

1	0.000000000	192.168.120.36	192.168.120.157	TCP	76 39824 → 80 [SYN] Seq=3657806484 Win=64240 Len=0 MSS=1460 SACK_PERM=1 TSval=1399989563 TSecr=0 WS=128
2	0.000557160	192.168.120.157	192.168.120.36	TCP	76 80 → 39824 [SYN, ACK] Seq=3007657679 Ack=3657806485 Win=65160 Len=0 MSS=1460 SACK_PERM=1 TSval=3044561552 TSecr=1399989563 WS=128
3	0.000632192	192.168.120.36	192.168.120.157	TCP	68 39824 → 80 [ACK] Seq=3657806485 Ack=3007657680 Win=64256 Len=0 TSval=1399989570 TSecr=3044561552
4	0.000949299	192.168.120.36	192.168.120.157	HTTP	421 GET / HTTP/1.1
5	0.012792845	192.168.120.157	192.168.120.36	TCP	68 80 → 39824 [ACK] Seq=3007657680 Ack=3657806838 Win=64896 Len=0 TSval=3044561557 TSecr=1399989570
6	0.013918439	192.168.120.157	192.168.120.36	HTTP	3548 HTTP/1.1 200 OK (text/html)
7	0.013953299	192.168.120.36	192.168.120.157	TCP	68 39824 → 80 [ACK] Seq=3657806838 Ack=3007661160 Win=60800 Len=0 TSval=1399989577 TSecr=3044561559
8	0.120811679	192.168.120.36	192.168.120.157	HTTP	386 GET /icons/ubuntu-logo.png HTTP/1.1
9	0.128809632	192.168.120.157	192.168.120.36	TCP	68 80 → 39824 [ACK] Seq=3007661160 Ack=3657807156 Win=64640 Len=0 TSval=3044561673 TSecr=1399989684
10	0.128809985	192.168.120.157	192.168.120.36	TCP	2964 80 → 39824 [ACK] Seq=3007661160 Ack=3657807156 Win=64640 Len=2896 TSval=3044561673 TSecr=1399989684 [TCP segment of a reassembled PDU]
11	0.128927315	192.168.120.36	192.168.120.157	TCP	68 39824 → 80 [ACK] Seq=3657807156 Ack=3007664056 Win=61312 Len=0 TSval=1399989692 TSecr=3044561673
12	0.130847240	192.168.120.157	192.168.120.36	HTTP	795 HTTP/1.1 200 OK (PNG)
13	0.130879237	192.168.120.36	192.168.120.157	TCP	68 39824 → 80 [ACK] Seq=3657807156 Ack=3007664783 Win=63104 Len=0 TSval=1399989694 TSecr=3044561673
14	0.143781412	192.168.120.36	192.168.120.157	HTTP	376 GET /favicon.ico HTTP/1.1
15	0.148112193	192.168.120.157	192.168.120.36	TCP	68 80 → 39824 [ACK] Seq=3007664783 Ack=3657807464 Win=64384 Len=0 TSval=3044561694 TSecr=1399989707
16	0.148112509	192.168.120.157	192.168.120.36	HTTP	561 HTTP/1.1 404 Not Found (text/html)
17	0.148154640	192.168.120.36	192.168.120.157	TCP	68 39824 → 80 [ACK] Seq=3657807464 Ack=3007665276 Win=63744 Len=0 TSval=1399989711 TSecr=3044561694
25	5.216830906	192.168.120.157	192.168.120.36	TCP	68 80 → 39824 [FIN, ACK] Seq=3007665276 Ack=3657807464 Win=64384 Len=0 TSval=3044566695 TSecr=1399989711
26	5.217000136	192.168.120.36	192.168.120.157	TCP	68 39824 → 80 [FIN, ACK] Seq=3657807464 Ack=3007665277 Win=64128 Len=0 TSval=1399994780 TSecr=3044566695
28	5.225358481	192.168.120.157	192.168.120.36	TCP	68 80 → 39824 [ACK] Seq=3007665277 Ack=3657807465 Win=64384 Len=0 TSval=3044566768 TSecr=1399994780

התמונה לעיל מייצגת את התעבורה בין לקוח שמתחבר לשרת. כתובת ה-IP של הלקוח הינה 192.168.120.36, וכתובת ה-IP של השרת הינה 192.168.120.157.

