

# Nauka KUBERNETESA W MIESIĄC



## ELTON STONEMAN

Tytuł oryginału: Learn Kubernetes in a Month of Lunches

Tłumaczenie: Lech Lachowski

ISBN: 978-83-283-7910-7

Original edition copyright © 2021 by Manning Publications Co.  
All rights reserved.

Polish edition copyright © 2022 by Helion S.A.  
All rights reserved.

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 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.

Helion S.A.

ul. Kościuszki 1c, 44-100 Gliwice

tel. 32 231 22 19, 32 230 98 63

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

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

Pliki z przykładami omawianymi w książce można znaleźć pod adresem:

<https://ftp.helion.pl/przyklady/kubnwm.zip>

Drogi Czytelniku!

Jeżeli chcesz ocenić tę książkę, zajrzyj pod adres

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

Możesz tam wpisać swoje uwagi, spostrzeżenia, recenzję.

Printed in Poland.

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

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

# Spis treści

<i>Wstęp</i>	11
<i>Podziękowania</i>	12
<i>O książce</i>	13

## **TYDZIEŃ I. SZYBKA DROGA DO OPANOWANIA KUBERNETESA ..... 19**

<b>1.</b>	<i>Zanim zaczniesz</i>	21
1.1.	Jak działa Kubernetes?	22
1.2.	Czy ta książka jest dla Ciebie?	26
1.3.	Tworzenie środowiska laboratoryjnego	27
1.4.	Natychmiastowa efektywność	33
<b>2.</b>	<i>Uruchamianie kontenerów w Kubernetesie za pomocą kapsuł i wdrożeń</i>	34
2.1.	Jak Kubernetes uruchamia kontenery i zarządza nimi?	35
2.2.	Uruchamianie kapsuł za pomocą kontrolerów	41
2.3.	Definiowanie wdrożeń w manifestach aplikacji	48
2.4.	Praca z aplikacjami działającymi w kapsułach	52
2.5.	Zarządzanie zasobami przez Kubernetes	56
2.6.	Laboratorium	59
<b>3.</b>	<i>Łączenie kapsuł przez sieć za pomocą usług</i>	60
3.1.	Jak Kubernetes routuje ruch sieciowy?	61
3.2.	Routowanie ruchu między kapsułami	65
3.3.	Routowanie do kapsuł ruchu zewnętrznego	70
3.4.	Routowanie ruchu poza Kubernetes	75
3.5.	Jak działa rozwiązywanie usług w Kubernetesie?	81
3.6.	Laboratorium	86
<b>4.</b>	<i>Konfigurowanie aplikacji za pomocą obiektów ConfigMap i Secret</i>	87
4.1.	Jak Kubernetes dostarcza konfigurację do aplikacji?	88
4.2.	Zapisywanie plików konfiguracyjnych w obiektach ConfigMap oraz ich używanie	93

- 4.3. Udostępnianie danych konfiguracyjnych z obiektów ConfigMap 98
- 4.4. Konfigurowanie poufnych danych za pomocą obiektów Secret 106
- 4.5. Zarządzanie konfiguracją aplikacji w Kubernetesie 113
- 4.6. Laboratorium 115
- 5. *Przechowywanie danych przy użyciu woluminów, punktów montowania i żądań 117*
  - 5.1. Jak Kubernetes buduje system plików kontenera? 118
  - 5.2. Przechowywanie danych na węźle za pomocą woluminów i punktów montowania 123
  - 5.3. Użycie woluminów trwałych oraz żądań do przechowywania danych dla całego klastra 131
  - 5.4. Dynamiczna alokacja woluminów i klasy pamięci masowej 141
  - 5.5. Opcje wyboru pamięci masowej w Kubernetesie 147
  - 5.6. Laboratorium 148
- 6. *Używanie kontrolerów do skalowania aplikacji w celu rozproszenia ich na wiele kapsuł 149*
  - 6.1. Jak Kubernetes uruchamia skalowalne aplikacje? 150
  - 6.2. Używanie wdrożeń i zbiorów replik do skalowania pod kątem obciążenia 156
  - 6.3. Używanie kontrolerów DaemonSet do skalowania pod kątem zapewniania wysokiej dostępności 165
  - 6.4. Własność obiektów w Kubernetesie 171
  - 6.5. Laboratorium 174

## **TYDZIEŃ II. KUBERNETES W PRAWDZIWYM ŚWIECIE ..... 175**

- 7. *Rozszerzanie aplikacji o wielokontenerowe kapsuły 177*
  - 7.1. Jak kontenery komunikują się w kapsule? 178
  - 7.2. Konfigurowanie aplikacji za pomocą kontenerów inicjujących 184
  - 7.3. Zapewnianie spójności za pomocą kontenerów adapterów 191
  - 7.4. Tworzenie warstwy abstrakcji połączeń za pomocą kontenerów ambasadorów 195
  - 7.5. Środowisko kapsuły 199
  - 7.6. Laboratorium 204

8. *Wykorzystywanie kontrolerów StatefulSet i Job do uruchamiania aplikacji operujących na dużych ilościach danych* 205
  - 8.1. Jak Kubernetes modeluje stabilność za pomocą kontrolerów StatefulSet 206
  - 8.2. Używanie kontenerów inicjujących do ładowania kapsuł w zbiorach stanowych 210
  - 8.3. Żądanie pamięci masowej za pomocą szablonów PVC 216
  - 8.4. Uruchamianie zadań konserwacyjnych za pomocą kontrolerów Job i CronJob 222
  - 8.5. Wybór platformy dla aplikacji stanowych 229
  - 8.6. Laboratorium 231
9. *Zarządzanie wydawaniem nowych wersji aplikacji za pomocą rolloutów i rollbacków* 233
  - 9.1. Jak Kubernetes zarządza rolloutami? 234
  - 9.2. Aktualizowanie wdrożeń za pomocą rolloutów i rollbacków 237
  - 9.3. Konfigurowanie dla wdrożeń aktualizacji kroczących 245
  - 9.4. Aktualizacje kroczące w zbiorach demonów i zbiorach stanowych 254
  - 9.5. Strategie wydawania nowych wersji 259
  - 9.6. Laboratorium 261
10. *Pakowanie aplikacji i zarządzanie nimi za pomocą menedżera pakietów Helm* 263
  - 10.1. Jakie funkcjonalności Helm dodaje do Kubernetesa? 264
  - 10.2. Pakowanie własnych aplikacji za pomocą menedżera pakietów Helm 270
  - 10.3. Modelowanie zależności w wykresach 279
  - 10.4. Wykonywanie uaktualnień i rollbacków wydań Helma 283
  - 10.5. Zastosowania menedżera pakietów Helm 290
  - 10.6. Laboratorium 291
11. *Tworzenie aplikacji – programistyczne przepływy pracy oraz potok CI/CD* 292
  - 11.1. Programistyczny przepływ pracy oparty na Dockerze 293
  - 11.2. Programistyczny przepływ pracy Kubernetesa jako usługi 298
  - 11.3. Izolowanie obciążeń roboczych za pomocą kontekstów i przestrzeni nazw 305
  - 11.4. Ciągłe dostarczanie w Kubernetesie bez Dockera 310

- 11.5. Ocena programistycznych przepływów pracy w Kubernetesie 316
- 11.6. Laboratorium 318

### **TYDZIEŃ III. PRZYGOTOWANIE DO DZIAŁANIA W ŚRODOWISKU PRODUKCYJNYM 321**

- 12. *Konfigurowanie samonaprawiających się aplikacji 323*
  - 12.1. Routowanie ruchu do zdrowych kapsuł przy użyciu sond gotowości 324
  - 12.2. Wykorzystanie sond żywotności do restartowania kapsuł, które uległy awarii 330
  - 12.3. Bezpieczne wdrażanie uaktualnień za pomocą menedżera pakietów Helm 335
  - 12.4. Chronienie aplikacji i węzłów za pomocą limitów zasobów 342
  - 12.5. Ograniczenia samonaprawiających się aplikacji 350
  - 12.6. Laboratorium 351
- 13. *Centralizacja dzienników za pomocą oprogramowania Fluentd i Elasticsearch 352*
  - 13.1. Jak Kubernetes przechowuje wpisy dzienników? 353
  - 13.2. Gromadzenie dzienników z węzłów za pomocą Fluentd 357
  - 13.3. Wysyłanie dzienników do Elasticsearch 364
  - 13.4. Parsowanie i filtrowanie wpisów dzienników 369
  - 13.5. Opcje rejestrowania w Kubernetesie 374
  - 13.6. Laboratorium 376
- 14. *Monitorowanie aplikacji i Kubernetesa za pomocą pakietu narzędziowego Prometheus 377*
  - 14.1. Jak Prometheus monitoruje obciążenia robocze Kubernetesa? 378
  - 14.2. Monitorowanie aplikacji zbudowanych przy użyciu bibliotek klienckich Prometheusa 384
  - 14.3. Monitorowanie zewnętrznych aplikacji przy użyciu eksporterów wskaźników 391
  - 14.4. Monitorowanie kontenerów i obiektów Kubernetesa 397
  - 14.5. Inwestycje w monitorowanie 402
  - 14.6. Laboratorium 404

15. *Zarządzanie ruchem przychodzącym za pomocą obiektu Ingress* 405
- 15.1. W jaki sposób Kubernetes routuje ruch za pomocą obiektu Ingress? 406
  - 15.2. Routing ruchu HTTP za pomocą reguł obiektu Ingress 411
  - 15.3. Porównanie kontrolerów ruchu przychodzącego 418
  - 15.4. Używanie obiektu Ingress do zabezpieczania aplikacji za pomocą protokołu HTTPS 428
  - 15.5. Obiekt Ingress i kontrolery ruchu przychodzącego 433
  - 15.6. Laboratorium 434
16. *Zabezpieczanie aplikacji za pomocą reguł, kontekstów i sterowania dostępem* 436
- 16.1. Zabezpieczanie komunikacji za pomocą reguł sieciowych 437
  - 16.2. Ograniczanie możliwości kontenerów za pomocą kontekstów bezpieczeństwa 445
  - 16.3. Blokowanie i modyfikowanie obciążeń roboczych za pomocą zaczepów sieciowych 451
  - 16.4. Sterowanie dostępem za pomocą silnika Open Policy Agent 458
  - 16.5. Kwestie bezpieczeństwa w Kubernetesie 466
  - 16.6. Laboratorium 467

## **TYDZIEŃ IV. CZYSTY KUBERNETES W PRAKTYCE..... 469**

17. *Zabezpieczanie zasobów za pomocą kontroli dostępu opartej na rolach* 471
- 17.1. Jak Kubernetes zabezpiecza dostęp do zasobów? 472
  - 17.2. Zabezpieczanie dostępu do zasobów wewnątrz klastra 479
  - 17.3. Wiązanie ról z grupami użytkowników i kont usług 488
  - 17.4. Wykrywanie i kontrolowanie uprawnień za pomocą wtyczek 496
  - 17.5. Planowanie strategii RBAC 500
  - 17.6. Laboratorium 501
18. *Wdrażanie Kubernetesa: klastry wielowęzłowe i wieloarchitekturowe* 503
- 18.1. Co się znajduje w klastrze Kubernetesa? 504
  - 18.2. Inicjowanie płaszczyzny sterowania 508
  - 18.3. Dodawanie węzłów i uruchamianie obciążeń roboczych na węzłach linuxowych 512
  - 18.4. Dodawanie węzłów Windowsa i uruchamianie hybrydowych obciążeń roboczych 520

- 18.5. Kubernetes na dużą skalę 529
- 18.6. Laboratorium 530
- 19. *Kontrolowanie rozmieszczania obciążeń roboczych i automatyczne skalowanie 531*
  - 19.1. Jak Kubernetes rozdysponowuje obciążenia robocze? 532
  - 19.2. Zarządzanie rozmieszczaniem kapsuł za pomocą powinowactwa i antypowinowactwa 537
  - 19.3. Kontrolowanie wydajności za pomocą automatycznego skalowania 545
  - 19.4. Ochrona zasobów za pomocą wyłączeń i priorytetów 552
  - 19.5. Mechanizmy zarządzania obciążeniami roboczymi 559
  - 19.6. Laboratorium 561
- 20. *Rozszerzanie Kubernetesa o niestandardowe zasoby i operatory 562*
  - 20.1. Jak rozszerzać Kubernetes za pomocą niestandardowych zasobów? 563
  - 20.2. Wyzwalanie przepływów pracy za pomocą niestandardowych kontrolerów 567
  - 20.3. Zarządzanie zewnętrznymi komponentami przy użyciu operatorów 575
  - 20.4. Budowanie operatorów dla własnych aplikacji 584
  - 20.5. Kiedy rozszerzać Kubernetes? 591
  - 20.6. Laboratorium 592
- 21. *Uruchamianie w Kubernetesie funkcji bezserwerowych 594*
  - 21.1. Jak działają platformy bezserwerowe w Kubernetesie? 595
  - 21.2. Wywoływanie funkcji za pomocą żądań HTTP 601
  - 21.3. Wywoływanie funkcji za pomocą zdarzeń i harmonogramów 606
  - 21.4. Tworzenie warstwy abstrakcji dla funkcji bezserwerowych przy użyciu projektu Serverless 613
  - 21.5. Kiedy stosować funkcje bezserwerowe? 620
  - 21.6. Laboratorium 621
- 22. *Nauka nigdy się nie kończy 623*
  - 22.1. Dalsza lektura dla poszczególnych rozdziałów 623
  - 22.2. Wybór platformy Kubernetesa 627
  - 22.3. Jak jest zbudowany Kubernetes? 629
  - 22.4. Dołączanie do społeczności 630



