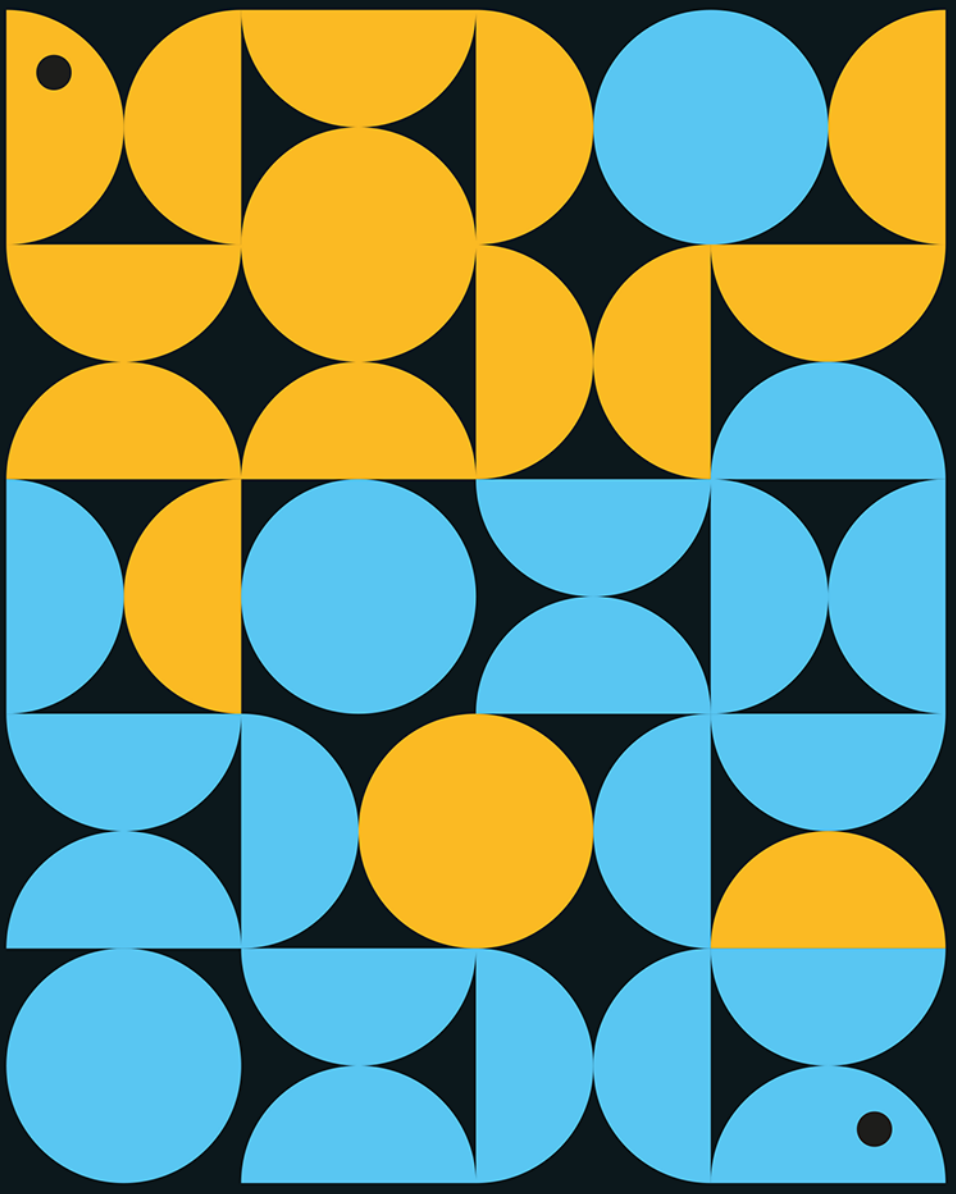
Jakub Walczak

ELEMENTY INŻYNIERII OPROGRAMOWANIA W PYTHONIE



Helion

Redaktor prowadzący: Małgorzata Kulik

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

Materiały graficzne na okładce zostały wykorzystane za zgodą Shutterstock.

Helion S.A.
ul. Kościuszki 1c, 44-100 Gliwice
tel. 32 230 98 63
e-mail: *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/iopyth
Możesz tam wpisać swoje uwagi, spostrzeżenia, recenzję.

