

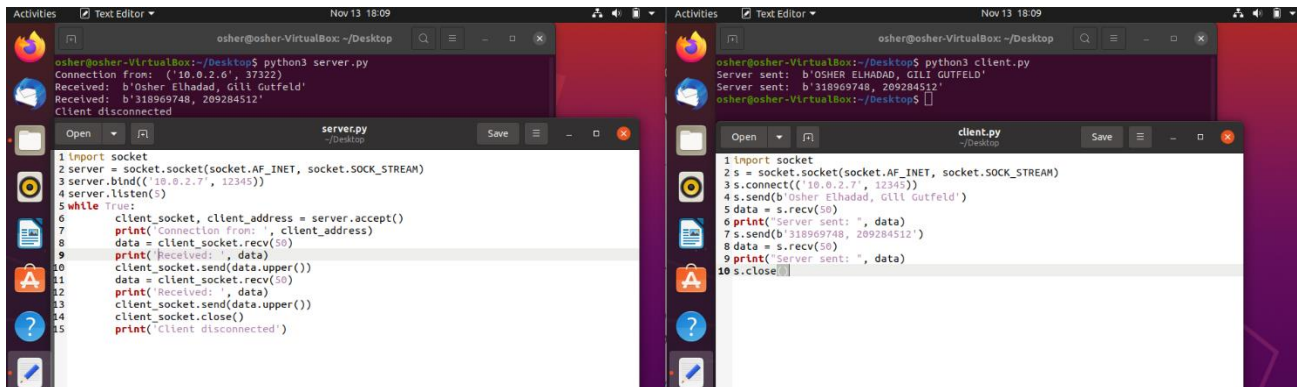
מבוא לרשתות תקשורת - תרגיל 2

מגישים:

- גילי גוטפלד, 209284512
- אושר אלחדד, 318969748

חלק א

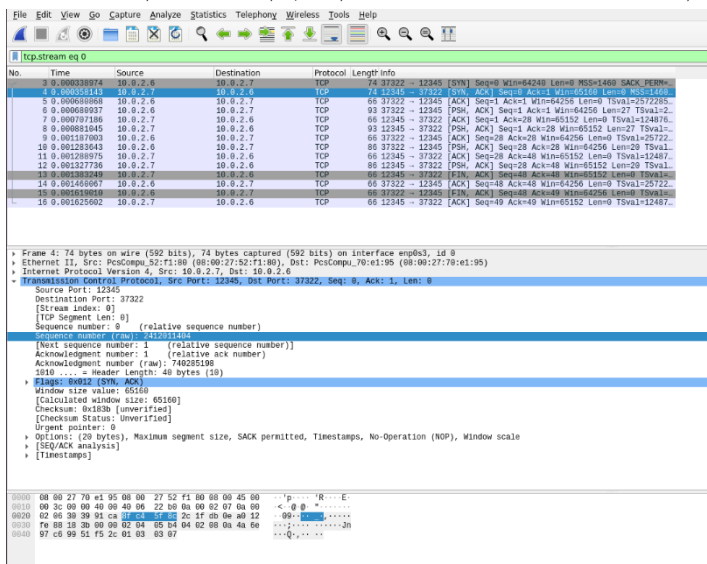
תחילה נציין שהשתמשנו ב2 מכונות ווירטואליות של virtual box אשר נמצאות באותה NETWORK ולכל אחד mac וip שונים בין שתי המכונות והרצנו באחד מהם את קוד הלקוח ובשני את קוד השרת:



```
server.py
1 import socket
2 server = socket.socket(socket.AF_INET, socket.SOCK_STREAM)
3 server.bind(('10.0.2.6', 37322))
4 server.listen(5)
5 while True:
6     client_socket, client_address = server.accept()
7     print('Connection from: ', client_address)
8     data = client_socket.recv(50)
9     print('Received: ', data)
10    client_socket.send(data.upper())
11    data = client_socket.recv(50)
12    print('Received: ', data)
13    client_socket.send(data.upper())
14    client_socket.close()
15    print('Client disconnected')
```

```
client.py
1 import socket
2 s = socket.socket(socket.AF_INET, socket.SOCK_STREAM)
3 s.connect(('10.0.2.7', 37322))
4 s.send(b'osher elhadad, gili gutfeld')
5 data = s.recv(50)
6 print('Server sent: ', data)
7 s.send(b'318969748, 209284512')
8 data = s.recv(50)
9 print('Server sent: ', data)
10 s.close()
```