# Przechowywanie danych przy użyciu woluminów, punktów montowania i żądań

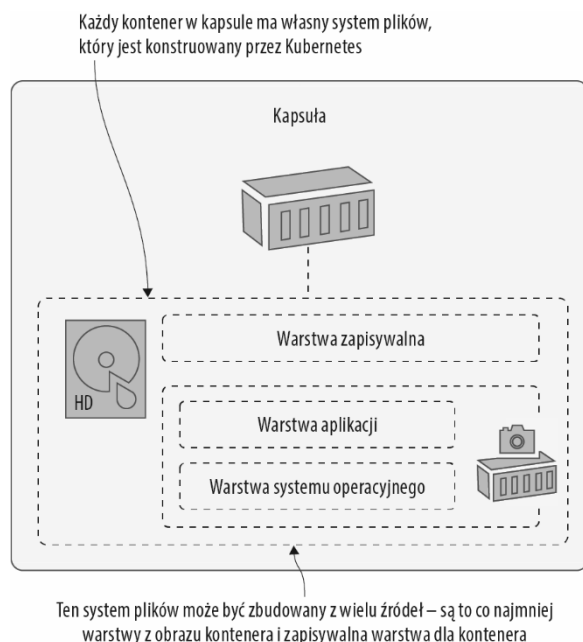
Dostęp do danych w środowisku klastrowym jest trudny. Przenoszenie obliczeń to łatwa część — API Kubernetesa jest w stałym kontakcie z węzłami, a gdy węzeł przestanie odpowiadać, Kubernetes może założyć, że jest on offline, i rozpocząć zastępowanie wszystkich jego kapsuł na innych węzłach. Jeśli jednak aplikacja w jednej z tych kapsuł przechowywała dane na węźle, wówczas kapsuła zastępcza nie będzie miała dostępu do tych danych, gdy zostanie uruchomiona na innym węźle, i byłoby rozczarowujące, gdyby te dane zawierały duże zamówienie, którego klient nie ukończył. Aby kapsuły miały dostęp do tych samych danych z dowolnego węzła, potrzebujesz pamięci masowej obejmującej cały klaster.

Kubernetes nie ma wbudowanej pamięci masowej dla całego klastra, ponieważ nie ma jednego rozwiązania, które działałoby w każdym scenariuszu. Aplikacje mają różne wymagania dotyczące pamięci masowej, a poszczególne platformy, na których można uruchomić Kubernetes, mają odmienne możliwości przechowywania. Dane zawsze wymagają równowagi między szybkością dostępu a trwałością, a Kubernetes obsługuje to poprzez umożliwienie definiowania różnych klas pamięci masowej zapewnianej przez klaster oraz żądania określonej

klasy pamięci dla aplikacji. W tym rozdziale dowiesz się, jak pracować z różnymi typami pamięci masowej i w jaki sposób Kubernetes tworzy warstwę abstrakcji dla szczegółów implementacji pamięci masowej.

## 5.1. Jak Kubernetes buduje system plików kontenera?

Kontenery w kapsułach mają system plików skonstruowany przez Kubernetes przy użyciu wielu źródeł. Obraz kontenera zapewnia początkową zawartość systemu plików, a każdy kontener ma warstwę zapisywalnej pamięci masowej, której używa do zapisywania nowych plików lub aktualizowania dowolnych plików z obrazu. (Obrazy Dockera są tylko do odczytu, więc gdy kontener aktualizuje plik na podstawie obrazu, w rzeczywistości aktualizuje kopię pliku we własnej zapisywalnej warstwie). Na rysunku 5.1 pokazałem, jak to wygląda wewnątrz kapsuły.



**Rysunek 5.1.** Kontenery nie są świadome tego, że ich system plików jest konstrukcją wirtualną zbudowaną przez Kubernetes

Aplikacja działająca w kontenerze widzi tylko pojedynczy system plików, do którego ma dostęp z uprawnieniami odczytu i zapisu, a wszystkie szczegóły warstwy są ukryte. Świetnie sprawdza się to przy przenoszeniu aplikacji do Kubernetesa, ponieważ nie trzeba ich zmieniać, aby uruchomić je w kapsułach. Jeśli

jednak Twoje aplikacje zapisują dane, musisz zrozumieć, w jaki sposób wykorzystują pamięć masową, i zaprojektować kapsuły tak, by spełniały ich wymagania. W przeciwnym razie Twoje aplikacje z pozoru będą działały poprawnie, ale narażasz się na utratę danych, gdy wydarzy się coś nieoczekiwanego — np. zrestartowanie kapsuły z nowym kontenerem.

**WYPRÓBUJ** Jeżeli aplikacja w kontenerze ulegnie awarii i kontener zostanie zamknięty, kapsuła uruchomi kontener zastępczy. Nowy kontener rozpocznie działanie z systemem plików z obrazu kontenera i nową warstwą zapisywalną — znikną wszelkie dane zapisane przez poprzedni kontener w warstwie zapisywalnej.

```
# Przełącz się do katalogu ćwiczeń dla tego rozdziału:
cd ch05
```

```
# Wdróż kapsułę sleep:
kubectl apply -f sleep/sleep.yaml
```

```
# Zapisz plik wewnątrz kontenera:
kubectl exec deploy/sleep -- sh -c 'echo ch05 > /file.txt; ls /*.txt'
```

```
# Sprawdź identyfikator kontenera:
kubectl get pod -l app=sleep -o
    jsonpath='{.items[0].status.containerStatuses[0].containerID}'
```

```
# Zamknij wszystkie procesy w tym kontenerze, powodując restart kapsuły:
kubectl exec -it deploy/sleep -- killall5
```

```
# Sprawdź identyfikator kontenera zastępczego:
kubectl get pod -l app=sleep -o
    jsonpath='{.items[0].status.containerStatuses[0].containerID}'
```

```
# Poszukaj zapisanego pliku — nie znajdziesz go tutaj:
kubectl exec deploy/sleep -- ls file.txt
```

Z tego ćwiczenia zapamiętaj dwie istotne rzeczy. Po pierwsze, system plików kontenera kapsuły jest regulowany cyklem życia kontenera, a nie kapsuły; po drugie, gdy w kontekście Kubernetesa mówimy o restarcie kapsuły, w rzeczywistości odnosi się to do kontenera zastępczego. Jeśli Twoje aplikacje beztrudnie zapisują dane w kontenerach, dane te nie są zapisywane na poziomie kapsuły — gdy kapsuła zostanie zrestartowana z nowym kontenerem, wszystkie dane przepadną. Widać to w moich danych wyjściowych, które pokazałem na rysunku 5.2.

Wiesz już, że Kubernetes może budować system plików kontenera na podstawie innych źródeł — w rozdziale 4. udostępnialiśmy obiekty ConfigMap i Secret w katalogach systemu plików. Mechanizm ten polega na zdefiniowaniu na poziomie kapsuły woluminu zapewniającego kolejne źródło pamięci masowej, a następnie zamontowaniu go w systemie plików kontenera w określonej ścieżce. Mapy konfiguracji i sekrety to jednostki pamięci masowej z właściwością tylko do odczytu, ale Kubernetes obsługuje wiele innych typów zapisywalnych woluminów.

Powoduje zapisanie pliku w katalogu głównym kontenera kapsuły      Sprawdzenie identyfikatora kontenera, a następnie zakończenie wszystkich procesów, co powoduje zamknięcie kontenera

```

PS> cd ch05
PS>
PS> kubectl apply -f sleep/sleep.yaml
deployment.apps/sleep created
PS>
PS> kubectl exec deploy/sleep -- sh -c 'echo ch05 > /file.txt; ls /*.txt'
/file.txt
PS>
PS> kubectl get pod -l app=sleep -o jsonpath='{.items[0].status.containerStatuses[0].containerID}'
docker://bd228af0f82798b17d25105090d5d098987fdf5588e1c62fa0ff70be8f27294d
PS>
PS> kubectl exec -it deploy/sleep -- killall15
PS>
PS> kubectl get pod -l app=sleep -o jsonpath='{.items[0].status.containerStatuses[0].containerID}'
docker://851ca5f026ce0a7156fa77b30a6c8f7fba1f4e457dc2cefce7d079976d9a34af
PS>
PS> kubectl exec deploy/sleep -- ls file.txt
ls: file.txt: No such file or directory
command terminated with exit code 1
PS>

```

Plik zapisany w pierwotnym kontenerze nie istnieje w kontenerze zastępczym      Potwierdza, że kapsuła uruchomiła nowy kontener, aby zastąpić ten, który został zamknięty

**Rysunek 5.2.** Warstwa zapisywalna jest regulowana cyklem życia kontenera, a nie kapsuły

Na rysunku 5.3 pokazałem, jak zaprojektować kapsułę używającą woluminu do przechowywania danych, które nie są usuwane po restarcie i mogą być dostępne nawet w całym klastrze.



**Rysunek 5.3.** Wirtualny system plików można zbudować z woluminów, które odwołują się do zewnętrznych elementów pamięci masowej

Woluminy obejmujące całe klastry omówię dalej w rozdziale, ale na razie zacząć od dużo prostszego typu woluminu, który jest nadal przydatny w wielu scenariuszach. W listingu 5.1 pokazałem specyfikację kapsuły korzystającej z typu woluminu o nazwie `EmptyDir`, który jest po prostu pustym katalogiem, ale przechowywanym na poziomie kapsuły, a nie kontenera. Montuje się go jako wolumin w kontenerze, więc jest widoczny jako katalog, ale nie stanowi jednej z warstw obrazu czy kontenera.

#### Listing 5.1. Plik `sleep-with-emptyDir.yaml`; prosta specyfikacja woluminu

```
spec:
  containers:
    - name: sleep
      image: kiamol/ch03-sleep
      volumeMounts:
        - name: data          # Montuje wolumin o nazwie data
          mountPath: /data    # w katalogu /data
  volumes:
    - name: data              # To jest specyfikacja woluminu data
      emptyDir: {}           # typu EmptyDir
```

Pusty katalog brzmi jak najmniej przydatny element pamięci masowej, jaki można sobie wyobrazić, lecz w rzeczywistości ma wiele zastosowań, ponieważ ma taki sam cykl życia jak kapsuła. Wszelkie dane przechowywane w wolumenie `EmptyDir` pozostają w kapsule po restarcie, więc kontenery zastępcze mogą uzyskać dostęp do danych zapisanych przez swoje poprzedniki.

**WYPRÓBUJ** Zaktualizuj wdrożenie `sleep`, korzystając ze specyfikacji z listingu 5.1, dodając wolumin `EmptyDir`. Teraz możesz zapisać dane, zamknąć kontener, a kontener zastępczy będzie mógł odczytać te dane.

```
# Zaktualizuj kapsułę sleep, aby używała woluminu EmptyDir:
kubectl apply -f sleep/sleep-with-emptyDir.yaml
```

```
# Wyświetl listę zawartości punktu montowania woluminu:
kubectl exec deploy/sleep -- ls /data
```

```
# Utwórz plik w pustym katalogu:
kubectl exec deploy/sleep -- sh -c 'echo ch05 > /data/file.txt; ls /data'
```

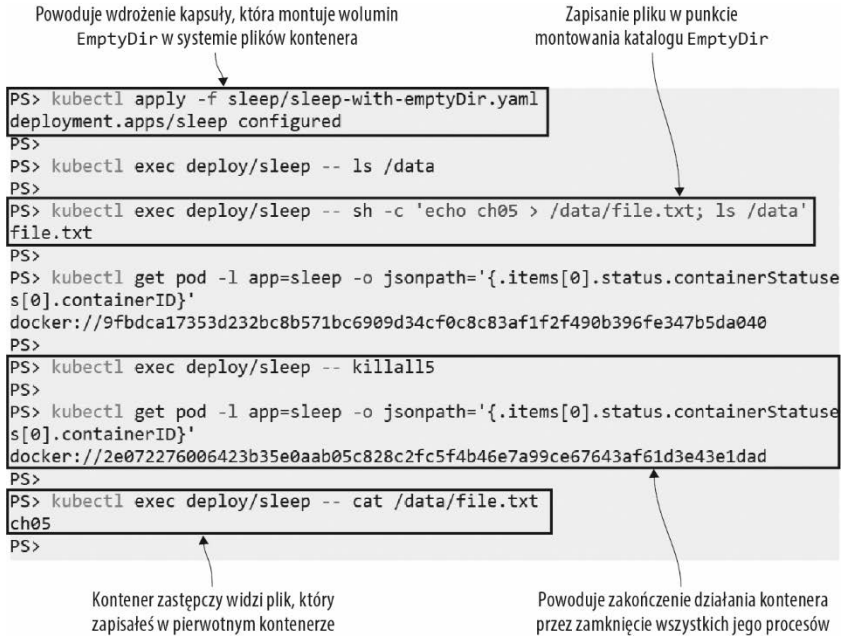
```
# Sprawdź identyfikator kontenera:
kubectl get pod -l app=sleep -o
  jsonpath='{.items[0].status.containerStatuses[0].containerID}'
```

```
# Zamknij procesy kontenera:
kubectl exec deploy/sleep -- killall5
```

```
# Sprawdź identyfikator kontenera zastępczego:
kubectl get pod -l app=sleep -o
  jsonpath='{.items[0].status.containerStatuses[0].containerID}'
```

```
# Wyświetl zawartość pliku zapisanego przez pierwotny kontener:
kubectl exec deploy/sleep -- cat /data/file.txt
```

Swoje dane wyjściowe pokazałem na rysunku 5.4. Kontenery widzą po prostu katalog w systemie plików, ale wskazuje on na jednostkę pamięci masowej, która jest częścią kapsuły.