ISBN: 978-83-283-9446-9

Printed in Poland.

Spis treści

Rozdział 5.

Dekoratory

Przyszła pora, żeby omówić **dekoratory**. Są to charakterystyczne elementy wspierające tzw. metaprogramowanie w Pythonie. Ale żeby dobrze zrozumieć, jak działają, musimy zacząć od wprowadzenia funkcji zagnieżdżonych oraz mechanizmu domknięcia (ang. *closure*).

5.1. Funkcje zagnieżdżone i zmienne nielokalne

Funkcja zagnieżdżona to nic innego jak funkcja umieszczona wewnątrz innej funkcji (listing 5.1).

Listing 5.1. Funkcja zagnieżdżona w innej funkcji

```
# definicja funkcji zewnętrznej
def make_bold(text):
    # definicja funkcji zagnieżdżonej
    def print_text():
        print(f"<b>{text}</b>")
    print_text()
```

Ale to jest chyba dość jasne. Nazwa mówi sama za siebie — funkcja zagnieżdżona. Dla nas ważniejsza jest jednak kwestia widoczności poszczególnych zmiennych.

Jeżeli wykonasz powyższą funkcję, zobaczysz, że spowoduje ona wyświetlenie tekstu między znacznikami `<b>...</b>` (listing 5.2).

Listing 5.2. Wykonanie funkcji zagnieżdżonej

```
>>> make_bold("some text")
<b>some text</b>
```

Zatem zmienna `text`, która stanowi argument funkcji zewnętrznej, jest również widoczna w bloku funkcji zagnieżdżonej. Zmienna `text` jest więc dla funkcji `print_text()` zmienną **nielokalną**.

A co się stanie, jeżeli wewnątrz funkcji zagnieżdżonej zdefiniujemy zmienną o takiej samej nazwie? Zmienna nielokalna zostanie **przesłonięta** przez zmienną lokalną, czyli zmienna `text` zostanie zdefiniowana w lokalnej przestrzeni nazw [48]. Poniżej znajdziesz przykład takiego przesłonięcia (listing 5.3).

Listing 5.3. Przesłonięcie zmiennej nielokalnej przez zmienną lokalną

```
1 def make_bold(text):
2     def print_text():
3         text = "inner function call"
4         print(text)
5     print_text()
6 make_bold("outer function call") # OUT: inner function call
```

🏴 Zmienne nielokalne w funkcjach zagnieżdżonych mają charakter **tylko do odczytu**! Jeżeli chcesz je modyfikować, konieczna jest deklaracja zmiennej w bloku lokalnym z użyciem słowa `nonlocal` [49]. Patrz: podrozdział 3.1.3.

5.2. Domknięcie funkcji

Domknięcie (ang. *closure*) jest mechanizmem wykorzystującym funkcje zagnieżdżone i zmienne nielokalne. Zmienne w Pythonie charakteryzują się tym, że gdy nie są już potrzebne, np. po wyjściu z bloku funkcji, tracimy do nich dostęp i zostają one usunięte z pamięci (listing 5.4).

Listing 5.4. Przykład zmiennych nielokalnych usuwanych z pamięci po wyjściu z bloku funkcji zewnętrznej

```
1 def make_bold(text):
2     tag_start = "<b>"
3     tag_end = "</b>"
4     def print_text():
5         print(f"{tag_start}{text}{tag_end}")
6     print_text()
```

W powyższym przykładzie tracimy zmienne zdefiniowane w linijkach 2. oraz 3. zaraz po wyjściu z bloku funkcji zewnętrznej. Inaczej jest z domknięciami! Pozwalają one „zapamiętać” zmienne lokalne i nielokalne nawet po wyjściu z danego bloku kodu. A jak zdefiniować domknięcie? Wystarczy, że funkcja zewnętrzna będzie zwracała funkcję zagnieżdżoną (referencję do niej) bez jej wykonywania.

Spójrz na następujący wycinek kodu (listing 5.5).

Listing 5.5. Zmienne nielokalne przechowywane w ramach funkcji domknięcia

```
1 def wrap_text(tag):
2     tag_start = f"<{tag}>"
3     tag_end = f"</{tag}>"
4     def print_text(text):
5         print(f"{tag_start}{text}{tag_end}")
6     return print_text
```

Jak widzisz, w linijce 6. zwracana jest funkcja, a nie rezultat jej wykonywania (nie ma nawiasów). Dzięki temu wyrażenie `wrap_text()` zwróci nam funkcję `print_text()`, która uwzględnia zmienne nielokalne `tag_start` oraz `tag_end`.

