
רוחב פס, מודל שכבות

28 אפריל 2026
הרצאה 2

Slides Credits: Steve Zdancewic (UPenn)

נושאים להיום

- רוחב פס
- שכבות

יחידות ומדדים

- $Mbps = 10^6 \text{ bits/sec}$
- סיביות $byte = 8 \text{ bits}$ בית
- $KB = 2^{10} \text{ bytes} (= 8,192 \text{ bits})$
- $MB = 2^{20} \text{ bytes} (= 8,388,608 \text{ bits})$
- $GB = 2^{30} \text{ bytes} (= 8589934592 \text{ bits})$
- $ms = 10^{-3} \text{ seconds}$ שניות
- $\mu s = 10^{-6} \text{ seconds}$ שניות

• מהירות האור

– בחלל: $3 \times 10^8 \frac{m}{sec}$

– בנחושת או סיב אופטי: $2 \times 10^8 \frac{m}{sec}$

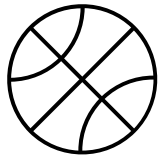
משוואות חשובות

• זמן שליחה כולל = העברה (Propagation) + שידור (Transmit) + תור (Queue)

• $Propagation = \frac{Distance}{SpeedOfLight}$


• $Transmit = \frac{Size}{Bandwidth}$

• $Queue = ?$



מה אם הכדור נראה ככה?

https://specialneedstoys.com/can/communication/games/rainbow-ribbon-comet-ball.html



Need help?
877-509-7524

[Catalogue](#) [About Us](#) [Login](#) [BASKET](#)

[VISUAL](#) [AUDITORY](#) [TACTILE](#) [BODY AWARENESS](#) [SWING AND ROCK](#) [MOTOR](#) [COMMUNICATION](#) [DEVELOPMENTAL](#) [SENSORY ROOM EQUIPMENT](#)

Home > Communication > Games > Rainbow Ribbon Comet Ball



Rainbow Ribbon Comet Ball

Our Ref #: 4RRCB

\$9.25

Add to Basket

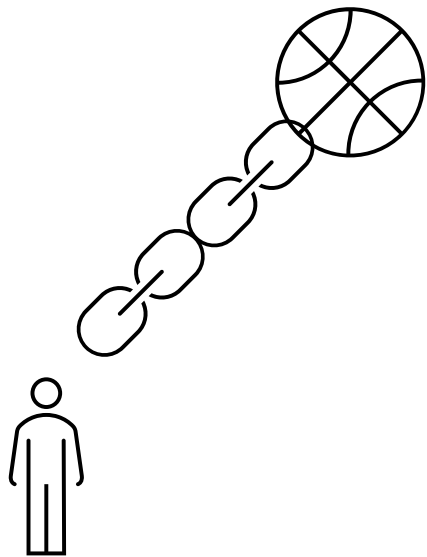
ADD TO WISHLIST

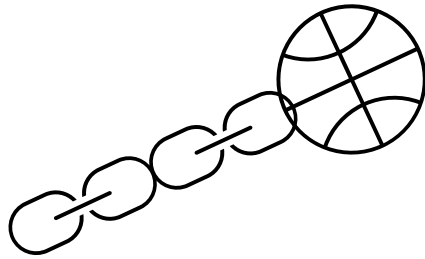
Description

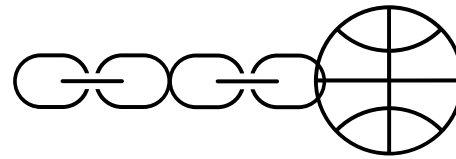
Encourage users to develop gross motor skills in a fun and exciting way with this rainbow ribbon ball. The soft inflatable PVC vinyl ball is bright orange and easier to see, making it more engaging for users, encouraging them to pick up and play. The twelve rainbow streamer tails are durable parachute material and extra long to help make catching easier with a larger surface area. Watch as the bright colours soar through the air, providing a fun visual experience. The bright colours on this ball make it a great visual sensory tool to encourage visual tracking.

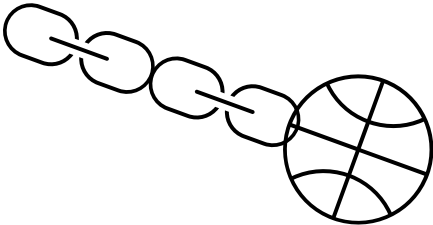
This rainbow ribbon comet ball is suitable for a wide range of activities such as; gymnastics, eye-hand coordination games, target activities, and adapted ball sports are supported with this unique ball.

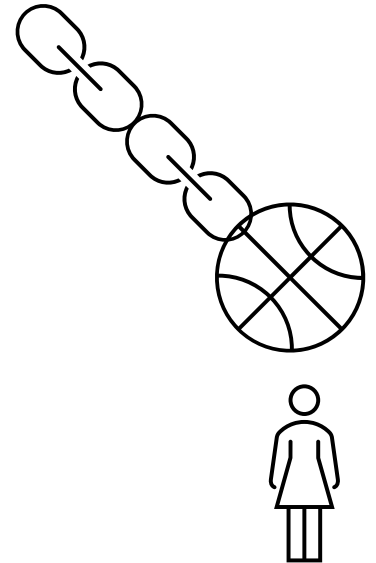
Simple to inflate to increase or decrease the bounce and grip options.



