

Instytut Teleinformatyki

Wydział Inżynierii Elektrycznej i Komputerowej
Politechnika Krakowska



Laboratorium Administrowania Systemami Komputerowymi

„System LVM”

ćwiczenie numer: 10

Spis treści

1. WSTĘPNE INFORMACJE	3
1.1 TEMAT ĆWICZENIA	4
1.2 ZAGADNIENIA DO PRZYGOTOWANIA	4
1.3 CEL ĆWICZENIA	4
2. PRZEBIEG ĆWICZENIA	5
2.1 PRZYGOTOWANIE ĆWICZENIA	5
2.2 ZADANIE NR 1 – TWORZENIE DYSKÓW WIRTUALNYCH.....	5
2.3 ZADANIE NR 2 – UTWORZENIE WOLUMINU FIZYCZNEGO PV	7
2.3 ZADANIE NR 3 –UTWORZENIE GRUPY WOLUMINÓW I WOLUMINÓW LOGICZNYCH.....	8
2.4 ZADANIE NR 4 – ZMIANA ROZMIARU WOLUMINU LOGICZNEGO	11
2.5 ZADANIE NR 5 – WOLUMINY LOGICZNE TYPU “SNAPSHOT”	14
2.6 ZADANIE NR 6 – MANIPULOWANIE GRUPAMI VG.....	16
2.7 ZAKOŃCZENIE ĆWICZENIA	18
2.8 OPRACOWANIE ĆWICZENIA I SPRAWOZDANIE.....	20

1. Wstępne informacje

1.1 TEMAT ĆWICZENIA

Tematem tego ćwiczenia będzie system zarządzania woluminami logicznymi LVM (Logical Volume Management). Daje on możliwości elastycznego administrowania przestrzenią dyskową, bez potrzeby troszczenia się o skalowalność systemu.

1.2 ZAGADNIENIA DO PRZYGOTOWANIA

Przed przystąpieniem do wykonania ćwiczenia należy zapoznać się z następującymi zagadnieniami:

- grupa woluminów (VG – Volume Group),
- wolumin fizyczny (PV – Physical Volume),
- wolumin logiczny (LV – Logical Volume),
- jednostka (“chunk”) fizyczna (PE – Physical Extent),
- jednostka (“chunk”) logiczna (LE – Logical Extent),
- typy mapowań woluminów fizycznych na logiczne : liniowe i paskowe (“striping”),
- woluminy typu “snapshot” i ich zastosowanie.

1.3 CEL ĆWICZENIA

Dzięki temu ćwiczeniu wykonujący pozna:

- sposób tworzenia woluminów logicznych,
- metody manipulacji elementami składowymi systemu LVM,
- zasady wykorzystywania woluminów typu snapshot.

2. Przebieg ćwiczenia

2.1 PRZYGOTOWANIE ĆWICZENIA

Po załączeniu komputera należy uruchomić system operacyjny o nazwie ASK. Jest to dedykowany system umożliwiający wykonanie niniejszego ćwiczenia.

Logowanie

W celu wykonania ćwiczenia konieczne jest zalogowanie się na konto administratora (login: root, hasło: lab).

Katalog laboratoryjny

Przed przystąpieniem do zajęć należy utworzyć katalog gdzie będą przechowywane wszystkie pliki potrzebne do wykonania ćwiczenia.

```
stanowisko01:~/#mkdir lvm
```

```
stanowisko01:~/#cd lvm
```

2.2 ZADANIE NR 1 – TWORZENIE DYSKÓW WIRTUALNYCH

Zadanie to polega na stworzeniu dwóch wirtualnych dysków, które będą później wykorzystywane przez system LVM. Aby zredukować ryzyko wymazania danych podczas wykonywania ćwiczenia operować będziemy nie na prawdziwych dyskach lecz na plikach emulujących urządzenia blokowe.

