

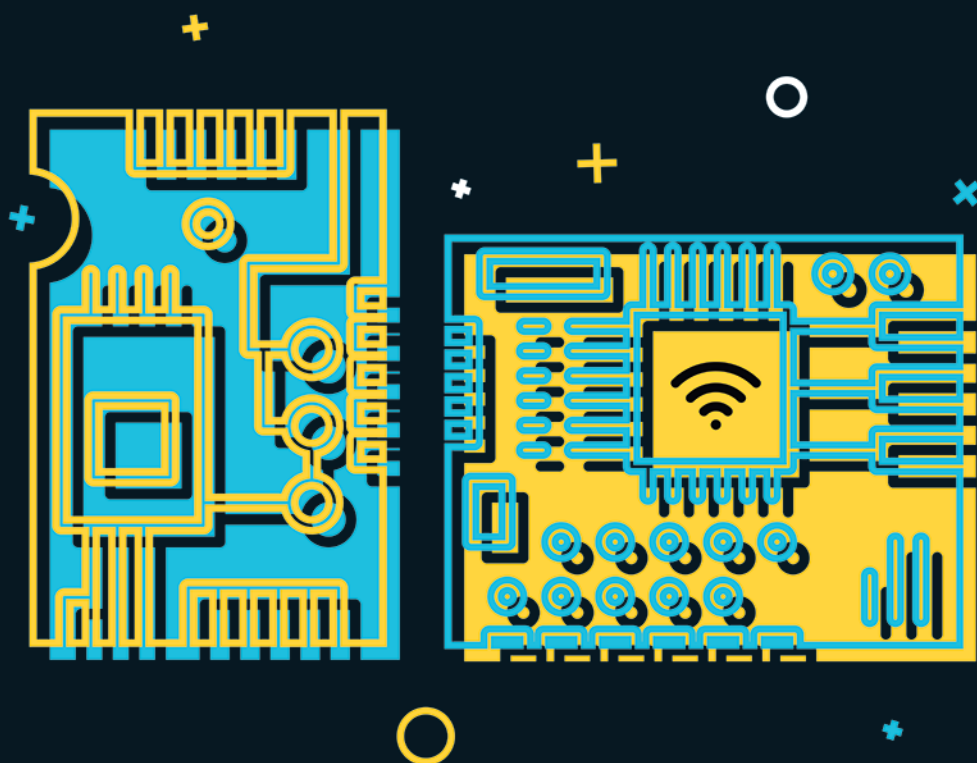
Andrzej „SunRiver” Gromczyński

# W LABIRYNCIE

# IOT

Budowanie urządzeń z wykorzystaniem układów

ESP8266 i ESP32



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

Redaktor prowadzący: Tomasz Gojowy

Projekt okładki: Studio Gravite/Olsztyn  
Obarek, Pokoński, Pazdrijowski, Zaprucki

Materiały graficzne na okładce zostały wykorzystane za zgodą AdobeStock.

Helion S.A.

ul. Kościuszki 1c, 44-100 Gliwice

tel. 32 230 98 63

e-mail: [helion@helion.pl](mailto:helion@helion.pl)

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

Drogi Czytelniku!

Jeżeli chcesz ocenić tę książkę, zajrzyj pod adres

<https://helion.pl/user/opinie/wlablo>

Możesz tam wpisać swoje uwagi, spostrzeżenia, recenzję.

ISBN: 978-83-289-1433-9

Copyright © Helion S.A. 2025

Printed in Poland.

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

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

# SPIS TREŚCI

WSTĘP .....	9
<b>CZĘŚĆ I. PODSTAWY ŚWIATA IOT</b>	
1. TROCHĘ HISTORII CZY WPROWADZENIE? .....	13
2. SPRZĘTOWISKO — CZYLI Z CZYM PO DRODZE .....	17
ESP8266 — charakterystyka układu .....	18
ESP32 — im dalej w las... .....	23
ESP-PROG — gwarancja dobrej zabawy i bezpieczeństwa .....	27
Pamięci flash w układach ESP .....	28
3. INTERFEJSY I PERYFERIA .....	32
Digital GPIO .....	33
Analog GPIO .....	33
ADC .....	35
UART .....	35
1-Wire .....	36
I2C .....	37
Podsumowanie .....	38
4. BEZPIECZEŃSTWO .....	39
Hipotetyczne rozważania .....	40
FuseBity .....	41
Szyfrowanie pamięci flash .....	43
Secure Boot .....	44
5. ŚRODOWISKO .....	48

