułożone, aby wynikały jeden z drugiego, lecz jeśli chcecie przeskoczyć rozdział, gdyż znacie już omawianą w nim tematykę, nie poczuje się tym urażony. Wiem, że większość książek nie zaleca pomijania rozdziałów, lecz w tej dozwolone jest wszystko, co dla Czytelnika jest ważne, jeśli tylko ma związek z LEGO Technic.

- **Rozdział 1: Pierwsze kroki z LEGO Technic.** Jest to rozdział dla tych, którzy nigdy wcześniej nie widzieli LEGO Technic. Wprowadzam Czytelników w świat klocków Technic oraz omawiam, co je różni od tradycyjnych klocków LEGO. Pokazuję też różne programy pozwalające na projektowanie modeli LEGO na komputerze, zanim zbudujemy je z prawdziwych klocków LEGO. Podaję również, gdzie zamówić klocki Technic, jeśli potrzebne są nowe zapasy.
- **Rozdział 2: Tworzenie pojazdu LEGO Technic z silnikiem.** W tym rozdziale pokazuję, jak można wykorzystać fragmenty LEGO Power Functions, aby utworzyć model pojazdu na kołach. Przedstawiam sposób budowania ramy samochodu LEGO oraz elementy Power Functions, dzięki którym można go uruchomić.
- **Rozdział 3: Kierowanie i sterowanie konstrukcją LEGO Technic.** Ten rozdział dotyczy tworzenia mechanizmu kierowniczego dla naszego pojazdu Technic, aby można było kierować zbudowanym przez siebie modelem.
- **Rozdział 4: Oświetl wszystko za pomocą świateł LEGO!** W tym rozdziale omawiam sposób użycia części związanych z oświetleniem, aby wyposażać nasz pojazd LEGO w światła i spowodować, aby rozbłyśły.
- **Rozdział 5: Budowanie pojazdów terenowych LEGO Technic.** W wielu wyposażonych w koła modelach LEGO chodzi o to, aby mogły jeździć w każdym terenie. W tym celu musimy mieć elementy kierownicze, a także specjalne elementy sprężynujące, które umożliwią jazdę naszej konstrukcji LEGO po wszystkich rodzajach nawierzchni i przeszkodach. W tym rozdziale pokazano też, jak utworzyć pojazd LEGO Technic z napędem na cztery koła.

- **Rozdział 6: Pojazdy i sprzęt budowlany Technic.** W tym rozdziale omawiam sposoby budowania modeli LEGO, których można używać na budowie. Przedstawiam mechanizmy obrotowe, łyżki buldożera, dźwigi i wywrotki.
- **Rozdział 7: Lotnictwo w LEGO Technic: samoloty i helikoptery.** W tym rozdziale jest mowa o tworzeniu samolotów z działającymi śmigłami, o budowie skrzydeł z ruchomymi, sterowanymi klapami oraz konstrukcji stabilnego, chowającego się podwozia. Nie wiem tylko, jak sprawić, by te samoloty latały, ale być może przyszłe modele LEGO też będą mogły to robić.



Pierwsze kroki z LEGO Technic

LEGO NIE JEST JUŻ TYLKO DLA DZIECI, a seria Technic zachęca zarówno dzieci, jak i dorosłych do budowania złożonych pojazdów z tych prostych klocków. Celem tej książki jest pokazanie sposobu tworzenia ciekawych konstrukcji LEGO Technic, a także zachęcanie do własnej kreatywności i improwizacji.

Pomyślałem, że są dwa typy czytelników tej książki. To ci, którzy bawią się LEGO od kiedy sięgają pamięcią (być może od czasów Duplo lub Quattro) i dobrze znają tradycyjne elementy LEGO. Drugi typ czytelników właśnie stawia pierwsze kroki z LEGO Technic. Najlepiej, jeśli będą to ludzie dorośli, którzy poprzez możliwości LEGO próbują nauczyć dziecko lub nastolatka, jak działają maszyny.

Ten drugi typ czytelników zastanawia się zapewne, od czego zacząć. Nie mogą zapewne doczekać się, aby zacząć budować modele, które zobaczyli, gdy przejrzeliby wydrukowaną książkę lub dokonali podglądu e-booka. Jest całkiem możliwe zbudowanie tych modeli w programie cyfrowym i istnieje kilka programów przeznaczonych do konstrukcji LEGO, które później szczegółowo opisuję. Jednak tak jak ja, czytelnicy mogą chcieć budować prawdziwe modele LEGO, a nawet bawić się nimi. No tak, wiecie o czym mówię.

Moja pierwsza rada jest taka, żeby przed zabraniem się do pracy sprawdzić, czy mamy wszystkie elementy potrzebne do konstrukcji. Właśnie dlatego wszystkie szczegółowe opisy moich modeli LEGO zawierają listę (z rysunkami) potrzebnych części. W dodatku do tej książki jest nawet lista wszystkich części do każdego modelu. Klocki LEGO Technic różnią od tradycyjnych zestawów i do wyszukiwania potrzebnych elementów polecam LEGO Pick a Brick lub inne katalogi LEGO, takie jak BrickLink.com. Te katalogi są omówione później, lecz teraz zajmiemy się różnymi typami elementów LEGO Technic, które obejmują klocki, belki, dźwignie, przekładnie, łopatki, osie, tuleje, kołki łączników, elementy krzyżowe, elementy kątowe, części układu kierowniczego i inne.

