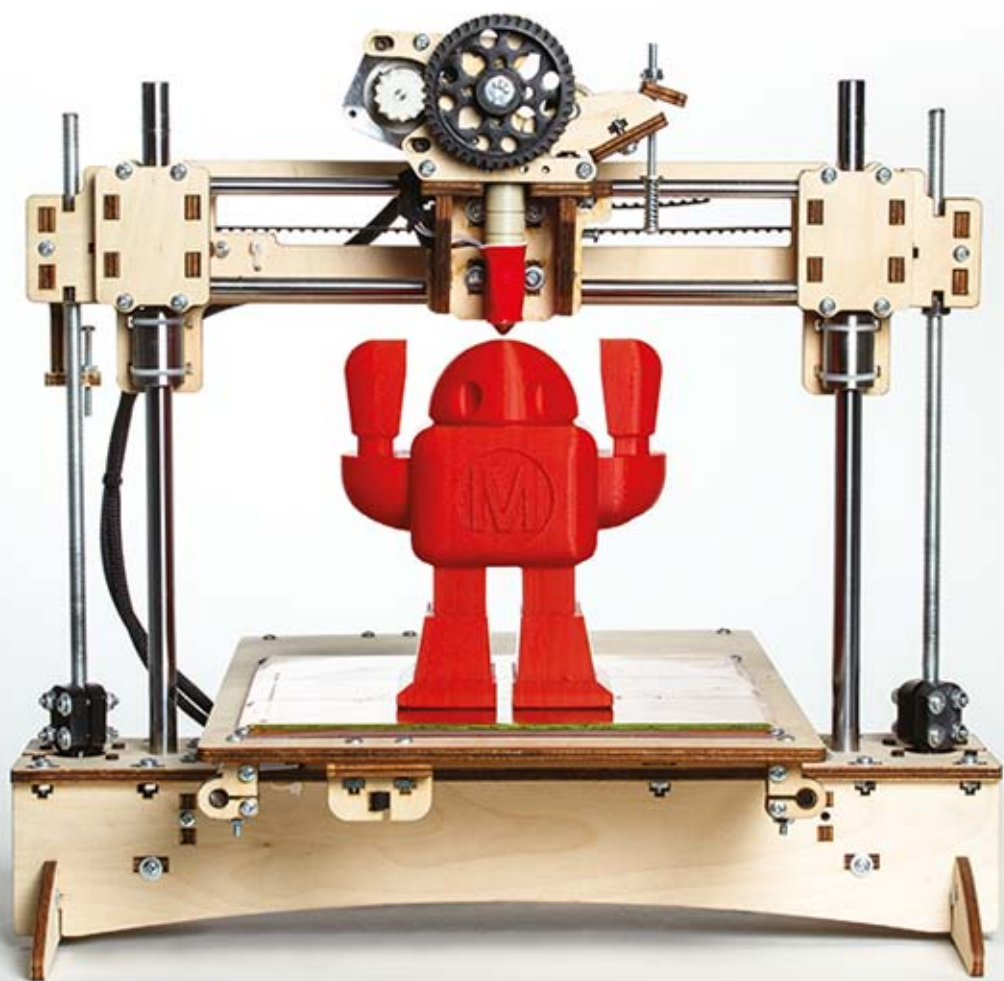


Świat druku 3D



Kompendium wiedzy o druku 3D!

Anna Kaziunas France

Tytuł oryginału: Make: 3D Printing: The Essential Guide to 3D Printers

Tłumaczenie: Zbigniew Waśko

ISBN: 978-83-246-9114-2

© 2014 Helion S.A.

Authorized Polish translation of the English edition of Make: 3D Printing, ISBN 9781457182938

© 2014 Maker Media, Inc., published by Maker Media Inc.

This translation is published and sold by permission of O'Reilly Media, Inc., which owns or controls all rights to publish and sell the same.

All rights reserved. No part of this book may be reproduced or transmitted in any form or by any means, electronic or mechanical, including photocopying, recording or by any information storage retrieval system, without permission from the Publisher.

Wszelkie prawa zastrzeżone. Nieautoryzowane rozpowszechnianie całości lub fragmentu niniejszej publikacji w jakiegokolwiek postaci jest zabronione. Wykonywanie kopii metodą kserograficzną, fotograficzną, a także kopiowanie książki na nośniku filmowym, magnetycznym lub innym powoduje naruszenie praw autorskich niniejszej publikacji.