**CZĘŚĆ II. PRZYGOTOWANIA DO PROGRAMOWANIA**

<b>6. ARDUINO IDE .....</b>	<b>55</b>
Omówienie struktury programu w Arduino .....	58
<b>7. VISUAL STUDIO CODE I PLATFORMIO .....</b>	<b>64</b>
Tworzymy projekt .....	66
<b>8. VISUAL STUDIO CODE — ESP-IDF .....</b>	<b>70</b>
Pierwszy program w ESP-IDF .....	72
Omówienie programu w ESP-IDF .....	77
Kompilacja i uruchomienie programu .....	80
Podsumowanie .....	82

**CZĘŚĆ III. WEJŚCIE DO LABIRYNTU**

<b>9. CZYM JEST IOT .....</b>	<b>85</b>
<b>10. PROTOKÓŁ MQTT .....</b>	<b>90</b>
<b>11. BROKER .....</b>	<b>93</b>
Brokery dostępne online — wady i zalety .....	93
Mosquitto — opensource’owy bezpłatny broker .....	96
Narada MQTT — broker dla Androida .....	97
<b>12. STAWIAMY WŁASNY LOKALNY BROKER MQTT .....</b>	<b>99</b>
Przydatne narzędzia do monitorowania brokera .....	105
Przydatne dane systemowe .....	105
JSON — jak go zrozumieć .....	108
JSON — czytanie danych .....	110

**CZĘŚĆ IV. DO DZIEŁA!**

<b>13. PIERWSZY PROJEKT .....</b>	<b>115</b>
Przebudzenie — wariant pierwszy .....	119
Przebudzenie — wariant drugi .....	122
Przebudzenie — wariant trzeci .....	127
<b>14. STEROWANIE URZĄDZENIAMI .....</b>	<b>131</b>
Schemat połączeń .....	133
Oprogramowanie sterownika .....	137

<b>15. EKOELEKTRONIKA .....</b>	<b>142</b>
Budujemy WallPanel .....	142
<b>16. DASHBOARD .....</b>	<b>147</b>
<b>17. STEROWANIE OGRZEWANIEM, NA PRZYKŁAD W AKWARIUM .....</b>	<b>150</b>
Instalacja sterownika DS18B20 .....	151
Kod kontrolera .....	152
Omówienie kodu .....	156
<b>18. MONITOROWANIE ZUŻYCIA ENERGII .....</b>	<b>157</b>
Kod programu .....	158
Omówienie kodu .....	159
<b>19. JAKOŚĆ POWIETRZA .....</b>	<b>162</b>
PSM3003 — charakterystyka i zasada działania .....	162
Kod programu .....	164
Omówienie elementów kodu .....	167
Interpretacja wyników .....	170
<b>ZAKOŃCZENIE .....</b>	<b>173</b>



# WSTĘP

Witaj w fascynującym świecie Internetu Rzeczy (IoT), gdzie możliwości są tak bezgraniczne jak Twoja wyobraźnia. Ta książka, *W labiryncie IoT. Budowanie urządzeń z wykorzystaniem układów ESP8266 i ESP32*, zaprasza Cię do pełnej kreatywności podróży przez labirynt możliwości, jakie oferują układy ESP8266 i ESP32.

Nie jest tajemnicą, że współczesne rozwiązania IoT stanowią klucz do zrozumienia i kształtowania przyszłości. W tym kontekście układy ESP8266 i ESP32 wyróżniają się swoją wszechstronnością, niskim kosztem i potężną mocą obliczeniową, co czyni je idealnym narzędziem dla entuzjastów, hobbystów i profesjonalistów pragnących przeforsować swoje pomysły w realnym świecie.