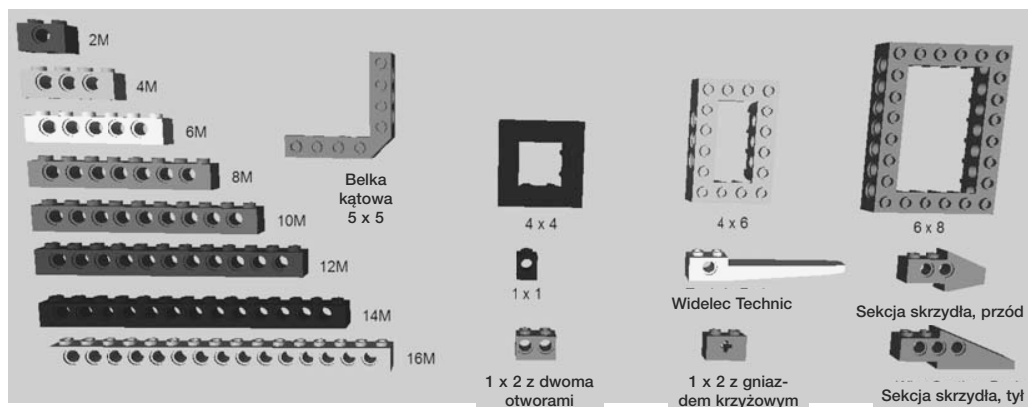
Przewodnik po elementach LEGO Technic

Zacznijmy od podstawowego wprowadzenia do elementów LEGO Technic.

Klocki Technic

Klocki Technic przypominają tradycyjne klocki LEGO, lecz mają otwory z boku na osie i kołki łączników (patrz rysunek 1-1). Miarą klocków, tak jak większości elementów LEGO, jest liczba kołków (okrągłych wystających części na zwykłym klocku LEGO) i często podając miarę stosujemy skrót w postaci litery M (moduł).

W zasadzie liczba otworów z boku jest zawsze o jeden mniejsza niż liczba kołków, lecz jest też kilka klocków z taką samą liczbą otworów z boku i kołków, jak 1×1 i 2×1 . Jest też kilka ciekawych rozwiązań w stosowaniu tych elementów: na przykład 2×1 ma oś lub otwór w kształcie krzyża. Zwróćmy uwagę na odmiany klocków Technic z odcinkami rozwidlonymi (widelec) oraz w kształcie skrzydła. Są też jeszcze ciekawsze formy, z klockami kątowymi o rozmiarach 5×5 , 4×4 , 4×6 oraz 6×8 elementów.



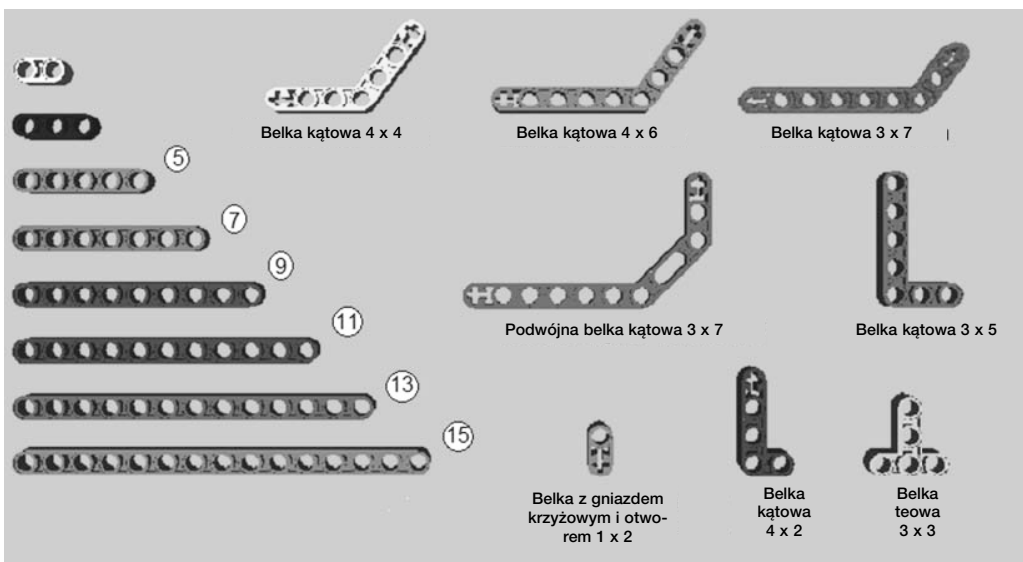
Rysunek 1-1 *Niektóre tradycyjne klocki LEGO Technic*

Tych klocków nie ma w ostatnich zestawach Technic, z uwagi na przejście do bardziej „bezkółkowych” rozwiązań, lecz były one przełomowymi klockami pierwszej generacji Technic, Expert Builders. Ta książka jest pełna modeli LEGO Technic, lecz w niewielu z nich będą wykorzystane te rodzaje elementów LEGO Technic. Większość modeli w tej książce będzie budowana z belek bez kołków.