Teraz możemy w prosty sposób stworzyć kolekcję funkcji dla różnych tagów (listing 5.6).

Listing 5.6. Parametryzowanie funkcji poprzez wykorzystanie domknięcia

```
1 make_bold = wrap_text("b")
2 make_italic = wrap_text("i")
3 make_underscore = wrap_text("u")
```

W ten sposób otrzymaliśmy trzy funkcje. Każda z nich przyjmuje jeden parametr — `text`. Wynika to z tego, że to właśnie funkcja `print_text()` przyjmująca ten argument jest obiektem zwróconym przez funkcję zewnętrzną — `wrap_text()`. Sprawdźmy teraz skuteczność działania naszego domknięcia (listing 5.7).

Listing 5.7. Wykonanie sparametryzowanej funkcji domknięcia

```
>>> make_bold("some text")
<b>some text</b>
```

> 🏴 Pamiętaj, że domknięcia są leniwie ewaluowane (ang. *lazy evaluated*), tzn. nie są wykonywane, póki nie zostaną jawnie wywołane w kodzie. W związku z tym ewentualne błędy mogą nie być widoczne w momencie definiowania.

Ale nasze domknięcie możemy napisać lepiej! To znaczy: w sposób, który pozwoli nam łączyć kilka operacji naraz. Wystarczy, że linijkę 5. domknięcia (listing 5.5) zastąpimy poleceniem zwracającym ciąg tekstowy (listing 5.8).

Listing 5.8. Alternatywna implementacja domknięcia zwracająca ciąg znaków

```
def wrap_text(tag):
    tag_start = f"<{tag}>"
    tag_end = f"</{tag}>"
    def get_text(text):
        return f"{tag_start}{text}{tag_end}"
    return get_text
```

Teraz złożenie[22] kilku operacji (listing 5.9) będzie działało poprawnie. Musimy tylko redefiniować nasze sparametryzowane domknięcia z listingu 5.6.

Listing 5.9. Złożenie funkcji domknięć

```
>>> print(make_italic(make_bold(text="some_text")))
<i><b>some_text</b></i>
```

5.3. Dekoratory nieparametryczne

No dobrze, teraz już chyba nic nie stoi na przeszkodzie, abyśmy omówili dekoratory.

> Zgodnie z formalną definicją można powiedzieć, że **dekorator** jest funkcją wyższego rzędu, która przyjmuje funkcję jako argument i zwraca również funkcję [18]. Udekorowana funkcja ma taką samą nazwę co funkcja oryginalna — przed udekorowaniem.

Nie jest to więc nic innego jak omówione wcześniej **domknięcie** funkcji wraz z podmianą nazw. Dekoratory wykorzystywane są w formie adnotacji umieszczanej nad funkcją lub metodą.

Wróćmy na chwilę do przykładu z listingu 4.16 zawierającego metodę klasową z pakietu *scikit-learn*. Użyty został tam dekorator `@classmethod` umieszczony nad metodą `compute`. Z uwagi na fakt, że dekorator jest po prostu domknięciem z podmianą nazw, możemy zapisać wcześniejszą definicję w alternatywny (choć mniej przyjazny) sposób (listing 5.10).

[22] Złożenie funkcji w sensie matematycznym, tj. $f_1 \circ f_2 \circ f_3 \circ \ldots$

Listing 5.10. Przekształcenie metody w metodę klasową z użyciem dekoratora (po lewej) oraz jawnego przekształcenia (po prawej)

```
...
@classmethod
def compute(
    cls,
    X,
    Y,
    k,
    metric="euclidean",
    chunk_size=None,
    metric_kwargs=None,
    strategy=None,
    return_distance=False,
):
    ...
```

```
...

def compute(
    cls,
    X,
    Y,
    k,
    metric="euclidean",
    chunk_size=None,
    metric_kwargs=None,
    strategy=None,
    return_distance=False,
):
    ...

compute = classmethod(compute)
```

Jak widzisz, dekoratory są stosowane dla wygody i zwiększenia czytelności kodu, czyli jako element tzw. lukru składniowego (ang. *syntactic sugar*).