תחילה ניתן לראות בשלוש התעבורות ראשונות את תהליך "לחיצת הידיים", בו הלקוח מבקש ליצור קשר עם השרת. מיד אחר כך, בשורה הרביעית, הלקוח שולח בקשת GET לשרת שבו הוא מבקש להוריד את קוד ה-HTML של דף הבית – ניתן לראות שלאחר הפקודה GET, הלקוח נותן את המסלול "/", כלומר להוריד את כל המבנה של שף הבית:

```
GET / HTTP/1.1
Host: 192.168.120.157
User-Agent: Mozilla/5.0 (X11; Ubuntu; Linux x86_64; rv:94.0) Gecko/20100101 Firefox/94.0
Accept: text/html,application/xhtml+xml,application/xml;q=0.9,image/avif,image/webp,*/*;q=0.8
Accept-Language: en-US,en;q=0.5
Accept-Encoding: gzip, deflate
DNT: 1
Connection: keep-alive
Upgrade-Insecure-Requests: 1
```

נבחין שהלקוח מציין כמה פרטים חשובים בבקשתו לשרת:

(1) הלקוח מציין שהוא מוכן לקבל את המידע מכוון על פי פרוטוקול GZIP (ונראה בהמשך שאכן השרת מכוון את המידע).

(2) הלקוח מביע לשרת שהוא מעדיף שתגובתו של השרת תהיה מוצפן. לצערו הרב, השרת לא יקבל את בקשה זו.

בנוסף לכך, הלקוח שולח פרטים על עצמו (שם הדפדפן שאותו הוא מריץ, סוג מערכת ההפעלה, וכו'). השרת מגיב עם ACK מיד אחר כך, וניתן לראות אותו בשורה הבאה.

192.168.120.36	192.168.120.157	HTTP	421 GET / HTTP/1.1
192.168.120.157	192.168.120.36	TCP	68 80 → 39824 [ACK]

בנוסף לשלחית ה-ACK, השרת עונה לבקשת הלקוח ושולח לו את עמוד דף הבית, יחד עם הסטטוס "OK":

```
HTTP/1.1 200 OK
Date: Wed, 15 Dec 2021 18:01:42 GMT
Server: Apache/2.4.41 (Ubuntu)
Last-Modified: Wed, 15 Dec 2021 16:51:13 GMT
ETag: "2aaa-5d3321d124a65-gzip"
Accept-Ranges: bytes
Vary: Accept-Encoding
Content-Encoding: gzip
Content-Length: 3141
Keep-Alive: timeout=5, max=100
Connection: Keep-Alive
Content-Type: text/html
```

מידע על השרת

המידע מכוון על פי פרוטוקול GZIP

מגבלות (הסבר בהמשך)

הפרדה בין header ה-HTTP לבין ה-body

```
.....Z.s.6....U..$. '.....' {&.c.....$. .....! .....c.....d5...~..H.%..5...H.....O.....n...../Io...Z~..W.+.....08&SE..
.....ax.K.....0.16..y..".~.....7...S...&...].M.....H.y.....
.....[7...!.e.....d....#Wl.iB.....\*...KLF7.....a.....0...~xj...~blL.....fI.Li.$...l...htzv.k...+.....n.....v...
7.....L.K...MY.D...g...Q.wSZR..9.uz3..H.).n.x.h.N.....f...[.....6d#.....n.....V0b...g.i.#+.sz...b...{F>...
+..Fcr.>..A...x..E..?.....}.';.....#..XF.....Y..")...Tnb.f"~c.....4.....1.'S1mh.hp...f..._..Vi...;a8L.....'.C3U...u...<.K.v.....(&..k...
.....wG" k.....a.....3.....&.....t.....v.....
```

נשים לב שהשרת הודיע ללקוח על שתי מגבלות:

1. timeout=5: זהו הזמן המקסימלי שניתן להישאר בקשר לא פעיל עם השרת
 2. max=100: כמות ה-requests המקסימלית שניתן לשלוח בקשר הזה לפני שהקשר ייסגר
- לאחר שהלקוח מקבל את המידע, הוא מחזיר לשרת ACK, ומתחיל לבקש (בבקשות GET) קבצים ספציפיים שמופיעים באתר הבית (במקרה הזה, תמונות). הבקשה הראשונה היא לתמונה במסלול: "/icons/ubuntu-logo.png":

```
90.c...o^ {e...W...@.o...*. GET /icons/ubuntu-logo.png HTTP/1.1
Host: 192.168.120.157
User-Agent: Mozilla/5.0 (X11; Ubuntu; Linux x86_64; rv:94.0) Gecko/20100101 Firefox/94.0
Accept: image/avif,image/webp,*/*
Accept-Language: en-US,en;q=0.5
Accept-Encoding: gzip, deflate
DNT: 1
Connection: keep-alive
Referer: http://192.168.120.157/
```

מסלול התמונה

```

HTTP/1.1 200 OK
Date: Wed, 15 Dec 2021 18:01:42 GMT
Server: Apache/2.4.41 (Ubuntu)
Last-Modified: Thu, 14 Oct 2021 16:24:43 GMT
ETag: "d0a-5ce528421c8c0"
Accept-Ranges: bytes
Content-Length: 3338
Keep-Alive: timeout=5, max=99
Connection: Keep-Alive
Content-Type: image/png

```

כמות הבקשות
המקסימלית (לקשר
הזה) ירדה באחד

```

.PNG
.
...
IHDR...w...c.....IDATx..].t.H..1.Z.....<.....
03...t.O.#.VG...{.;...n...+...r...VV7.r.....l..b.]6.m.69.N.....cj.E.
+;.R?.....+...../.e.$Yb..S.....'.....Y.8._....."}P.....+.....

```

נביט בתגובה של השרת—כלומר התעבורה שבה השרת שולח את המידע של התמונה שהלקוח ביקש.

10 0.128869985	192.168.120.157	192.168.120.36	HTTP	2964 HTTP/1.1 200 OK (PNG)[Malformed Packet]
11 0.128927315	192.168.120.36	192.168.120.157	TCP	68 39824 → 80 [ACK] Seq=3657807156 Ack=3007664056 Win=61312 Len=0 TSval=1399989692 TSecr=3044561673
12 0.130847246	192.168.120.157	192.168.120.36	HTTP	795 Continuation
13 0.130879237	192.168.120.36	192.168.120.157	TCP	68 39824 → 80 [ACK] Seq=3657807156 Ack=3007664783 Win=63194 Len=0 TSval=1399989694 TSecr=3044561673

נשים לב שכתוב "malformed packet", ולאחר ה-ACK על החבילה הזאת, "continuation". זה מכיוון שהשרת שלח את התוכן של התמונה בשתי חבילות, ולא אחת. לכן הלקוח החזיר לשרת שני ACK-ים.

לבסוף נביט בבקשה האחרונה של הלקוח, לתמונה "/favicon.ico". תמונה זו אינה נמצאת אצל השרת, ולכן השרת מחזירה ללקוח תגובה בעלת סטטוס 404 (NOT FOUND), והגוף של התגובה הוא קוד HTML לאתר שמציג למתשמש הודעה שהשרת לא הצליח למצוא את הקובץ המבוקש.

```

(.N..S8..X.....UV.j.b0....IEND.B`.GET /favicon.ico HTTP/1.1
Host: 192.168.120.157
User-Agent: Mozilla/5.0 (X11; Ubuntu; Linux x86_64; rv:94.0)
Gecko/20100101 Firefox/94.0
Accept: image/avif,image/webp,*/*
Accept-Language: en-US,en;q=0.5
Accept-Encoding: gzip, deflate
DNT: 1
Connection: keep-alive
Referer: http://192.168.120.157/

```

```

HTTP/1.1 404 Not Found
Date: Wed, 15 Dec 2021 18:01:42 GMT
Server: Apache/2.4.41 (Ubuntu)
Content-Length: 277
Keep-Alive: timeout=5, max=98
Connection: Keep-Alive
Content-Type: text/html; charset=iso-8859-1

<!DOCTYPE HTML PUBLIC "-//IETF//DTD HTML 2.0//EN">
<html><head>
<title>404 Not Found</title>
</head><body>
<h1>Not Found</h1>
<p>The requested URL was not found on this server.</p>
<hr>
<address>Apache/2.4.41 (Ubuntu) Server at 192.168.120.157 Port
80</address>
</body></html>

```