Belki

Około roku 2000 klocki Technic stały się rozwiązaniami z zastosowaniem raczej belek niż elementów z kołkami. Wiele z zestawów Technic nie zawiera żadnych tradycyjnych klocków z kołkami. Niektóre osoby twierdzą, że konstrukcje bez kołków utrudniają budowanie modeli LEGO Technic i muszę powiedzieć, że się z nimi zgadzam.

Problem z belkami i innymi elementami bez kołków jest taki, że trzeba mieć dobry pomysł na kształt końcowego produktu, zanim zacznie się jego budowę. Na szczęście zawsze można poprawić swój model, a w niektórych przypadkach klocki bez kołków można zastąpić łatwiej niż tradycyjne, układane warstwami klocki LEGO. Wszystkie belki mają mniej więcej grubość klocka 1×1 i są mierzone tak jak ich odpowiedniki z kołkami: na podstawie liczby kołków, które chwytają. Różnica pomiędzy klockami z kołkami i belkami bez kołków jest taka, że wymiar belki jest zawsze równy liczbie otworów na niej. Proste belki na rysunku 1-2 są oznaczone liczbą; w ten sposób możemy szybko określić, jakiej belki potrzebujemy, bez obliczania liczby otworów. Podczas gdy belki z kołkami LEGO Technic mają zwykle parzystą liczbę kołków, belki LEGO mają zwykle nieparzystą liczbę otworów, z wyjątkiem belki 2M.



Rysunek 1-2 Wśród belek LEGO Technic są belki proste, kątowe i prostokątne.

Zwróćmy uwagę, że belki mają różne kąty. Belki kątowe 4×4, 4×6 oraz 3×7 mają 53,1 stopnia, a podwójna belka kątowa 3×7 oferuje dwa kąty. Kątowniki z kątem prostym (90 stopni) obejmują 3×5, 4×2 oraz belkę teową 3×3.

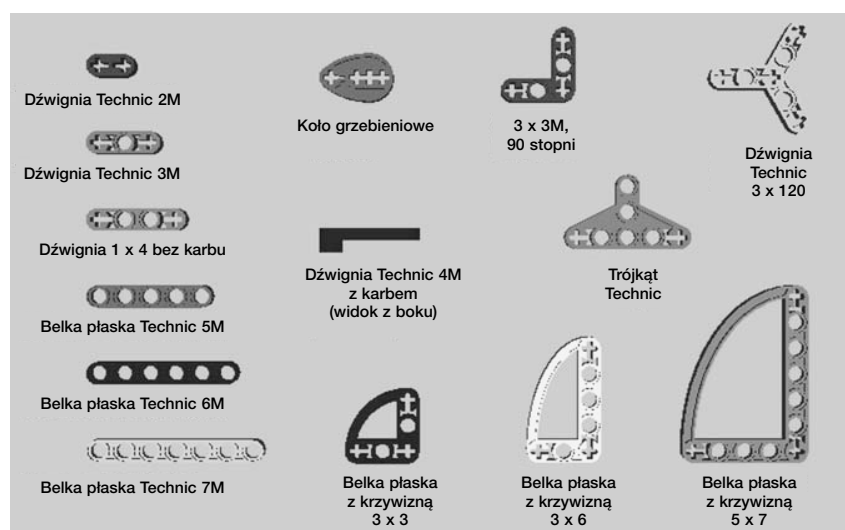
Inną rzeczą, którą można zauważyć w częściach kątowych, jest fakt, że mają zakończenie w postaci otworów (gniazd) krzyżowych. Zostały one zrobione do mocowania osi,

a każda oś włożona w te otwory krzyżowe jest dobrze zamocowana. Belka 1×2 ma krzyż i otwór, więc można jej użyć na różne sposoby.

Dźwignie

To bardzo szeroka kategoria elementów Technic, a pierwszą rzeczą, jaką trzeba o nich wiedzieć, to fakt, że dźwignia jest o połowę cieńsza od belki. Innymi słowy, trzeba złożyć dwie dźwignie, aby utworzyć coś o szerokości belki.

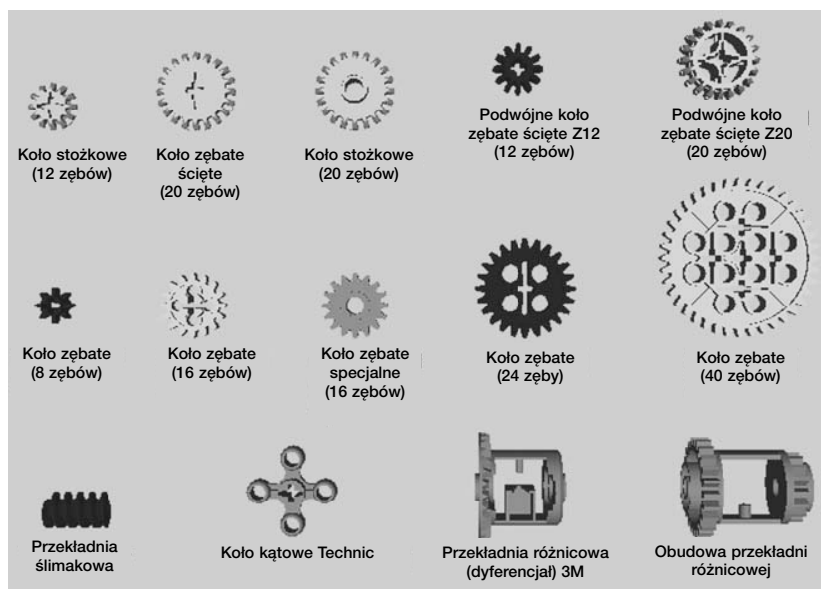
Dźwignie o rozmiarach 4M i mniejszych mają na swoich końcach otwory w kształcie krzyża (nazywane także otworami krzyżowymi), które są dostosowane do osi, natomiast płaskie belki 5M zostały tak zrobione, aby luźno akceptowały kołki łączników i osie. Dźwignie są często stosowane do łączenia dwóch belek. Warto zwrócić uwagę na nietypowe kształty, takie jak koło grzebieniowe, dźwignia 3×120 oraz trójkąt. Występują one także w prostych formach 3×3, 90 stopni, a także jako niektóre skomplikowane płaskie belki z krzywizną, które dają także kąt 90 stopni o trzech różnych wymiarach (patrz rysunek 1-3). Zwróćmy uwagę na odmianę dźwigni Technic 4M, która ma wycięcie i grubość około 1M.



