**חוברת לימוד · רשתות תקשורת · שכבה יג תשפ"ז**

# מודל OSI ומודל TCP/IP · כימוס ופענוח

שבוע 1 · 03/09–30/08 · **לופו משה**

בשיעור הקודם בניתם רשת וה-`ping` עבד. בחוברת הזו תגלו **מה בעצם קרה** — איך הודעה קטנה הופכת לסיביות על הכבל, ואיך היא מורכבת חזרה בצד השני.

## 1. למה מודל שכבות

תארו לעצמכם מכתב שנשלח לחו״ל. אתם כותבים אותו, מכניסים למעטפה, המעטפה נכנסת לשק, השק עולה למטוס. בכל שלב מישהו אחר מטפל בו, ואף אחד לא צריך לדעת מה כתוב בפנים.

כך בדיוק עובדת רשת. שכבות מביאות שלושה יתרונות:

**תקינה** — יצרן כרטיס רשת ויצרן דפדפן יכולים לעבוד בנפרד ובכל זאת להתחבר.

**מודולריות** — אפשר להחליף כבל נחושת בסיב אופטי בלי לשנות שום דבר בדפדפן.

**פתרון תקלות** — אפשר לומר "הבעיה בשכבה 2" ולצמצם את החיפוש למשהו ספציפי.

## 2. שבע שכבות `OSI`

| # | שכבה | מה היא עושה | דוגמה |
|---|---|---|---|
| 7 | יישום (`Application`) | הממשק לתוכנה שהמשתמש מפעיל | `HTTP` · `DNS` · `FTP` |
| 6 | הצגה (`Presentation`) | פורמט, הצפנה, דחיסה | `JPEG` · `TLS` |
| 5 | שיחה (`Session`) | פתיחה, ניהול וסגירה של שיחה | פתיחת חיבור לשרת |
| 4 | העברה (`Transport`) | אמינות, פיצול לסגמנטים, פורטים | `TCP` · `UDP` |
| 3 | רשת (`Network`) | כתובת לוגית וניתוב בין רשתות | `IP` · `ICMP` |
| 2 | קו נתונים (`Data Link`) | כתובת פיזית בתוך אותה רשת | `Ethernet` · `MAC` |
| 1 | פיזית (`Physical`) | סיביות על המדיה | כבל · מתח חשמלי · אור |

**טיפ ·** אל תשננו שמות. לכל שכבה זכרו **דוגמה אחת** — זה מה שנשאר בזיכרון ומה שנשאל במבחן.

## 3. ארבע שכבות `TCP/IP`

`OSI` הוא מודל תיאורטי לחשיבה. מה שבאמת רץ ברשת הוא `TCP/IP`, ובו ארבע שכבות בלבד:

| TCP/IP | מכיל את שכבות OSI | דוגמה |
|---|---|---|
| יישום | 5 + 6 + 7 | HTTP · DNS |
| העברה | 4 | TCP · UDP |
| אינטרנט | 3 | IP |
| גישה לרשת | 1 + 2 | Ethernet |

**טיפ** · לומדים את שניהם: TCP/IP כי הוא מה שרץ, ו-OSI כי הוא שפת האבחון שכל אנשי הרשתות מדברים בה.

## 4. כימוס — איך נראית ההודעה בדרך למטה

בכל שכבה בדרך למטה **נוספת כותרת** עם המידע שהשכבה המקבילה בצד השני צריכה. התהליך נקרא כימוס (Encapsulation), והיחידה בכל שכבה נקראת PDU:

```
L7   [           DATA           ]        Data
                   |   + TCP header
L4   [TCP][       DATA       ]          Segment
                   |   + IP header
L3   [IP][TCP][    DATA    ]            Packet
                   |   + Ethernet header + FCS
L2   [ETH][IP][TCP][ DATA ][FCS]        Frame
                   |
L1   10101101001110001011O1...          Bits
```

בכל שכבה בדרך למטה נוספת כותרת, ושם היחידה משתנה בהתאם — זה ה-PDU של אותה שכבה. בצד המקבל התהליך מתהפך.

בצד המקבל התהליך מתהפך: כל שכבה מסירה את הכותרת שלה וקוראת אותה. זה נקרא פענוח (Decapsulation).

⚠ **שימו לב** · ה-IP נשאר קבוע לאורך כל המסלול. ה-MAC מתחלף בכל קפיצה בין נתבים. זו טעות נפוצה מאוד.

## 5. שכבת ההעברה — TCP מול UDP

**פורט** הוא מספר שמזהה איזה יישום מדבר. HTTP=80, HTTPS=443, DNS=53, SSH=22.

**שקע רשת (socket)** הוא הצירוף של כתובת IP ומספר פורט — למשל 192.168.1.10:443. הצירוף הזה מזהה שיחה אחת מסוימת, ולכן אפשר לפתוח עשרה חלונות דפדפן במקביל בלי שהתשובות יתערבבו.

| | `TCP` | `UDP` |
|---|---|---|
| אמינות | מוודא הגעה ומסדר מחדש | שולח ולא בודק |
| מהירות | איטי יותר — יש אישורים | מהיר — אין תקורה |
| חיבור | פותח חיבור לפני שליחה | שולח מיד |
| מתי | אתר · מייל · העברת קובץ | וידאו חי · שיחות · `DNS` |

## דוגמה פתורה

### השאלה

תלמיד פותח דפדפן ונכנס לאתר. מפו את התרחיש לשכבות, וציינו איזה פרוטוקול ואיזה פורט פועלים.

