
שכבות, מסגרות, גילוי שגיאות

8 אפריל 2025
הרצאה 3

Slides Credits: Steve Zdancewic (UPenn)

נושאים להיום

- שכבות
- שכבה הפיזית
- שכבת העורק
- מסגרות
- שגיאות
- גילוי שגיאות

ארכיטקטורת הרשת

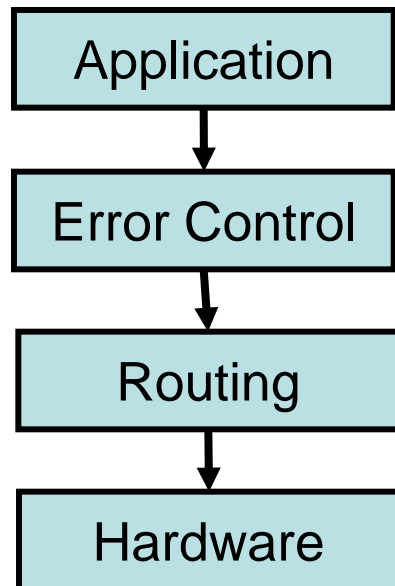
מטרה: לפשט את
הדרישות המורכבות
של הרשת

תבניות כלליות
שמנחות את העיצוב
והמימוש של רשתות

שימוש ב**הפשטה** לחלק
בעיות גדולות לקטנות

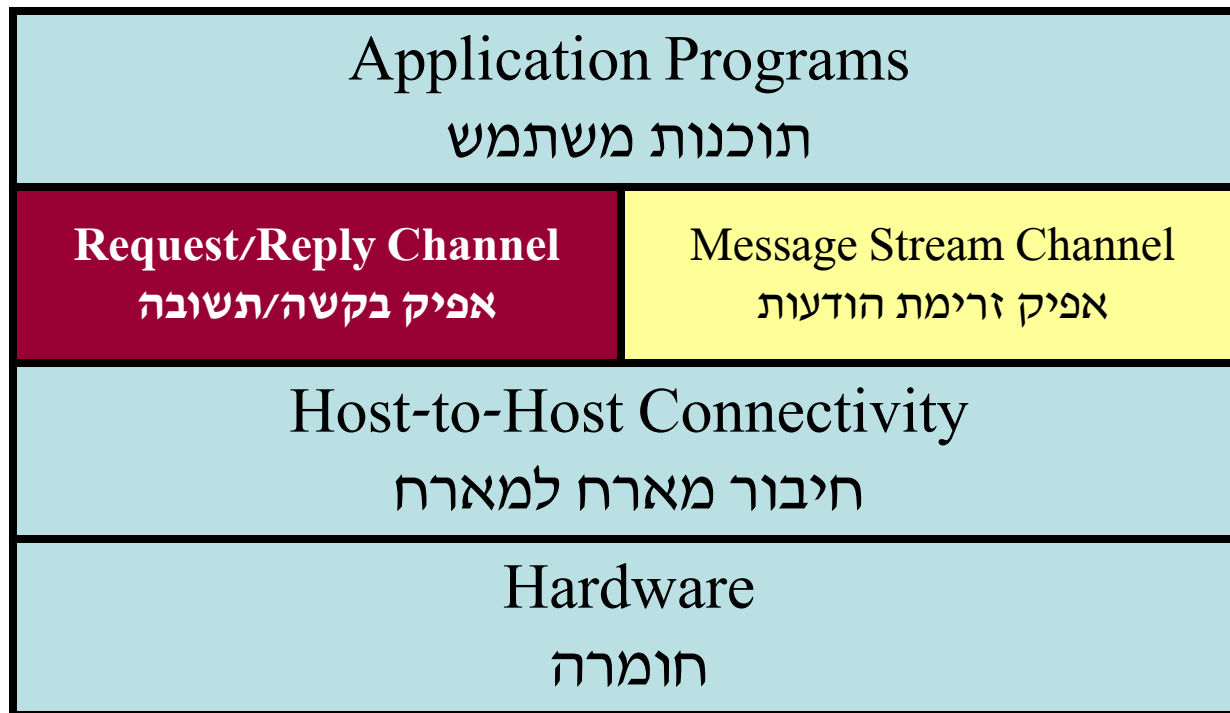
- זיהוי שירותים חשובים
- הגדרת ממשקים
- הסתרת המימוש

- תוצאה של הפשטה בעיצוב רשתות
- ערימה של שירותים (שכבות)
- שירותי חומרה (hardware) בתחתית
- שירותים יותר גבוהים ממומשים על ידי שימוש בשירותים בשכבות יותר נמוכות