Następujące czynności pozwolą wygenerować pliki blokowe file_hdd0, file_hdd1, file_hdd2 o rozmiarze bloku 4 MB i objętości 80 MB, wypełnione zerami przez urządzenie /dev/zero:

```
stanowisko01:~/lvm# dd if=/dev/zero of=file_hdd0 bs=4M count=20
```

```
stanowisko01:~/lvm# dd if=/dev/zero of=file_hdd1 bs=4M count=20
```

```
stanowisko01:~/lvm# dd if=/dev/zero of=file_hdd2 bs=4M count=20
```

Aby można było tak utworzone pliki zastosować w ćwiczeniu, potrzeba jeszcze związać je z urządzeniami /dev/loop (ponieważ używane później polecenie pvcreate może operować m.in. na plikach typu loopback). Najpierw jednak sprawdzamy, które z urządzeń są wolne (poniższa komenda zwalania pierwsze wolne urządzenie) :

```
stanowisko01:~/lvm# losetup -f
```

W wyniku działania komendy powinniśmy uzyskać informację, że urządzenie /dev/loop0 jest pierwszym wolnym urządzeniem. Następnie konieczne jest powiązanie urządzenia loop z utworzonymi plikami.

```
stanowisko01:~/lvm# losetup /dev/loop0 file_hdd0
```

Powyższe operacje należy powtórzyć dla kolejnych plików:

```
stanowisko01:~/lvm# losetup -f
```

```
stanowisko01:~/lvm# losetup /dev/loop1 file_hdd1
```

```
stanowisko01:~/lvm# losetup -f
```

```
stanowisko01:~/lvm# losetup /dev/loop2 file_hdd2
```

Teraz będziemy ćwiczyć na urządzeniach /dev/loop0, /dev/loop1, /dev/loop2 rozumianych jako dyski/partycje, bez ryzyka usunięcia danych z komputera.

2.3 ZADANIE NR 2 – Utworzenie woluminu fizycznego PV

Do utworzenia woluminu fizycznego służy polecenie `pvcreate`. Zakładając, że mamy dostępny dysk `/dev/loop` z trzema partycjami `/dev/loop0`, `/dev/loop1`, `/dev/loop2`, wykonujemy komendę, która na każdej partycji tworzy wolumin fizyczny:

```
stanowisko01:~/lvm# pvcreate /dev/loop0 /dev/loop1 /dev/loop2
```

Po pomyślnym utworzeniu informacje o poszczególnych woluminach możemy uzyskać wydając komendy `pvscan` oraz `pvdisplay`.

```
stanowisko01:~/lvm# pvscan
```

```
stanowisko01:~/lvm# pvdisplay /dev/loop0
```

```
stanowisko01:~/lvm# pvdisplay /dev/loop1
```

```
stanowisko01:~/lvm# pvdisplay /dev/loop2
```

2.3 ZADANIE NR 3 –UTWORZENIE GRUPY WOLUMINÓW I WOLUMINÓW LOGICZNYCH

Do utworzenia grupy woluminów logicznych służy polecenie `vgcreate`. Korzystając z wcześniej przygotowanych woluminów fizycznych definiujemy grupę o nazwie `grupa`. Na początek stwórzmy VG składającą się z dwóch woluminów:

```
stanowisko01:~/lvm# vgcreate grupa /dev/loop0 /dev/loop1
```

Poniższe polecenia pozwolą na analizę wykonywanych kroków:

```
stanowisko01:~/lvm# vgscan
```

```
stanowisko01:~/lvm# pvscan
```

Następnie rozszerzymy VG o ostatni wolumin używając polecenia `vgextend`:

```
stanowisko01:~/lvm# vgextend grupa /dev/loop2
```

```
stanowisko01:~/lvm# pvscan
```

Mając do dyspozycji nowo utworzoną grupę woluminów możemy przejść do definiowania konkretnych woluminów logicznych. Stwórzmy trzy LV : pierwszy o standardowej nazwie (wyglądającej następująco: `/dev/grupa/lvol0`) i rozmiarze 20 MB, drugi o nazwie `lv1` i rozmiarze 20 MB, trzeci o nazwie `lv2` i rozmiarze 60 MB, “stripowany” pomiędzy wszystkimi trzema woluminami fizycznymi. W tym celu użyjemy polecenia `lvcreate`. Opcja `-L` umożliwia podanie rozmiaru nowo tworzonego woluminu (K- kilobajty, M-megabajty, G-gigabajty), `-n` podanie nazwy, a `-i` - liczby pasków [ang. stripes], odpowiadającej ilości woluminów fizycznych, na które dany wolumin ma być rozłożony. Warto zauważyć, że istnieje także opcja `-l` (różna od `-L`), dzięki której możliwe jest podanie ile LE ma zawierać nowo utworzony LV.

```
stanowisko01:~/lvm# lvcreate -L20M grupa /dev/loop0
```

```
stanowisko01:~/lvm# lvcreate -L20M -nlv1 grupa
```

```
stanowisko01:~/lvm# lvcreate -L60M -nlv2 -i 3 grupa
```