Możemy powiedzieć w skrócie, że **dekorator** to domknięcie z podmianą nazw, zapisane w formacie `@<nazwa_domkniecia>` i umieszczone nad funkcją lub metodą.

Spróbujmy teraz wykorzystać naszą wcześniejszą funkcję zagnieżdżoną `make_bold()` jako dekorator. Wiemy, że dekorator nie tylko zwraca funkcję, ale musi też ją przyjmować. Mógłby więc wyglądać następująco (listing 5.11).

Listing 5.11. Przykładowy dekorator o nazwie `@make_bold`

```
1 def make_bold(func):
2     def get_text(*args, **kwargs):
3         return f"<b>{func(*args, **kwargs)}</b>"
4     return get_text
```

Linijka 1. to nagłówek funkcji zewnętrznej — nazwa naszego dekoratora. Aktualnie funkcja zewnętrzna ma tylko jeden parametr, którym jest dekorowana funkcja. Linijka 2. to nagłówek funkcji zagnieżdżonej. Przyjmuje ona dowolną liczbę argumentów pozycyjnych i nazwanych[23] (nie wiemy, jaka funkcja będzie dekorowana, jakie przyjmuje ona parametry ani w jaki sposób będzie wywołana). W linijce 3. wykonujemy przekazaną funkcję i zwracamy ciąg tekstowy otoczony tagami pogrubienia HTML.

[23] W tym przykładzie `*args` symbolizuje listę argumentów pozycyjnych, zaś `**kwargs` — argumentów nazwanych. Oczywiście ich nazwy mogą być dowolne — kluczowe jest użycie pojedynczej lub podwójnej gwiazdki.

Takim dekoratorem możemy ozdobić np. funkcję zwracającą tytuł jakiegoś utworu w taki sposób, by był on pogrubiony (listing 5.12).

Listing 5.12. Użycie funkcjonalności `make_bold` jako dekoratora (po lewej) oraz jako jawnego przekształcenia funkcji (po prawej)

```
@make_bold
def get_title():
    # np. pobranie z bazy danych
    return "Władca Pierścieni"
```

```
def get_title():
    # np. pobranie z bazy danych
    return "Władca Pierścieni"

get_title = make_bold(get_title)
```

Zobaczmy, jaki będzie rezultat wykonania funkcji `get_title()` (listing 5.13).

Listing 5.13. Wykonanie złożenia funkcji

```
>>> print(get_title())
<b>Władca Pierścieni</b>
```

5.4. Dekoratory parametryczne

Dekorator może również przyjmować argumenty, czyli może być parametryczny. Załóżmy, że chcemy użyć naszego wcześniejszego domknięcia funkcji o nazwie `wrap_text()`, by móc skorzystać z dekoratora w takiej formie (listing 5.14):

Listing 5.14. Użycie parametrycznego dekoratora `@wrap_text`

```
@wrap_text("b")
def get_title():
    # np. pobranie z bazy danych
    return "Władca Pierścieni"
# lub
@wrap_text("u")
def get_title():
    # np. pobranie z bazy danych
    return "Władca Pierścieni"
```

Być może Twój pierwszy pomysł na implementację wyglądałby następująco (listing 5.15).

Listing 5.15. Błędna implementacja dekoratora parametrycznego

```
def wrap_text(func, tag):
    def get_text(*args, **kwargs):
```

```
3           return f"<{tag}>{func(*args, **kwargs)}</{tag}>"
4       return get_text
```

Ale uważaj! W przypadku powyższej implementacji (listing 5.15) próba wykonania udekorowanej funkcji (listing 5.14) zakończy się wyświetleniem informacji o błędzie typu `TypeError`[24]. Dlaczego? Ponieważ taki dekorator wymaga następującego zapisu:

```
get_title = wrap_text(get_title, "b")
```

podczas gdy poprawny parametryczny dekorator ma taką alternatywną formę:

```
get_title = wrap_text("b")(get_title)
```

Czy widzisz różnicę? Zamiast funkcji dwuargumentowej mamy tu dwa wywołania jednoargumentowe. Jak możemy to zrealizować? Odpowiedź brzmi: używając kolejnego zagnieżdżenia funkcji! Tak, to może być trochę przytłaczające i na pierwszy rzut oka — nieintuicyjne, ale mam nadzieję, że zaraz wszystko się wyjaśni. Poprawmy teraz zapis naszego parametrycznego dekoratora, żeby wyglądał tak jak na listingu 5.16.