Wszystkie znaki występujące w tekście są zastrzeżonymi znakami firmowymi bądź towarowymi ich właścicieli.

Autor oraz Wydawnictwo HELION dołożyli wszelkich starań, by zawarte w tej książce informacje były kompletne i rzetelne. Nie bierze jednak żadnej odpowiedzialności ani za ich wykorzystanie, ani za związane z tym ewentualne naruszenie praw patentowych lub autorskich. Wydawnictwo HELION nie ponosi również żadnej odpowiedzialności za ewentualne szkody wynikłe z wykorzystania informacji zawartych w książce.

Wydawnictwo HELION

ul. Kościuszki 1c, 44-100 GLIWICE

tel. 32 231 22 19, 32 230 98 63

e-mail: helion@helion.pl

WWW: <http://helion.pl> (księgarnia internetowa, katalog książek)

Drogi Czytelniku!

Jeżeli chcesz ocenić tę książkę, zajrzyj pod adres

<http://helion.pl/user/opinie/swid3d>

Możesz tam wpisać swoje uwagi, spostrzeżenia, recenzję.

Printed in Poland.

- [Kup książkę](#)
- [Poleć książkę](#)
- [Oceń książkę](#)

- [Księgarnia internetowa](#)
- [Lubię to! » Nasza społeczność](#)

Spis treści

Wstęp	xi
--------------------	-----------

Część I Sprzęt

1. Podstawy drukowania przestrzennego	3
Wybór drukarki	3
Opcje zakupu — w całości, w częściach lub do samodzielnego wykonania.	4
Oprogramowanie	5
Generowanie plików STL	5
Warstwy	6
Porządkowanie	6
Pierwsze drukowanie	6
Anatomia drukarki 3D	7
System pozycjonowania	7
Elementy drukarki 3D	9
Wybór filamentu	11
Etap następny — co drukować?	11
2. Przegląd drukarek 3D	15
Wydruki testowe	16
Wąż	16
Figurka sowy	16
Przekładnia łożyskowa	16
Wymagający tester wymiarowości	17
Afinia H-Series	18
Bukobot 8	19
Cube	20
Felix 1.0	21
MakerGear M2	22

Printrbot Jr. (v1)	23
Replicator 2	24
Solidoodle 2	25
Type A Series 1	26
Ultimaker	27

Część II Oprogramowanie

3. Programy komputerowe dla druku przestrzennego	31
Programy do modelowania 3D	31
Slicer, czyli oprogramowanie CAM	34
Sterowanie drukarką — oprogramowanie klienckie	35
Co dalej?	36
4. Modelowanie 3D dla zupełnych nowicjuszy	37
1. Utwórz tinkercadowe konto	37
2. Utwórz otwór	38
3. Wstaw głowę robota	38
4. Wyrównaj położenia głowy i otworu	39
5. Połącz głowę i otwór w jeden obiekt	39
6. Opróżnij wnętrze głowy	39
7. Wykonaj usta robota	40
8. Wymodeluj oczy robota	41
5. Poznajemy Slic3r	45
Etap 1. Nadaj profilowi nazwę	46
Etap 2. Ustawienia druku	47
Obrzeża i warstwy pełne	47
Wypełnienie	48
Szybkość	49
Obwódka	50
Materiał podporowy	50
Uwagi i inne ustawienia	51
Ustawienia zaawansowane	52
Etap 3. Parametry filamentu	52
Chłodzenie	53
Etap 4. Ustawienia drukarki	55
Własny kod G	55
Ustawienia wyciskarki	56
Retrakcja	56

Etap 5. Powrót do zakładki Plater	57
Praca z kilkoma modelami naraz	58
Dobrej zabawy!	58