**Rysunek 5.4.** Coś tak podstawowego jak pusty katalog jest nadal przydatne, ponieważ może on być współużytkowany przez kontenery

Woluminów EmptyDir można używać dla dowolnych aplikacji, które do tymczasowego przechowywania wykorzystują systemy plików. Aplikacja może np. wywołać interfejs API, co zajmuje kilka sekund, a odpowiedź jest ważna przez długi czas. Odpowiedź interfejsu API może zostać zapisana przez aplikację w pliku lokalnym, ponieważ odczyt z dysku jest szybszy niż powtarzanie wywołania interfejsu API. Wolumin EmptyDir jest rozsądnym źródłem lokalnej pamięci podręcznej, gdyż jeśli aplikacja ulegnie awarii, kontener zastępczy nadal będzie miał zbuforowane pliki i odnosił korzyści z przyspieszenia odczytu.

Woluminy EmptyDir współdzielą jedynie cykl życia kapsuły, więc jeśli kapsuła zostanie wymieniona, nowa kapsuła zostanie uruchomiona... z pustym katalogiem. Jeśli chcesz, aby Twoje dane przetrwały restarty kapsuł, możesz zamontować inne typy woluminów, które mają własne cykle życia.

## 5.2. Przechowywanie danych na węźle za pomocą woluminów i punktów montowania

W tym miejscu praca z danymi staje się trudniejsza niż praca z obliczeniami, ponieważ musimy pomyśleć o tym, czy dane zostaną powiązane z określonym węzłem — co oznacza, że aby zobaczyć wszelkie dane zastępcze, kapsuły będą musiały być uruchamiane na tym węźle — lub czy dane mają dostęp do całego klastra, a kapsuła może być uruchamiana na dowolnym węźle. Kubernetes obsługuje wiele wariantów, ale musisz wiedzieć, czego chcesz i co obsługuje Twój klaster, oraz określić to dla kapsuły.

Najprostszą opcją pamięci masowej jest użycie woluminu, który jest mapowany na katalog na węźle, więc gdy kontener zapisuje dane w punkcie montowania woluminu, są one tak naprawdę zapisywane w znanym katalogu na dysku węzła. Zademonstruję to, uruchamiając najpierw prawdziwą aplikację, która używa woluminu `EmptyDir` do buforowania danych w pamięci podręcznej, i omówię związane z tym ograniczenia, a potem zaktualizuję ją, aby korzystała z pamięci masowej na poziomie węzła.

**WYPRÓBUJ** Uruchom aplikację internetową korzystającą z komponentu proxy, co poprawia wydajność. Aplikacja internetowa jest uruchomiona w kapsule z wewnętrzną usługą, a proxy działa w innej kapsule, która jest publicznie dostępna w usłudze `LoadBalancer`.

```
# Wdróż aplikację Pi:
kubectl apply -f pi/v1/

# Poczekaj, aż kapsuła będzie gotowa:
kubectl wait --for=condition=Ready pod -l app=pi-web

# Poszukaj adresów URL z usługi LoadBalancer:
kubectl get svc pi-proxy -o
  jsonpath='{.status.loadBalancer.ingress[0].*}:8080/?dp=30000'

# Teraz przejdź do tego adresu URL, poczekaj na odpowiedź, a następnie odśwież stronę

# Sprawdź pamięć podręczną proxy:
kubectl exec deploy/pi-proxy -- ls -l /data/nginx/cache
```

Jest to typowa konfiguracja dla aplikacji internetowych, w której serwer proxy zwiększa wydajność przez obsługiwanie odpowiedzi bezpośrednio ze swojej lokalnej pamięci podręcznej, a dodatkowo zmniejsza obciążenie aplikacji internetowej. Swoje dane wyjściowe pokazałem na rysunku 5.5. Wygenerowanie odpowiedzi dla pierwszego obliczenia liczby pi zajęło ponad 2 sekundy, a odświeżenie było prawie natychmiastowe, ponieważ pochodziło z serwera proxy i nie było wymagane ponowne obliczenie.





**WYPRÓBUJ** Usuń kapsułę proxy. Zostanie zastąpiona, ponieważ jest zarządzana przez kontroler wdrożenia. Kapsuła zastępcza zostanie uruchomiona z nowym woluminem EmptyDir, co dla tej aplikacji oznacza pustą pamięć podręczną proxy, więc żądania będą wysyłane do kapsuły internetowej.

# Usuń kapsułę proxy:

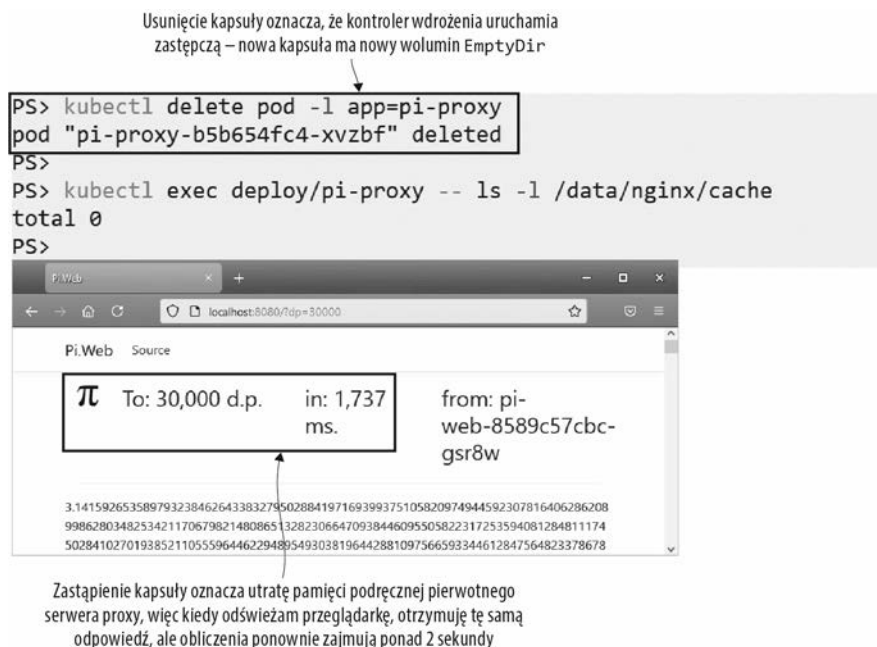
```
kubectl delete pod -l app=pi-proxy
```

# Sprawdź katalog pamięci podręcznej kapsuły zastępczej:

```
kubectl exec deploy/pi-proxy -- ls -l /data/nginx/cache
```

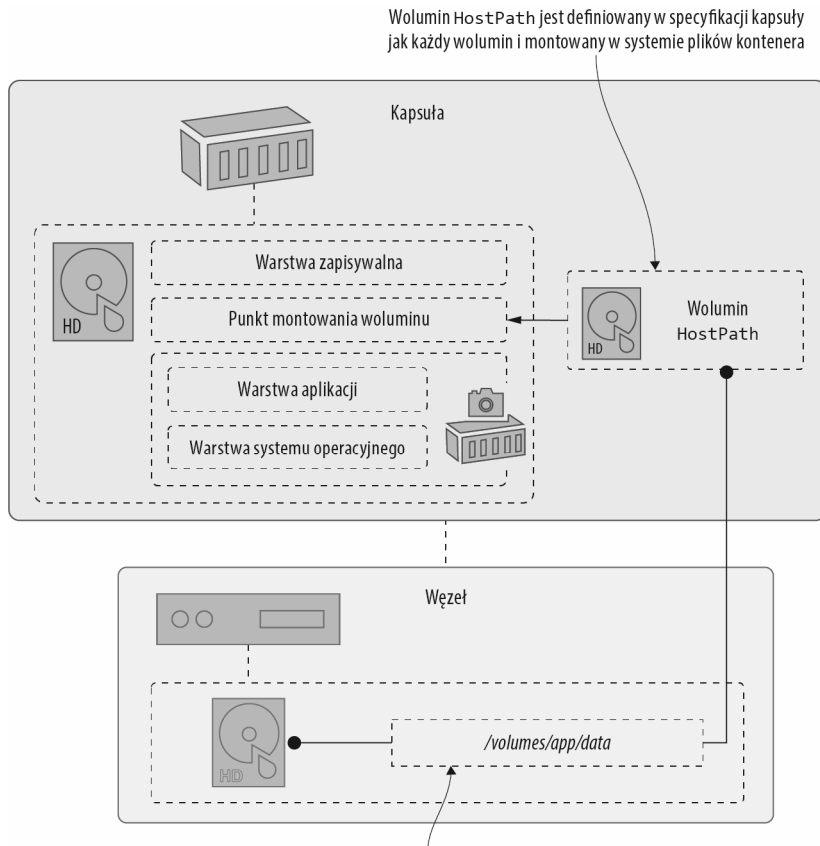
# Teraz odśwież swoją przeglądarkę na adresie URL aplikacji Pi

Swoje dane wyjściowe pokazałem na rysunku 5.6. Rezultat jest taki sam, ale znów musiałem czekać ponad 2 sekundy na obliczenie go przez aplikację internetową, ponieważ zastępcza kapsuła proxy została uruchomiona bez pamięci podręcznej.



**Rysunek 5.6.** Nowa kapsuła jest uruchamiana z nowym pustym katalogiem

Następny poziom utrwalania polega na użyciu woluminu, który jest mapowany na katalog na dysku węzła — Kubernetes nazywa to woluminem HostPath. Jest on określany jako wolumin w kapsule i montowany w systemie plików kontenera w standardowy sposób. Gdy kontener zapisuje dane w katalogu punktu montowania, w rzeczywistości są one zapisywane na dysku na węźle. Na rysunku 5.7 pokazałem relację między węzłem, kapsułą i woluminem.



Dane z woluminu są w rzeczywistości przechowywane w katalogu w systemie plików węzła hosta. Jeśli kapsuła zostanie zastąpiona, będzie miała dostęp do plików, pod warunkiem że zostanie uruchomiona na tym samym węźle

**Rysunek 5.7.** Woluminy HostPath zachowują dane z podmienianych kapsuł, ale tylko wtedy, gdy kapsuły używają tego samego węzła

Woluminy HostPath mogą być przydatne, jednak trzeba zdawać sobie sprawę z ich ograniczeń. Dane są fizycznie przechowywane na węźle i to wszystko w tej kwestii. Kubernetes nie replikuje w magiczny sposób tych danych we wszystkich innych węzłach w klastrze. W listingu 5.2 przedstawiłem zaktualizowaną specyfikację kapsuły dla internetowego proxy sieci, która zamiast EmptyDir używa woluminu HostPath. Gdy kontener proxy zapisuje pliki pamięci podręcznej w lokalizacji `/data/nginx/cache`, są one faktycznie zapisywane na węźle w lokalizacji `/volume/nginx/cache`.

#### Listing 5.2. Plik `nginx-with-hostPath.yaml`; montowanie woluminu HostPath

```
spec:
  # To jest skrócona specyfikacja kapsuły;
  containers:
    # pełna wersja zawiera również punkt montowania mapy konfiguracji
    - image: nginx:1.17-alpine
      name: nginx
```

```

ports:
  - containerPort: 80
volumeMounts:
  - name: cache-volume
    mountPath: /data/nginx/cache    # Ścieżka pamięci podręcznej proxy
volumes:
  - name: cache-volume
    hostPath:                        # Użycie katalogu na węźle
      path: /volumes/nginx/cache    # Ścieżka woluminu na węźle
      type: DirectoryOrCreate        # Tworzy ścieżkę, jeśli ta nie istnieje

```

Ta metoda zwiększa poziom utrwalania danych, rozszerzając trwałość poza cykl życia kapsuły na cykl życia dysku węzła, pod warunkiem że kapsuły zastępcze zawsze będą uruchamiane na tym samym węźle. Tak będzie w przypadku jednowęzłowego klastra Twojego laboratorium, ponieważ ma on tylko jeden węzeł. Kapsuły zastępcze podczas uruchamiania ładują wolumin `HostPath`, a jeśli jest on wypełniony danymi z pamięci podręcznej z poprzedniej kapsuły, nowy serwer proxy może od razu rozpocząć serwowanie danych z pamięci podręcznej.

