

SPIS TREŚCI

1	WSTĘP – CZYLI DLA KOGO TA KSIĄŻKA	11
2	OD CZEGO SIĘ ZACZĘŁO?	15
2.1	PRELEKCJE PRACOWNIKÓW POLITECHNIKI ŚLĄSKIEJ NA TEMAT TECHNOLOGII PRZYROSTOWYCH W SZKOŁACH ŚREDNICH	15
2.1.1	<i>Wykłady w Zespole Szkół Nr1 w Piekarach Śląskich.....</i>	17
2.1.2	<i>Wykłady w Śląskich Technicznych Zakładach Naukowych w Katowicach.....</i>	19
2.2	WSPÓŁPRACA POLITECHNIKI ŚLĄSKIEJ ZE SZKOŁAMI ŚREDNIMI	20
2.2.1	<i>Umowa o współpracę.....</i>	20
2.2.2	<i>Dni Otwarte Politechniki Śląskiej.....</i>	22
2.3	KUJEMY MŁODE TALENTY – UCZNIOWIE TWORZĄ PIERWSZE MODELE DRUKAREK 3D	23
2.3.1	<i>Paweł Zieliński (ZS1 Piekary Śląskie).....</i>	23
2.3.2	<i>Szymon Terczyński (Śl. TZN Katowice).....</i>	28
2.3.3	<i>Jakub Kania (ZS1 Piekary Śląskie).....</i>	31
2.4	MEDIA PISZĄ O NAS	34
3	HISTORIA DRUKU 3D	39
4	TECHNOLOGIE DRUKU 3D.....	51
4.1	CZYM SĄ TECHNOLOGIE PRZYROSTOWE.....	51
4.2	DRUK 3D Z MATERIAŁÓW STAŁYCH – TECHNOLOGIA FDM (FFF).....	55
4.3	DRUK 3D Z MATERIAŁÓW SYPKICH – TECHNOLOGIA SLS	58
4.4	DRUK 3D Z CIECZY – TECHNOLOGIA SLA.....	62
5	BUDOWA DRUKARKI 3D KROK PO KROKU	71
5.1	DRUKARKI REPRAP	71
5.2	OD CZEGO ZACZAĆ?	71
5.3	WYKAZ NIEZBĘDNYCH CZĘŚCI	71
5.3.1	<i>Części z tworzywa sztucznego</i>	71
5.3.2	<i>Części mechaniczne</i>	77
5.3.3	<i>Części elektroniczne.....</i>	83
5.4	BUDOWA RAMY	89
5.4.1	<i>Czym jest rama drukarki?.....</i>	89
5.4.2	<i>Rodzaje wykonania</i>	89
5.4.3	<i>Montaż krok po kroku</i>	90
5.5	STELAŻ POD STOLIK.....	96
5.5.1	<i>Stelaż i jego funkcje.....</i>	96

5.5.2	Montaż krok po kroku	96
5.6	NAPĘD OSI Y	98
5.6.1	Działanie napędu.....	98
5.6.2	Jak wykonać własne prowadzenie paska zębatego?.....	98
5.6.3	Montaż krok po kroku	100
5.7	KONSTRUKCJA RAMY - CZĘŚĆ DRUGA	105
5.7.1	Rama w oryginalnej Prusie	105
5.7.2	Projekt ramy	106
5.7.3	Montaż krok po kroku	107
5.8	MONTAŻ OSI X	109
5.8.1	Montaż krok po kroku	110
5.9	KONSTRUKCJA OSI Z.....	117
5.9.1	Napęd śrubowy	117
5.9.2	Montaż krok po kroku	118
5.10	EXTRUDER	123
5.10.1	Extruder – serce drukarki.....	123
5.10.2	Podział ekstruderów.....	124
5.10.3	Bowden czy direct?.....	124
5.10.4	Głowica ekstrudera	126
5.10.5	All metal czy inna głowica?	127
5.11	PRZYGOTOWANIE GŁOWICY	127
5.11.1	Montaż E3D Lite6	128
5.11.2	Montaż krok po kroku	133
6	ELEKTRONIKA - MÓZG DRUKARKI.....	145
6.1	PLATFORMA ARDUINO - MIKROKONTOLERY	145
6.1.1	Układ AT Mega 2560.....	146
6.2	RAMPS 1.4	147
6.2.1	Wtyczki BLS	149
6.2.2	Jak przygotować wtyczkę BLS?.....	149
6.3	POLOULU STEPSTICK A4988	151
6.3.1	Budowa i działanie silnika krokowego	151
6.3.2	Sterownik silnika krokowego.....	152
6.3.3	Wyprowadzenia silnika	153
6.3.4	Podłączenie Pololu A4988	156
6.4	MONTAŻ ELEKTRONIKI DO RAMY	157
6.5	WYŁĄCZNIKI KRAŃCOWE.....	158
6.5.1	Jak działa endstop?	158
6.5.2	Wyłączniki krańcowe w drukarce	158