1. שלחנו הודעה מהלקוח עם השמות ותעודת הזהות שלנו באותיות קטנות וההודעה שהוזרה מהשרת ללקוח היא אותה הודעה שנשלחה מהלקוח רק עם אותיות גדולות (כפי שמודפס בטרמינל הלקוח). נשים לב שהמכונה הימנית היא הלקוח (עם ip 10.0.2.6) והמכונה השמאלית היא השרת (עם ip 10.0.2.7).
2. בנוסף הסנפנו את התעבורה באמצעות wireshark וסיננו את החבילות כך שיוצגו רק החבילות שהועברו באמצעות פרוטוקול TCP. נתאר את תהליכי הקמת, קיום וניתוק חיבור ה-TCP אל השרת בעזרת צילומי מסך של ה-Wireshark:



- הקמה: נשים לב שבהתחלה הלקוח בוחר sequence number התחלתי ושולח הודעת SYN אל השרת (זוהי ההודעה היחידה בה ביט ה-ack כבוי). כאשר השרת מקבל את ההודעה, גם הוא בוחר sequence number התחלתי, ניתן לראות בתמונה שהוא בחר את 2412011404 (אין קשר בין ה-sequence number שכל אחד מהם בחר) ובנוסף מוצג ה-sequence number היחסי שהוא כרגע

0 כי זו ההודעה הראשונה שנשלחת מהשרת ללקוח זה. בנוסף, השרת שולח ack על בקשת ה-SYN של הלקוח שמספרה 740285198 שזהו ה-sequence number שממנו התחיל הלקוח פחות אחד (פלוס מספר הבתים של ההודעה שבמקרה הזה הוא 0) כיוון שזהו הבית הבא אותו מצפה לקבל השרת. השרת שולח הודעת SYNACK אל הלקוח (מדליק את ביט ה-ack) ולאחר מכן הלקוח מחזיר ack כפי שמוצג בצילום המסך (הודעה שלישית), כדי להודיע לשרת שקיבל את ה-ack ששלח לו (ה-ack number יהיה 2412011405 שזהו הבית הבא אותו מצפה לקבל הלקוח וה-sequence number יהיה אחד יותר מהודעת ה-syn הראשונה (אורכה נחשב 1).

No.	Time	Source	Destination	Protocol	Length	Info
3	0.000338974	10.0.2.7	10.0.2.6	TCP	74	37322 → 12345 [SYN] Seq=0 Win=64240 Len=0 MSS=1460 SACK_PERM=1
4	0.000358143	10.0.2.7	10.0.2.6	TCP	74	12345 → 37322 [SYN, ACK] Seq=0 Ack=1 Win=65152 Len=0 MSS=1460
5	0.000688868	10.0.2.6	10.0.2.7	TCP	66	37322 → 12345 [ACK] Seq=1 Ack=1 Win=64256 Len=0 TSval=2572285
6	0.000699937	10.0.2.6	10.0.2.7	TCP	66	12345 → 37322 [ACK] Seq=28 Ack=28 Win=64256 Len=0 TSval=25722
7	0.000707186	10.0.2.7	10.0.2.6	TCP	66	12345 → 37322 [ACK] Seq=1 Ack=28 Win=65152 Len=0 TSval=124876
8	0.000881045	10.0.2.7	10.0.2.6	TCP	93	12345 → 37322 [PSH, ACK] Seq=1 Ack=28 Win=65152 Len=27 TSval=124876
9	0.001187003	10.0.2.6	10.0.2.7	TCP	66	37322 → 12345 [ACK] Seq=28 Ack=28 Win=64256 Len=0 TSval=25722
10	0.001283643	10.0.2.6	10.0.2.7	TCP	86	37322 → 12345 [PSH, ACK] Seq=28 Ack=28 Win=64256 Len=20 TSval=124876
11	0.001288975	10.0.2.7	10.0.2.6	TCP	66	12345 → 37322 [ACK] Seq=28 Ack=48 Win=65152 Len=0 TSval=124876
12	0.001327736	10.0.2.7	10.0.2.6	TCP	86	12345 → 37322 [PSH, ACK] Seq=28 Ack=48 Win=65152 Len=20 TSval=124876
13	0.001383249	10.0.2.7	10.0.2.6	TCP	66	12345 → 37322 [FIN, ACK] Seq=48 Ack=48 Win=64256 Len=0 TSval=25722
14	0.001460067	10.0.2.6	10.0.2.7	TCP	66	37322 → 12345 [ACK] Seq=48 Ack=48 Win=64256 Len=0 TSval=25722
15	0.001619018	10.0.2.6	10.0.2.7	TCP	66	37322 → 12345 [FIN, ACK] Seq=48 Ack=48 Win=64256 Len=0 TSval=124876
16	0.001625602	10.0.2.7	10.0.2.6	TCP	66	12345 → 37322 [ACK] Seq=49 Ack=49 Win=65152 Len=0 TSval=124876