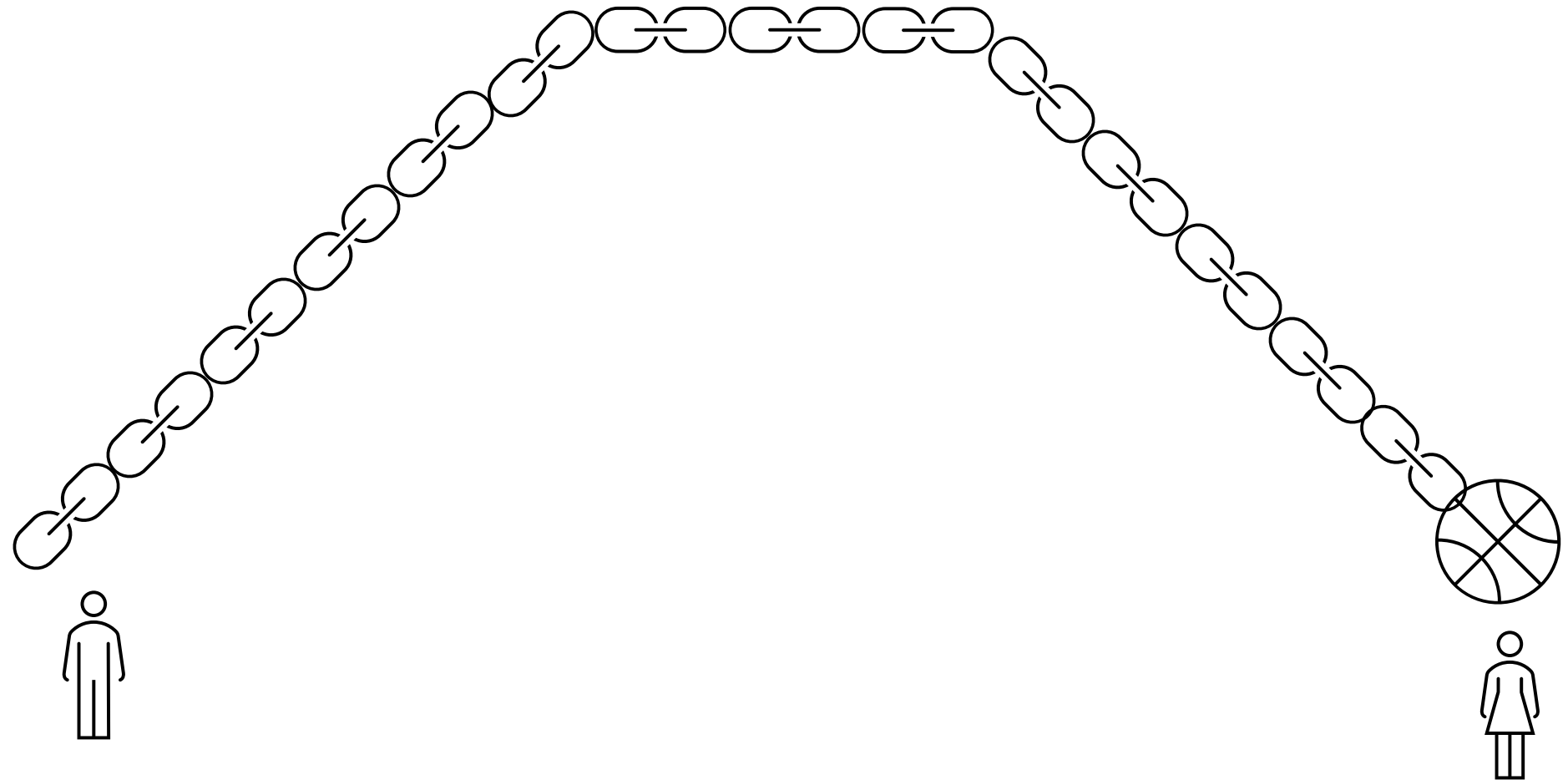








transmit > *propagation*



ביצועים : שהייה X רוחב פס



- שהייה X רוחב פס מחשב את כמות הסיביות שיכולות להיות "באוויר" ברגע נתון
- ניצול מרבי של משאבים : תדאגו שהצינור יהיה מלא

זמן שליחה כולל: חיבור ישיר



נתונים עוברים בצינור במהירות האור

זמן

$t = 0$

נתונים מוכנים לשליחה

זמן שליחה כולל: חיבור ישיר



נתונים עוברים בצינור במהירות האור

זמן

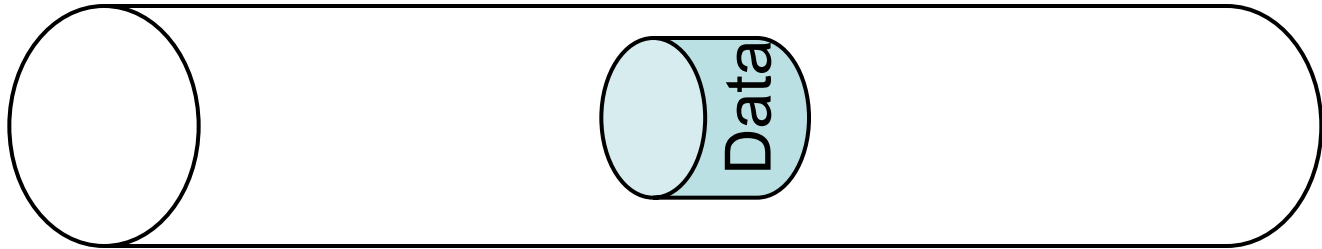
$t = 0$

נתונים מוכנים לשליחה

$t = \textit{transmit}$

נתונים סיימו להיכנס לצינור

זמן שליחה כולל: חיבור ישיר



נתונים עוברים בצינור במהירות האור

זמן

$t = 0$	נתונים מוכנים לשליחה
$t = transmit$	נתונים סיימו להיכנס לצינור
$t = transmit + k$	נתונים עוברים בצינור ($transmit + k < propagation$)