Część III Skanowanie 3D

6. Wykonywanie skanów przestrzennych i poprawianie ich	61
Na czym polega skanowanie 3D?	61
Ograniczenia	63
123D Catch	63
Posługiwanie się programem 123D Catch	63
Fotografowanie	64
Wysyłanie zdjęć do serwera w chmurze	66
Pobieranie wygenerowanej siatki	67
ReconstructMe	67
Instalacja programu ReconstructMe	68
Jak odtworzyć samego siebie (lub inną osobę)	68
Porządkowanie i naprawianie skanów przeznaczonych do druku 3D	70
netfabb	70
Autodesk MeshMixer	71
MeshLab	71
Pleasant3D	72
Naprawianie typowych skanów	72
Naprawianie i porządkowanie skanu w netfabbie	72
Wygładzanie powierzchni siatek	75
Usuwanie zgrubień i wybrzuszeń	77
Ostatnie czynności porządkujące w netfabbie	77
Drukowanie	77
Domykanie skanów reliefowych	77
Postępowanie z dziurami, miejscami niejednoznaczными i elementami rozłącznymi	78
Domykanie siatki	80
Skanuj swój świat	84
7. Wydrukuj swoją głowę w 3D!	85
1. Zarejestruj się w Autodesk 123D	86
2. Zrób cyfrowe zdjęcia swojej głowy	86
3. Zleć przetwarzanie zdjęć	87

4. Otwórz model	87
5. Popraw swój model	87
6. Uszczelnij go	88
7. Wyczeluj go (opcjonalnie)	88
8. Udostępnij swój model innym (opcjonalnie)	89
9. Zapisz ostateczną wersję modelu w formie nadającej się do druku (opcjonalnie)	89
10. Wydrukuj swoją głowę!	90

Część IV Materiały

8. Tworzywa do druku trójwymiarowego	93
Polilaktyd (PLA)	93
Polilaktyd (PLA miękkie i elastyczne)	93
LAYWOO-D3	94
LAYBRICK	94
Kopolimer akrylonitrylo-butadienowo-styrenowy (ABS)	94
Polistyren wysokoudarowy (HIPS)	94
Nylon	94
Poli(tereftalan etylenu) (PET)	95
Poliwęglan (PC)	95
Polietylen o dużej gęstości (HDPE)	95
Polikaprolakton (PCL)	95
Poli(alkohol winylu) (PVA)	95
9. Przemysłowe materiały i metody druku 3D	97
Kompozyty i ceramika	97
Tworzywa	98
Stereolitografia (SLA)	98
Selektywne spiekanie laserowe (SLS)	98
Drukowanie z fotopolimerów	98
Metale	99
Bezpośrednie stapianie metalu laserem (DMLS)	99
Bezpośrednie drukowanie z metalu	99
Pośrednie metody wytwarzania	99

Część V Usługi

10. Drukowanie bez drukarki	103
11. Usługodawcy	107
Prześlij pliki i zamów wydruki	107
Shapeways	107
Ponoko	108
Sculpteo	108
i.materialise	108
Kraftwurx	108
Staples (we współpracy z Mcor)	108
Wytwórcy działający lokalnie	109
makexyz	109
3D Hubs	109
Znajdź mi drukarkę	109
Printchomp	109
Usługi dla profesjonalistów	109
ZoomRP.com	109
RedEye	109
3D Factory	109
Butik 3DP — projektowanie i drukowanie	110
3dPhacktory	110
Solid-Ideas	110

Część VI Techniki wykańczania

12. Farbowanie wydruków	113
1. Przygotowanie materiałów	114
2. Namaczanie farbowanych przedmiotów	114
3. Farbowanie	115
4. Płukanie	115
5. Suszenie	116
6. Pokaz	116
13. Obróbka postprodukcyjna	117
Narzędzia i materiały	118
Sekrety zawodowe	119
Spawanie tarciove	119

Spawanie tarciove elementów niedopasowanych	120
1. Przygotuj urządzenie zapewniające ruch obrotowy	120
2. Przygotuj łączone części	120
3. Zespawaj obie części punktowo, aby ustalić ich wzajemne położenie	121
4. Wypełnij duże szpary	122
5. Utwórz pełną spoinę	123
Naprawa modelu PLA przy użyciu spawania tarciovego	123
Nitowanie — osadzanie tarciove nitów zrywalnych	125
Wykonywanie nitów i zawiasów z filamentu	129
Klejenie i uzupełnianie ubytków za pomocą specjalnie przygotowanej masy ABS	133
Szlifowanie wydruków	134
14. Postarzenie wydruków	137
1. Wybór farby podstawowej	138
2. Wybór farby metalicznej do malowania wytartych krawędzi	138
3. Malowanie techniką „suchego pędzla”	138
4. Imitowanie większych odprysków farby i zadrapań	139
5. Dodawanie zabrudzeń	139
6. To wszystko!	140