## Czego możesz się spodziewać

Ta książka nie jest zwykłym przewodnikiem po układach ESP; to podróż przez praktyczne zastosowania tych mikrokontrolerów w amatorskich projektach IoT. Poprzez serię inspirujących projektów krok po kroku wprowadzę Cię w świat programowania, interfejsu z urządzeniami, zbierania danych i tworzenia inteligentnych urządzeń.

Rozpocznę od podstaw, aby uczynić tę książkę dostępną dla wszystkich, bez względu na poziom doświadczenia. Ci, którzy są już zaznajomieni z podstawami, znajdą tu wyzwania do podjęcia, otwierające drzwi do zaawansowanych technik i strategii projektowania.

## **Dlaczego ESP8266 i ESP32?**

To pytanie jest jak fundament, na którym zbudowano tę książkę. ESP8266 i ESP32 to nie tylko mikrokontrolery; to narzędzia transformujące pomysły w rzeczywistość. Ich wszechstronność pozwala na stworzenie niemal każdego rodzaju urządzenia IoT, od prostych czujników po zaawansowane systemy monitoringu.

## **Dla kogo jest ta książka?**

Jeśli jesteś hobbystą, studentem, programistą czy inżynierem, który pragnie zagłębić się w świat IoT i wykorzystać potencjał układów ESP8266 i ESP32, to ta książka jest dla Ciebie. Niezależnie od tego, czy dopiero zaczynasz swoją przygodę z IoT, czy jesteś doświadczonym twórcą, znajdziesz tu inspirację do realizacji swoich projektów.

Przygotuj się na niezapomnianą podróż przez labirynt IoT, gdzie amatorskie projekty przeradzają się w profesjonalne wyniki. Czas zanurzyć się w świecie ESP8266 i ESP32!





# 15

## EKOELEKTRONIKA

Tytuł rozdziału zapewne z niczym się Wam nie kojarzy, ale jest jak najbardziej na czasie. Ekoelektronika to wymyślone słowo będące połączeniem elektroniki i ekologii. Czyli jest odpowiedzią na pytanie, jak w świecie elektroniki małymi kroczkami możemy zmieniać świat. W tym właśnie rozdziale chciałbym Was przekonać do pewnego podejścia, które nawet jeśli nie jest niczym wielkim, może mieć duży wpływ na naszą planetę. Mianowicie chodzi o powtórne użycie niektórych urządzeń, by dać im drugie życie, ale też zmniejszyć ilość elektrośmieci.

Każdy lubi nowoczesne — i nowe — urządzenia, a te starsze często lądują w koszu lub na dnie szuflady. Przy okazji budowania systemu *smart home* warto spojrzeć na niektóre z tych staroci, bo mogą się okazać cennym i tanim elementem systemu. Każdy system *smart home* wymaga jakiegoś WallPanela, za pomocą którego można sterować urządzeniami niezależnie od smartfona, ponadto dobrze mieć szybki podgląd na różne funkcje i je monitorować. Dostępne ekrany HMI czy specjalne panele ścienne z wyświetlaczami są drogie, a my mamy na dnie szuflady starszy model tabletu czy smartfona, który przy odrobinie chęci może być użytecznym urządzeniem naszego systemu. I właśnie teraz chcę Wam przedstawić takie rozwiązanie.

### Budujemy WallPanel

U zarania dziejów telefonii GSM jako modemów do instalacji alarmowych (były dostępne specjalne, ale ceny potrafiły rzucić na kolana słonia) używałem... starych nokii i siemensów. Oczywiście wiadomo, że takie coś musi być cały czas zasilane, a akumulator nie był wysokich lotów, więc zostawianie

takiego zestawu działającego na zasilaczu z baterią było niestety pomyłką. Niemniej łatwo można było sobie poradzić z problemem przez podłączenie zasilania do zacisków baterii. Sprzyjała temu konstrukcja wczesnych smartfonów, w których baterię dawało się wyjąć. Ale do sedna powoli dojdziemy.