זמן שליחה כולל: חיבור ישיר



נתונים עוברים בצינור במהירות האור

זמן

$t = 0$	נתונים מוכנים לשליחה
$t = transmit$	נתונים סיימו להיכנס לצינור
$t = transmit + k$	נתונים עוברים בצינור ($transmit + k < propagation$)
$t = propagation$	סיבית ראשונה מגיעה ליעד

זמן שליחה כולל: חיבור ישיר



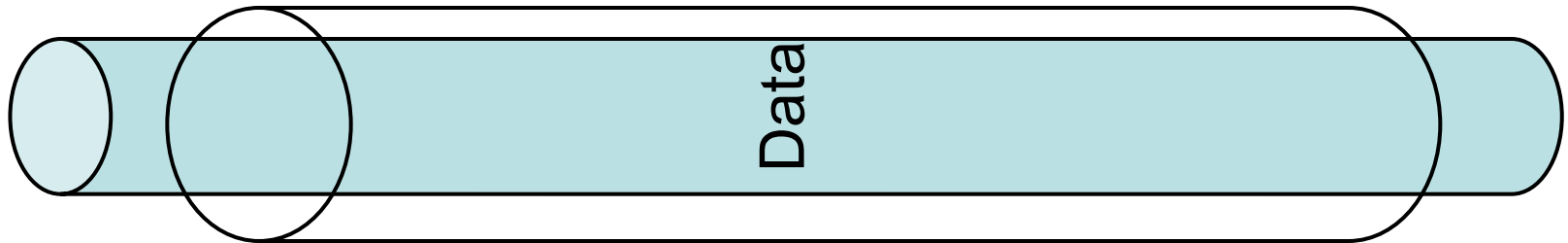
נתונים עוברים בצינור במהירות האור

זמן

$t = 0$	נתונים מוכנים לשליחה
$t = \text{transmit}$	נתונים סיימו להיכנס לצינור
$t = \text{transmit} + k$	נתונים עוברים בצינור ($\text{transmit} + k < \text{propagation}$)
$t = \text{propagation}$	סיבית ראשונה מגיעה ליעד
$t = \text{transmit} + \text{propagation}$	סיבית אחרונה מגיעה ליעד

transmit > *propagation* אם

הסיבית הראשונה יוצאת מהצינור לפני שהסיבית האחרונה נכנסת



נתונים עוברים בצינור במהירות האור

זמן

$t = 0$	נתונים מוכנים לשליחה
$t = \textit{transmit}$	נתונים סיימו להיכנס לצינור
$t = \textit{transmit} + k$	נתונים עוברים בצינור ($\textit{transmit} + k < \textit{propagation}$)
$t = \textit{propagation}$	סיבית ראשונה מגיעה ליעד
$t = \textit{transmit} + \textit{propagation}$	סיבית אחרונה מגיעה ליעד

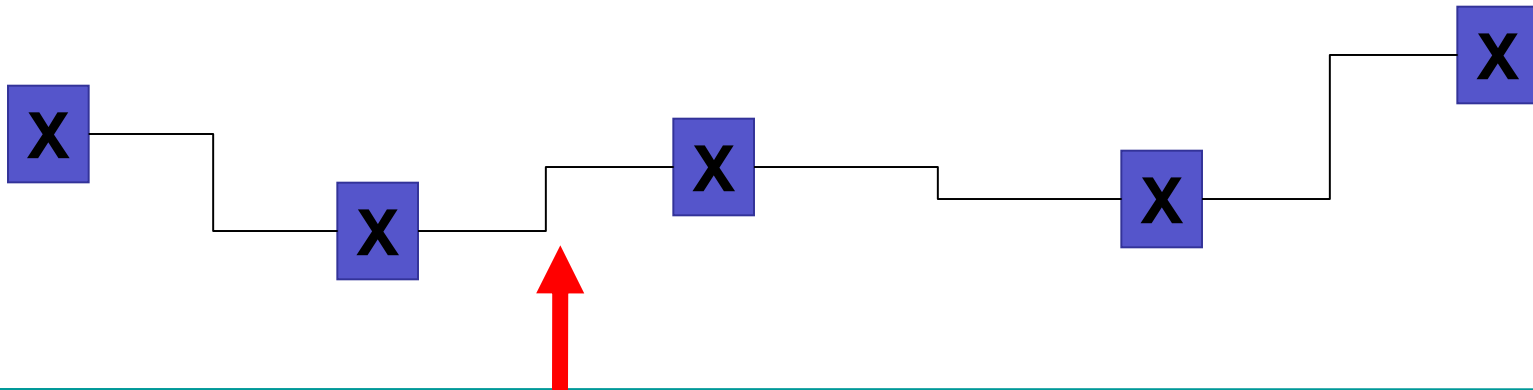
עדיין נכון!