### הפתרון צעד אחר צעד

1. **שכבה 7:** הדפדפן משתמש ב-`HTTPS`. לפני כן היה צריך לתרגם שם לכתובת — `DNS`, פורט 53.
2. **שכבה 4:** `HTTPS` דורש אמינות, ולכן `TCP`. פורט היעד 443. פורט המקור הוא מספר גבוה אקראי שהמחשב בוחר.
3. **שכבה 3:** נוספת כותרת `IP` עם כתובת המחשב ככתובת מקור וכתובת השרת כיעד.
4. **שכבה 2:** נוספת כותרת `Ethernet`. כתובת היעד היא ה-`MAC` של **הנתב**, לא של השרת — כי השרת ברשת אחרת.
5. **שכבה 1:** הכול הופך לסיביות ועובר בכבל.

---

**תשובה** · `DNS/UDP:53` לתרגום השם, ואז `HTTPS/TCP:443` לתוכן. ה-`socket` שנפתח הוא כתובת-השרת: 443 מול כתובת-המחשב:פורט-אקראי.

## תרגילים — פתרו לבד לפני שאתם בודקים בכיתה

1. באיזו שכבה פועל מתג ובאיזו נתב?
2. סדרו את יחידות ה-`PDU` מלמעלה למטה.
3. למה `DNS` משתמש ב-`UDP` ולא ב-`TCP`?
4. מה נוסף למידע בשכבה 3 ומה בשכבה 2?
5. מהו `socket` ולמה הוא נחוץ?
6. שכבה 6 של `OSI` נעלמה ב-`TCP/IP`. לאן היא הלכה?
7. חבילה עוברת דרך שלושה נתבים. כמה פעמים מתחלפת כתובת ה-`IP` וכמה כתובת ה-`MAC`?

# דף עבודה — מעבדה 1 — הכימוס בעיניים

שם: _____ תאריך: _____ חוליה: _____

**המטרה:** לראות במו עיניכם איזו כותרת נוספת בכל שכבה.

## מהלך — סמנו כל שלב שהושלם

- ☐ פתחו את הטופולוגיה משבוע שעבר (או את הקובץ תרגיל פשוט.`pkt`).
- ☐ עברו ממצב **`Realtime`** למצב **`Simulation`** (הכפתור בפינה הימנית התחתונה).
- ☐ לחצו **`Edit Filters`** ובטלו את כל הסימונים חוץ מ-**`ICMP`**. בלי זה המסך יוצף בחבילות.
- ☐ שלחו `ping` מ-`PC0` ל-`PC1` והשתמשו ב-**`Capture/Forward`** כדי להתקדם צעד אחד בכל פעם.
- ☐ לחצו על המעטפה כדי לפתוח את ה-`PDU`. עברו בין הלשוניות **`OSI Model`** ו-**`Inbound/Outbound PDU Details`**.
- ☐ מלאו את הטבלה: מה כתוב בכל שכבה ביציאה מ-`PC0`.

## רישום התוצאות

| # | מה למלא | חישוב · הערות · ראיות (פלט פקודה) |
|---|---|---|
| 1 | שכבה 3 — כתובת מקור: _____<br>כתובת יעד: _____ | _____ |
| 2 | שכבה 2 — כתובת `MAC` מקור:<br>_____ יעד:<br>_____ | _____ |
| 3 | מה הערך של `Type` בכותרת ה-`Ethernet`?<br>_____ | _____ |
| 4 | מה קרה בצעד הראשון לפני ה-`ICMP`? איזה פרוטוקול היה שם ולמה? | _____<br>_____ |

## רפלקציה — שתי שורות

מה היה הכי קשה, ומה פתר את זה?

_____

מה הייתי עושה אחרת בפעם הבאה?

_____

**אישור המורה:** ☐ שאלון היחידה ב-(100) Moodle ☐ שיעורי הבית (30) · **XP** _____ · תג: ☐ שבע שכבות · חתימה _____

## כרטיס יציאה — 3 שאלות, 5 דקות, נמסר ביציאה

1. כמה שכבות ב-`OSI` וכמה ב-`TCP/IP`?

---

2. איזו יחידה נקראת מסגרת ובאיזו שכבה?

---

3. איזה פרוטוקול שכבה 4 אינו מוודא הגעה?

---

## עוד לבדיקה עצמית — ענו בעל פה, בלי להסתכל אחורה

1. מה קבוע לאורך המסלול — `IP` או `MAC`?

## מילון מונחים

| עברית | אנגלית | הסבר קצר |
|---|---|---|
| **מודל שכבות** | `Layered Model` | חלוקת התקשורת לתפקידים |
| **כימוס** | `Encapsulation` | הוספת כותרת בכל שכבה בדרך למטה |
| **פענוח** | `Decapsulation` | הסרת הכותרות בדרך למעלה |
| **יחידת נתונים** | `PDU` | שם היחידה בכל שכבה |
| **מסגרת** | `Frame` | ה-`PDU` של שכבה 2 |
| **חבילה** | `Packet` | ה-`PDU` של שכבה 3 |
| **סגמנט** | `Segment` | ה-`PDU` של שכבה 4 |
| **פורט** | `Port` | מספר שמזהה יישום |
| **שקע רשת** | `Socket` | כתובת `IP` יחד עם מספר פורט |

## להעמקה

### בספר הקורס

- **ITN 3.5.4** — OSI and TCP/IP Model Comparison · עמוד 115
- **ITN 3.6** — Data Encapsulation · עמוד 116

### קבצים שנעבוד איתם

- תרגיל פשוט.pkt
- 2.3.2.5 Packet Tracer - Implementing Basic Connectivity Instructions.pdf