Budujemy nasz system *smart home*... i potrzebujemy jakiegoś domowego centrum zarządzania. No nie ma sprawy, możemy w domu korzystać ze swojego smartfona — a inni domownicy? Czy nie wygodniej np. mieć taki panel HMI albo coś w tym rodzaju na ścianie lub półce, co pozwoli rzutem oka sprawdzić temperatury, statusy oświetlenia i inne parametry? Tak, to bardzo wygodne i profesjonalne rozwiązanie, a przy okazji eleganckie.

Owszem, możemy kupić wyspecjalizowane urządzenie, ale może w szufladzie leży sobie stary smartfon, któremu padła bateria, ale który poza tym jeszcze jest całkiem spoko? Dodatkowo taki smartfon zapewne będzie z Androidem, a to pozwala całkiem łatwo samemu coś sobie naskrobać lub skorzystać z dostępnych darmowych rozwiązań. Czemu więc go wyrzucać i tym samym stworzyć potencjalnie niebezpieczny dla środowiska odpad, zamiast go użyć?

Oczywiście użycie takiego sprzętu może wydawać się kłopotliwe z powodu zasilania. Na samej ładowarce bez baterii nie będzie działał, zostawienie go w ładowarce z baterią jest mało rozsądne, bo już nie raz doszło do niebezpiecznego wypadku, podłączenie zasilania pod piny baterii też nic nie da, bo sprzęt odpali tylko na chwilę... Czyli nadaje się wyłącznie do kosza, prawda? A co tam, zaśmiejmy planetę, jednego smartfona więcej nikt nie zauważy. Owszem, jednak gdy to robi sto osób, tysiąc i tak dalej, powstaje naprawdę poważny problem w postaci masy elektrośmieci, już nie wspominając o pośrednich zagrożeniach, np. pożarami. Ale jest nadzieja. Wiem, wiem, wielu z Was pomyśli w tym momencie: „Nadzieja matką głupich”. I słusznie, często jednak wystarczy się przyjrzeć problemowi.

Ja w swoich szpargałach miałem akurat jakiegoś huaweia P8 Lite. Bateria spuchła nieco i zero trzymania, więc postanowiłem pokombinować i tym sposobem metodą prób i błędów doszedłem do prostego rozwiązania. Potrzebujemy:

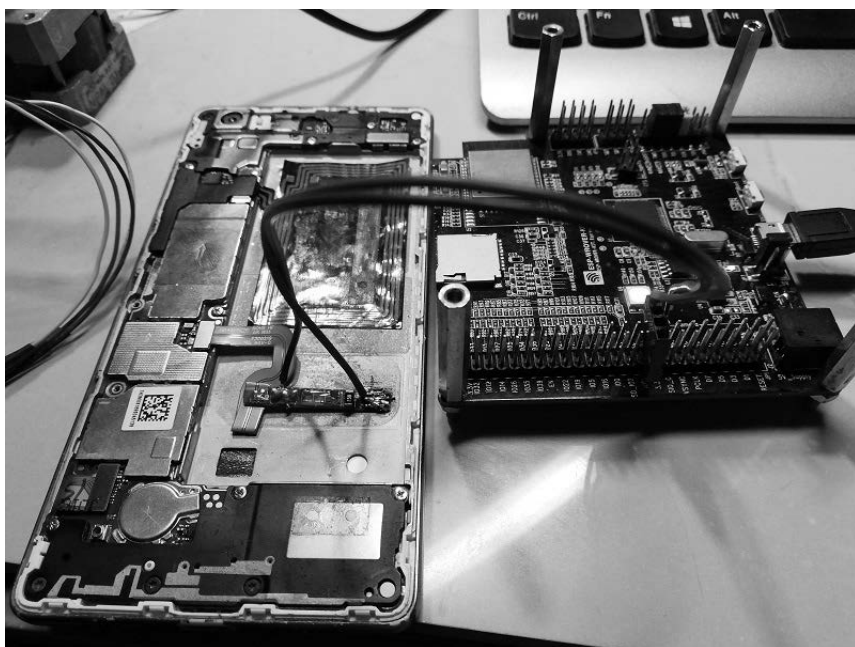
- starego smartfona lub tabletu,
- nożyka,
- lutownicy,
- potrzeby stworzenia takiego ustrojstwa lub — jak kto woli — 10 kg chęci do pracy (ostatnio widziałem w Biedronce w promocyjnych cenach w 25-kilogramowych workach).