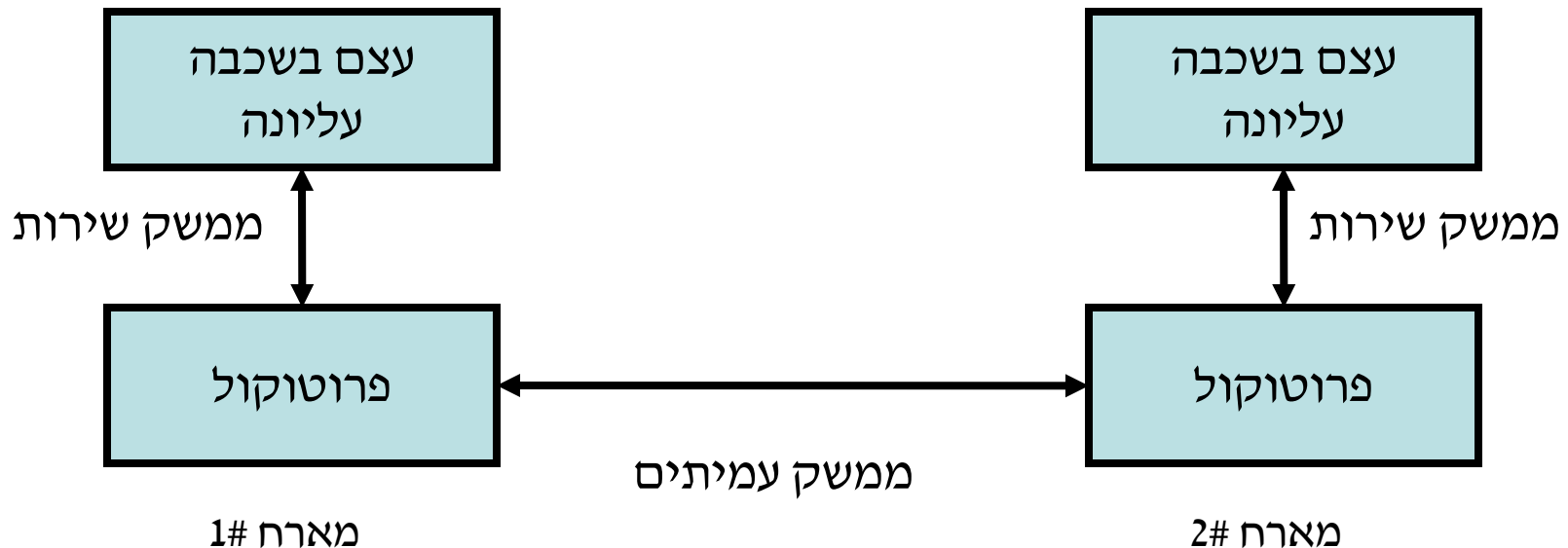
- יתרונות:
- פירוק בעיות לבעיות יותר קטנות
- שינויים מודולריים
- פרוטוקולים מממשים את השכבות