**WYPRÓBUJ** Zaktualizuj wdrożenie serwera proxy, aby wykorzystywało specyfikację kapsuły z listingu 5.2, a następnie pobaw się trochę aplikacją i usuń potem kapsułę. Kapsuła zastępcza będzie odpowiadać na żądania poprzez korzystanie z istniejącej pamięci podręcznej.

```

# Zaktualizuj kapsułę proxy, by używała woluminu HostPath:
kubectl apply -f pi/nginx-with-hostPath.yaml

# Wyświetl listę zawartości katalogu pamięci podręcznej:
kubectl exec deploy/pi-proxy -- ls -l /data/nginx/cache

# Teraz otwórz adres URL aplikacji

# Usuń kapsułę proxy:
kubectl delete pod -l app=pi-proxy

# Sprawdź katalog pamięci masowej kapsuły zastępczej:
kubectl exec deploy/pi-proxy -- ls -l /data/nginx/cache

# Odśwież przeglądarkę

```

Swoje dane wyjściowe pokazałem na rysunku 5.8. Uzyskanie odpowiedzi na pierwsze żądanie zajęło ponad 2 sekundy, ale odświeżenie było prawie natychmiastowe, ponieważ nowa kapsuła odziedziczyła po poprzedniej kapsule zbuforowaną odpowiedź przechowywaną na węźle.

Oczywisty problem związany z woluminami `HostPath` polega na tym, że nie mają one sensu w klastrze z więcej niż jednym węzłem, czyli w prawie każdym klastrze poza prostym środowiskiem laboratoryjnym. W specyfikacji kapsuły można co prawda zawrzeć wymóg uruchamiania jej zawsze na tym samym węźle, aby mieć pewność, że trafi tam, gdzie znajdują się dane. Ogranicza to jednak elastyczność rozwiązania — jeżeli węzeł przejdzie w tryb offline, kapsuła nie zostanie uruchomiona i tracimy aplikację.

Powoduje użycie woluminu HostPath jako pamięci podręcznej serwera proxy

Katalog nie istnieje, dlatego Kubernetes tworzy pusty katalog na węźle hosta

```
PS> kubectl apply -f pi/nginx-with-hostPath.yaml
deployment.apps/pi-proxy configured
PS>
PS> kubectl exec deploy/pi-proxy -- ls -l /data/nginx/cache
total 0
PS>
PS> kubectl delete pod -l app=pi-proxy
pod "pi-proxy-7fc8dc9584-m8fw8" deleted
PS>
PS> kubectl exec deploy/pi-proxy -- ls -l /data/nginx/cache
total 0
drwx-----  3 nginx  nginx                60 Jun 17 07:48 1
```

Korzystanie z aplikacji wypełnia wolumin pamięci podręcznej. Kapsuła zastępcza działa na tym samym węźle i używa tego samego woluminu, więc ma dostęp do pamięci podręcznej zapisanej przez poprzednią kapsułę

**Rysunek 5.8.** W jednowęzłowym klastrze kapsuły zawsze działają na tym samym węźle, więc wszystkie mogą używać woluminu HostPath

Mniej dostrzegalnym problemem jest to, że dana metoda tworzy dość sporą lukę w zabezpieczeniach. Kubernetes nie ogranicza, które katalogi na węźle mają być dostępne dla woluminów HostPath. Specyfikacja kapsuły pokazana w listingu 5.3 jest całkowicie poprawna, ale sprawia, że kontener kapsuły ma dostęp do całego systemu plików na węźle.

#### Listing 5.3. Plik sleep-with-hostPath.yaml; kapsuła z pełnym dostępem do dysku węzła

```
pec:
  containers:
    - name: sleep
      image: kiamol/ch03-sleep
      volumeMounts:
        - name: node-root
          mountPath: /node-root
  volumes:
    - name: node-root
      hostPath:
        path: / # Musi istnieć katalog główny
        type: Directory # systemu plików węzła
```

Każdy, kto ma możliwość utworzenia kapsuły na podstawie tej specyfikacji, będzie miał dostęp do całego systemu plików węzła, na którym kapsuła zostanie uruchomiona. Możesz ulec pokusie, aby użyć tego punktu montowania woluminu jako szybkiego sposobu na odczytywanie wielu ścieżek na gościu, ale jeśli Twoja aplikacja zostanie zhakowana i atakujący będzie mógł wykonywać polecenia w kontenerze, wówczas uzyska również dostęp do dysku węzła.

**WYPRÓBUJ** Uruchom kapsułę z wykorzystaniem pliku YAML-a pokazanego w listingu 5.3, a następnie wykonaj kilka poleceń w kontenerze kapsuły, aby zbadać system plików węzła.

```
# Uruchom kapsułę z punktem montowania woluminu na hoście:
kubectl apply -f sleep/sleep-with-hostPath.yaml
```

```
# Sprawdź pliki dzienników kontenera:
kubectl exec deploy/sleep -- ls -l /var/log
```

```
# Korzystając z tego woluminu, sprawdź pliki dzienników na węźle:
kubectl exec deploy/sleep -- ls -l /node-root/var/log
```

```
# Sprawdź użytkownika kontenera:
kubectl exec deploy/sleep -- whoami
```

Jak pokazałem na rysunku 5.9, kontener kapsuły widzi pliki dziennika na węźle, który w tym przypadku zawiera również dzienniki Kubernetesa. To raczej nieszkodliwe, ale ten kontener jest uruchomiony z uprawnieniami użytkownika *root*, który jest mapowany na użytkownika *root* na węźle, więc kontener ma pełny dostęp do systemu plików.

The screenshot shows a terminal session with the following commands and output:

```
PS> kubectl apply -f sleep/sleep-with-hostPath.yaml
deployment.apps/sleep configured
PS>
PS> kubectl exec deploy/sleep -- ls -l /var/log
total 0
PS>
PS> kubectl exec deploy/sleep -- ls -l /node-root/var/log
total 0
drwxr-xr-x  2 root  root    300 Jun 17 07:51 containers
drwxr-xr-x 14 root  root    280 Jun 17 07:52 pods
PS>
PS> kubectl exec deploy/sleep -- whoami
root
PS>
```

Annotations in the image:

- Top left: "To wdrożenie daje kapsule dostęp do katalogu głównego systemu plików węzła" (This deployment gives the capsule access to the main file system catalog of the node).
- Top right: "To jest ścieżka do pliku dziennika wewnątrz kontenera; dziennik na początku jest pusty" (This is the path to the log file inside the container; the log is empty at the beginning).
- Bottom left: "Kontener jest uruchamiany jako administrator z uprawnieniami użytkownika root, więc ma pełny dostęp do systemu plików" (The container is run as administrator with root user permissions, so it has full access to the file system).
- Bottom right: "To jest ścieżka do pliku dziennika na węźle, która zawiera pliki dziennika Kubernetesa" (This is the path to the log file on the node, which contains Kubernetes log files).

**Rysunek 5.9.** Niebezpieczeństwo! Montowanie woluminu *HostPath* może zapewnić pełny dostęp do danych na węźle

Jeśli wydaje się to fatalnym pomysłem, pamiętaj, że Kubernetes jest platformą z szerokim zakresem funkcjonalności, które mają być dopasowane do wielu różnych aplikacji. Możesz mieć np. starszą aplikację, która musi uzyskiwać dostęp do określonych ścieżek plików na węźle, na którym jest uruchomiona, a wolumin *HostPath* to umożliwiała. W takim scenariuszu można przyjąć bezpieczniejsze podejście, używając woluminu z dostępem do jednej ścieżki na węźle — zadeklarowanie

podścieżek dla punktu montowania woluminu ogranicza elementy widoczne dla kontenera. Pokazałem to w listingu 5.4.

**Listing 5.4. Plik `sleep-with-hostPath-subPath.yaml`; ograniczanie punktów montowania za pomocą podścieżek**

```
spec:
  containers:
    - name: sleep
      image: kiamol/ch03-sleep
      volumeMounts:
        - name: node-root                # Nazwa woluminu do zamontowania
          mountPath: /pod-logs           # Ścieżka docelowa dla kontenera
          subPath: var/log/pods          # Ścieżka źródłowa w obrębie woluminu
        - name: node-root
          mountPath: /container-logs
          subPath: var/log/containers
  volumes:
    - name: node-root
      hostPath:
        path: /
        type: Directory
```

W tym przypadku wolumin nadal jest zdefiniowany w ścieżce głównej na węźle, ale można uzyskać do niej dostęp jedynie przez punkty montowania woluminów w kontenerze, które są ograniczone do zdefiniowanych ścieżek podrzędnych. Po między specyfikacją woluminu a specyfikacją montowania istnieje duża elastyczność w budowaniu i mapowaniu systemu plików kontenera.

**WYPRÓBUJ** Zaktualizuj kapsułę `sleep` w taki sposób, by punkt montowania woluminu kontenera był ograniczony do podścieżek zdefiniowanych w listingu 5.4. Następnie sprawdź zawartości plików.

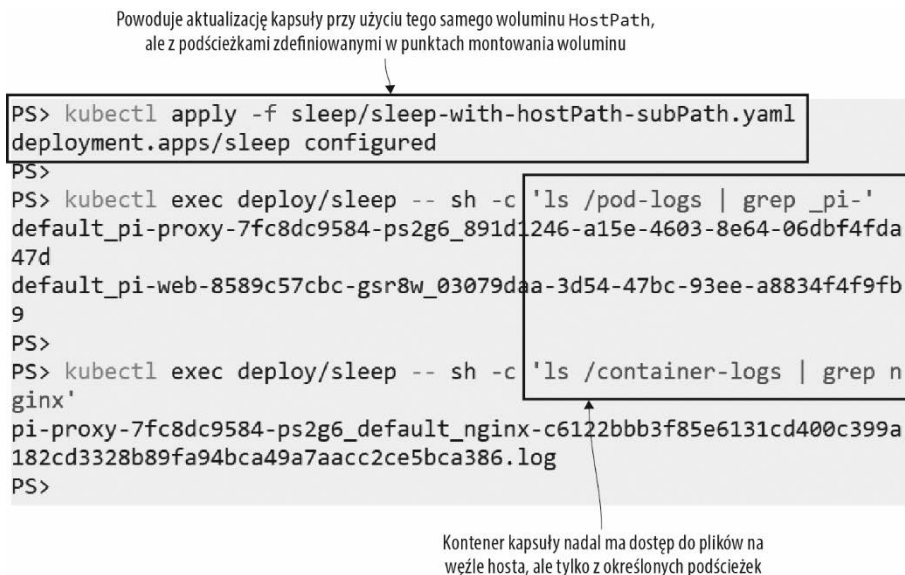
```
# Zaktualizuj specyfikację kapsuły:
kubectl apply -f sleep/sleep-with-hostPath-subPath.yaml

# Sprawdź dzienniki kapsuły na węźle:
kubectl exec deploy/sleep -- sh -c 'ls /pod-logs | grep _pi-'

# Sprawdź dzienniki kontenera:
kubectl exec deploy/sleep -- sh -c 'ls /container-logs | grep nginx'
```

W tym ćwiczeniu eksplorację systemu plików węzła można przeprowadzić jedynie za pośrednictwem punktów montowania do katalogów dziennika. Jak pokazałem na rysunku 5.10, kontener może uzyskiwać dostęp tylko do plików w podścieżkach.

Woluminy `HostPath` to dobry sposób na rozpoczęcie pracy z aplikacjami stanowymi. Są łatwe w użyciu i działają w ten sam sposób w każdym klastrze. Przydają się także w rzeczywistych aplikacjach, ale tylko wtedy, gdy używają stanu do tymczasowego przechowywania. Aby zapewnić przechowywanie trwałe, musimy przejść do woluminów, do których dostęp może uzyskać dowolny węzeł w klastrze.