Rysunek 1-3 Dźwignie Technic

Koła zębate

Jaka maszyna obejdzie się bez kół zębatach, które wprowadzają w ruch inne koła zębate? Te części z największą pewnością odróżniają świat Technic od zwykłych zestawów. Występują w wielu postaciach, jak można zobaczyć na rysunku 1-4.



Rysunek 1-4 Przykłady wielu kół zębatach, które działają z LEGO Technic.

Koła stożkowe, nazywane również ściętymi, są płaskie po jednej stronie, lecz mają zęby na brzegach. Są wśród nich dwa rodzaje: obydwa mają 20 zębów, lecz jeden ma oś, a drugi zwykły otwór łącznika. Podwójne koło stożkowe (dostępne z 12 i 20 zębami) ma zęby po obu stronach. Koła stożkowe i podwójne koła stożkowe mogą pracować równolegle i prostopadle. Oznacza to, że możemy umieścić pojedyncze lub podwójne koło stożkowe pod kątem 90 względem siebie, a jedno będzie obracać drugim.

Zwykłe koła zębate mogą się obracać tylko równolegle względem siebie i występują w wersjach z 8, 16, 24 i 40 zębami. Wersja z 16 zębami ma dwie postaci: z otworem na oś oraz otworem na kołek łącznika (podobnie jak stożkowe koła zębate).

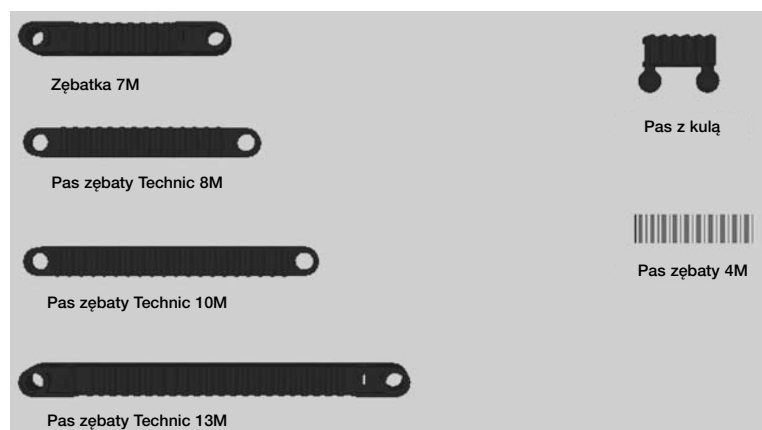
Przekładnia ślimakowa działa, gdy umieścimy na niej inne, zwykłe koło zębate. Obrócenie przekładni ślimakowej powoduje obrót zwykłej przekładni zębatej, lecz obrót tej ostatniej nie obróci przekładni ślimakowej. Przydatność przekładni ślimakowej pokażą modele w dalszych rozdziałach.

Koło kątowe jest bardzo przydatne przy tworzeniu przekładni prostopadłej. Aby uzyskać zazębienie przekładni, potrzebne jest jedno koło w kształcie znaku plus i jedno w kształcie X, lecz ich ćwiartki będą do siebie bardziej zazębione niż w przypadku dwóch

kół stożkowych. W przekładni różnicowej (dyferencjał) użyto trzech kół stożkowych (12-zębowych), które są doskonale zazębiane i jest ona przydatna do swobodnie obracających się osi.

Zębatki

Skoro jesteśmy przy temacie przekładni, pomówmy o zębatkach (pasach zębatych), ponieważ wymagają one koła zębatego, aby działały razem, służąc do kierowania bądź innych funkcji. Na rysunku 1-5 pokazano wiele ich odmian. Zębatki 7M, 8M, 10M i 13M mają dwa otwory, można je więc łączyć z belką lub klockiem Technic LEGO. To, czego nie możemy zobaczyć, to fakt, że zębatki 7M i 13M mają po bokach dwa otwory krzyżowe na osie. Zębatka z kulą występuje w jednym rozmiarze, o szerokości około 2M. Listwa zębata 4M jest przeznaczona do połączenia z elementami LEGO zawierającymi kołki.