ערמת פרוטוקולים לדוגמה

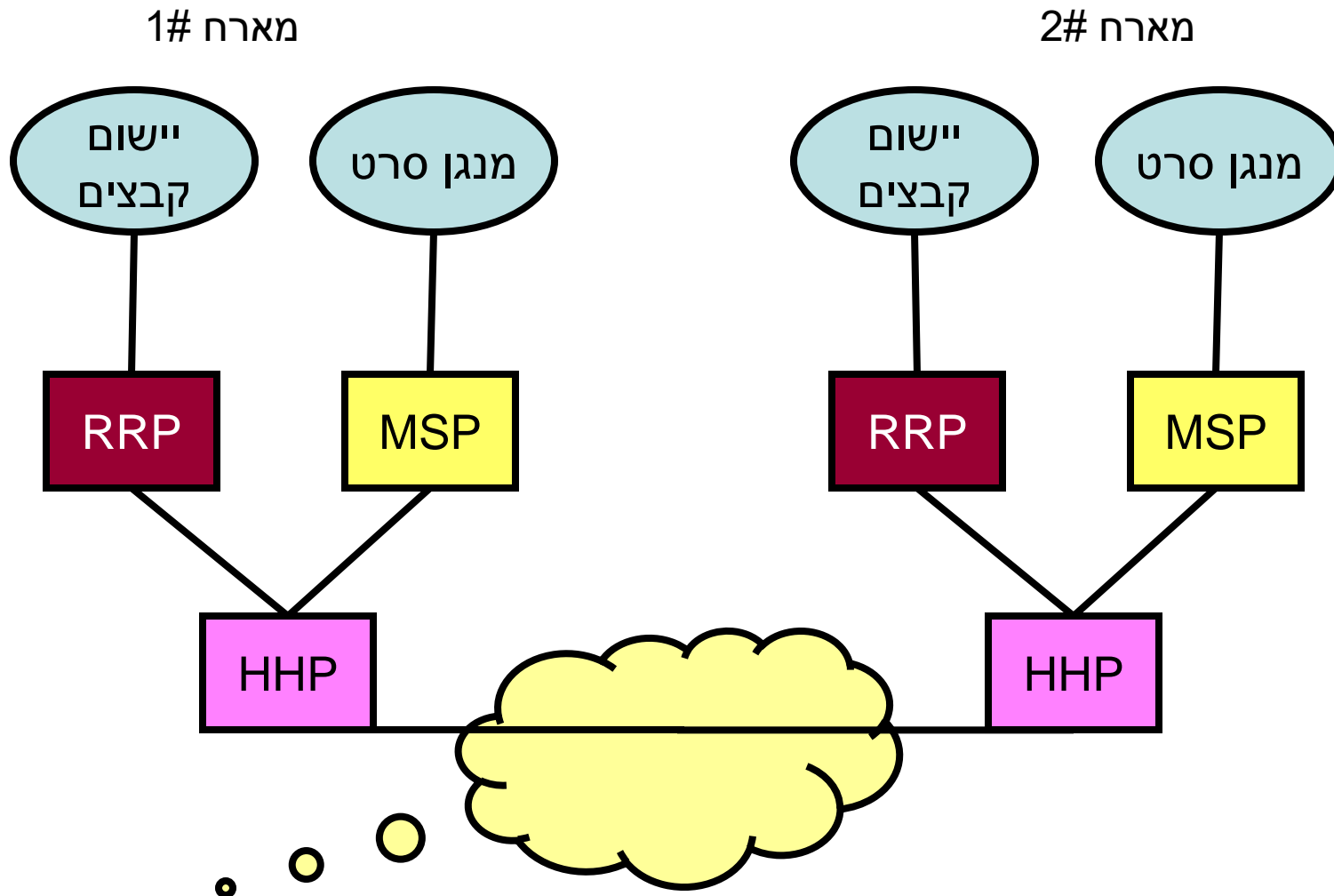


ממשקי פרוטוקולים

- ממשקי שירות
- תקשורת עולה ויורדת בערמה
- ממשקי עמיתים
- תקשורת עם השכבה המקבילה במארח השני