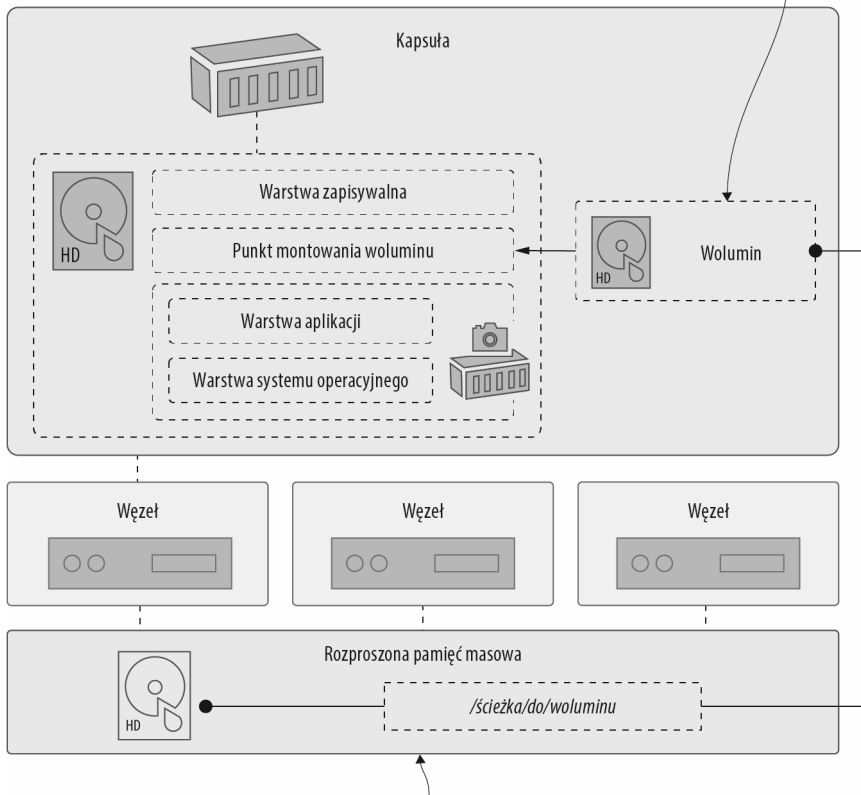
**Rysunek 5.10.** Limitowanie dostępu do woluminów za pomocą podścieżek ogranicza możliwości kontenera

## 5.3. Użycie woluminów trwałych oraz żądań do przechowywania danych dla całego klastra

Klastrer Kubernetesa przypomina pulę zasobów: składa się z wielu węzłów udostępniających klastrowi pewną moc obliczeniową oraz ilość pamięci, których Kubernetes używa do uruchamiania aplikacji. Pamięć masowa jest po prostu kolejnym zasobem udostępnianym przez Kubernetes aplikacji, ale pamięć masową na poziomie całego klastra można zapewnić tylko wtedy, gdy węzły mogą podłączyć się do rozproszonego systemu pamięci masowej. Na rysunku 5.11 pokazałem, w jaki sposób kapsuły mogą uzyskać dostęp do woluminów z dowolnego węzła, jeśli woluminy korzystają z rozproszonej pamięci masowej.

Kubernetes obsługuje wiele typów woluminów obsługiwanych przez systemy rozproszonej pamięci masowej: klastry AKS mogą korzystać z Azure Files lub Azure Disk, klastry EKS mogą korzystać z Elastic Block Store, a w centrum danych można używać prostych udziałów NFS (ang. *Network File System*) lub sieciowego systemu plików takiego jak GlusterFS. Wszystkie te systemy mają różne wymagania konfiguracyjne i można je określić w specyfikacji woluminu dla kapsuły. Powoduje to jednak ściśle powiązanie specyfikacji aplikacji z jedną implementacją pamięci masowej, a Kubernetes zapewnia bardziej elastyczne podejście.

Aby kapsuły używały rozproszonej pamięci masowej, wymagane są zwykle specyfikacje woluminów i punktów montowania woluminów. Dla różnych systemów pamięci masowej zmieniają się tylko typ woluminu i jego opcje



Każdy węzeł jest podłączony do tego samego systemu pamięci masowej, którym może być NFS, Azure Files, GlusterFS itd. Kapsuła może zostać uruchomiona na dowolnym węźle i nadal mieć dostęp do określonego woluminu

**Rysunek 5.11.** Rozproszona pamięć masowa zapewnia kapsułom dostęp do danych z dowolnego węzła, ale wymaga wsparcia określonej platformy

Kapsuły są warstwą abstrakcji dla warstwy obliczeniowej, a usługi — dla warstwy sieciowej. W warstwie pamięci masowej abstrakcje stanowią woluminy trwałe (ang. *PersistentVolume* — PV) oraz żądania woluminów trwałych (ang. *PersistentVolumeClaim* — PVC). Wolumin trwały to obiekt Kubernetesa, który definiuje dostępną część pamięci masowej. Administrator klastra może utworzyć zestaw woluminów trwałych, z których każdy będzie zawierał specyfikację woluminu dla bazowego systemu pamięci masowej. W listingu 5.5 przedstawiłem specyfikację woluminu trwałego, która używa pamięci masowej NFS.

**Listing 5.5.** Plik `persistentVolume-nfs.yaml`; wolumin obsługiwany przez punkt montowania NFS

```
apiVersion: v1
kind: PersistentVolume
metadata:
```



```

name: pv01                                # Ogólna jednostka pamięci masowej z ogólną nazwą

spec:
  capacity:
    storage: 50Mi                          # Ilość pamięci masowej oferowanej przez PV
  accessModes:                             # Sposób uzyskiwania dostępu do woluminu przez kapsuły
    - ReadWriteOnce                       # Może być używany tylko przez jedną kapsułę
  nfs:                                     # Ten wolumin trwały jest obsługiwany przez NFS
    server: nfs.my.network                 # Nazwa domenowa serwera NFS
    path: "/kubernetes-volumes"          # Ścieżka do udziału NFS

```

Nie będziesz mógł wdrożyć tej specyfikacji w swoim środowisku laboratoryjnym, chyba że masz akurat w sieci serwer NFS z nazwą domenową `nfs.my.network` i udziałem o nazwie `kubernetes-volume`. Twój Kubernetes może być uruchomiony na dowolnej platformie, więc w kolejnych ćwiczeniach użyję woluminu lokalnego, który będzie działał wszędzie. (Gdybym używał Azure Files, ćwiczenia działałyby tylko w klastrze AKS, ponieważ EKS i Docker Desktop oraz inne dystrybucje Kubernetesa nie są skonfigurowane dla typów woluminów platformy Azure).

**WYPRÓBUJ** Utwórz PV korzystający z lokalnego woluminu. PV obejmuje cały klaster, ale dany wolumin jest lokalny dla jednego węzła, dlatego trzeba zagwarantować, aby PV był powiązany z węzłem, w którym będzie się znajdował wolumin. Zrobię to za pomocą etykiet.

# Zastosuj niestandardową etykietę do pierwszego węzła w klastrze:

```
kubectl label node $(kubectl get nodes -o
  jsonpath='{.items[0].metadata.name}') kiam01=ch05
```

# Sprawdź węzły za pomocą selektora etykiet:

```
kubectl get nodes -l kiam01=ch05
```

# Wdróż PV, który używa woluminu lokalnego na oznaczonym etykietą węźle:

```
kubectl apply -f todo-list/persistentVolume.yaml
```

# Sprawdź ten wolumin trwały:

```
kubectl get pv
```

Swoje dane wyjściowe pokazałem na rysunku 5.12. Nadawanie węzłom etykiet jest konieczne tylko dlatego, że nie używam rozproszonego systemu pamięci masowej; zwykle wystarczy określić konfigurację woluminu NFS lub Azure Disk, która jest dostępna z dowolnego węzła. Wolumin lokalny istnieje tylko na jednym węźle, a PV identyfikuje ten węzeł za pomocą etykiety.

Teraz ten wolumin trwały istnieje w klastrze jako dostępna jednostka pamięci masowej ze znanym zestawem cech, w tym rozmiarem i trybem dostępu. Kapsuły nie mogą użyć tego PV bezpośrednio — ten zamiar muszą zgłosić za pośrednictwem żądania woluminu trwałego (ang. *PersistentVolumeClaim* — PVC). PVC jest abstrakcją pamięci masowej używaną przez kapsuły; polega to po prostu na zażądaniu dla aplikacji pewnej ilości miejsca w pamięci masowej. Kubernetes

Dodanie etykiety do węzła w klastrze do identyfikowania miejsca przechowywania woluminu jest niezbędne tylko dlatego, że nie mam w moim klastrze rozproszonej pamięci masowej

```
PS> kubectl label node $(kubectl get nodes -o jsonpath='{.items[0].metadata.name}') kiamol=ch05
node/docker-desktop labeled
PS>
PS> kubectl get nodes -l kiamol=ch05
NAME             STATUS    ROLES    AGE   VERSION
docker-desktop   Ready    master   54d   v1.19.7
PS>
PS> kubectl apply -f todo-list/persistentVolume.yaml
persistentvolume/pv01 created
PS>
PS> kubectl get pv
NAME          CAPACITY   ACCESS MODES   RECLAIM POLICY   STATUS   CLAIM
STORAGECLASS REASON     AGE              Retain
pv01         50Mi      RWO             16s              Available
```

Powoduje wdrożenie woluminu trwałego, który jest obsługiwany przez wolumin lokalny na węźle oznaczonym etykietą. W klastrze w środowisku produkcyjnym specyfikacja PV wykorzystywałaby współdzielony system pamięci masowej

Wolumin trwały istnieje i znane są jego pojemność oraz tryb dostępu. Jego stan to „Available” (dostępny), co oznacza, że nie został zażądany

**Rysunek 5.12.** Jeśli nie masz rozproszonej pamięci masowej, możesz wykorzystać sztuczkę polegającą na podpięciu PV do woluminu lokalnego

dopasowuje PVC do PV, a obsługę szczegółowych kwestii bazowych woluminu pozostawia PV. W listingu 5.6 przedstawiłem żądanie pamięci masowej, które zostanie dopasowane do utworzonego przeze mnie woluminu trwałego.

#### Listing 5.6. Plik postgres-persistentVolumeClaim.yaml; PVC dopasowujące PV

```
apiVersion: v1
kind: PersistentVolumeClaim
metadata:
  name: postgres-pvc          # To żądanie zostanie użyte przez określoną aplikację
spec:
  accessModes:               # Wymagany tryb dostępu
    - ReadWriteOnce
  resources:
    requests:
      storage: 40Mi          # Żądana ilość pamięci masowej
  storageClassName: ""      # Pusta klasa oznacza, że wolumin trwały musi istnieć
```

Specyfikacja PVC zawiera tryb dostępu oraz ilość i klasę pamięci masowej. Jeśli nie została określona żadna klasa pamięci masowej, Kubernetes będzie próbował znaleźć istniejący wolumin trwały, który odpowiada wymaganiom podanym w żądaniu. Jeśli znajdzie dopasowanie, PVC zostaje powiązane z danym PV

— jest to powiązanie „jeden do jednego”, dlatego po przydzieleniu PV przestaje być dostępny dla innych PVC.

**WYPRÓBUJ** Wdróż PVC z listingu 5.6. Jego wymagania spełnia wolumin trwały, który utworzyłeś w poprzednim ćwiczeniu, więc z tym woluminem zostanie powiązane to żądanie.

```
# Utwórz nowe PVC, które zostanie powiązane z określonym PV:
kubectl apply -f todo-list/postgres-persistentVolumeClaim.yaml
```

```
# Sprawdź żądania woluminów trwałych:
kubectl get pvc
```

```
# Sprawdź woluminy trwałe:
kubectl get pv
```

Swoje dane wyjściowe pokazałem na rysunku 5.13. Można na nim zobaczyć powiązanie „jeden do jednego”: żądanie woluminu trwałego zostało powiązane z określonym woluminem trwałym, a wolumin został powiązany z żądaniem.

Powoduje wdrożenie PVC, które zażąda woluminu trwałego dostępnego w klastrze

```
PS> kubectl apply -f todo-list/postgres-persistentVolumeClaim.yaml
persistentvolumeclaim/postgres-pvc created
PS>
PS> kubectl get pvc
NAME                STATUS    VOLUME   CAPACITY   ACCESS MODES   STORAGECLASS   AGE
postgres-pvc       Bound    pv01     50Mi      RWO            default/pvc    14s
PS>
PS> kubectl get pv
NAME    CAPACITY   ACCESS MODES   RECLAIM POLICY   STATUS   CLAIM
pv01   50Mi      RWO            Retain           Bound   default/pvc
ostgres-pvc  15m
PS>
```

PVC zostało powiązane, co oznacza, że nabyło wolumin trwały. Pojemność wynosi 50 MB, co odpowiada pojemności woluminu trwałego. PVC zażądało tylko 40 MB

Widać, że PV został powiązany. Tryb dostępu i ilość pamięci masowej dostępnej w PV były zgodne z żądaniem PVC

**Rysunek 5.13.** Woluminy trwałe to po prostu jednostki pamięci masowej w klastrze; są przypisywane do aplikacji za pomocą żądań woluminów trwałych

Jest to tzw. statyczna alokacja pamięci masowej (ang. *static provisioning*), w której wolumin trwały musi zostać utworzony bezpośrednio, aby Kubernetes mógł dokonać jego powiązania. Jeśli podczas tworzenia PVC nie będzie żadnego odpowiadającego mu PV, żądanie i tak zostanie utworzone, ale nie będzie się nadawało do użytku. Pozostanie w systemie, czekając na utworzenie woluminu trwałego spełniającego jego wymagania.