Listing 5.16. Poprawna implementacja dekoratora `@wrap_text`

```
1  def wrap_text(tag):
2      def inner(func):
3          def get_text(*args, **kwargs):
4              return f"<{tag}>{func(*args, **kwargs)}</{tag}>"
5          return get_text
6      return inner
```

Przeanalizujmy powyższy kod. Linijka 1. to nagłówek naszego dekoratora. Wskazaliśmy taką nazwę, jakiej chcemy użyć do dekorowania. Funkcja zewnętrzna zwraca obiekt funkcji zagnieżdżonej — `inner()`. Funkcja zagnieżdżona (linijka 2.) przyjmuje jako parametr funkcję, która będzie dekorowana, i zwraca obiekt funkcji zagnieżdżonej głębiej — `get_text()`. Ta najbardziej wewnętrzna funkcja korzysta ze zmiennych nielokalnych zarówno funkcji `inner()`, jak i funkcji zewnętrznej. Zauważ, że na listingu 5.14 w linijkach 1. oraz 6. mamy **wykonanie** funkcji `wrap_header()` (widoczne są nawiasy i argumenty w nich przekazane)!

5.5. Atrybuty specjalne funkcji dekorowanych

Może to być dla Ciebie kolejne zaskoczenie, ale funkcje w Pythonie to również obiekty. W zasadzie w Pythonie wszystko jest obiektem — nie tylko instancja klasy, ale rów-

[24] `TypeError: wrap_text() missing 1 required positional argument: 'func'`.

nież klasy jako takie (patrz: podrozdział Metaklasy), funkcje czy typy wbudowane (listing 5.17). Wynika to z implementacji języka.

Listing 5.17. Weryfikacja typów w Pythonie w kontekście obiektowości

```
>>> assert isinstance(None, object)
>>> assert isinstance(RuntimeError, object)
>>> assert isinstance(int, object)
>>> assert isinstance(str, object)
>>> class A: pass
>>> assert isinstance(A, object)
>>> assert isinstance(A(), object)
>>> def add(x,y):...
>>> assert isinstance(add, object)
```

W związku z tym funkcje, klasy, pakiety, typy wbudowane — wszystkie te elementy mają pewne charakterystyczne atrybuty, czyli swego rodzaju metadane. O niektórych z nich wspomnieliśmy już wcześniej przy omawianiu modułów w podrozdziale Moduły. Dla funkcji są to atrybuty: `__name__`, `__module__`, `__qualname__`, `__doc__`, `__annotations__` oraz `__dict__`. Większość z nich już znasz. Atrybut `__name__` przechowuje nazwę funkcji, `__module__` — moduł, w którym funkcja jest zdefiniowana, `__qualname__` — nazwę kwalifikowaną funkcji, `__doc__` zaś — jej dokumentację (*docstring*). Pozostałymi dwoma nie będziemy się na razie zajmować.

Dlaczego o tym mówię w kontekście dekoratorów? Ponieważ z wcześniejszymi implementacjami wiąże się ten problem, że wszystkie wspomniane atrybuty specjalne są **nadpisywane**. Oznacza to, że np. nazwa funkcji (przechowywana w atrybucie `__name__`) zostaje zmieniona na nazwę funkcji zagnieżdżonej — `get_text()` zamiast `get_title()` — co zazwyczaj nie jest pożądanym zachowaniem. Podobnie dzieje się w przypadku innych atrybutów specjalnych. I choć na pierwszy rzut oka nie jest to duży problem, może to prowadzić do sporych komplikacji. W kolejnych listingach znajdziesz dwa alternatywne rozwiązania tego problemu. Pierwsze, chyba dość oczywiste rozwiązanie to ponowne nadpisanie atrybutów (listing 5.18).

Listing 5.18. Ręczne nadpisywanie atrybutów funkcji

```
1 def wrap_text(tag):
2     def inner(func):
3         def get_text(*args, **kwargs):
4             return f"<{tag}>{func(*args, **kwargs)}</{tag}>"
5         print_text.__name__ = func.__name__
6         print_text.__doc__ = func.__doc__
7         # analogicznie nadpisuje się inne atrybuty
8         return get_text
9     return inner
```

Alternatywnym i zdecydowanie wygodniejszym sposobem jest skorzystanie z tzw. fabryki dekoratorów [50] będącej częścią biblioteki standardowej Pythona. Ona nadpisze te atrybuty za nas (listing 5.19).