Część VII Zastosowania

15. Perspektywy druku 3D	143
16. Galeria wydruków 3D	145
Dla gospodarstwa domowego	145
Produkty 3D dostępne aktualnie w sprzedaży	149
W medycynie	152
Wydruki artystyczne i nowatorskie	155
17. Maszyna marzeń	161
18. Drukowanie na pustyni	163
19. Jak wydrukowałem humanoida	165
Wnioski i spostrzeżenia	167
Drukować samodzielnie czy zlecać specjalistom?	170
Co dalej?	170

Część VIII Inne sposoby wykonywania obiektów 3D

20. Frezowanie	175
Subtraktywny odpowiednik drukarki 3D	175
Co chcesz wykonać?	176
Obrabiarka CNC w wydaniu domowym	176
Plany dostępne w serwisie BuildYourCNC.com	177
Jeszcze inne frezarki	178
Othermill	178
Shapeoko 2	178
Systemy przesuwu liniowego	178
MakerSlide	179
OpenBeam	179
OpenBuilds	179
21. Czaszki z białej czekolady na tackach z tworzywa PLA	181
Spis materiałów	182
1. Wydrukuj skrzynkę formierską	183
2. Zmieszaj składniki gumy i zalej skrzynkę formierską	184
3. Wyjmij formę	185
4. Zrób nacięcia w formie	185
5. Wyciśnij lecytynę sojową z kapsułek żelowych	186
6. Roztop czekoladę	186
Bambusowy parownik + szklana miska	187
Bambusowy parownik + miękka butelka dozująca (najlepszy sposób)	187
7. Pozwól czekoladzie ostygnąć	187
8. Zalej formę czekoladą	188
9. Włóż formę do lodówki	188
10. W tym czasie wydrukuj tacki	189
11. Ostrożnie wyjmij czekoladki z formy	189
22. Zbrodnia drukowania	191
Dodatek A Zasoby powiązane z drukiem 3D	193
Skorowidz	203

Drukowanie bez drukarki

IO

Jakie są zalety drukowania w zakładach usługowych i jak należy z takich usług korzystać

Autor: **Colleen Jordan**

Mam niezwykle szczęście pracować w zawodzie, o którego istnieniu jeszcze dwa lata temu nawet mi się nie śniło. Mam własną firmę Wearable Planter i produkuję artykuły galanteryjne, stosując druk przestrzenny. A stało się to możliwe dzięki technologii, która jest ogólnie dostępna zaledwie od kilku lat.

Gdy studiowałam wzornictwo przemysłowe na Georgia Tech, a było to w latach 2006–2010, drukowanie przestrzenne nie było techniką, której byśmy często używali. Programy wspomagające projektowanie trójwymiarowe służyły nam głównie do przygotowywania plików, na podstawie których można było wyrenderować wizualizację opracowanego modelu. Oczywiście mieliśmy dostęp do drukarki 3D, ale niewielu umiało ją obsługiwać, a otrzymywane za jej pomocą wydruki były kruche i niezwykle drogie.

W trakcie ostatniego semestru studiów realizowałam projekt, którego rezultat miał być prezentowany w formie wydruku 3D. Gdy w laboratorium wręczałam asystentowi pendrive'a z moimi plikami, byłam przekonana, że nic z tego nie będzie, ale po chwili ze zdziwieniem zobaczyłam, że wymyślona przeze mnie biżuteria przybiera kształty dokładnie takie, o jakie mi chodziło.

Wielu ludzi marzy o tym, by mieć możliwość stworzenia rzeczywistego modelu rzeczy, którą widzą w swojej wyobraźni, ale nie mają bezpośredniego dostępu do profesjonalnej drukarki 3D, która zapew-

niłaby właściwą jakość wydruku. Jednak pocieszające jest to, że rozwój w tej dziedzinie postępuje niezwykle szybko i dostępność coraz doskonalszych urządzeń ciągle się zwiększa.

Gdy projektuję nowy element biżuterii, zaczynam od szkicowania jego wyglądu. Zazwyczaj jest to najdłuższy etap całego procesu, ponieważ wtedy podejmuję decyzję co do formy i stylu kreowanego przedmiotu. Następnie wykonuję cyfrowy model trójwymiarowy. Używam do tego celu programu, który znam i który zapewni mi w tym konkretnym przypadku największy poziom kreatywności — najczęściej jest to SolidWorks lub Rhino. Gdy model jest już gotowy, zapisuję go w formacie nadającym się do druku i za pomocą programów takich jak netfab Studio przeprowadzam testy poprawności, aby zminimalizować ryzyko wystąpienia błędów w trakcie drukowania.