**WYPRÓBUJ** PV w Twoim klastrze został już powiązany z żądaniem, więc nie można go ponownie użyć. Utwórz kolejne żądanie woluminu trwałego, które pozostanie niepowiązane.

```
# Utwórz PVC, które nie odpowiada żadnemu z dostępnych woluminów trwałych:
kubectl apply -f todo-list/postgres-persistentVolumeClaim-too-big.yaml
```

```
# Sprawdź żądania:
kubectl get pvc
```

Na rysunku 5.14 pokazałem, że nowe PVC ma status Pending (oczekujące). Będzie pozostawać w tym stanie, dopóki nie pojawi się w klastrze wolumin trwały o pojemności co najmniej 100 MB, co odpowiada wymaganiom ilości pamięci masowej tego PVC.

Powoduje wdrożenie PVC, które żąda 100 MB pamięci masowej. W klastrze nie ma dostępnych żadnych woluminów trwałych, które spełniałyby te wymagania

```
PS> kubectl apply -f todo-list/postgres-persistentVolumeClaim-too-big.yaml
persistentvolumeclaim/postgres-pvc-toobig created
PS>
PS> kubectl get pvc
```

NAME	STATUS	VOLUME	CAPACITY	ACCESS MODES	STORAGECLASS
postgres-pvc	Bound	pv01	50Mi	RWO	
postgres-pvc-toobig	Pending				

Pierwotne żądanie woluminu trwałego jest powiązane z jedynym PV w systemie, więc nowe PVC nie może zostać powiązane. Pozostanie w stanie oczekiwania, dopóki wolumin trwały nie stanie się dostępny

**Rysunek 5.14.** W przypadku alokacji statycznej PVC pozostanie niezdatne do użytku, dopóki nie pojawi się wolumin trwały, z którym będzie można powiązać to żądanie

Zanim kapsuła będzie mogła użyć PVC, musi ono zostać powiązane. Jeśli wdrożysz kapsułę, która odwołuje się do niepowiązanego PVC, kapsuła będzie pozostawać w stanie oczekiwania, dopóki PVC nie zostanie powiązane, a tym samym aplikacja nie zostanie uruchomiona, póki nie uzyska wymaganej pamięci masowej. Pierwsze utworzone żądanie woluminu trwałego zostało powiązane, więc może zostać użyte, ale tylko przez jedną kapsułę. Tryb dostępu żądania to ReadWriteOnce, co oznacza, że wolumin jest zapisywalny, ale może go zamontować tylko jedna kapsuła. W listingu 5.7 pokazałem skróconą specyfikację kapsuły dla bazy danych Postgres, która do zapewnienia pamięci masowej używa PVC.

#### Listing 5.7. Plik todo-db.yaml; specyfikacja kapsuły korzystającej z PVC

```
spec:
  containers:
    - name: db
```

```

image: postgres:11.6-alpine
volumeMounts:
  - name: data
    mountPath: /var/lib/postgresql/data
volumes:
  - name: data
    persistentVolumeClaim: # Wolumin korzystający z PVC
      claimName: postgres-pvc # PVC, które ma zostać użyte

```

Teraz mamy wszystkie elementy potrzebne do wdrożenia kapsuły bazy danych Postgres z użyciem woluminu, który może (ale nie musi) być obsługiwany przez rozproszoną pamięć masową. Projektant aplikacji jest właścicielem specyfikacji kapsuły oraz żądania woluminu trwałego, ale nie przejmuje się samym woluminem trwałym — ten element jest zależny od infrastruktury klastra Kubernetesa i może być zarządzany przez inny zespół. W naszym środowisku laboratoryjnym jesteśmy właścicielami wszystkiego. Muszę zrobić jeszcze jeden krok: utworzyć ścieżkę katalogu na węźle, którego ma używać wolumin.

**WYPRÓBUJ** W prawdziwym klastrze Kubernetesa prawdopodobnie nie będziesz mieć dostępu do logowania się do węzłów, musisz więc użyć pewnej sztuczki i uruchomić kapsułę `sleep`, która ma punkt montowania `HostPath` w katalogu głównym węzła. Przy użyciu tego punktu montowania utworzysz katalog.

```
# Uruchom kapsułę sleep, która ma dostęp do dysku węzła:
kubectl apply -f sleep/sleep-with-hostPath.yaml
```

```
# Poczekaj, aż kapsuła będzie gotowa:
kubectl wait --for=condition=Ready pod -l app=sleep
```

```
# Utwórz ścieżkę katalogu na węźle, którego ma używać PV:
kubectl exec deploy/sleep -- mkdir -p /node-root/volumes/pv01
```

Na rysunku 5.15 pokazałem kapsułę `sleep` uruchomioną z uprawnieniami użytkownika `root`, dzięki czemu za jej pośrednictwem mogę utworzyć katalog na węźle, mimo że nie mam bezpośredniego dostępu do tego węzła.

```

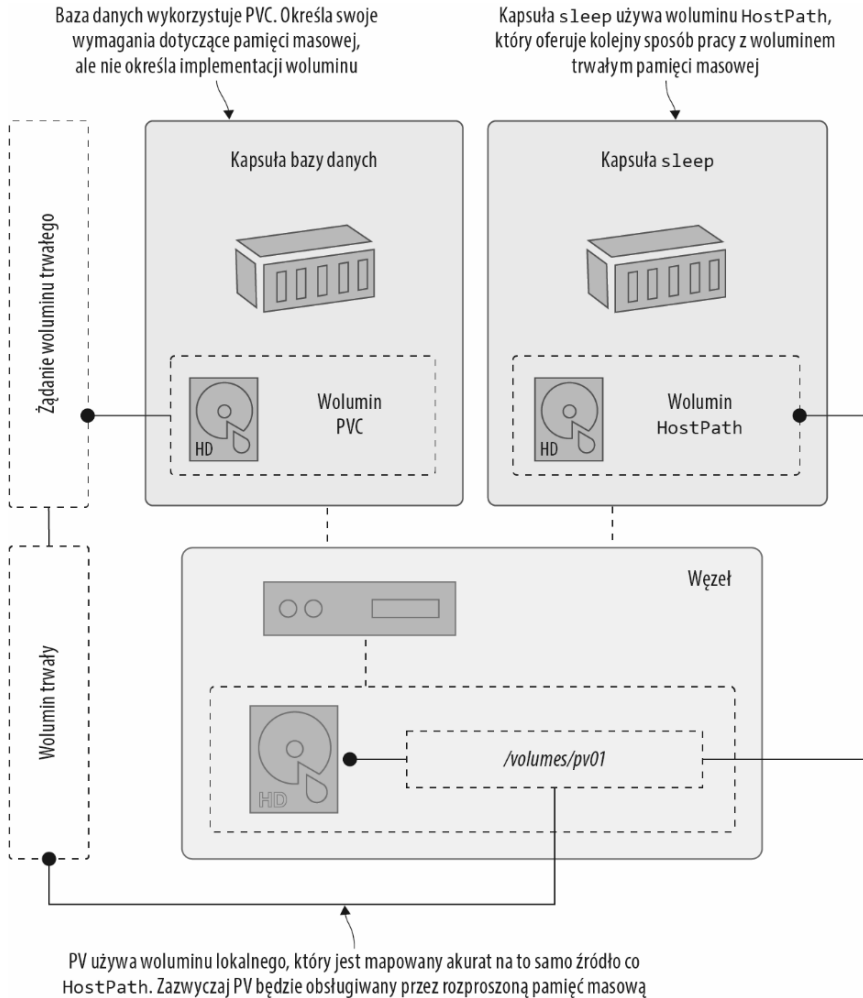
PS> kubectl apply -f sleep/sleep-with-hostPath.yaml
deployment.apps/sleep configured
PS>
PS> kubectl exec deploy/sleep -- mkdir -p /node-root/volumes/pv01
PS>

```

To jest ścieżka na hoście, której ma używać wolumin trwały. Możemy ją utworzyć za pośrednictwem kapsuły, która ma dostęp do systemu plików węzła

**Rysunek 5.15.** W tym przykładzie `HostPath` jest alternatywnym sposobem uzyskania dostępu do źródła PV na węźle

Wszystko jest już gotowe, aby uruchomić aplikację listy zadań z trwałym magazynem. Zwykle nie będziesz musiał wykonywać tylu kroków, ponieważ będziesz wiedział, jakie możliwości oferuje Twój klastr. Ja jednak nie znam funkcjonalności Twojego klastra, więc te ćwiczenia będą działać na każdym klastrze i są przydatnym wprowadzeniem do wszystkich zasobów pamięci masowej. Na rysunku 5.16 pokazałem, co wdrożyłem do tej pory, wraz z bazą danych, którą zamierzam wdrożyć.



**Rysunek 5.16.** *Odrobinę skomplikowane – mapowanie PV i HostPath na tę samą lokalizację pamięci masowej*

Uruchommy bazę danych. Po utworzeniu kontener Postgres montuje w kapsule wolumin obsługiwany przez PVC. Ten nowy kontener bazy danych łączy się z pustym woluminem, więc po uruchomieniu zainicjuje bazę danych i utworzy

dziennik rejestrowania z wyprzedzeniem (ang. *write-ahead log* – WAL), który jest głównym plikiem danych. Kapsuła bazy danych Postgres nie ma informacji o tym, że PVC jest obsługiwane przez lokalny wolumin na węźle, gdzie uruchomiona jest również kapsuła `sleep`, której możemy użyć do przeglądania plików tej bazy danych.

**WYPRÓBUJ** Wdróż bazę danych i daj jej czas na zainicjowanie plików danych. Potem za pośrednictwem kapsuły `sleep` sprawdź, co zostało zapisane w woluminie.

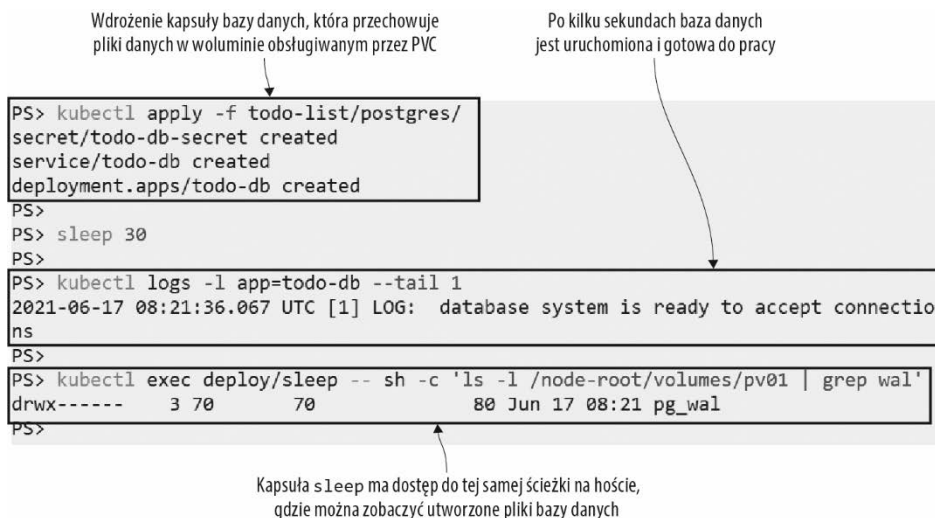
```
# Wdróż bazę danych:
kubectl apply -f todo-list/postgres/

# Poczekaj, aż Postgres przeprowadzi inicjowanie:
sleep 30

# Sprawdź dzienniki bazy danych:
kubectl logs -l app=todo-db --tail 1

# Sprawdź pliki danych w woluminie:
kubectl exec deploy/sleep -- sh -c 'ls -l /node-root/volumes/pv01 | grep wal'
```

Swoje dane wyjściowe pokazałem na rysunku 5.17. Widać, że serwer bazy danych uruchamia się poprawnie i po zapisaniu wszystkich swoich plików danych w woluminie czeka na połączenia.



**Rysunek 5.17.** Kontener bazy danych zapisuje w lokalnej ścieżce danych, ale w rzeczywistości jest to punkt montowania dla PVC

Ostatnią rzeczą do zrobienia jest uruchomienie aplikacji, przetestowanie jej i potwierdzenie, że dane będą nadal istnieć, gdy kapsuła bazy danych zostanie zastąpiona.

**WYPRÓBUJ** Uruchom kapsułę internetową dla aplikacji to-do, która łączy się z bazą danych Postgres.

```
# Wdróż internetowe komponenty aplikacji:
kubectl apply -f todo-list/web/

# Poczekaj na kapsułę internetową:
kubectl wait --for=condition=Ready pod -l app=todo-web

# Pobierz z usługi adres URL aplikacji:
kubectl get svc todo-web -o
  jsonpath='http://{.status.loadBalancer.ingress[0].*}:8081/new'

# Otwórz stronę aplikacji i dodaj nowy element

# Usuń kapsułę bazy danych:
kubectl delete pod -l app=todo-db

# Sprawdź zawartość woluminu na węźle:
kubectl exec deploy/sleep -- ls -l /node-root/volumes/pv01/pg_wal

# Sprawdź, czy dodany element jest nadal na liście zadań
```

Na rysunku 5.18 widać, że moja aplikacja to-do pokazuje jakieś dane. Musisz uwierzyć mi na słowo, że te dane zostały dodane do pierwszej kapsuły bazy danych i ponownie załadowane z drugiej kapsuły bazy danych.