גרף פרוטוקולים לדוגמה

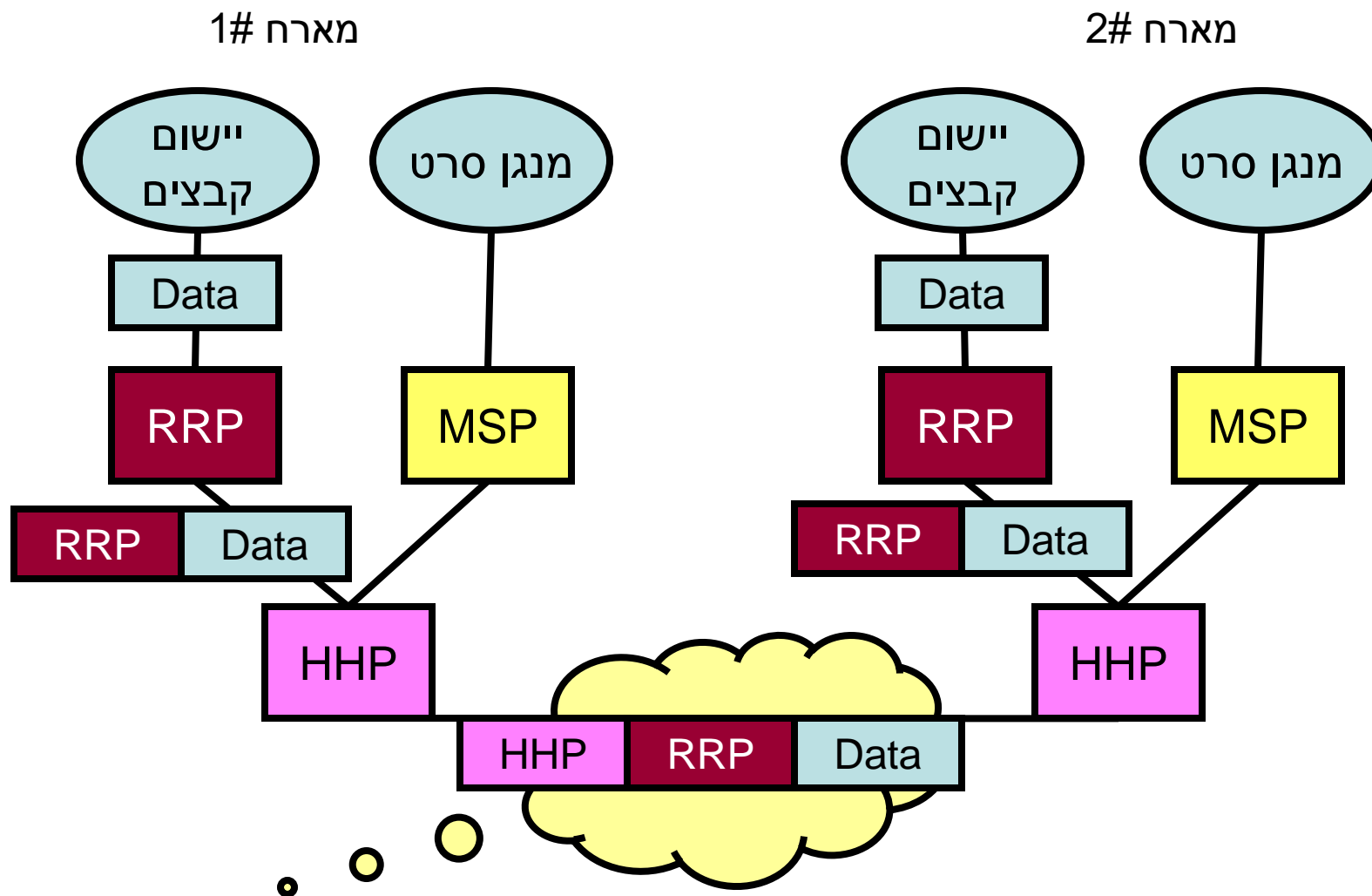


HHP: Host-to-Host Protocol
פרוטוקול מארח למארח

RRP: Request-Reply Protocol
פרוטוקול בקשה/תשובה

MSP: Message Streaming Protocol
פרוטוקול זרימת הודעות

גרף פרוטוקולים לדוגמה



Open Systems Interconnection (OSI)

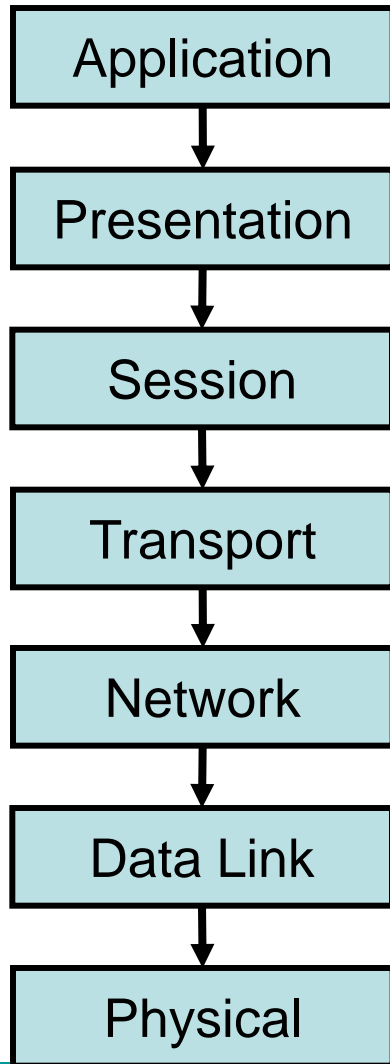
מחשב קצה

מודל פורמלי – לא מימש אמיתי

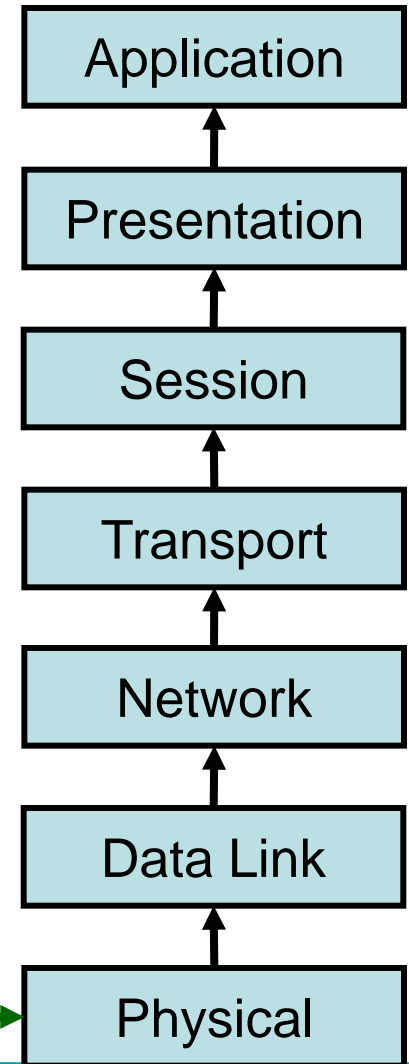
אפליקציה Application	שולח הודעות (למשל, FTP או HTTP)
תצוגה Presentation	מטפל בפורמט נתונים (למשל, big- vs. little-endian)
שיחה Session	מנהל זרימות נתונים
תעבורה Transport	פרוטוקולי תהליך לתהליך
רשת Network	מנתב מנות בין צמתים ברשת
עורק Link	אורז סיביות בתוך מסגרות
פיזי Physical	מעביר סיביות פשוטות על גבי הלינק