W końcu wysyłam plik do serwisu Shapeways lub Ponoko, aby wydrukować model — niezależnie od tego, czy ma to być tylko prototyp czy już finalny produkt.

Oczywiście muszę wtedy czekać dwa tygodnie albo i dłużej, zanim ujrzę swoje dzieło. Takie oczekiwanie, choć wydaje się długie, ma swoje dobre strony, bo pozwala mi nabrać dystansu do tego, co wymyśliłam, i później spojrzeć na wyprodukowany przedmiot z nieco innej perspektywy. Czasami zdarza się, że już w pierwszej przesyłce dostają to, o co

mi chodziło, ale najczęściej dostrzegam wtedy konieczność wprowadzenia mniejszych lub większych poprawek, choćby takich jak zmiana materiału czy grubości ścianek.

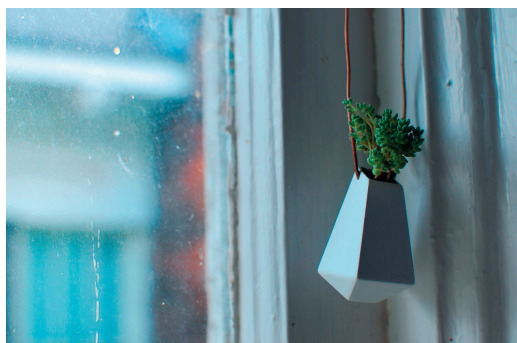
Korzystanie z usług wyspecjalizowanych firm ma jeszcze tę zaletę, że pozwala mi prowadzić biznes za pomocą narzędzi będących w posiadaniu tychże firm — bez ponoszenia większych kosztów związanych z wymianą parku maszynowego mogą eksperymentować z różnymi materiałami i produktami. Dawniej wykonanie prototypu bywało bardzo kosztowne, a wyprodukowanie krótkiej serii jakiegokolwiek artykułu mogło kosztować nawet tysiące dolarów. Poza tym nie muszę trzymać dużych zapasów sprzedawanych produktów, bo przecież w każdej chwili mogę zlecić wydrukowanie nowej partii. Bije

to na głowę poprzedni model biznesowy, w którym musiałam sprzedawać towar sprowadzać z zagranicy całymi kontenerami, bo zamawianie mniejszych ilości było nieopłacalne.

Drukowanie w firmach usługowych zamiast u siebie ma jeszcze inne zalety. Obecnie wkraczamy w nową erę masowego dostosowywania wszystkiego do indywidualnych potrzeb klienta i użytkownika. Dlatego dąży się do tego, by nowe technologie wytwórcze były dostępne zarówno dla tych, którzy chcą tworzyć figurki rodem z gry Minecraft, jak i dla lekarzy pracujących nad protezami odpowiednimi dla konkretnych pacjentów.

Przykładowo, gdybyś nagle zapragnął wykonać własną obudowę telefonu komórkowego lub zestaw naczyń, możesz to zrobić całkowicie sam i według

Przenośna zieleń w minidoniczkach wydrukowanych w technologii 3D, a zaprojektowanych przez firmę Wearable Planter



własnego uznania, i nawet nie musisz mieć doświadczenia w modelowaniu przestrzennym, bo przecież możesz się posłużyć jednym z programów typu „kreator”. Serwisy Sculpteo i Society for Printable Geography udostępniły niedawno aplikację do tworzenia obudów do iPhone’ów z fakturą imitującą ukształtowanie terenu we wskazanej na mapie okolicy. Shapeways umożliwia stworzenie własnej zastawy do sake przez proste manipulowanie kształtem konturu bryły obrotowej. Są to naprawdę proste aplikacje, a pozwalają na tworzenie własnych, unikatowych przedmiotów.

Firmy te zaczęły oferować również szkolenia w zakresie posługiwania się ich narzędziami. Ponoko zaprasza początkujących na darmowe prezentacje, w których można uczestniczyć na żywo, ale można je też tylko oglądać online. Shapeways we współpracy z portalem Skillshare organizuje szkolenia nie tylko dla nowicjuszy, lecz także dla tych, którzy chcą poznać bardziej zaawansowane programy i metody projektowania generatywnego.