Mam teraz przywoicie podzieloną aplikację z kapsułą internetową, którą można aktualizować i skalować niezależnie od bazy danych, oraz z kapsułą bazy danych korzystającą z trwałego magazynu danych, który istnieje poza cyklem życia kapsuły. W tym ćwiczeniu jako bazowego magazynu dla trwałych danych użyłem woluminu lokalnego, ale w przypadku wdrożenia produkcyjnego wystarczyłoby zastąpić specyfikację woluminu w PV woluminem rozproszonym obsługiwany przez dany klaster.

Kwestią uruchamiania w Kubernetesie relacyjnej bazy danych zajmę się pod koniec rozdziału, ale najpierw pokażę Ci prawdziwy rarytas związany z pamięcią masową: klaster dynamicznie alokujący woluminy na podstawie abstrakcyjnej klasy pamięci masowej.



Wdrożenie aplikacji to-do, która korzysta z kapsuły bazy danych

```
PS> kubectl apply -f todo-list/web/
configmap/todo-web-config created
secret/todo-web-secret created
service/todo-web created
deployment.apps/todo-web created
PS>
PS> kubectl wait --for=condition=Ready pod -l app=todo-web
pod/todo-web-79c9b47b56-ntfzm condition met
PS>
PS> kubectl get svc todo-web -o jsonpath='http://{.status.loadBalancer.ingress[0].
*}:8081/new'
http://localhost:8081/new
PS>
PS>
PS>
PS>
PS>
PS>
PS>
PS>
PS>
PS>
PS>
PS>
```



```
PS> kubectl delete pod -l app=todo-db
pod "todo-db-795b8996bc-zgqwf" deleted
PS>
PS> kubectl exec deploy/sleep -- ls -l /node-root/volumes/pv01/pg_wal
total 16384
-rw----- 1 70 70 16777216 Jun 17 08:28 000000010000000000000001
drwx----- 2 70 70 40 Jun 17 08:21 archive_status
PS>
```

Usunięcie kapsuły bazy danych. Kapsuła zastępcza używa tego samego PVC i tego samego PV, dlatego pierwotne dane nie zostały usunięte

Mój element listy zadań jest przechowywany w lokalnym woluminie na moim węźle, a żeby korzystać z rozproszonej pamięci masowej, musiałem jedynie zmienić specyfikację PV

**Rysunek 5.18.** Abstrakcje pamięci masowej oznaczają, że wystarczy zamontować PVC, by baza danych otrzymała trwały magazyn danych

## 5.4. Dynamiczna alokacja woluminów i klasy pamięci masowej

Do tej pory korzystałem z przepływu pracy ze statycznym alokowaniem (ang. *static provisioning*). Tworzyłem PV bezpośrednio, a następnie tworzyłem PVC, które Kubernetes wiązał z PV. Sprawdza się to we wszystkich klastrach Kubernetesa i może być preferowanym przepływem pracy w organizacjach, w których dostęp do pamięci masowej jest ściśle kontrolowany, ale większość platform Kubernetesa obsługuje prostszą alternatywę z alokacją dynamiczną (ang. *dynamic provisioning*).

W przepływie pracy z dynamiczną alokacją wystarczy utworzyć żądanie woluminu trwałego, a obsługujący je PV jest tworzony na żądanie przez klastery. Klastery można konfigurować z wieloma klasami pamięci masowej, które odzwierciedlają różne oferowane możliwości woluminów, a także z domyślną klasą pamięci masowej. Żądania woluminów trwałych mogą określać wymaganą nazwę klasy pamięci masowej albo używać klasy domyślnej — w tym przypadku pomija się pole klasy pamięci masowej w specyfikacji żądania, jak pokazałem w listingu 5.8.

**Listing 5.8. Plik `postgres-persistentVolumeClaim-dynamic.yaml`; dynamiczne PCV**

```
apiVersion: v1
kind: PersistentVolumeClaim
metadata:
  name: postgres-pvc-dynamic
spec:
  accessModes:
    - ReadWriteOnce
  resources:
    requests:
      storage: 100Mi
  # Nie ma pola storageClassName, używana jest więc klasa domyślna
```

To PVC możesz wdrożyć w klastrze bez tworzenia woluminu trwałego, ale nie jestem w stanie powiedzieć Ci, co się stanie, ponieważ zależy to od konfiguracji Twojego klastra. Jeśli Twoja platforma Kubernetesa obsługuje alokację dynamiczną z domyślną klasą pamięci masowej, PV zostanie utworzony, powiązany z żądaniem i będzie używał takiego typu woluminu, jaki jest ustawiony w klastrze jako domyślny.

**WYPRÓBUJ** Wdróż żądanie woluminu trwałego i sprawdź, czy jest alokowane dynamicznie.

```
# Wdróż PVC z listingu 5.8:
kubectl apply -f todo-list/postgres-persistentVolumeClaim-dynamic.yaml

# Sprawdź żądania i woluminy:
kubectl get pvc
kubectl get pv

# Usuń żądanie:
kubectl delete pvc postgres-pvc-dynamic

# Ponownie sprawdź woluminy:
kubectl get pv
```

Co się dzieje, gdy wykonujesz ćwiczenie? Docker Desktop używa woluminu `HostPath` w domyślnej klasie pamięci masowej dla dynamicznie alokowanych woluminów trwałych. AKS używa Azure Files, a K3s `HostPath`, ale z inną konfiguracją niż Docker Desktop, co oznacza, że nie zobaczysz PV, ponieważ jest tworzony

tylko wtedy, gdy tworzona jest kapsuła wykorzystująca PVC. Na rysunku 5.19 przedstawiłem moje dane wyjściowe z platformy Docker Desktop. Wolumin trwały został utworzony i powiązany z PVC, a kiedy usunąłem PVC, usunięty został również wolumin trwały.

Powoduje utworzenie PVC bez określonej klasy pamięci masowej, więc wolumin trwały zostanie utworzony dynamicznie z zastosowaniem klasy domyślnej dla klastra

W przypadku platformy Docker Desktop domyślnym woluminem jest HostPath

```
PS> kubectl apply -f todo-list/postgres-persistentVolumeClaim-dynamic.yaml
persistentvolumeclaim/postgres-pvc-dynamic created
PS>
PS> kubectl get pvc
NAME                                STATUS  VOLUME
CITY  ACCESS MODES  STORAGECLASS  AGE
postgres-pvc                        Bound   pv01          17m
postgres-pvc-dynamic                Bound   pvc-13c5f40b-fc80-48eb-a557-5fb0c78b7b04  100Mi
postgres-pvc-toobig                 Pending
14m
PS>
PS> kubectl get pv
NAME                                CAPACITY  ACCESS MODES  RECLAIM POL  AGE
pv01  Bound   default/postgres-pvc  50Mi  RWO  Retain  32m
pvc-13c5f40b-fc80-48eb-a557-5fb0c78b7b04  100Mi  RWO  Delete  33s
postgres-pvc-dynamic                Bound   default/postgres-pvc-dynamic  hostpath
PS>
PS> kubectl delete pvc postgres-pvc-dynamic
persistentvolumeclaim "postgres-pvc-dynamic" deleted
PS>
PS> kubectl get pv
NAME                                CAPACITY  ACCESS MODES  RECLAIM POLICY  STATUS  CLAIM
pv01  50Mi  RWO  Retain  Bound  default/postgres-pvc
33m
PS>
```

Docker Desktop jest skonfigurowany do usuwania dynamicznie alokowanego PV po usunięciu PVC

PV został alokowany przez Kubernetes na żądanie, z trybem dostępu i pojemnością pamięci masowej określonymi w PVC

**Rysunek 5.19.** Docker Desktop ma jeden zestaw zachowań dla domyślnej klasy pamięci; inne platformy różnią się w tym zakresie

Klasy pamięci masowej zapewniają dużą elastyczność. Tworzy się je jako standardowe zasoby Kubernetesa, a w specyfikacji definiuje się dokładnie sposób działania klasy za pomocą następujących trzech pól:

- provisioner (alokator) — komponent, który tworzy woluminy trwałe na żądanie. Różne platformy mają różne alokatory, np. alokator w domyślnej klasie pamięci masowej AKS w celu tworzenia nowych udziałów plików integruje się z Azure Files.

- `reclaimPolicy` (reguła odzyskiwania) — określa, co zrobić z dynamicznie utworzonymi woluminami, gdy żądanie zostanie usunięte. Wolumin bazowy może zostać również usunięty albo zachowany.
- `volumeBindingMode` (tryb wiązania woluminu) — określa, czy PV jest tworzony zaraz po utworzeniu PVC, czy dopiero po utworzeniu kapsuły, która używa danego PVC.

Kombinacja ustawień tych pól pozwala dokonać wyboru klasy pamięci masowej w klastrze, dzięki czemu aplikacje mogą żądać odpowiednich właściwości — od szybkiego magazynu lokalnego po pamięć klastrową o wysokiej dostępności — bez określania szczegółów dotyczących woluminu lub typu woluminu. Nie mogą dostarczyć Ci pliku YAML-a klasy pamięci masowej, który na pewno zadziała w Twoim klastrze, ponieważ nie wszystkie klastry mają te same alokatory. Zamiast tego utworzę nową klasę pamięci, klonując klasę domyślną.

**WYPRÓBUJ** Pobieranie domyślnej klasy pamięci masowej i klonowanie nie należy do najprzyjemniejszych zadań, więc zawarłem te kroki w skrypcie. Jeśli jesteś ciekaw, możesz sprawdzić zawartość skryptu, ale ostrzegam, że potem prawdopodobnie będziesz musiał się położyć i ochłonąć.

```
# Wyświetl listę klas pamięci masowej w klastrze:
kubectl get storageclass
```

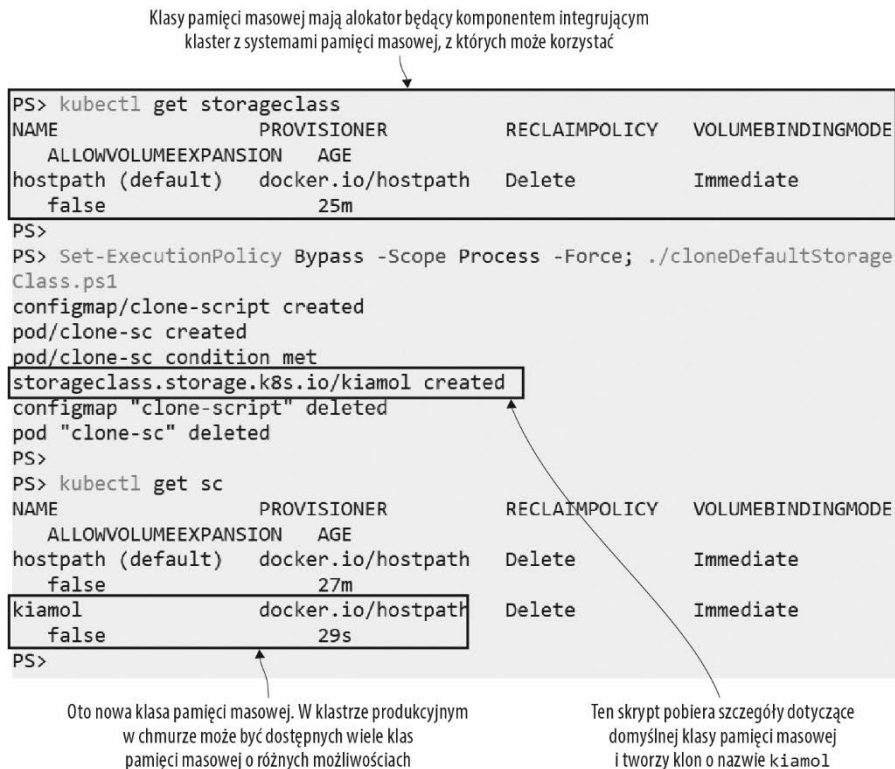
```
# Sklonuj domyślną klasę w systemie Windows:
Set-ExecutionPolicy Bypass -Scope Process -Force; ./cloneDefaultStorageClass.ps1
```

```
# Sklonuj domyślną klasę w systemie Mac lub Linux:
chmod +x cloneDefaultStorageClass.sh && ./cloneDefaultStorageClass.sh
```

```
# Wyświetl listę klas pamięci masowej:
kubectl get sc
```

Dane wyjściowe z polecenia wyświetlenia listy klas pamięci masowej pokazują, co jest skonfigurowane w klastrze. Po uruchomieniu skryptu powinieneś mieć nową klasę o nazwie `kiama1`, która ma taką samą konfigurację jak klasa domyślna. Swoje dane wyjściowe z platformy Docker Desktop pokazałem na rysunku 5.20.

Mamy teraz niestandardową klasę pamięci masowej, której aplikacje mogą żądać w PVC. Jest to znacznie bardziej intuicyjny i elastyczny sposób zarządzania pamięcią masową, zwłaszcza na platformie chmurowej, gdzie alokacja dynamiczna jest prosta i szybka. W listingu 5.9 przedstawiłem specyfikację PVC żądającą nowej klasy pamięci.