Frame 6: 93 bytes on wire (744 bits), 93 bytes captured (744 bits) on interface enp83, id 0 Ethernet II, Src: PcsCompu, 70:e1:95 (08:00:27:70:e1:95), Dst: PcsCompu, 52:f1:80 (08:00:27:52:f1:80) Internet Protocol Version 4, Src: 10.0.2.6, Dst: 10.0.2.7 Transmission Control Protocol, Src Port: 37322, Dst Port: 12345, Seq: 1, Ack: 1, Len: 27 Source Port: 37322 Destination Port: 12345 [Stream index: 0] [TCP Segment Len: 27] Sequence number: 1 (relative sequence number) [Next sequence number: 28 (relative sequence number)] Acknowledgment number: 1 (relative ack number) Acknowledgment number (raw): 2412011405 1000 ... = Header Length: 32 bytes (8) Flags: 0x018 (PSH, ACK) Window size value: 502 [Calculated window size: 64256] [Window size scaling factor: 128] Checksum: 0x1aef [unverified] [Checksum Status: Unverified] Urgent pointer: 0 Options: (12 bytes), No-Operation (NOP), No-Operation (NOP), Timestamps [SEQ/ACK analysis] [Timestamps] TCP payload (27 bytes) Data (27 bytes)						
0000	08 00 27 52 f1 80 08 00	27 70 e1 95 08 00	45 00	...	R...	p...E
0010	00 4f 10 b7 40 00 04 06	11 e6 0a 00 02 06 0a 00	0	...	0	@...
0020	02 07 01 ca 30 20 1f 00	00 0a 0f c4 5f 0d 00 10	0	...	00	...
0030	01 f0 1a ef 00 00 01 01	09 0a 99 51 f5 2d 4a 6e	0	...	0	...
0040	97 0c 87 f2 6d 02 72 20	45 0c 0c 01 04 01 04 20	0	...	0	...
0050	00 00 00 00 00 00 00 00	00 00 00 00 00 00 00 00	0	...	0	...

הבית הבא אותו מצפה לקבל הלקוח. מיד אחר כך השרת שולח הודעה ack number

No.	Time	Source	Destination	Protocol	Length	Info
3	0.000338974	10.0.2.6	10.0.2.7	TCP	74	37322 → 12345 [SYN] Seq=0 Win=64240 Len=0 MSS=1460 SACK_PERM=1
4	0.000358143	10.0.2.7	10.0.2.6	TCP	74	12345 → 37322 [SYN, ACK] Seq=0 Ack=1 Win=65152 Len=0 MSS=1460
5	0.000688868	10.0.2.6	10.0.2.7	TCP	66	37322 → 12345 [ACK] Seq=1 Ack=1 Win=64256 Len=0 TSval=2572285
6	0.000699937	10.0.2.6	10.0.2.7	TCP	93	37322 → 12345 [PSH, ACK] Seq=1 Ack=1 Win=64256 Len=27 TSval=25722
7	0.000707186	10.0.2.7	10.0.2.6	TCP	66	12345 → 37322 [ACK] Seq=1 Ack=28 Win=65152 Len=0 TSval=124876
8	0.000881045	10.0.2.7	10.0.2.6	TCP	93	12345 → 37322 [PSH, ACK] Seq=1 Ack=28 Win=65152 Len=27 TSval=124876
9	0.001187003	10.0.2.6	10.0.2.7	TCP	66	37322 → 12345 [ACK] Seq=28 Ack=28 Win=64256 Len=0 TSval=25722
10	0.001283643	10.0.2.6	10.0.2.7	TCP	86	37322 → 12345 [PSH, ACK] Seq=28 Ack=28 Win=64256 Len=20 TSval=124876
11	0.001288975	10.0.2.7	10.0.2.6	TCP	66	12345 → 37322 [ACK] Seq=28 Ack=48 Win=65152 Len=0 TSval=124876
12	0.001327736	10.0.2.7	10.0.2.6	TCP	86	12345 → 37322 [PSH, ACK] Seq=28 Ack=48 Win=65152 Len=20 TSval=124876
13	0.001383249	10.0.2.7	10.0.2.6	TCP	66	12345 → 37322 [FIN, ACK] Seq=48 Ack=48 Win=64256 Len=0 TSval=25722
14	0.001460067	10.0.2.6	10.0.2.7	TCP	66	37322 → 12345 [ACK] Seq=48 Ack=48 Win=64256 Len=0 TSval=25722
15	0.001619018	10.0.2.6	10.0.2.7	TCP	66	37322 → 12345 [FIN, ACK] Seq=48 Ack=48 Win=64256 Len=0 TSval=124876
16	0.001625602	10.0.2.7	10.0.2.6	TCP	66	12345 → 37322 [ACK] Seq=49 Ack=49 Win=65152 Len=0 TSval=124876