Wysyłanie modeli do wyspecjalizowanych drukarni 3D ma wiele zalet w porównaniu z drukowaniem na małym urządzeniu biurkowym. Przede wszystkim nie trzeba z góry wyłożyć od 300 do 2000 dolarów i nie trzeba tracić czasu na eksperymentowanie z oprzyrządowaniem i ustawieniami drukarki. Poza tym na takiej domowej drukarce nigdy nie uzyskasz takiej jakości druku, jaka jest możliwa na drogim sprzęcie profesjonalnym.

Oczywiście technologia druku 3D ma też swoje wady i niedoskonałości. Szybko rosnąca popularność sprawia, że czasami firmy drukujące nie nadążają z realizacją zamówień i czas oczekiwania na wymarzony produkt może się niespodziewanie wydłużyć. Jakość materiału nie zawsze jest tak dobra jak w podobnych produktach wytwarzanych na skalę masową — przedmioty wydrukowane z tworzyw mogą być bardziej kruche niż podobne przedmioty wykonane metodą wtryskową. I, co również ma istotne znaczenie, wiele materiałów stosowanych w druku przestrzennym nie nadaje się do kontaktu z żywnością, a nawet nie można z nich produkować zabawek dla dzieci. Trzeba jednak pamiętać, że jest to dziedzina bardzo młoda — jeszcze pięć lat temu nie była w ogóle znana szerszej społeczności — i szybko rozwijająca się, więc prawdopodobnie wkrótce wymienione mankamenty zostaną usunięte.

Jeśli masz jakiś pomysł, który chciałbyś urzeczywistnić, to trafiłeś na dobry czas, by się przekonać, czy coś może z tego wyjść. Zajrzyj do rozdziału 16., a szczególnie do podrozdziału „Produkty 3D dostępne aktualnie w sprzedaży”, aby zobaczyć, jak różnej maści wytwórcy korzystają z usług w zakresie druku 3D, do rozdziału 11., aby poznać firmy świadczące tego typu usługi, i do rozdziału 9., aby zapoznać się z podstawowymi właściwościami stosowanych materiałów.

Colleen Jordan jest projektantką i producentką, która lubi tworzyć rzeczy sprawiające, że życie staje się bardziej interesujące. Jest założycielką firmy Wearable Planter (<http://wearableplanter.com>) i marzy o posiadaniu oswojonego dinozaura.

Skorowidz

123D Catch, 63–67, 86
123D Design, 193
3D Burrito, 197
3D ContentCentral, 197
3D Factory, 109
3D Hubs, 109
3DLT, 197
3docean, 198
3dPhacktory, 110
3DTin, 194

A

ABS, 11, 94, 132
aceton, 134
Afinia H-Series, 18

B

Baldwin Joaquin, 150
banki modeli 3D, 196–198
bezpośrednie
 drukowanie z metalu, 99
 stapianie metalu laserem, 99
Bitonti Francis, 158
Blend Swap, 197
Blender 3D Model Repository, 197
Boynton Chris, 157
budowa drukarki 3D, 7–11
budowa własnej frezarki CNC, 176–179
Bukobot 8, 19
Burtonwood Tom, 155

C

CAD, 5, 31–34, 193, 194
CAM, 34, 35
ceramika, 97
chłodzenie w Slic3r, 53, 54
chmura punktów, 61
Continuum Fashion, 150
Cube, 20
CubeHero, 197
Cubify Invent, 194
Cubify Sculpt, 194
Cura, 195
CuraEngine, 196

D

DARwin-OP, 165–171
Digital Grotesque, 159
Dillenburger Benjamin, 159
DMLS, 99
drukarki 3D, 3–13
drukowanie 3D, informacje ogólne, 6, 7
drukowanie
 form do odlewania czekoladek, 181–190
 humanoida, 165–171
 skrzynki formierskiej, 183
 w zakładach usługowych, 103–105

F

Fab Labs, 200
farbowanie wydruków, 113–116

FDM, *Patrz* MPD
Felix 1.0, 21
FFF, *Patrz* MPD
filament, 11, 93–95
fixup, 6
Fontenault Adam, 157
fotografowanie, 64–66
fotopolimery, 98
fotopolimeryzacja, 3
Freakin' Sweet Knots, 151
FreeCAD, 194
frezarka CNC, 175, 176
frezowanie, 175–179