Tworząc wolumin lv0l0 podaliśmy wprost, że chcemy aby został on oparty o wolumin fizyczny /dev/loop0. Pozostałe dwa woluminy zostają rozłożone automatycznie w wolnej przestrzeni grupy woluminów.

```
stanowisko01:~/lvm# lvscan
```

Warto zauważyć, że chwili wydania powyższych komend woluminy są automatycznie dodawane w katalogu /dev zgodnie z konwencją /dev/nazwa_vg/nazwa_lv

```
stanowisko01:~/lvm# ls /dev/grupa/
```

Stwórzmy teraz systemy plików (rozmiar bloku == 1024 B) i zamontujmy utworzone LV:

```
stanowisko01:~/lvm# mkfs.ext3 -b 1024 /dev/grupa/lv0l0
```

```
stanowisko01:~/lvm# mkfs.ext3 -b 1024 /dev/grupa/lv1
```

```
stanowisko01:~/lvm# mkfs.ext3 -b 1024 /dev/grupa/lv2
```

```
stanowisko01:~/lvm# mkdir usr0
```

```
stanowisko01:~/lvm# mkdir usr1
```

```
stanowisko01:~/lvm# mkdir usr2
```

```
stanowisko01:~/lvm# mount -t ext3 /dev/grupa/lv0l0 usr0/
```

```
stanowisko01:~/lvm# mount -t ext3 /dev/grupa/lv1 usr1/
```

```
stanowisko01:~/lvm# mount -t ext3 /dev/grupa/lv2 usr2/
```

Kolejne ćwiczenia będą modyfikowały rozmiar poszczególnych LV i aby móc sprawdzić czy owa zmiana rozmiaru ma wpływ na przechowywane dane, utworzymy w zamontowanych woluminach pliki (reprezentujące te dane), każdy po 2 MB:

```
stanowisko01:~/lvm# dd if=/dev/zero of=usr0/test_file0 bs=1M count=2
```

```
stanowisko01:~/lvm# dd if=/dev/zero of=usr1/test_file1 bs=1M count=2
```

```
stanowisko01:~/lvm# dd if=/dev/zero of=usr2/test_file2 bs=1M count=2
```

2.4 ZADANIE NR 4 – ZMIANA ROZMIARU WOLUMINU LOGICZNEGO

Istnieje możliwość zmiany rozmiaru dowolnego woluminu logicznego. Aby powiększyć rozmiar LV używamy komendy `lvextend`, a aby zredukować - `lvreduce`. Opcja `-L` pozwala podać o jaką wartość ma się zmienić rozmiar LV. Przed wprowadzeniem zmian listujemy zawartość modyfikowanych dalej woluminów `lv1` i `lv2`, by mieć możliwość sprawdzenia, czy w wyniku wykonanych operacji ich zawartość nie uległa zmianie:

```
stanowisko01:~/lvm# ls -lha usr1/
```

```
stanowisko01:~/lvm# ls -lha usr2/
```

Warto także analizować po każdym kroku operacji zmiany rozmiaru woluminu logicznego jego rozmiar przy użyciu polecenia `df`. Proszę obserwować co się zmienia przy kolejnych wywołaniach tej komendy:

```
stanowisko01:~/lvm# df
```

Zwiększanie rozmiaru LV. Powiększymy rozmiar `lv1` o 20 MB a `lv2` do rozmiaru 80 MB:

```
stanowisko01:~/lvm# lvextend -L+20M /dev/grupa/lv1
```

```
stanowisko01:~/lvm# df
```

```
stanowisko01:~/lvm# resize2fs /dev/grupa/lv1
```

```
stanowisko01:~/lvm# df
```

```
stanowisko01:~/lvm# ls -lha usr1/
```

```
stanowisko01:~/lvm# lvextend -L80M /dev/grupa/lv2
```

```
stanowisko01:~/lvm# df
```

```
stanowisko01:~/lvm# resize2fs /dev/grupa/lv2
```

```
stanowisko01:~/lvm# df
```

```
stanowisko01:~/lvm# ls -lha usr2/
```

Należy zwrócić uwagę na istotny fakt zaokrąglania rozmiaru LV. W momencie wykonania powyższego polecenia rozmiar jest zaokrąglony do 72 MB (o czym użytkownik jest poinformowany komunikatem). Dzieje się tak dlatego, że LV składa się z chunk-ów LE (których wielkość odpowiada PE) i gdy rozmiar LE wynosi 4 MB możemy tworzyć LV o wielokrotności 4 MB (w przypadku woluminów paskowych rozmiar LV będzie wielokrotnością liczby rozmiar_LE * ilość_pasków).