6.5.3	<i>Przygotowanie endstop'u</i>	159
6.5.4	<i>Inne rodzaje endstop'ów</i>	160
6.5.5	<i>Montaż wyłączników krańcowych</i>	160
6.6	TERMISTORY - CZUJNIKI TEMPERATURY	164
6.6.1	<i>Dobór termistora</i>	164
6.7	HEATED BED	164
6.7.1	<i>Zalety wykorzystania stołu grzejnego</i>	164
6.7.2	<i>Budowa i rodzaje stołów grzejnych</i>	165
6.7.3	<i>Heated Bed MK2B</i>	166
6.7.4	<i>Montaż krok po kroku</i>	166
6.8	KONTROLER	168
6.8.1	<i>Możliwości kontrolera</i>	168
6.8.2	<i>Montaż krok po kroku</i>	171
6.9	OKABLOWANIE	176
6.10	ZASILANIE	177
6.10.1	<i>Dobór zasilacza</i>	178
6.10.2	<i>Podłączenie przewodów zasilania</i>	178
6.10.3	<i>Przewody silników</i>	183
6.10.4	<i>Przewody wyłączników krańcowych</i>	187
6.10.5	<i>Okablowanie ekstrudera</i>	189
6.10.6	<i>Przewody stołu grzejnego</i>	195
7	MARLIN - OPROGRAMOWANIE DRUKARKI	201
7.1	CZYM JEST MARLIN?	201
7.2	INSTALACJA ARDUINO IDE	201
7.2.1	<i>Instalacja Arduino IDE na systemach Windows</i>	201
7.2.2	<i>Instalacja Arduino IDE na systemach Linux</i>	203
7.3	PROGRAM TESTOWY	205
7.3.1	<i>Instalacja sterownika</i>	208
7.4	KONFIGURACJA MARLIN'A	211
7.4.1	<i>Getting Started</i>	213
7.4.2	<i>Thermal Settings</i>	214
7.4.3	<i>PID Settings</i>	215
7.4.4	<i>Thermal Runaway Protection</i>	218
7.4.5	<i>Endstops Settings</i>	219
7.4.6	<i>Movement Settings</i>	220
7.4.7	<i>LCD and SD support</i>	223
8	PRZYGOTOWANIE OBIEKTÓW DO DRUKU	229

8.1	MODELE.....	229
8.2	SLICER'Y	229
8.2.1	Język zapisu poleceń G-code.....	229
8.3	SLIC3R	229
8.3.1	Instalacja aplikacji.....	230
8.3.2	Okno aplikacji.....	231
8.3.3	Plater	232
8.3.4	Print settings	236
8.3.5	Filament settings.....	244
8.3.6	Printer settings	246
9	PIERWSZY WYDRUK	253
9.1	USTAWIENIE PRĄDU SILNIKÓW KROKOWYCH	253
9.2	TEST OSI	254
9.3	POZIOMOWANIE STOŁU	256
9.4	KOSTKA KALIBRACYJNA	257
9.5	CO WYDRUKOWAĆ NA POCZĄTKU?	259
10	TROUBLESHOOTING - ROZWIĄZYWANIE PROBLEMÓW.....	265
10.1	ZŁE WYMIARY WYDRUKÓW	265
10.2	OVEREXTRUSION - CZYLI ZA DUŻO FILAMENTU	266
10.3	UNDER EXTRUSION - CZYLI ZA MAŁO FILAMENTU	266
10.4	GUBIENIE KROKÓW SILNIKA	267
10.5	SŁABA PRZYCZEPNOŚĆ WYDRUKU DO STOŁU	268
10.6	PRZERWY W WYPEŁNIENIU OSTATNIEJ WARSTWY	270
10.7	STRINGING - CZYLI NITKOWANIE	271
10.8	ZACINANIE SIĘ EXTRUDER'A	273
10.9	PRAŻKI NA POWIERZCHNI WYDRUKU	273
10.10	PRZEGRZEWANIE WYDRUKU	274
10.11	ROZWARSTWIANIE WYDRUKU	275
11	DRUKARKA Z ODZYSKU	279
11.1	NIETYPOWA KONSTRUKCJA.....	279
11.2	POZIOM TRUDNOŚCI	279
11.3	POTRZEBNE CZĘŚCI	279
11.3.1	Podstawowe części – napędy CD-ROM	279
11.3.2	Części mechaniczne	280
11.3.3	Części elektroniczne.....	282
11.4	PRZYGOTOWANIE NAPĘDÓW OPTYCZNYCH	285

11.5	RAMA DRUKARKI	292
11.6	MONTAŻ OSI	293
11.6.1	<i>Montaż osi X</i>	294
11.6.2	<i>Montaż osi Y oraz stołu</i>	298
11.6.3	<i>Montaż osi Z</i>	304
11.7	MONTAŻ GŁOWICY	308
11.8	POŁĄCZENIE OSI Z RAMĄ	309
11.9	EXTRUDER	320
11.10	ELEKTRONIKA	322
11.10.1	<i>Montaż mikrokontrolera</i>	322
11.10.2	<i>Wyłączniki krańcowe</i>	327
11.11	OKABLOWANIE	329
11.11.1	<i>Podłączenie silników</i>	329
11.11.2	<i>Podłączenie wyłączników krańcowych</i>	331
11.11.3	<i>Podłączenie głowicy i ekstrudera</i>	333
11.11.4	<i>Wentylator głowicy</i>	334
11.12	ZASILANIE	335
11.12.1	<i>Przygotowanie zasilacza ATX</i>	335
11.13	SOFTWARE	339
11.13.1	<i>Ustawienie kroków silnika</i>	339
11.14	PIERWSZE URUCHOMIENIE	339
11.14.1	<i>Regulacja sterowników silników krokowych</i>	339
11.14.2	<i>Komunikacja z drukarką</i>	340
11.14.3	<i>Kalibracja PID</i>	348
11.14.4	<i>Ładowanie filamentu</i>	348
11.14.5	<i>Przygotowanie stołu roboczego</i>	349
11.14.6	<i>Wydruk</i>	350