מסלולים בנויים מחיבורים

= רוחב פס המסלול
רוחב הפס של
צוואר הבקבוק

שהיית המסלול
היא חיבור של כל
שהיות החיבורים
(ועוד זמני מיתוג)

חיבורים מחברים
+1 רכיבי רשת
• מתגים, נתבים,
רכזות, גשרים,
וגו





האינטרנט בבית איטי

איזה חבילה יש לך?

100Mbps, 100ms ping

מציעה אחת משתי הצעות:

1. שיפור רוחב הפס ל-1Gbps

2. שיפור ה-ping ל-10ms

איזה הצעה יותר טובה?

בדיקת מהירות מהמשרד שלי

Net Vision Speedtest

Start

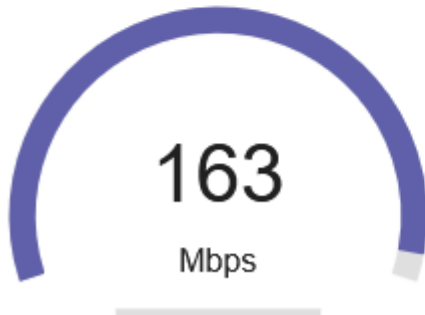
Ping
172 ms

Jitter
3.67 ms

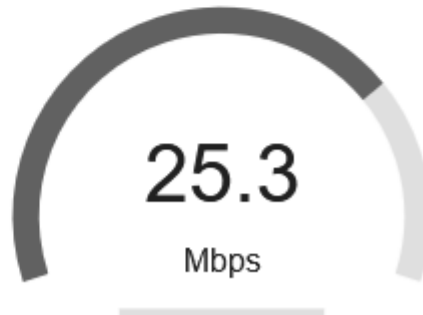
נסו מהבית שלכם :

<https://www.speedtest.net/>

Download



Upload



212.150.112.56 - Cellcom Fixed Line Communication L.P, IL (10610 km)

מוגבל שהייה : לשלוח 1 בית

שידור

זמן שידור: 1 בית	
100 Mbps	0.00008ms
1 Gbps	0.000008ms

העברה

שהייה 1 בית	100ms	10ms	שיפור?
100 Mbps	100.00008ms	10.00008ms	9.9x
1 Gbps	100.0000008ms	10.0000008ms	10x

שיפור?

0.0000008x

0.000008x

מוגבל רוחב פס : לשלוח 25MB

שידור

זמן שידור: 25MB	
100 Mbps	2.097152 s
1 Gbps	0.2097152 s

העברה

שהייה: 25MB	100ms	10ms	שיפור?
100 Mbps	2.147152s	2.102152s	0.021406x
1 Gbps	0.2597152s	0.2147152s	0.20957x
שיפור?	8.26733x	9.8x	

- רוחב פס
- שכבות

ארכיטקטורת הרשת

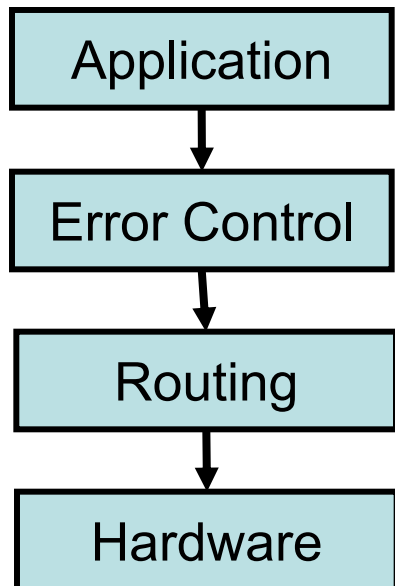
מטרה : לפשט את
הדרישות המורכבות
של הרשת

תבניות כלליות
שמנחות את העיצוב
והמימוש של רשתות

שימוש **בהפשטה** לחלק
בעיות גדולות לקטנות

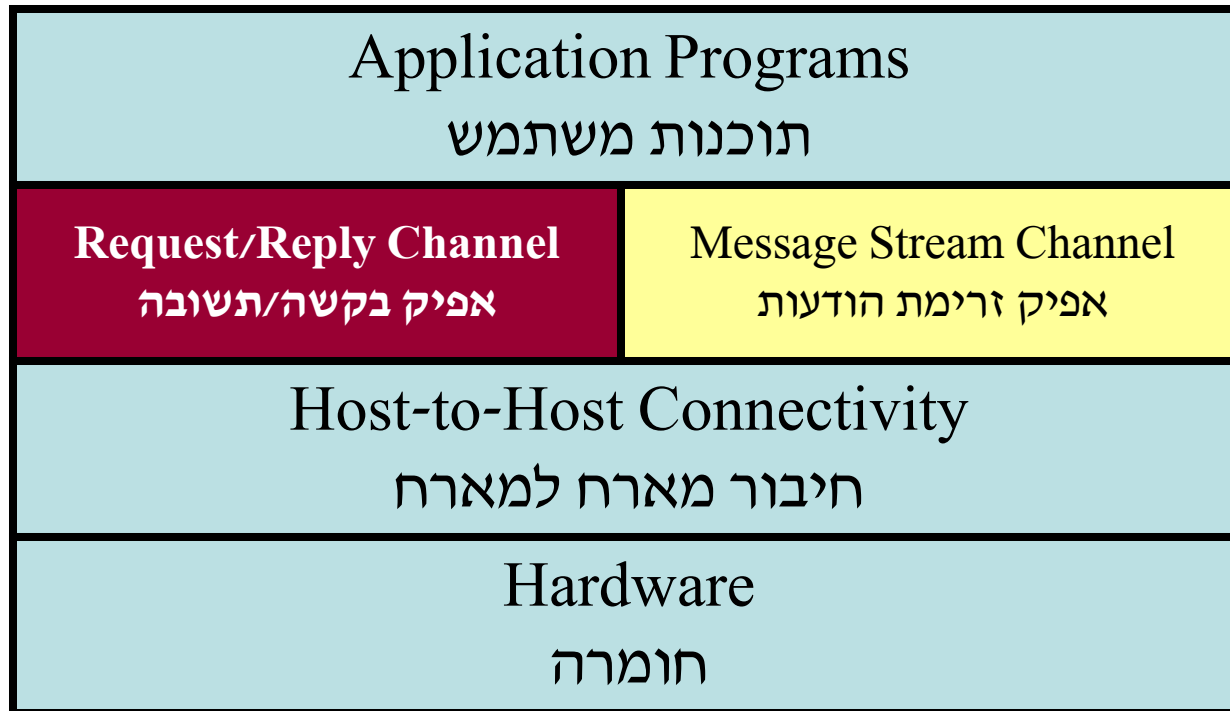
- זיהוי שירותים חשובים
- הגדרת ממשקים
- הסתרת המימוש