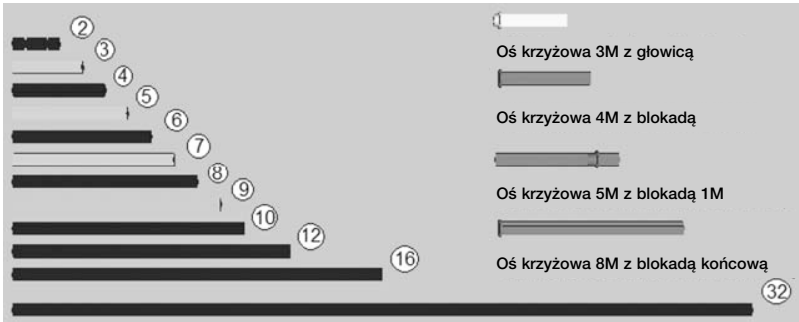
Rysunek 1-5 Przykłady różnych zębatek LEGO Technic

Osie

Jak widać na rysunku 1-6, osie występują w różnych rozmiarach. Ich liczbowy rozmiar jest równy rozmiarowi klocka (mierzonego w kołkach). Niektóre mają na końcu pokrętła, które są w gruncie rzeczy kołkami (jak 3M), a niektóre mają blokadę, więc można je zamocować w jakimś miejscu i nie przechodzić nigdzie dalej (jak 4M i 8M). Najbardziej niezwykła jest oś 5M, która ma blokadę na wysokości 1M.

Osie, które mają wymiary nieparzyste, są zwykle w kolorze szarym, natomiast osie o wymiarach parzystych są czarne. Tak zwykle jest, gdy osie należą do zestawów, lecz mogą także występować w wielu różnych kolorach. Z nieznanego powodu osie 2M są zwykle w kolorze czerwonym.

Osie mogą służyć do czegoś więcej niż tylko łączenie dwóch kół, a te charakterystyczne pręty o przekroju krzyża naprawdę ożywiają świat Technic LEGO. W dalszej części książki zobaczymy, jak są przydatne.

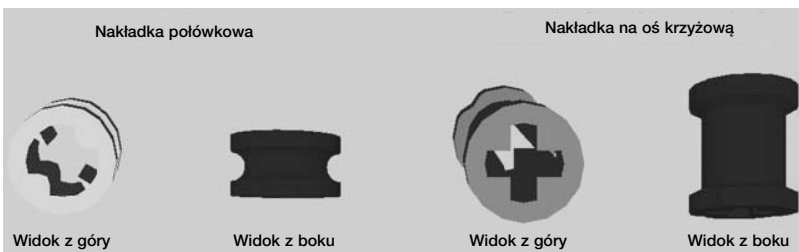


Rysunek 1-6 *Różne typy osi*

Nakładki

Nie mam pojęcia, jak te części zyskały swoją nazwę, lecz jeśli osie są śrubami w królestwie Technic, nakładki są nakrętkami (patrz rysunek 1-7). Są one przeznaczone do nasadzania na osie w taki sposób, aby dobrze się trzymały w miejscu, w którym są. W modelach w dalszych rozdziałach zobaczymy wiele tego przykładów. Tak jak w przypadku osi, konstrukcje Technic nie byłyby możliwe bez nakładek.

Są dwa rozmiary nakładek: bardziej okrągła to nakładka $\frac{1}{2}$, która jest o połowę mniejsza od nakładki 1M na oś krzyżową.

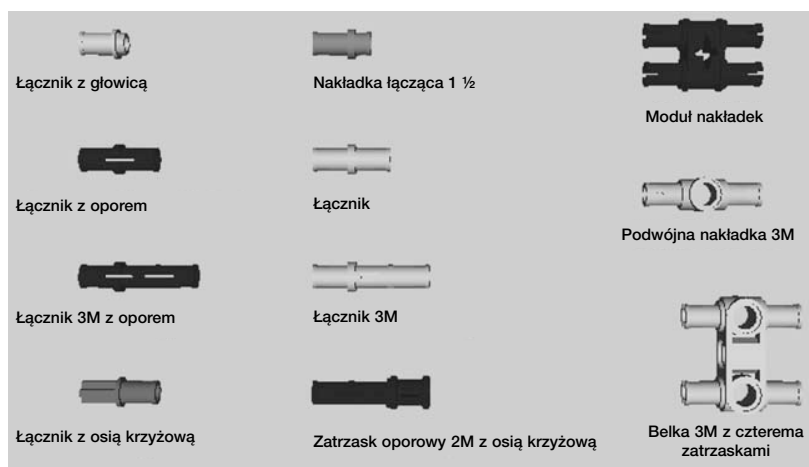


Rysunek 1-7 *Nakładki Technic*

Łączniki

Łączniki wkłada się w boczne otwory klocków, belek lub dwóch poziomów dźwigni Technic. Wiele z nich występuje w dwóch rodzajach (patrz rysunek 1-8). Pierwszy jest podstawowy i pozwala na swobodne obracanie się dwóch połączonych części. Łączniki z oporem umożliwiają ruch, lecz nie tak swobodny.

Łącznik 3M może chwytać rozmiar 2M, lecz ma blokadę na 1M. Łącznik z osią krzyżową jest jedyną metodą na połączenie części z otworem krzyżowym z gniazdem łącznika, a łącznik z 2M z osią krzyżową może łączyć oś z gniazdem łącznika. Inne charakterystyczne elementy obejmują moduł tulei, podwójny łącznik 3M oraz łącznik 3M z dwoma zatrzaskami.