Po zwiększeniu rozmiaru woluminów logicznych konieczne jest zwiększenie rozmiaru systemu plików tak, aby go dopasować do zwiększonego woluminu. W przypadku systemu plików ext2/ext3 w tym celu wykorzystane zostało polecenie `resize2fs`.

Zmniejszanie rozmiaru LV.

Podczas zmniejszania rozmiaru woluminu bardzo istotną rzeczą jest kolejność wykonywania komend. Zmniejszanie rozmiaru woluminu należy poprzedzić zmniejszeniem rozmiaru systemu plików, gdyż w odwrotnej kolejności ryzykowałibyśmy utratę danych.

Zmniejszymy lv2 o 50 MB, zaczynając od przeliczenia tej wartości na ilość bloków w systemie plików woluminu lv2 (ponieważ polecenie `resize2fs` może wymagać podania rozmiaru w blokach) :

```
stanowisko01:~/lvm# blockdev --getbsz /dev/grupa/lv2
```

Skoro rozmiar bloku wynosi 1024 B (= 1 KB), 22 MB (obecny rozmiar lv2 – 50 MB) odpowiadać będzie 22528 blokom ($22 * 1024 = 22528$ KB). Mając jednak na uwadze zaokrąglenie do pełnych PE, których rozmiar wynosi 4096 KB (= 4 MB), a także fakt, iż lv2 jest woluminem paskowym złożonym z 3 pasków (pojedynczą “jednostką”, o którą może nastąpić zmiana rozmiaru jest więc $3 * 4$ MB = 12 MB), korygujemy wartość redukcji woluminu do 48 MB (robimy tak, gdyż przy zmianie rozmiaru woluminu

logicznego, system LVM zachowa się identycznie, a zmniejszając rozmiar systemu plików o 50 MB utracilibyśmy 2 MB). Wtedy rozmiar lv2 po redukcji wyniesie 24 MB, czyli 24576 bloków ($24 \cdot 1024 = 24576$ KB). Kontynuując:

```
stanowisko01:~/lvm# umount /dev/grupa/lv2
```

```
stanowisko01:~/lvm# resize2fs /dev/grupa/lv2 24576
```

Gdyby w wyniku uruchomienia komendy `resize2fs` pojawił się komunikat o konieczności uruchomienia polecenia `e2fsck`, należy wydać poniższe polecenie:

```
stanowisko01:~/lvm# e2fsck -f /dev/grupa/lv2
```

Dopiero teraz można wykonać polecenie zmniejszające rozmiar systemu plików `ext3`:

```
stanowisko01:~/lvm# resize2fs /dev/grupa/lv2 24576
```

```
stanowisko01:~/lvm# lvreduce -L-50M /dev/grupa/lv2
```

Zamontujmy z powrotem wolumin i poleceniem `ls -lha` sprawdzimy czy dane nie zostały usunięte podczas zmiany rozmiaru, a poleceniem `df` sprawdzimy rozmiar systemu plikowego:

```
stanowisko01:~/lvm# mount /dev/grupa/lv2 usr2/
```

```
stanowisko01:~/lvm# ls -lha usr2/
```

```
stanowisko01:~/lvm# df
```

2.5 ZADANIE NR 5 – WOLUMINY LOGICZNE TYPU “SNAPSHOT”

Woluminy “snapshot” są szczególnym rodzajem woluminów logicznych, zawierają bowiem w sobie mechanizm automatycznego duplikowania wskazanego LV. Jak sama nazwa wskazuje, “snapshot” jest “fotografią” woluminu logicznego, a tym samym pewnego obszaru przestrzeni dyskowej. Ta własność umożliwia wykorzystanie omawianych woluminów do celów tworzenia kopii zapasowych.