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



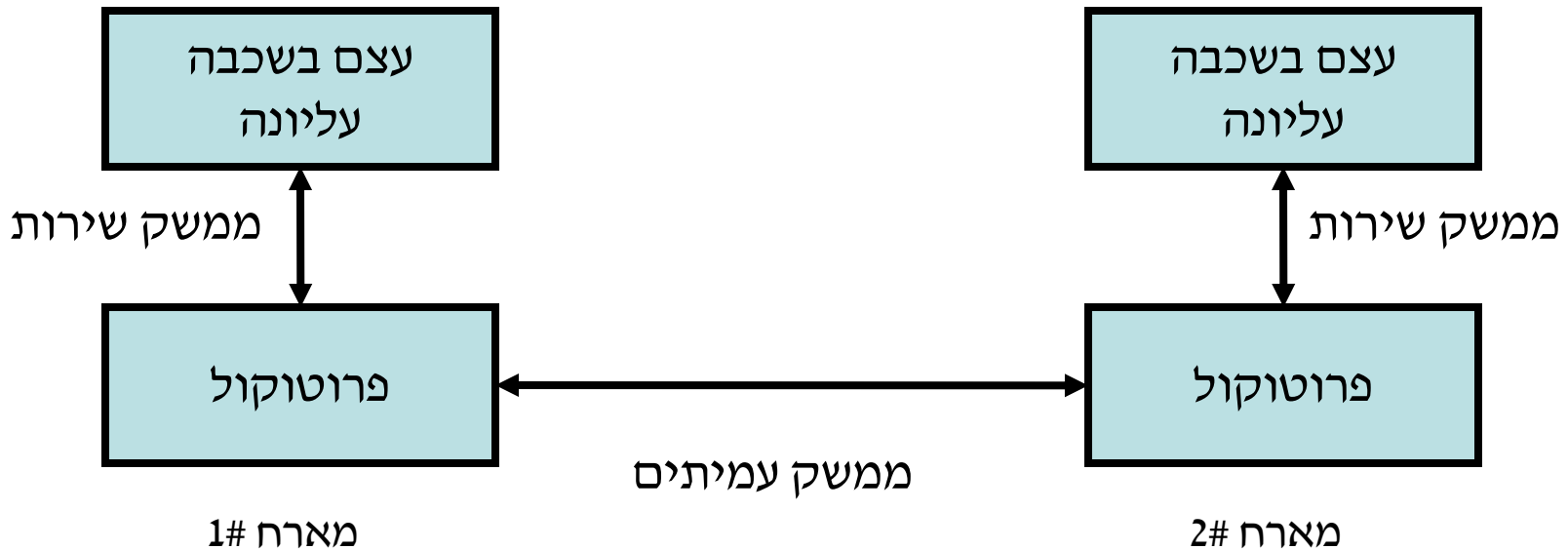
- יתרונות:
 - פירוק בעיות לבעיות יותר קטנות
 - שינויים מודולריים
- פרוטוקולים מממשים את השכבות