Gdy już mamy wszystko, czego nam potrzeba, musimy się dostać do środka. Łatwo wyszukać w sieci informacje o tym, jak otworzyć dane urządzenie, więc nie będę tu niepotrzebnie się rozpisywał. Musimy jednak postępować ostrożnie, zwłaszcza z baterią, by jej nie przedziurawić. Gdy już uda się zdjąć pokrywę, ostrożnie odpinamy i wyjmujemy baterię. Teraz musimy dostać się do złącza samego pakietu LiPo, więc delikatnie odwijamy zabezpieczenia od strony złącza. Gdy już mamy dostęp do kontrolera baterii, miernikiem sprawdzamy, gdzie jest plus, i zaznaczamy. Teraz musimy delikatnie odciąć blaszki pakietu od elektroniki, tak by nie uszkodzić torebki baterii.

Uf, udało się... Możemy bezpiecznie utylizować baterię (w przeznaczonym do tego miejscu).

Sam kontroler natomiast jest nam potrzebny, dlatego że ma wtyki pasujące do płyty i dodatkowo pozwoli nam oszukać system Androida i jego obwody zasilania.

Nasza typowa bateria ma napięcie 3,7 V. W P8 na zaciskach za kontrolerem jest 3,95 V, czyli do płyty głównej dochodzi 3,72 V, a podczas ładowania baterii na zaciskach jest napięcie 4,89 V. Zatem lutujemy przewody do punktów, gdzie był podłączony pakiet LiPo, i wpinamy tak spreparowany układ do płyty w smartfonie (rysunek 15.1).



Rysunek 15.1. Smartfon przygotowany do pracy ciągłej

Tak na razie wygląda to u mnie. Ze względu na poziom wspomnianych napięć postanowiłem zaryzykować i podłączyłem się pod zaciski 5 V na wrover-kicie zasilanym z USB.

Prąd 500 mA, a nawet mniejszy, bo trochę połknie płytka z ESP32, nie powinien ubić naszego przyszłego panelu sterującego. Ostatecznie i tak jest tam 4,98 V, więc różnica względem napięcia ładowania jest niewielka.

Naciskamy przycisk zasilania. System powinien się uruchomić (rysunek 15.2).



**Rysunek 15.2. System uruchomiony**

Operacja się udała i nasz pacjent żyje. Uruchomiony został MQTT Dashboard. Tym sposobem mamy kolorowy LCD o przyzwoitej rozdzielczości, dotyk, WiFi, BT, RAM-u nie brakuje i jeszcze GSM... do wykorzystania choćby jako bramka powiadomień SMS-em w sytuacjach alarmowych. Całość działa poprawnie. Jednak w niektórych przypadkach, mimo że system pokazuje pełne naładowanie baterii, 100%, jego poziom spada. Wynika to z budowy kontrolera i systemu. Tu z pomocą przychodzi mała sztuczka.

Na zasilacz wybrałem ładowarkę dającą 5 V, 2 A, która jest podłączona do USB w telefonie, a linię +5 V z gniazda USB podłączyłem przewodem poprzez diodę MUR460 do dodatniego zacisku baterii. Powoduje to, że tak zmodyfikowany telefon cały czas utrzymuje poziom baterii na 85%.

Działając na stałym zasilaniu, można bezpiecznie zamontować takie urządzenie w jakiejś zgrabnej obudowie — i mamy ładny, dobrze działający panel kontrolny. Schemat połączenia jest pokazany na rysunku 15.3.



Rysunek 15.3. Schemat podłączeń<sup>6</sup>

Rzecz jasna jeszcze prościej jest ze starszymi tabletami, takimi jak Trektor, Manta, Pentagram. Ale jak widzicie, można uzyskać coś fajnego także ze starszego, już niepotrzebnego sprzętu. Warto się zainteresować tematem pozyskiwania. I jest taniej dla nas, i lżej dla natury. Oczywiście, jeśli nie czujecie się na siłach wykonać takich modyfikacji w tablecie lub telefonie, jest inna opcja, która jest znacznie prostsza do zastosowania, a daje jeszcze inne możliwości.