Frame 7: 66 bytes on wire (528 bits), 66 bytes captured (528 bits) on interface enp83, id 0 Ethernet II, Src: PcsCompu, 52:f1:80 (08:00:27:52:f1:80), Dst: PcsCompu, 70:e1:95 (08:00:27:70:e1:95) Internet Protocol Version 4, Src: 10.0.2.7, Dst: 10.0.2.6 Transmission Control Protocol, Src Port: 12345, Dst Port: 37322, Seq: 1, Ack: 28, Len: 0 Source Port: 12345 Destination Port: 37322 [Stream index: 0] [TCP Segment Len: 0] Sequence number: 1 (relative sequence number) [Next sequence number: 28 (relative sequence number)] Acknowledgment number: 28 (relative ack number) Acknowledgment number (raw): 740285225 1000 ... = Header Length: 32 bytes (8) Flags: 0x010 (ACK) Window size value: 509 [Calculated window size: 65152] [Window size scaling factor: 128] Checksum: 0x1833 [unverified] [Checksum Status: Unverified] Urgent pointer: 0 Options: (12 bytes), No-Operation (NOP), No-Operation (NOP), Timestamps [SEQ/ACK analysis] [Timestamps]						
0000	08 00 27 70 e1 95 08 00	27 52 f1 80 08 00	45 00	...	p...	R...E
0010	00 34 11 7e 40 00 09 06	11 3a 0a 00 02 07 0a 00	0	...	0	@...
0020	02 06 30 39 01 ca 8f c4	5f 8d 2c 1f 0b 2b 00 10	0	...	00	...
0030	01 f0 18 33 00 00 01 01	00 0a 4a 6e 0f 00 99 51	0	...	0	...
0040	f5 2d			...	0	...

ללקוח עם sequence number 2412011452 (סה"כ שלח 48 בתים ללקוח כיוון

שהתחיל ב-2412011404 והיה (echo) ו עם ack number יחסי של 48 על ההודעות שקיבל מהלקוח (לכן לא יכול לשלוח יותר data). הלקוח עונה לו ב-ack (עוד לא מאשר לו שמסיים) ומיד אחר כך שולח לו הודעת FIN משלו עם sequence number 740285245 (סה"כ שלח 48 בתים לשרת כיוון שהתחיל ב-740285197) ועם ack number 2412011453 או 49 באופן יחסי (כעת גם לא יכול יותר לשלוח data). כאשר השרת מקבל את ההודעה הוא שולח ללקוח ack עליה ובכך התקשורת ביניהם מסתיימת