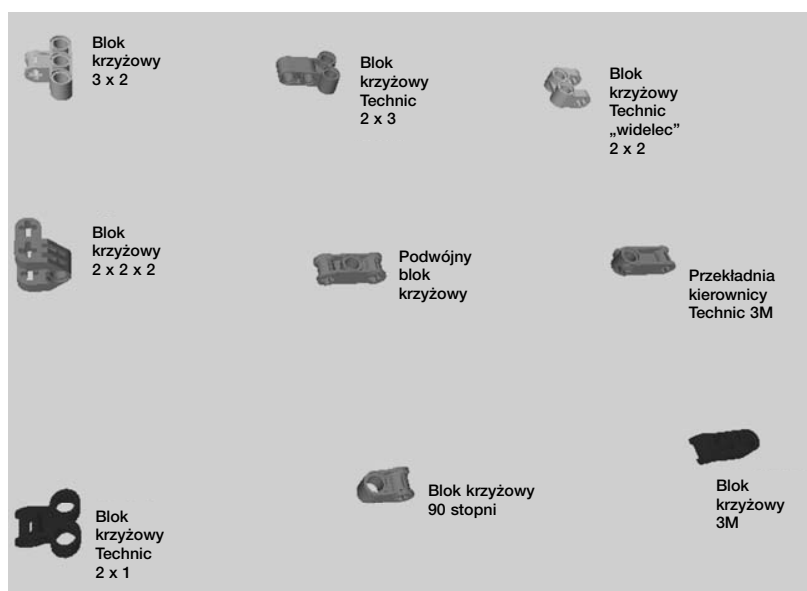


Rysunek 1-8 Łączniki

Elementy krzyżowe

Jedną z rzeczy, jaką można odkryć budując z LEGO Technic, jest fakt, że otwory łącznika na belkach idą tylko w jednym kierunku, a nasz model może wymagać umieszczenia innej belki pod kątem 90 stopni. Na szczęście LEGO ma różne rodzaje części przeznaczone do łączenia niestandardowymi sposobami: są to elementy krzyżowe. Na rysunku 1-9 pokazano kilka przykładów. Ustawiłem je pod kątem, aby można było zobaczyć ich wyjątkowe cechy.

Ogólnie rzecz biorąc, te części mają nieparzystą mieszankę otworów łącznika i otworów krzyżowych lub na osie, z których każdy jest pod kątem 90 stopni w stosunku do drugiego. Użyjemy ich w różnych modelach zamieszczonych w tej książce. Najbardziej popularne to element krzyżowy z otworem 90 stopni, podwójny element krzyżowy oraz element krzyżowy 3M.

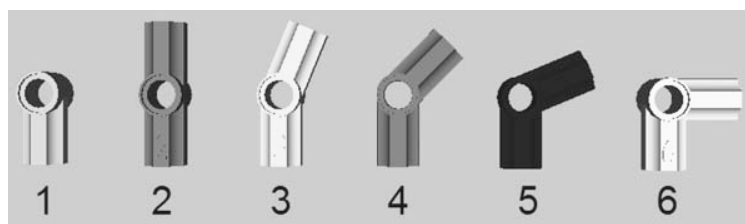


Rysunek 1-9 Elementy krzyżowe LEGO Technic

Elementy kątowe

Elementy kątowe są w zasadzie sposobem na łączenie dwóch części pod określonym kątem. Każdy z tych elementów ma inny kąt i mają na sobie oznaczenie liczbowe (nie jest ono jednak widoczne na rysunku 1-10).

1. 0 stopni
2. 180 stopni
3. 157,5 stopnia
4. 135 stopni
5. 112,5 stopnia
6. 90 stopni

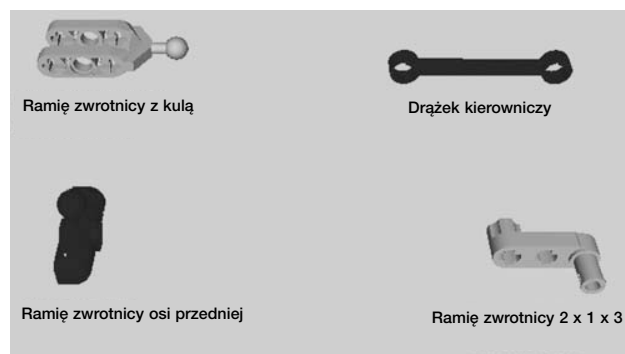


Rysunek 1-10 Różne przykłady elementów kątowych. Zwróćmy uwagę, że liczba oznacza konkretny kąt.

Za pomocą elementów kątowych możemy tworzyć różne projekty z różnymi kątami. Mając na przykład osiem elementów nr 4 i dwie osie 2M możemy utworzyć idealny ośmiokąt. Jeśli mamy szesnaście części nr 5 i 16 osi o jednakowym rozmiarze, możemy je razem połączyć, aby utworzyć coś, co prawie przypomina doskonały okrąg. Jeśli nie wierzycie, spróbujcie.