ערמת פרוטוקולים לדוגמה

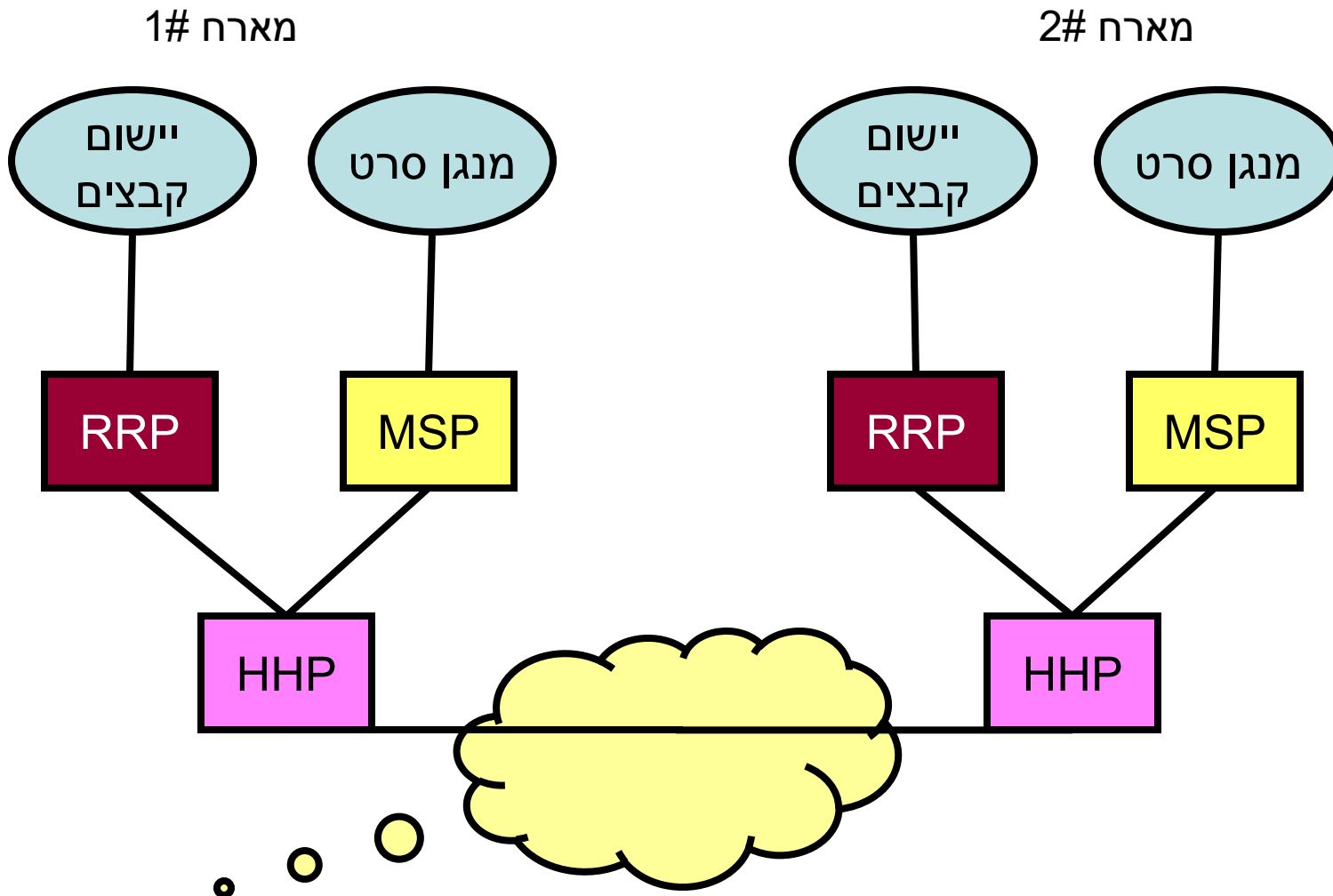


ממשקי פרוטוקולים

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



גרף פרוטוקולים לדוגמה

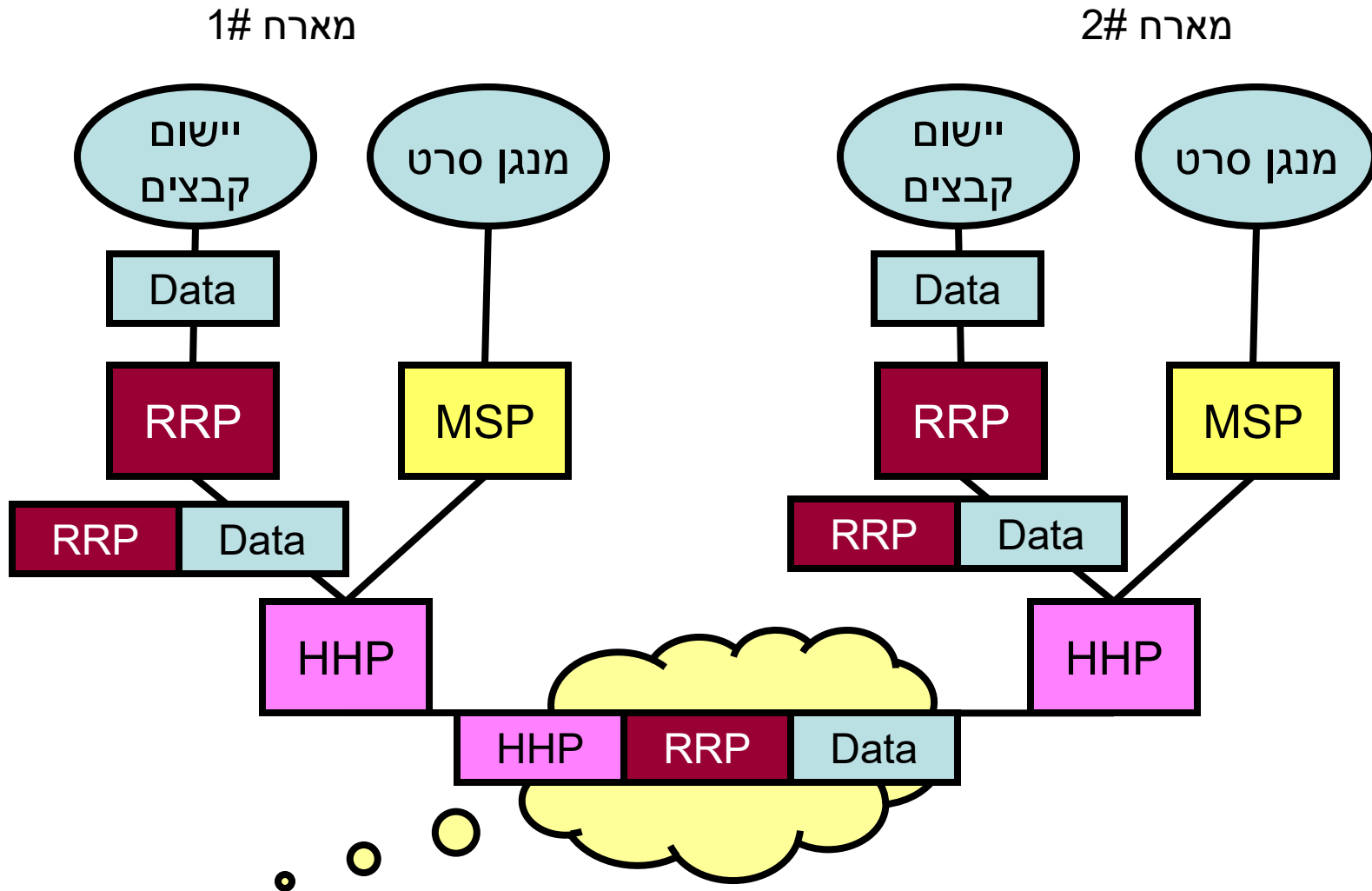


HHP: Host-to-Host Protocol
פרוטוקול מארח למארח

RRP: Request-Reply Protocol
פרוטוקול בקשה/תשובה

MSP: Message Streaming Protocol
פרוטוקול זרימת הודעות

גרף פרוטוקולים לדוגמה



Open Systems Interconnection (OSI)

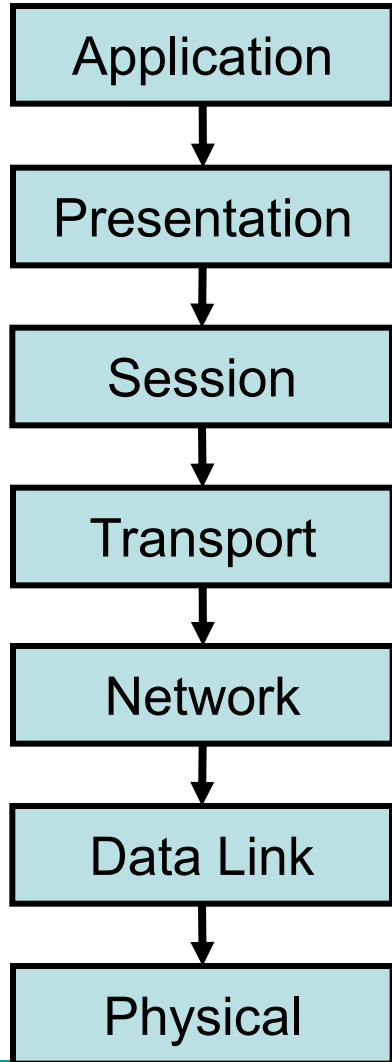