No.	Time	Source	Destination	Protocol	Length	Info
3	0.000338974	10.0.2.6	10.0.2.7	TCP	74	37322 → 12345 [SYN] Seq=0 Win=64240 Len=0 MSS=1460 SACK_PERM=1
4	0.000358143	10.0.2.7	10.0.2.6	TCP	74	12345 → 37322 [SYN, ACK] Seq=0 Ack=1 Win=65152 Len=0 MSS=1460
5	0.000688868	10.0.2.6	10.0.2.7	TCP	66	37322 → 12345 [ACK] Seq=1 Ack=1 Win=64256 Len=0 TSval=2572285
6	0.000699937	10.0.2.6	10.0.2.7	TCP	93	37322 → 12345 [PSH, ACK] Seq=1 Ack=1 Win=64256 Len=27 TSval=25722
7	0.000707186	10.0.2.7	10.0.2.6	TCP	66	12345 → 37322 [ACK] Seq=1 Ack=28 Win=65152 Len=0 TSval=124876
8	0.000881045	10.0.2.7	10.0.2.6	TCP	93	12345 → 37322 [PSH, ACK] Seq=1 Ack=28 Win=65152 Len=27 TSval=124876
9	0.001187003	10.0.2.6	10.0.2.7	TCP	66	37322 → 12345 [ACK] Seq=28 Ack=28 Win=64256 Len=0 TSval=25722
10	0.001283643	10.0.2.6	10.0.2.7	TCP	86	37322 → 12345 [PSH, ACK] Seq=28 Ack=28 Win=64256 Len=20 TSval=124876
11	0.001288975	10.0.2.7	10.0.2.6	TCP	66	12345 → 37322 [ACK] Seq=28 Ack=48 Win=65152 Len=0 TSval=124876
12	0.001327736	10.0.2.7	10.0.2.6	TCP	86	12345 → 37322 [PSH, ACK] Seq=28 Ack=48 Win=65152 Len=20 TSval=124876
13	0.001383249	10.0.2.7	10.0.2.6	TCP	66	12345 → 37322 [FIN, ACK] Seq=48 Ack=48 Win=64256 Len=0 TSval=25722
14	0.001460067	10.0.2.6	10.0.2.7	TCP	66	37322 → 12345 [ACK] Seq=48 Ack=48 Win=64256 Len=0 TSval=25722
15	0.001619018	10.0.2.6	10.0.2.7	TCP	66	37322 → 12345 [FIN, ACK] Seq=48 Ack=48 Win=64256 Len=0 TSval=124876
16	0.001625602	10.0.2.7	10.0.2.6	TCP	66	12345 → 37322 [ACK] Seq=49 Ack=49 Win=65152 Len=0 TSval=124876

Frame 15: 66 bytes on wire (528 bits), 66 bytes captured (528 bits) on interface enp83, id 0 Ethernet II, Src: PcsCompu, 70:e1:95 (08:00:27:70:e1:95), Dst: PcsCompu, 52:f1:80 (08:00:27:52:f1:80) Internet Protocol Version 4, Src: 10.0.2.6, Dst: 10.0.2.7 Transmission Control Protocol, Src Port: 37322, Dst Port: 12345, Seq: 48, Ack: 49, Len: 0 Source Port: 37322 Destination Port: 12345 [Stream index: 0] [TCP Segment Len: 0] Sequence number: 48 (relative sequence number) [Next sequence number: 49 (relative sequence number)] Acknowledgment number: 49 (relative ack number) Acknowledgment number (raw): 2412011453 1000 ... = Header Length: 32 bytes (8) Flags: 0x011 (FIN, ACK) Window size value: 502 [Calculated window size: 64256] [Window size scaling factor: 128] Checksum: 0x3321 [unverified] [Checksum Status: Unverified] Urgent pointer: 0 Options: (12 bytes), No-Operation (NOP), No-Operation (NOP), Timestamps [SEQ/ACK analysis] [Timestamps]						
0000	08 00 27 52 f1 80 08 00	27 70 e1 95 08 00	45 00	...	p...	R...E
0010	00 34 10 0a 40 00 00 00	11 f0 0a 00 02 00 00 00	0	...	0	@...
0020	02 07 01 ca 30 20 1f 00	00 0a 3d 8f c4 5f 8d 80 11	0	...	00	...
0030	01 f0 18 33 00 00 01 01	00 0a 99 51 f5 2d 4a 6e	0	...	0	...
0040	97 c7			...	0	...

- קיום: לאחר תהליך החיבור של ה-tcp אל השרת, הלקוח שולח את הודעת התוכן (דגל ה-push דלוק וגם ה-ack כמובן) שמכילה את השמות שלנו (רואים שהיא באורך 27 בתים), כאשר מספר ה-sequence number שלה הוא 740285198, אחד יותר מהודעת ה-syn הראשונה (אורכה נחשב 1) וניתן לראות שגם המספר הסידורי היחסי הוא 1 וה-ack number שלה הוא 2412011405

הלקוח כדי לאשר שקיבל אותה עם ack number 740285225, או 28 באופן יחסי כיוון שזהו הבית הבא אותו השרת מצפה לקבל ועם אותו sequence number ששלח פעם קודמת כיוון שהיא הייתה ריקה ולכן הוא לא התקדם בבתים. באותו אופן, נשלח אחר כך את תעודות הזהות שלנו לשרת.

- ניתוק: באופן דומה לתהליך החיבור, נבצע הפעם טקס פרידה. השרת שולח הודעת FIN ללקוח עם sequence number 2412011452 (סה"כ שלח 48 בתים ללקוח כיוון