Elementy układu kierowniczego

Naprawdę nie wiem, jak sklasyfikować elementy układu kierowniczego (patrz rysunek 1-11), lecz wchodzą one do gry w rozdziale 3. Będziemy ich potrzebować do budowy samochodu z zawieszeniem.

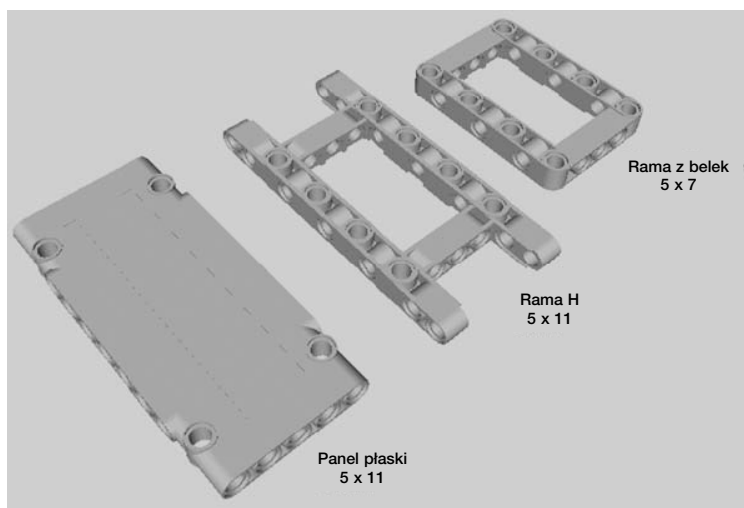


Rysunek 1-11 Części Technic stosowane w układzie kierowniczym.

Panele

Panele są przede wszystkim dużymi częściami, które zajmują dużo miejsca, lecz dodają realistycznego wyglądu naszym modelom LEGO Technic. Wiele z nich ma kształt skrzydła; elementy w kształcie skrzydła mają numer umieszczony na samej części (tak jak w elementach kątowych).

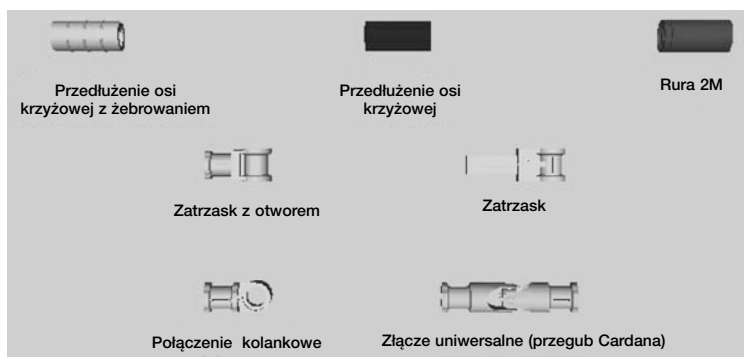
Poza panelami w kształcie skrzydeł LEGO Technic ma kilka paneli i ram, które zajmują dużo miejsca, lecz są bardzo przydatne, ponieważ ze wszystkich stron mają otwory przelotowe na łączniki i osie.



Rysunek 1-12 Przykłady paneli i ram z belek w LEGO Technic

Przedłużenia, zaczepy i inne części Lego Technic

Przedłużenia łączą ze sobą dwie osie. Wśród ich dwóch typów ten karbowany mocniej spina dwie osie. Standardowy zaczep jest osią z otworem krzyżowym dołączonym do jednego końca, a zaczep z otworem krzyżowym ma dołączoną nasadkę zamiast osi. Zaczep przełączający jest znakomitą częścią z paroma ciekawymi funkcjami. Złącze przełączające jest sposobem łączenia dwóch osi pod wybranym kątem, pod warunkiem, że w otworze przelotowym znajduje się łącznik. Złącze uniwersalne jest bardzo przydatną częścią, gdyż pozwala na swobodny obrót osi i zginanie pod dowolnym kątem, pod warunkiem, że jest to mniej niż 90 stopni. Patrz rysunek 1-13.



Rysunek 1-13 Różne przedłużenia i zaczepy

Zdobywanie części LEGO dla swoich modeli

W swojej obecnej kolekcji LEGO możemy znaleźć każdą część, jaka jest potrzebna do utworzenia niektórych z tych modeli. Jeśli tak nie jest, wtedy staje się to kwestią improwizacji. Pokażę, że istnieje kilka sposobów zrobienia w Technic wszystkiego, co wymyślimy. Jeśli nie można tego zrobić za pomocą posiadanych elementów, trzeba poszukać innego sposobu. Jeśli na przykład nie mamy ramy z belek, możemy skonstruować potrzebną konstrukcję z belek i kilku bloków krzyżowych.

Witryna Pick a Brick jest jedną z metod zdobywania części Technic dla konkretnych projektów LEGO, lecz nie jest to pełny katalog. Innymi słowy, zapewne okaże się, że nie ma tam wszystkich potrzebnych nam części, nawet jeśli będziemy znać właściwą nazwę lub identyfikator elementu. Polecam również korzystanie z BrickLink, nieoficjalnej witryny LEGO, która ma obszerny katalog, można zamówić tam części, a nawet zestawy. Przy okazji zestawów, Peeron i Brickfactory to dwie kolejne witryny, które mogą okazać się przydane, gdy chcemy zbudować określony zestaw LEGO, który istniał w przeszłości.