### WallPanel — wariant drugi

Jak już wspomniałem, opisana metoda może być zbyt skomplikowana w przypadku niektórych urządzeń, zwłaszcza co bardziej renomowanych producentów. Ale jest jeszcze jeden, łatwy sposób na wykonanie panelu kontrolnego. Mianowicie możemy wykorzystać radio samochodowe z Androidem. Powiecie: ooo, panie, to koszty! Niekoniecznie, moi drodzy. Nieco tandetne używane radyjko często można znaleźć w okolicy 100 złotych w znanych witrynach aukcyjnych czy ogłoszeniowych. Do samochodu średnio się takie tanie chińskie urządzenia nadają, ale jako panel — owszem. Zadanie ułatwia nam brak baterii i zasilanie 12 V. Tanie tzw. radia 2 DIN mają nieduże rozmiary i często 7-calowy ekran. Dodatkowo możemy korzystać z radia, dołączyć kamerkę i wiele innych. Takie rozwiązanie też nada się do naszych celów.

<sup>6</sup> Źródło: Schemat stworzony w narzędziu Fritzing; dostęp 11.06.2024.

# PROGRAM PARTNERSKI

— GRUPY 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>

GRUPA  
**Helion**

# Internet rzeczy w Twoich rękach. Poznaj mikrokontrolery o olbrzymich możliwościach

Witaj w Internecie rzeczy! Tutaj możliwości ogranicza jedynie Twoja wyobraźnia — a także to, czy potrafisz sprawnie się poruszać po świecie, którym rządzą mikrokontrolery. Dzisiejsze rozwiązania stosowane w modelach IoT stanowią klucz do zrozumienia i kształtowania przyszłości. Stosowane w nich układy ESP8266 i ESP32 wyróżniają się wszechstronnością, niskim kosztem i potężną mocą obliczeniową. To czyni je idealnym narzędziem dla entuzjastów, hobbystów i profesjonalistów pragnących testować swoje pomysły w praktyce.

Ten poradnik wprowadzi Cię w zagadnienia związane z układami ESP stosowanymi w IoT. Seria inspirujących projektów pozwoli Ci zgłębić się w świat programowania, łączenia interfejsów z urządzeniami, zbierania danych i tworzenia inteligentnych urządzeń. Zaczyniesz od absolutnych podstaw, by następnie przejść do bardziej zaawansowanych technik i strategii projektowania:

- **Poznasz mikroprocesory ESP**
- **Zrozumiesz, jakie mają możliwości**
- **Przygotujesz się do programowania w świecie Internetu rzeczy**
- **Nauczysz się budować urządzenia IoT — od prostych czujników po skomplikowane systemy monitorowania jakości powietrza**

## Andrzej Gromczyński

Pasjonat elektroniki, programowania systemów wbudowanych, metod numerycznych i sztucznej inteligencji. Przez wiele lat, zarówno w pracy, jak i w ramach hobby, skupiał się na elektronice i programowaniu mikrokontrolerów. Zawodowo zajmuje się serwisem urządzeń elektronicznych, automatyką przemysłową, tworzeniem nowych urządzeń elektronicznych i renowacją zabytkowych urządzeń pomiarowych. Prowadzi forum dla amatorów i pasjonatów elektroniki i programowania — [forum.iothar-team.pl](http://forum.iothar-team.pl). W świecie internetowych entuzjastów elektroniki znany jako SunRiver, jest aktywnym uczestnikiem wielu forów internetowych poświęconych szeroko rozumianej elektronice.

	<b>KOD KORZYŚCI</b> Sięgnij po więcej! ▶ 
 <a href="http://helion.pl">helion.pl</a>	ISBN 978-83-289-1433-9
 <b>HELION S.A.</b> ul. Kościuszki 1c 44-100 Gliwice tel.: 32 230 98 63 <a href="mailto:helion@helion.pl">helion@helion.pl</a>	 9 788328 914339
Cena: 49,90 zł	