Listing 5.19. Wykorzystanie dekoratora `@wraps` w celu zdefiniowania własnego dekoratora

```
1  from functools import wraps
2
3
4  def wrap_text(tag):
5      def inner(func):
6          @wraps(func)
7          def get_text(*args, **kwargs):
8              return f"<{tag}>{func(*args, **kwargs)}</{tag}>"
9
10         return get_text
11     return inner
```

Jak zapewne widzisz, różnica mieści się w linijce 6. Tak, to nie jest pomyłka. Używamy innego dekoratora, żeby zbudować nasz własny.

★ Dekoratory to funkcje, więc tak jak funkcje mogą być składane:

```
@wrap_text("u")
@wrap_text("b")
def get_title():
    ...
```

co jest równoznaczne z zapisem:

```
get_title = wrap_text("u")(wrap_text("b")(get_title))
```

Teraz bez problemu jesteś w stanie:

1. definiować funkcje nielokalne,
2. wykorzystywać mechanizm zmiennych nielokalnych,
3. definiować dekoratory nieparametryczne i parametryczne,
4. definiować dekoratory z wykorzystaniem fabryki dekoratorów,
5. skutecznie wykorzystywać dekoratory.

Skorowidz

Zdobądź ostrogi programisty w Pythonie!

Python jest językiem, którego powszechnie używa się w wielu obszarach: od programowania gier, przez aplikacje webowe, po systemy analizy danych. Nic więc dziwnego, że cieszy się ogromną popularnością i jest dodatkowo wspierany przez liczną społeczność programistów, projektantów i sympatyków, którzy go rozwijają i rozszerzają.

Do grona osób aktywnie korzystających z tego języka z pewnością należy Jakub Walczak, który w książce poświęconej Pythonowi i inżynierii oprogramowania wprowadza do jego ekosystemu. Dzięki jej lekturze czytelnicy poznają ideę środowisk wirtualnych, sposoby interakcji z interpreterem czy zasady podziału projektu na moduły i pakiety. Adepci sztuki programowania znajdą tu wprowadzenie do mechanizmów pakietu pytest, który zdecydowanie ułatwia pisanie i wykonywanie testów jednostkowych. Opanują również takie zagadnienia jak klasy i obiekty, a także zaawansowane aspekty programowania obiektowego, w tym metaklasy, dziedziczenie i emulowanie szczególnych zachowań obiektów.

Autor zadbał o klarowną strukturę podręcznika, który składa się z dwunastu uporządkowanych rozdziałów. Zawarta w nich treść została uzupełniona dodatkowymi wyjaśnieniami, wskazówkami i podsumowaniami, co ułatwia przyswojenie omawianego materiału.

- **Organizacja środowiska pracy**
- **Organizacja projektu**
- **Wstęp do programowania zorientowanego obiektowo**
- **Deskryptory**
- **Dziedziczenie**
- **Mechanizm obsługi wyjątków**
- **Metody specjalne klas**
- **Dekoratory**
- **Serializacja i deserializacja**
- **Testy jednostkowe z użyciem biblioteki pytest**
- **Wytyczne dotyczące stylu**

Python od A do Z!

Jakub Walczak — rocznik 1994, w grudniu 2022 obronił doktorat z informatyki technicznej i telekomunikacji, od 2019 roku asystent w grupie pracowników badawczo-dydaktycznych na Politechnice Łódzkiej i deweloper oprogramowania naukowego w CMCC Foundation. Od kilku lat entuzjasta Pythona, aktywnie zgłębiający jego tajniki zarówno w pracy zawodowej, jak i poza nią. Miłośnik podróży, kultury hiszpańskiej i słodyczy. W wolnych chwilach mól książkowy i amator sportów. Ciągły poszukiwacz nowych wyzwań, z których ostatnim było przygotowanie tego podręcznika.

Helion

helion.pl

HELION SA
ul. Kościuszki 1c
44-100 Gliwice
tel.: 32 230 98 63
helion@helion.pl

KOD KORZYŚCI
Sięgnij po więcej!

ISBN 978-83-283-9446-9

9 788328 394469

Cena: 49,00 zł