Open Systems Interconnection (OSI)

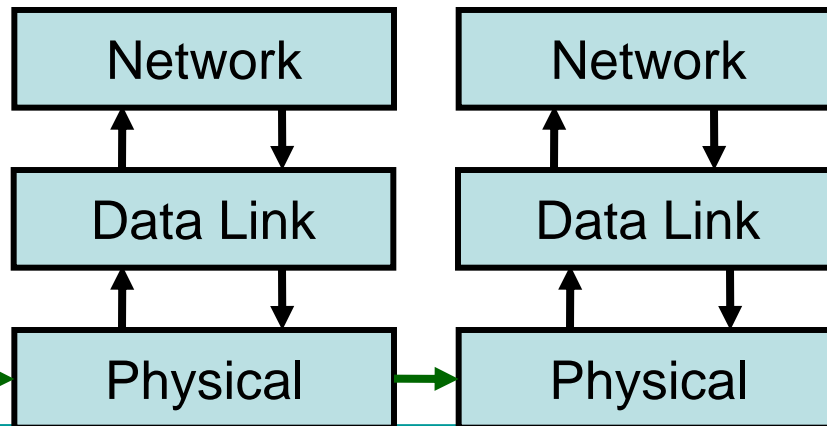
מחשב קצה



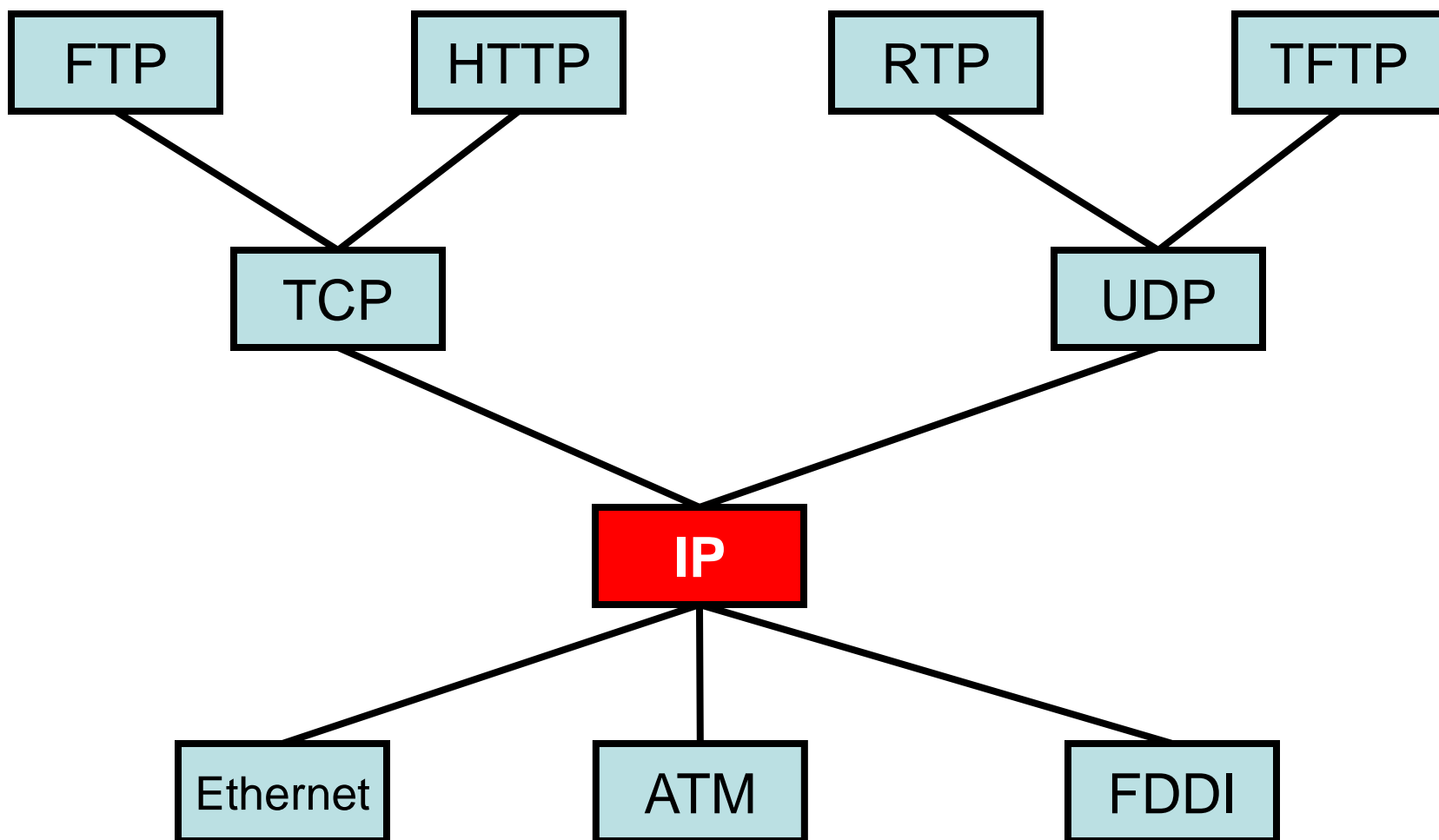
מחשב קצה



צמתים ברשת



גרף פרוטוקולי האינטרנט



אתגרים : חיבור פיזי

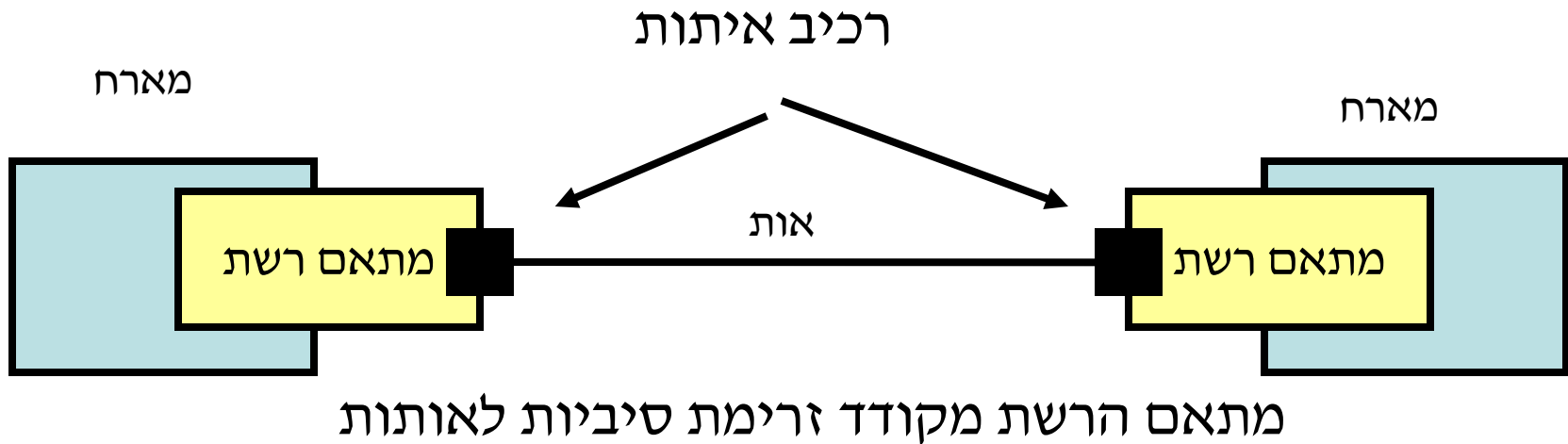
קידוד
ופיענוח
סיביות

שידור אותות

שידור אמין

גילוי ותיקון
שגיאות

רכיבי איתות



הפשטה: נניח שיש 2 סוגי אותות – גבוה ונמוך
בפועל: הפרשי מתח על חוטי נחושת
(מוביל לאתגרי ובעיות קידוד מעניינות)

כרטיסי מתאם רשת (Network Interface Cards – NIC)

Edimax EN-9260TX-E PCI Express 10/100/1000Mbps רשת

מק"ט: 26394

מחיר: **₪59**

או 4.92 ₪ לחודש ב- 12 תשלומים (סה"כ 59 ₪)

✓ זמין כעת במלאי בטבריה [\[בדיקת מלאי בסניף אחר\]](#)