G

gorąca końcówka, 10
GrabCAD, 197

H

Hackerspaces, 200
Hansmeyer Michael, 159
HDPE, 95
HIPS, 94

I

i.materialise, 108
impregnacja, 116
InMoov, 156
interfejsy drukarek, 195

K

Kayser Markus, 163
Kinect, 62
KISSlicer, 196
klejenie i uzupełnianie ubytków za pomocą masy
 ABS, 133, 134
kopolimer akrylonitrylo-butadienowo-styrenowy,
 94, 132
Kraftwurx, 108
książka harmonijkowa, 155
Kulodrom, 157

L

Lalish Emmett, 157
Langevin Gael, 156
LAYBRICK, 94
LAYWOO-D3, 94

M

Mack Kevin, 162
MakerBot Slicer, 196
MakerGear M2, 22
Makerlele, 156
MakerSlide, 179
Makerspace Directory, 200
MakerWare, 195
makexyz, 109
masa ABS, 133, 134
materiały do druku 3D, 93–99
McMaster-Carr, 197
MeshLab, 71, 75–77, 194
MeshMixer, 71, 78–83, 88, 89, 194
metale, 99
modelowanie w Tinkecard, 37–43
ModiBot, 150
MPD, 3
My Mini Factory, 197
MyEasy3D, 108

N

napawanie tarciove, 119
naprawianie
 siatek, 75–83
 skanów, 72–84
Nervous System, 149, 157
netfabb, 70–75, 83, 194
nitowanie, 125–129
 wykonywanie nitów i zawiasów z filamentu,
 129–133
nylon, 94, 116

O

obróbka postprodukcyjna, 117–136
obrzeża w Slic3r, 47, 48
obwódka w Slic3r, 50

- odchylenie progowe, 51
- OpenBeam, 179
- OpenBuilds, 179
- OpenSCAD, 194
- oprogramowanie
 - do druku 3D, 5, 6, 31–36
 - do skanowania 3D, 63–70
 - klienckie, 35, 36
- Organovo, 153
- osadzanie roztopionych polimerów, 3
- Othermill, 178

P

- parametry
 - filamentu w Slic3r, 52–54
 - retrakcji w Slic3r, 56, 57
- PC, 95
- PCL, 95
- PET, 95
- PLA, 11, 93, 123–125, 132,
- plasterkowanie, *Patrz* slicing
- Plater w Slic3r, 57, 58
- Pleasant3D, 72
- pliki STL, 5
- płyta robocza w Slic3r, 57, 58
- podgląd wnętrza modelu w Tinkercard, 42
- podpory, 50, 51
- poli(alkohol winylu), 95
- poli(tereftalan etylenu), 95
- polietylen o dużej gęstości, 95
- polikaprolakton, 95
- polilaktyd, 93, 123–125, 132,
- polistyren wysokoudarowy, 94
- poliwęglan, 95
- Polychemy, 151
- Ponoko, 108
- porządkowanie, 6
- postarzanie wydruków, 137–140
- Printchomp, 109
- Printrbot Jr. (v1), 23
- Printrun/Pronterface, 195
- profile w Slic3r, 46
- programy
 - CAD, 5, 31–34, 193, 194

- do druku 3D, 5, 6, 31–36
- do modelowania bryłowego, 31, 32
- do modelowania obiektów 3D, 5, 31–34, 193, 194
- do modelowania parametrycznego, 32
- do modelowania siatkowego, 33
- do naprawiania siatek, 194, 195
- do poprawiania skanów przeznaczonych do druku 3D, 70–72
- do skanowania 3D, 63–70
- rzeźbiarskie, 32
- Protos Eyewear, 151
- prototypy plastikowe, 4
- przestrzeń
 - negatywna, 37
 - pozytywna, 37
- PVA, 11, 95

R

- ReconstructMe, 67–70
- RedEye, 109
- regulacja drukarki, 198
- Repetier-Host, 195
- Replicator 2, 24
- ReplicatorG, 195
- robot Delta, 9
- Rosenburgh Brent J., 156
- ruchomy stolik, 8

S

- Schmidt Michael, 158
- Sculpteo, 108
- Sculptris, 194
- selektywne spiekanie laserowe, 98
- Series 1, 26
- SFACT, 196
- Shapeoko, 178
- Shapeways, 107
- siatka, 62
- skanowanie 3D, 61–84
- Skeinforge, 196
- skeining, 34
- SLA, 98
- Slic3r, 45–58, 196

slicer, 6, 34, 35, 196
slicing, 6, 34
SLS, 98
Solar Sinter, 163
Solid-Ideas, 110
Solidoodle 2, 25
spawanie tarciove, 119–129
Staples, 108
stereolitografia, 98
sterowanie drukarką, 35, 36
STL, 5
stolik, 9
Suknia Dity, 158
suwnica, 8
system
 pozycjonowania, 7–9
 przesuwu liniowego, 178, 179
szlifowanie wydruków, 134–136
szybkość w Slic3r, 49, 50