Aby utworzyć wolumin typu “snapshot” wydajemy znaną komendę `lvcreate` z przełącznikiem `-s` i wskazaniem na wolumin logiczny, którego obraz chcemy stworzyć. Poniższe polecenie spowoduje utworzenie woluminu typu “snapshot” o rozmiarze 12 MB (z uwagi na zaokrąglenie) i nazwie “backup”, który będzie kopią zawartości woluminu logicznego `lv0` w grupie woluminów `/dev/grupa`.

```
stanowisko01:~/lvm# lvcreate -L10M -s -n backup /dev/grupa/lv0
```

Następne polecenie pozwoli zaobserwować, że w spisie woluminów logicznych pojawił się nowo dodany wolumin `backup`.

```
stanowisko01:~/lvm# lvdisplay -a
```

Kolejnym krokiem będzie zamontowanie utworzonego woluminu i porównanie jego zawartości z woluminem źródłowym.

```
stanowisko01:~/lvm# mkdir snapshot
```

```
stanowisko01:~/lvm# mount -t ext3 /dev/grupa/backup snapshot/
```

```
stanowisko01:~/lvm# ls -lha usr0/
```

```
stanowisko01:~/lvm# ls -lha snapshot/
```

Możemy wykonać teraz kopię zapasową zawartości woluminu `lv0` zapisanej w woluminie `backup`. Poniższe polecenie utworzy archiwum `backup.tar.gz` w katalogu `/tmp`, zawierające dane z woluminu logicznego `lv0`, którego obrazem był wolumin `backup`.

```
stanowisko01:~/lvm# tar -czf /tmp/backup.tar.gz snapshot/
```

Proszę sprawdzić zawartość utworzonego archiwum.

W kolejnym kroku w ramach woluminu źródłowego (lvol0) utworzymy nowy plik, a następnie porównamy zawartość woluminu źródłowego i woluminu zawierającego kopię zapasową.

```
stanowisko01:~/lvm# dd if=/dev/zero of=usr0/test_file4 bs=1M count=2
```

```
stanowisko01:~/lvm# ls -lha usr0/
```

```
stanowisko01:~/lvm# ls -lha snapshot/
```

Po wykonaniu tego zadania można usunąć wolumin typu snapshot.

```
stanowisko01:~/lvm# umount snapshot/
```

```
stanowisko01:~/lvm# lvremove /dev/grupa/backup
```

2.6 ZADANIE NR 6 – MANIPULOWANIE GRUPAMI VG

W obecnej konfiguracji wszystkie trzy urządzenia sprzętowe (PV) reprezentowane przez urządzenia /dev/loop0, /dev/loop1 oraz /dev/loop2 należą do tej samej grupy „grupa”. Może zaistnieć sytuacja, w której konieczne okaże się przeniesienie któregoś dysku do innej grupy, lub wręcz utworzenie nowej grupy.

W poniższym ćwiczeniu wykonana zostanie operacja usunięcia dysku /dev/loop2 z grupy logicznej „grupa” i utworzenia z tego urządzenia nowej grupy o nazwie „grupa2”.

W tym celu w pierwszej kolejności konieczne jest odmontowanie logicznej partycji lvol0:

```
stanowisko01:~/lvm# umount /dev/grupa/lvol0
```

a następnie jej usunięcie:

```
stanowisko01:~/lvm# lvremove /dev/grupa/lvol0
```

Polecenie pvscan pozwoli stwierdzić, że urządzenie loop0 nie zostało jeszcze wyłączone z użycia.

```
stanowisko01:~/lvm# pvscan
```

By możliwe było przeniesienie danego urządzenia do innej grupy konieczne jest usunięcie z niego wszelkich PE, które są w użyciu. W tym celu należy przenieść bloki PE odwzorowane w LE należące do partycji /dev/grupa/lv2 (przy jej tworzeniu użyta była opcja, która rozkładała ten wolumen na 3 urządzenia) na inne urządzenie PE - w tym przypadku /dev/loop1.

```
stanowisko01:~/lvm# pvmove /dev/loop0 /dev/loop1
```

```
stanowisko01:~/lvm# pvscan
```

Dopiero teraz urządzenie loop0 zostało wyłączone z użycia w ramach grupy grupa i dopiero teraz możliwe jest jego usunięcie z grupy.

```
stanowisko01:~/lvm# vgreduce grupa /dev/loop0
```

```
stanowisko01:~/lvm# pvscan
```