לחץ כאן להגדלה ולתמונות נוספות

התמונה להמחשה בלבד

EDIMAX
NETWORKING PEOPLE TOGETHER

TP-Link TL-WN781ND nLITE N PCI Express 150Mbps רשת אלחוטי

מק"ט: 24824

מחיר: **₪45**

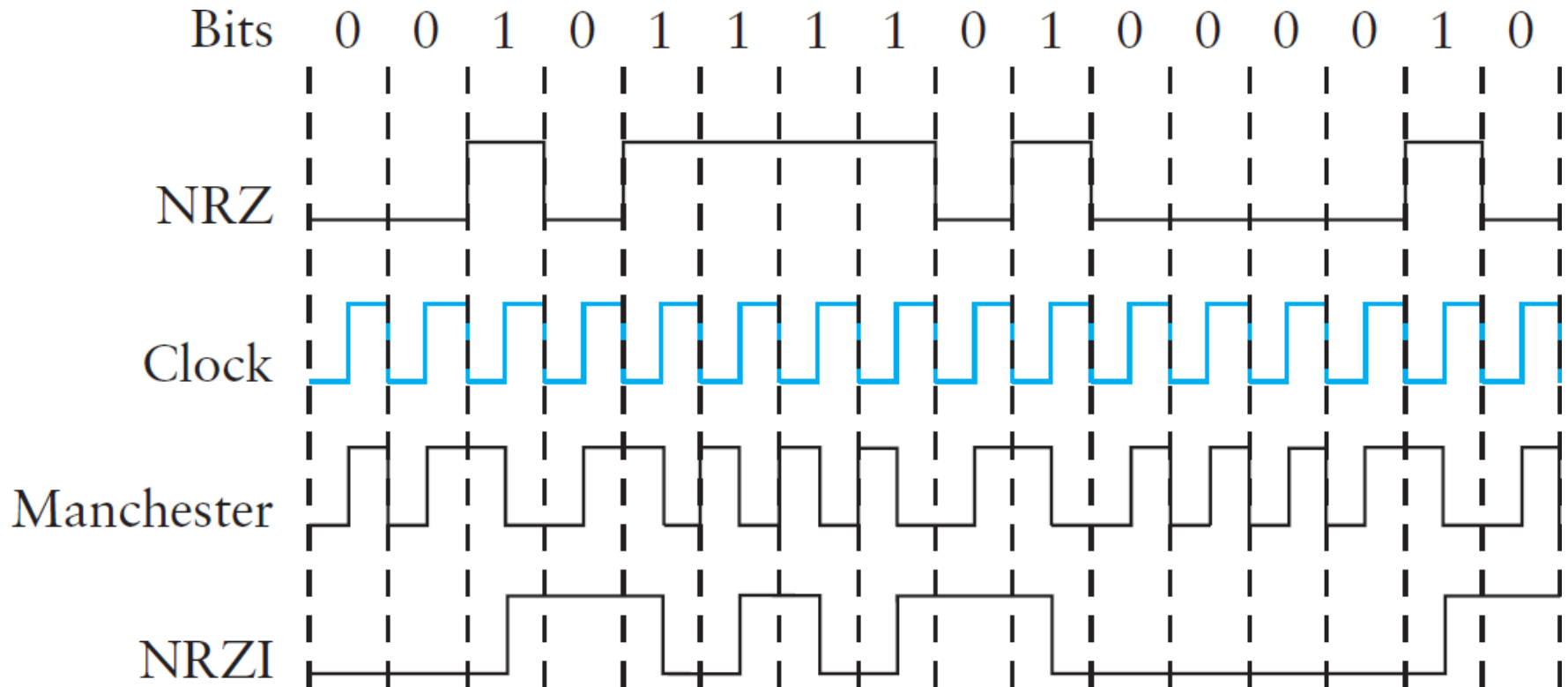
או 3.75 ₪ לחודש ב- 12 תשלומים (סה"כ 45 ₪)

✓ זמין כעת במלאי בטבריה [\[בדיקת מלאי בסניף אחר\]](#)

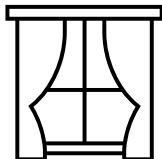


Source: KSP.co.il

שיטות קידוד



- שכבות
- שכבה הפיזית
- שכבת העורק
- מסגרות
- שגיאות
- גילוי שגיאות



מסגרות

- מסגרות הינן יחידות השליחה של נתונים בשכבת העורק
- מבוסס בתים מול מבוסס סיביות
- נקודה לנקודה
(Point-to-point (e.g., **PPP**)
לעומת
גישה מרובה
Multiple access (e.g., **Ethernet**))
- צריכים דרך לשלוח בלוקים של נתונים
- איך מתאם הרשת יודע היכן הרצף מתחיל והיכן הוא מסתיים?



פרוטוקולים מבוססי בתים

- מתייחסים לכל מסגרות כרצף של **בתים**

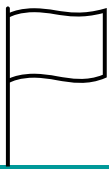
DDCMP

- *Digital Data Communication Message Protocol*
- היה בשימוש במערכת DECNET של חברת Digital Equipment Company

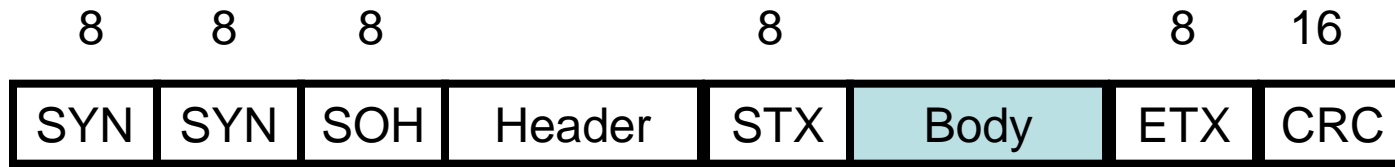
BISYNC

- *Binary Synchronous Communication protocol*
- פותח על ידי IBM בשנות ה-1960

- **שאלה מרכזית:** איזה בתים שייכים למסגרת?