מחשב קצה

מודל פורמלי – לא מימש אמיתי

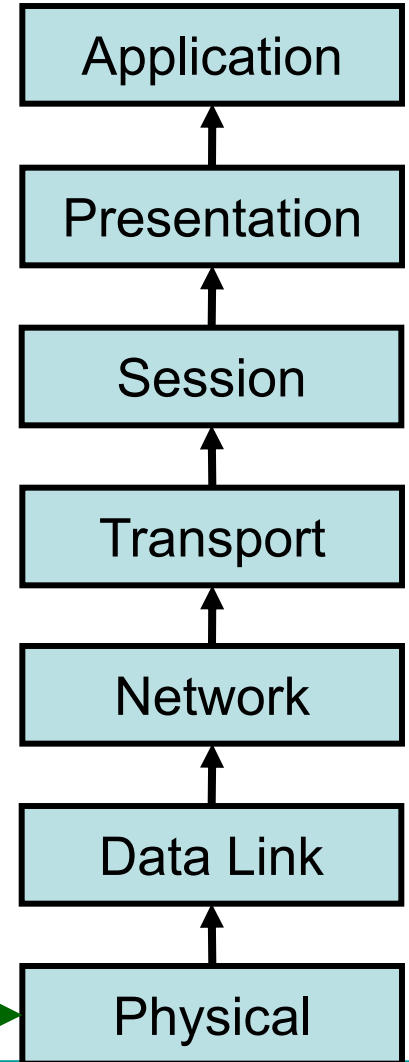
Application אפליקציה	שולח הודעות (למשל, FTP או HTTP)
Presentation תצוגה	מטפל בפורמט נתונים (למשל, big- vs. little-endian)
Session שיחה	מנהל זרימות נתונים
Transport תעבורה	פרוטוקולי תהליך לתהליך
Network רשת	מנתב מנות בין צמתים ברשת
Link עורק	אורז סיביות בתוך מסגרות
Physical פיזי	מעביר סיביות פשוטות על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

Open Systems Interconnection (OSI)