**Rysunek 5.20.** Klonowanie domyślnej klasy pamięci masowej w celu utworzenia klasy niestandardowej, której będzie można używać w specyfikacjach PVC

#### Listing 5.9. Plik `postgres-persistentVolumeClaim-storageClass.yaml`

```

spec:
  accessModes:
    - ReadWriteOnce
  storageClassName: kiamol # Klasa pamięci masowej jest abstrakcją
  resources:
    requests:
      storage: 100Mi
  
```

Klasy pamięci masowej w klastrze produkcyjnym będą miały bardziej wymowne nazwy, ale teraz mamy w naszych klastrach klasę pamięci o tej samej nazwie, dzięki czemu możemy zaktualizować bazę danych Postgres, aby używała tej bezpośrednio zdefiniowanej klasy.

**WYPRÓBUJ** Utwórz nowe żądanie woluminu trwałego i zaktualizuj specyfikację kapsuły bazy danych, aby go używała.

# Utwórz nowe PVC, używając niestandardowej klasy pamięci masowej:  
 kubectl apply -f storageClass/postgres-persistentVolumeClaim-storageClass.yaml

```
# Zaktualizuj bazę danych, aby używała nowego PVC:
kubectl apply -f storageClass/todo-db.yaml
```

```
# Sprawdź pamięć masową:
```

```
kubectl get pvc
kubectl get pv
```

```
# Sprawdź kapsuły:
```

```
kubectl get pods -l app=todo-db
```

```
# Odśwież listę w aplikacji to-do
```

W tym ćwiczeniu przełączam kapsułę bazy danych na używanie nowego alokowanego dynamicznie PVC, co pokazałem w swoich danych wyjściowych na rysunku 5.21. Nowe PVC jest obsługiwane przez nowy wolumin, zostanie więc uruchomione z pustym woluminem i poprzednie dane zostaną utracone. Poprzedni wolumin nadal istnieje, mógłbym więc wdrożyć kolejną aktualizację kapsuły bazy danych, przywrócić stare PVC i ponownie zobaczyć swoje elementy.

Powoduje zaktualizowanie bazy danych Postgres, aby używała nowego PVC, które określa klasę pamięci masowej kiamol

Do utworzenia i powiązania PV na żądanie używany jest ten sam alokator co w klasie domyślnej

```
PS> kubectl apply -f storageClass/postgres-persistentVolumeClaim-storageClass.yaml
persistentvolumeclaim/postgres-pvc-kiamol created
PS>
PS> kubectl apply -f storageClass/todo-db.yaml
deployment.apps/todo-db configured
PS>
PS> kubectl get pvc
NAME                                STATUS    VOLUME                                     CAPAC
ITY    ACCESS MODES    STORAGECLASS    AGE
postgres-pvc                        Bound    pv01                                                    50Mi
postgres-pvc-kiamol                 Bound    pvc-0eff11ca-9d4a-4308-89cd-9d7fa29d7b86 100Mi
postgres-pvc-toobig                 Pending                                     22m
```

NAME	STATUS	VOLUME	CAPACITY
postgres-pvc	Bound	pv01	50Mi
postgres-pvc-kiamol	Bound	pvc-0eff11ca-9d4a-4308-89cd-9d7fa29d7b86	100Mi
postgres-pvc-toobig	Pending		22m

```
PS>
PS> kubectl get pv
NAME                                CAPACITY    ACCESS MODES    RECLAIM POL
ICY    STATUS    CLAIM                                     STORAGECLASS    REASON    AGE
pv01    Bound    default/postgres-pvc                    50Mi    RWO    Retain    41m
pvc-0eff11ca-9d4a-4308-89cd-9d7fa29d7b86 100Mi    RWO    Delete    77s
pvc-0eff11ca-9d4a-4308-89cd-9d7fa29d7b86 100Mi    RWO    default/postgres-pvc-kiamol    kiamol    77s
```

NAME	STATUS	CLAIM	CAPACITY	ACCESS MODES	RECLAIM POL
pv01	Bound	default/postgres-pvc	50Mi	RWO	Retain
pvc-0eff11ca-9d4a-4308-89cd-9d7fa29d7b86	Bound	default/postgres-pvc-kiamol	100Mi	RWO	Delete
pvc-0eff11ca-9d4a-4308-89cd-9d7fa29d7b86	Bound	default/postgres-pvc-kiamol	100Mi	RWO	Delete

```
PS>
PS> kubectl get pods -l app=todo-db
NAME                                READY    STATUS    RESTARTS    AGE
todo-db-85f47d4959-g2svt            1/1    Running    0            71s
```

To jest nowa kapsuła korzystająca z nowego PVC, więc wolumin jest początkowo pusty, a baza danych zostanie zainicjowana z nowymi plikami

**Rysunek 5.21.** Korzystanie z klas pamięci masowej znacznie upraszcza specyfikację aplikacji; wystarczy nazwać klasę w PVC

## 5.5. Opcje wyboru pamięci masowej w Kubernetesie

Tak właśnie wygląda pamięć masowa w Kubernetesie. W swojej codziennej pracy będziesz definiować żądania woluminów trwałych dla kapsuł oraz określać wymagane rozmiary i klasy pamięci masowej, które mogą mieć wartości niestandardowe, takie jak `FastLocal` lub `Replicated`. W tym rozdziale zabrałem Cię w długą podróż, by pokazać Ci, co tak naprawdę się dzieje, gdy tworzysz żądania pamięci masowej, jakie inne zasoby są w to zaangażowane i jak je konfigurować.

Omówiłem także typy woluminów, ale ten temat będziesz musiał zgłębić samodzielnie, żeby poznać opcje dostępne na Twojej platformie Kubernetesa i oferowane przez nie funkcjonalności. Jeśli pracujesz w środowisku chmurowym, powinieneś mieć luksus wyboru wielu wariantów pamięci masowej obejmujących cały klaster, ale pamiętaj, że pamięć masowa kosztuje, a najdroższa jest szybka pamięć masowa. Musisz zrozumieć, że jeśli utworzysz PVC przy użyciu klasy szybkiej pamięci masowej skonfigurowanej tak, aby zachowywała bazowy wolumin, to po usunięciu wdrożenia nadal będziesz płacić za pamięć masową.

Nasuwa się więc ważne pytanie: „Czy w ogóle należy używać Kubernetesa do uruchamiania aplikacji stanowych, takich jak bazy danych?”. Ta funkcjonalność ma zapewniać Ci wysoce dostępną, replikowaną pamięć masową (jeśli Twoja platforma to obsługuje), ale nie znaczy to, że powinieneś spieszyć się z likwidacją swoich zasobów Oracle i zastępować je bazą danych MySQL działającą w Kubernetesie. Zarządzanie danymi znacznie zwiększa złożoność aplikacji Kubernetesa, a uruchamianie aplikacji stanowych to tylko część problemu. Warto pomyśleć o kopiach zapasowych, migawkach i wycofywaniu zmian, a jeśli pracujesz w chmurze, zarządzana usługa bazy danych prawdopodobnie zapewni Ci te funkcjonalności od ręki. Dość kuszące jest jednak zdefiniowanie całego stosu w manifestach Kubernetesa, a niektóre nowoczesne serwery baz danych są zaprojektowane do działania na platformie kontenerowej. Możesz przyjrzeć się np. takim opcjom jak TiDB i CockroachDB.

Teraz pozostaje tylko posprzątać klaster, zanim przejdziemy do laboratorium.

**WYPRÓBUJ** Usuń wszystkie obiekty wdrożone za pomocą manifestów używanych w tym rozdziale. Możesz zignorować wszelkie otrzymane błędy, bo gdy będziesz uruchamiać poniższe polecenia, nie wszystkie obiekty muszą istnieć.

```
# Usuń wdrożenia, żądania woluminów trwałych, woluminy trwałe i usługi:  
kubectl delete -f pi/v1 -f sleep/ -f storageClass/ -f todo-list/web -f  
  todo-list/postgres -f todo-list/
```

```
# Usuń niestandardową klasę pamięci masowej:  
kubectl delete sc kiamol
```

## 5.6. Laboratorium

Te laboratoria mają zapewnić Ci trochę doświadczenia w rzeczywistych problemach związanych z Kubernetesem, dlatego nie zaplanowałem powtarzania ćwiczenia w klonowaniu domyślnej klasy pamięci masowej. Zamiast tego masz nowe wdrożenie aplikacji `to-do`, które zawiera kilka problemów. Przed kapsułą internetową umieszczony jest serwer proxy, aby poprawić wydajność, a w kapsule używany jest lokalny plik bazy danych, ponieważ jest to tylko wdrożenie programistyczne. Potrzebujesz trwałego magazynu danych skonfigurowanego w warstwie proxy i warstwie internetowej, abyś mógł usuwać kapsuły i wdrożenia bez jednoczesnej utraty danych. Oto wskazówki:

- Zacznij od wdrożenia manifestów aplikacji z folderu `cho5/lab/todo-list`. Za ich pomocą utworzysz usługi i wdrożenia dla serwera proxy i komponentów internetowych.
- Znajdź adres URL usługi `LoadBalancer` i wypróbuj działanie aplikacji. Przekonasz się, że aplikacja nie reaguje, i będziesz musiał zbadać dzienniki, aby się dowiedzieć, co jest nie tak.
- Twoim zadaniem jest skonfigurowanie w kapsule internetowej trwałego magazynu danych dla plików pamięci podręcznej serwera proxy i pliku bazy danych. Na podstawie wpisów dziennika i specyfikacji kapsuły powinieneś być w stanie znaleźć miejsca docelowe punktów montowania.
- Gdy będziesz mieć już działającą aplikację, wprowadź jakieś dane, a potem usuń wszystkie kapsuły, odśwież przeglądarkę i sprawdź, czy Twoje dane nie zostały usunięte.
- Możesz użyć dowolnego typu woluminu lub klasy pamięci masowej. Jest to dobra okazja do zbadania możliwości Twojej platformy.

Swoje podejście możesz jak zwykle porównać z moim rozwiązaniem, które znajdziesz w repozytorium kodu źródłowego dołączonego do książki: `kiamol/cho5/lab/README.md`.



# 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** 

# KUBERNETES: WYSTARCZĄ CI 22 GODZINY!

Kubernetes to system, który uruchamia aplikacje w kontenerach i nimi zarządza. Jest obsługiwany przez wszystkie ważne platformy chmurowe i znakomicie się sprawdza jako centrum danych. Został zbudowany w 2014 roku przez Google i do teraz prężnie się rozwija. Słynie ze skalowalności, elastyczności, wszechstronności i potężnego zestawu funkcjonalności. Biegłość w posługiwaniu się Kubernetesem jest dziś receptą na sukces. Aby ją zdobyć, musisz zainwestować trochę zaangażowania i nieco ponad 20 godzin. Resztę znajdziesz w tej książce.

Oto znakomity przewodnik po Kubernetesie. Dzięki niemu w ciągu 22 godzinnych lekcji poznasz najważniejsze możliwości Kubernetesa. Od początku będziesz się koncentrować na praktyce: dzięki codziennym ćwiczeniom, przykładom i laboratoriom zdobędziesz biegłość w używaniu najlepszych narzędzi Kubernetesa zgodnie ze sprawdzonymi praktykami. Dowiesz się, jak definiować aplikacje w manifestach YAML, nauczysz się konfigurować ruch sieciowy i uruchamiać zadania wsadowe. Płynnie przejdiesz do pracy w środowisku produkcyjnym i zapewnisz aplikacji wysoki poziom bezpieczeństwa. Zapoznasz się też z zagadnieniami zaawansowanymi, takimi jak skalowanie aplikacji w górę i w dół, kontrola dostępu oparta na rolach, a także używanie Kubernetesa jako platformy dla funkcji bezerwerowych i jako klastra wieloarchitekturowego.

Najciekawsze zagadnienia ujęte w książce:

- cykl życia aplikacji Kubernetesa
- bezpieczeństwo w Kubernetesie
- wdrażanie aplikacji w klastrach Kubernetes
- tworzenie aplikacji skalowalnych i odpornych na błędy
- Kubernetes jako platforma dla nowych technologii

**Elton Stoneman** jest niezależnym konsultantem, szkoleniowcem i wielokrotnym zdobywcą tytułu MVP przyznawanego przez Microsoft. Przez trzy ogromnie pracowite i niezwykle zabawne lata rozwijał Dockera. Obecnie pomaga organizacjom na wszystkich etapach ich podróży po technologii kontenerowej.

 <b>Helion</b>	<i>Sprawdź nasze szkolenia!</i> SZKOLENIA  AKADEMIA IT & BUSINESS	KOD KORZYŚCI <i>Sięgnij po więcej!</i>  
 <a href="http://helion.pl">helion.pl</a>		ISBN 978-83-283-7910-7  9 788328 379107
 <b>HELION SA</b> ul. Kościuszki 1c 44-100 Gliwice tel.: 32 230 98 63 <a href="mailto:helion@helion.pl">helion@helion.pl</a>	<b>HELIONSZKOLENIA.PL</b>	
<b>INFORMATYKA W NAJLEPSZYM WYDANIU</b>		Cena: 129,00 zł 