Z wolnego PE loop0 można utworzyć nową grupę:
oraz nowy wolumin logiczny:

```
stanowisko01:~/lvm# vgcreate grupa2 /dev/loop0
```

```
stanowisko01:~/lvm# lvcreate -L20M grupa2 /dev/loop0
```

```
stanowisko01:~/lvm# pvscan
```

```
stanowisko01:~/lvm# ls /dev/grupa2/
```

Operacja przeniesienia urządzenia /dev/loop0 z powrotem do grupy grupa wymaga następujących operacji:

```
stanowisko01:~/lvm# lvremove /dev/grupa2/lvol0
```

```
stanowisko01:~/lvm# vgmerge grupa grupa2
```

```
stanowisko01:~/lvm# pvscan
```

2.7 ZAKOŃCZENIE ĆWICZENIA

Proszę odmontować i usunąć woluminy logiczne z grupy:

```
stanowisko01:~/lvm# umount /dev/grupa/lvol0
```

```
stanowisko01:~/lvm# umount /dev/grupa/lv1
```

```
stanowisko01:~/lvm# umount /dev/grupa/lv2
```

```
stanowisko01:~/lvm# lvremove /dev/grupa/lvol0
```

```
stanowisko01:~/lvm# lvremove /dev/grupa/lv1
```

```
stanowisko01:~/lvm# lvremove /dev/grupa/lv2
```

Proszę usunąć grupę woluminów:

```
stanowisko01:~/lvm# vgremove grupa
```

Proszę usunąć urządzenia z systemu LVM:

```
stanowisko01:~/lvm# pvremove /dev/loop0
```

```
stanowisko01:~/lvm# pvremove /dev/loop1
```

```
stanowisko01:~/lvm# pvremove /dev/loop2
```

Proszę usunąć powiązanie wykorzystywanych plików z urządzeniami /dev/loop:

```
stanowisko01:~/lvm# losetup -d /dev/loop0
```

```
stanowisko01:~/lvm# losetup -d /dev/loop1
```

```
stanowisko01:~/lvm# losetup -d /dev/loop2
```

Proszę usunąć wszystkie utworzone pliki i katalogi:

```
stanowisko01:~/lvm# cd
```

```
stanowisko01:~# rm -rf ~/lvm
```

2.8 OPRACOWANIE ĆWICZENIA I SPRAWOZDANIE

Wykonanie ćwiczenia polega na praktycznej realizacji wszystkich zadań **Rozdziału 2** niniejszej instrukcji zatytułowanego „**Przebieg Ćwiczenia**”. Należy sporządzić sprawozdanie z wykonania ćwiczenia (w formie dokumentu elektronicznego) i w ciągu najdalej dwóch tygodni od dnia wykonania ćwiczenia oddać je prowadzącemu zajęcia.

Kompletne opracowanie ćwiczenia powinno zawierać:

- ✓ Część opisową odnoszącą się do teorii przerabianego ćwiczenia. Ta część sprawozdania powinna wykazać dobrą ogólną znajomość zagadnień leżących u podstaw przerabianego tematu, znajomość odnośnej literatury, samodzielność myślenia i umiejętność pisania opracowań o charakterze technicznym.
- ✓ Wnioski praktyczne wynikające z wykonania ćwiczenia, a w tym:
 - uwagi odnoszące się do przebiegu ćwiczenia (np. czy dane ćwiczenie może być wykonane z pełnym rozumieniem zawartych w nim czynności i problemów, czy ćwiczenie jest możliwe do wykonania w czasie przeznaczonym na zajęcia, czy ćwiczenie jest zbyt trudne/ zbyt łatwe, itp.),
 - uwagi odnoszące się do sposobu przygotowania i jakości (waloru dydaktycznego) instrukcji do ćwiczenia,
 - uwagi odnoszące się do ewentualnych utrudnień technicznych lub organizacyjnych pojawiających się w trakcie wykonywania ćwiczenia,
 - postulaty merytoryczne i techniczne dotyczące usprawnienia/ulepszenia jakości wykonywanego ćwiczenia,
 - inne

Wnioski z drugiej części sprawozdania posłużą do usprawnienia i poprawy zajęć laboratoryjnych w latach następnych.