T

technologia proszkowa, 97
Thingiverse, 6, 196
Tinkercad, 37, 193
Tofty, 149
Trimble 3D Warehouse, 197
Trimble SketchUp, 194
TurboSquid, 197

U

Ultimaker, 27
usługodawcy, 107–110
ustawienia
 drukarki w Slic3r, 55–57
 druku w Slic3r, 47–52

W

warstwy, 6
Wenman Cosmo, 156
wiązanie materiałów granulowanych, 3
wizualizator kodu G, 35
własny kod G w Slic3r, 55
wybór drukarki 3D, 3–5
 wybrane modele, 18–27
wyciskarka, 10
 w Slic3r, 56
wypełnienie w Slic3r, 48, 49
wytwarzanie
 addytywne, 3, 85
 subtraktywne, 175

X

Xtion, 62

Y

YouMagine, 197

Z

zakładka Plater w Slic3r, 57, 58
zasoby powiązane z drukiem 3D, 193–202
zastosowanie druku 3D
 w gospodarstwie domowym, 145–148
 w medycynie, 152–155
 wydruki artystyczne, 155–159
Zoellner Michael, 158
ZoomRP.com, 109

PROGRAM PARTNERSKI

GRUPY WYDAWNICZEJ HELION



- 1. ZAREJESTRUJ SIĘ**
- 2. PREZENTUJ KSIĄŻKI**
- 3. ZBIERAJ PROWIZJĘ**

Zmień swoją stronę WWW
w działający bankomat!

Dowiedz się więcej i dołącz już dzisiaj!

<http://program-partnerski.helion.pl>

Przewodnik po świecie drukarek 3D!

Jeszcze do niedawna drukarki 3D można było spotkać wyłącznie w... książkach science fiction. Zaledwie parę lat wystarczyło, by urządzenia te stały się ogólnodostępne. Otwierają one przed projektantami ogrom nowych możliwości, a przygotowanie prototypów jeszcze nigdy nie było tak proste i szybkie. Sięgnij po tę książkę i eksploruj świat druku 3D!

W trakcie lektury poznasz budowę drukarki 3D i jej elementy składowe. Następnie zaznajomisz się z popularnymi programami pozwalającymi na przygotowanie wydruku. Nawet jeśli dopiero zamierzasz zrobić swój pierwszy projekt 3D, z tym przewodnikiem bez problemu przejdziesz przez cały proces i wydrukujesz prototyp na swojej drukarce lub w firmie świadczącej takie usługi. Dowiesz się także wszystkiego o skanowaniu 3D — połączenie możliwości drukarki 3D i technik skanowania trójwymiarowego pozwala stworzyć niesamowite projekty! Na koniec opanujesz zagadnienia związane z przemysłowym wykorzystaniem drukarek, dostępnymi materiałami oraz perspektywami rozwoju tej dziedziny projektowania. Sięgnij po tę książkę i podąż za technologicznym duchem czasu!

Przewodnik po świecie drukarek 3D!

- » poznasz konstrukcję drukarki 3D
- » przygotujesz swój pierwszy projekt do druku przestrzennego
- » poznasz popularne narzędzia
- » zaznajomisz się z dostępnymi materiałami
- » poznasz perspektywy rozwoju druku 3D

helion.pl
księgarnia
internetowa

Nr katalogowy: 22366



Księgarnia internetowa:
<http://helion.pl>



Zamówienia telefoniczne:
0 801 339900



0 601 339900



Helion

Sprawdź najnowsze promocje:
• <http://helion.pl/promocje>
Książki najchętniej czytane:
• <http://helion.pl/bestsellery>
Zamów informacje o nowościach:
• <http://helion.pl/nowosci>

Helion SA
ul. Kosciuszki 1c, 44-100 Gilwice
tel.: 32 230 98 63
e-mail: helion@helion.pl
<http://helion.pl>



ISBN 978-83-246-9114-2



9 788324 691142

Cena: 49,00 zł

Informatyka w najlepszym wydaniu

Make:
makezine.com