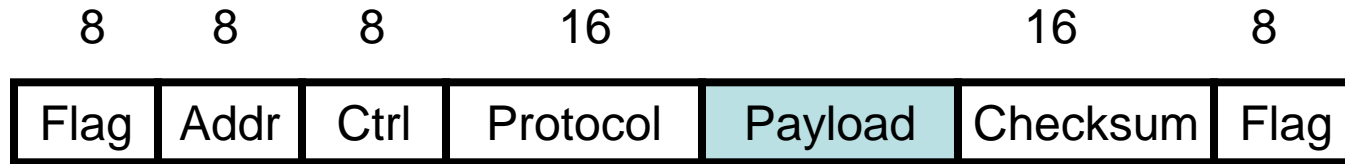
גישת הזקיף : BISYNC



מבנה המסגרת של BISYNC

- זקיפים {
- SYN - סנכרון
 - SOH - תחילת הכותרת (start of header)
 - STX - תחילת הטקסט (start of text)
 - ETX - סוף הטקסט (end of text)
 - CRC - בדיקת תקינות (cyclic redundancy check)

(PPP) Point-to-Point Protocol



מבנה המסגרת של PPP

דגל – זקוף 01111110

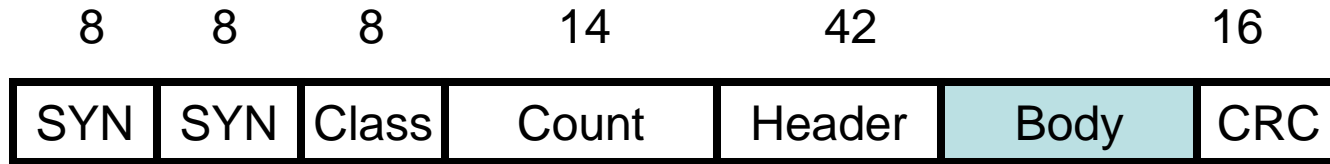
בשימוש על ידי מודמים
(חייגן)

גודל ה-Payload נקבע על ידי משא ומתן

- 1500 בתים ברירת מחדל
- Link Control Protocol (LCP)

פרוטוקול – מפתח פענוח
ריבוב מזהה את הפרוטוקול
ברמה היותר גבוה כמו IP
או LCP

ספירת בתים: DDCMP



מבנה המסגרת DDCMP

- במקום זקיפים, כותבים מספר הבתים במסגרת
- מה יקרה אם השדה Count מגיע שגוי?

- שכבה הפיזית
- שכבת העורק
- מסגרות
- שגיאות
- גילוי שגיאות

אתגר : גילוי ותיקון שגיאות

- סיביות שגויות מתרחשות מפעם לפעם
 - הפרעה אלקטרונית
 - רעש בעקבות חום
- יכול להחליף סיביות בודדות (Bit errors)
- יכול לאפס או להחליף רצף של סיביות (Burst errors)

מה עושים
כאשר מגלים
שגיאה?

איך מגלים
שגיאה?

גילוי שגיאות

- עקרון : הכנסת מידע מיותר

איך לשפר?

- פחות תקורה
- לגלות יותר שגיאות
- נושא כללי : קודים לגילוי שגיאות

דוגמה טריוויאלית :
שליחת 2 עותקים

- תקורה גבוה : $2n$ סיביות לשלוח n
- לא יגלה שגיאה שגורמת לטעויות באותו מקום בשני העותקים

שיטות פשוטות לגילוי שגיאות

סיבית זוגיות

- 7 סיביות נתונים
- סיבית 8 הינה סכום 7 סיביות הראשונות $\text{mod } 2$

מגלה

— כל מספר אי זוגי
של שגיאות

תקורה

— $8n$ סיביות כדי
לשלוח $7n$

שיטות פשוטות לגילוי שגיאות

אלגוריתם האינטרנט ל-Checksum

- מחברים את כל מילות ההודעה, שולחים את הסכום
- חיבור של 16 סיביות במשלים במתמטיקה משלים ל-1

<https://www.youtube.com/watch?v=EmUuFRMJbss>

לא מגלה כל
שגיאה של 2
סיביות

תקורה
—16 סיביות כדי
לשלוח n

- שכבות
- שכבה הפיזית
- שכבת העורק
- מסגרות
- שגיאות
- גילוי שגיאות