LEGO Pick a Brick

Jeśli jesteście tacy jak ja, od lat nadajecie nazwy swoim częściom LEGO. Pamiętam, jak bawiłem się z mają siostrą i pytałem ją, czy ma jakiś „czarny płaski jeden na dwa” lub „niebieski dwa na cztery”. Po jakimś czasie zaczniecie tworzyć język opisu części, lecz może być on trudny do wytłumaczenia komuś obcemu.

Oto kolejny przykład. Kiedyś pracowałem w fabryce, w której robiono płytki układów scalonych. Jednym z powodów, dla których lubiłem swoją pracę, był fakt, że przypominała mi budowanie z klocków LEGO; części elektryczne były zawsze bardzo kolorowe i musiały być umieszczone na zielonej płytce z obwodami przypominającej podstawę LEGO. Jak można się domyślić, każdej z tysięcy części elektrycznych trzeba było nadać określony numer identyfikacyjny, aby można było jakoś je uporządkować. Firma zdecydowała, aby nadawać częściom numery siedmiocyfrowe, które przypominały numery telefonów. Pierwsze trzy cyfry określały typ części (rezystor, kondensator, dioda, transformator lub inne). Ostatnie cztery cyfry reprezentowały konkretny typ części z tej grupy (na przykład każdy rezystor miały inny numer, który oznaczał także jego liczbę ohmów, jednostkę rezystancji).

Tak samo każda część LEGO ma oficjalną nazwę i numer, przypisane przez firmę. Możemy wejść na witrynę LEGO i nabyć poszczególne klocki LEGO, tak jak kupujemy zestawy.

Oficjalna witryna LEGO (<http://shop.LEGO.com/en-US/Pick-A-Brick-ByTheme>) pozwala nam wybrać poszczególne elementy do zamówienia. W oknie wyszukiwania klocków możemy wybrać kategorię. Kategorie obejmują zakres od akcesoriów do okien i drzwi. Nie będę tu zwracać głowy wymienianiem wielu kategorii, lecz w kategorii Technic jest

osiem stron. Można także wyszukiwać części według koloru (czarny, niebieski, zielony, szary, pomarańczowo-brązowy, purpurowy, czerwony, biały i żółty). Rodziny kategorii i kolorów to wybory, które wzajemnie się wykluczają. Innymi słowy, nie można wybrać kategorii **Technic** i koloru **Grey** (szary) i zobaczyć listy wszystkich dostępnych szarych części Technic; trzeba wybrać albo **Technic**, albo **grey**. No tak, ktoś chyba powinien coś z tym zrobić. Mam nadzieję, że zostanie to poprawione, zanim będziecie to czytać.

Od tego miejsca jest to jak chodzenie po sklepie ze sprzętem i wybieranie gwoździ, nakrętek i innych części, które są potrzebne do pracy konstruktorskiej. Po znalezieniu potrzebnej części klikamy przycisk **Add To Bag** (Dodaj do torby) i automatycznie pojawia się on w kolumnie **Brick Bag** (Torba z klockami). Jeśli chcemy więcej niż jedną część danego typu, wpisujemy pożądaną liczbę. Usunięcie pozycji zamówienia jak tak proste, jak kliknięcie opcji **X Remove** (Usuń). Aby anulować całe zamówienie, klikamy dolny przycisk **X Remove All** (Usuń wszystko).

Kliknięcie przycisku **Update Bag** (Aktualizuj torbę) pozwala nam dodać te części do swojego koszyka zakupów. Jeśli chcemy zobaczyć swój koszyk z zakupami, możemy kliknąć ten przycisk i obejrzeć swoje zamówienie. Trzeba pamiętać, że wymaga to skonfigurowania konta LEGO na tej witrynie i – jak podano w informacjach – trzeba mieć przygotowaną swoją kartę kredytową.

Jeśli szukamy konkretnego klocka, możemy wykonać zaawansowane wyszukiwanie z użyciem jego nazwy formalnej. Przekonałem się, że to daje różne wyniki. Można także szukać według identyfikatora elementu, identyfikatora projektu oraz dokładnego koloru. Aby uzyskać więcej informacji o części, trzeba ją wybrać, aby pojawiły się szczegóły.

Podana jest także lista kilku kategorii, które obejmują następujące:

- **Color Family** (rodzina kolorów): To szerokie określenie koloru części, które nie jest takie samo co dokładny kolor.
- **Exact Color** (dokładny kolor): To precyzyjny kolor tej części, ponieważ części LEGO występują w różnych odcieniach tych samych kolorów. Na przykład części LEGO występują w różnych odcieniach szarości i w takim przypadku będzie to pokazane jako **Dark Stone Gray** (ciemnoszary kamienny) i **Medium Stone Gray** (średni szary kamienny).
- **Category** (kategoria): Jak wyjaśniono powyżej, jest to szeroka definicja typu klocka LEGO.
- **Element ID** (Id elementu): Ten numer jest inny dla każdej części LEGO. Dwa identyczne kształty klocków w dwóch różnych kolorach będą miały inne numery identyfikacyjne.
- **Design ID** (Id projektu): Ta liczba jest identyczna dla dwóch części LEGO, które mają taki sam kształt, lecz mają inne kolory.
- **Price** (cena): Koszt każdej pozycji.