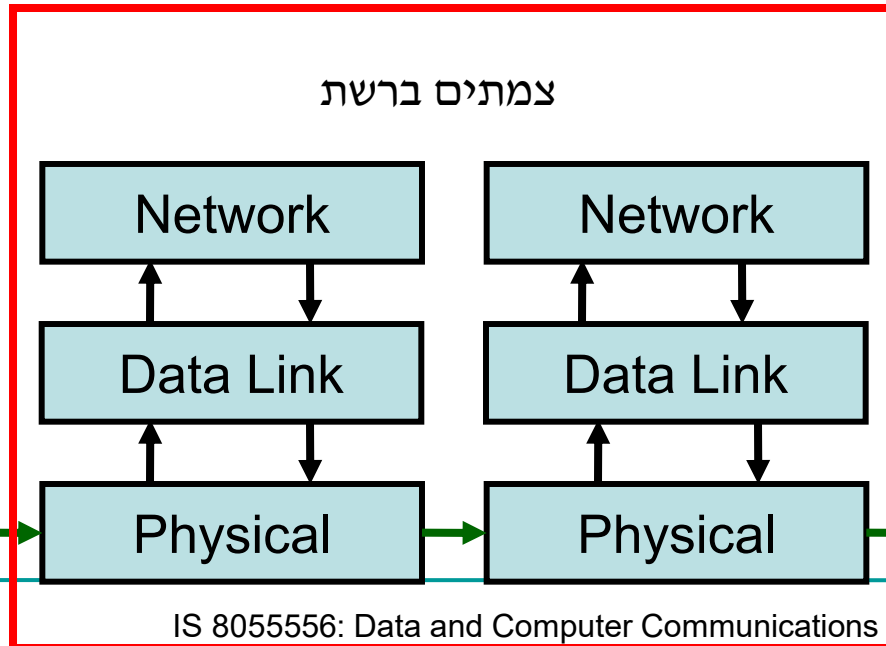
מחשב קצה



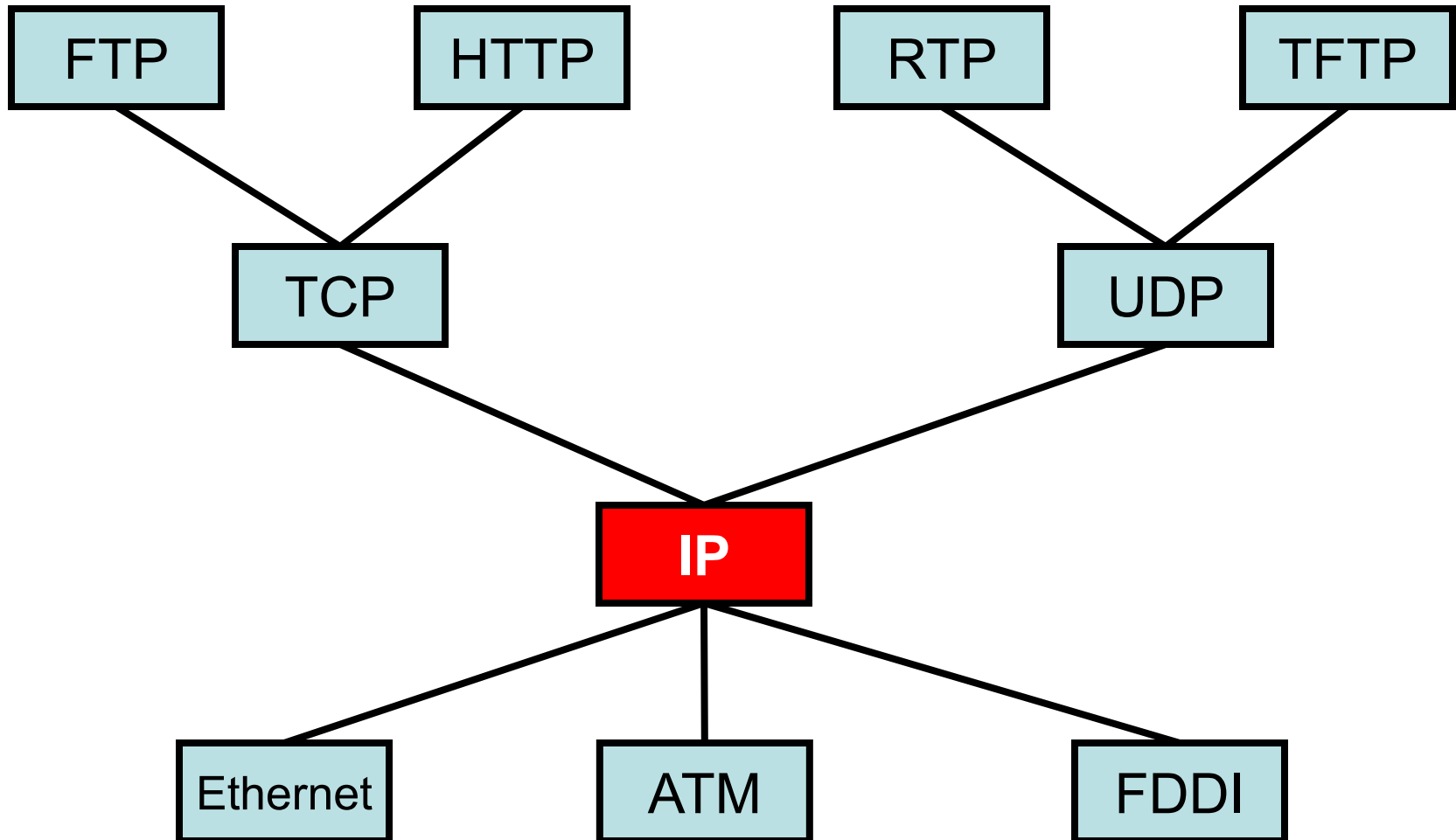
מחשב קצה



צמתים ברשת



גרף פרוטוקולי האינטרנט



- רוחב פס
- שכבות