
פיצול מנות, תת-רשתות

16 יוני 2026

הרצאה 9

נושאים להיום

- IP גרסה 4

- פיצול והרכבה מחדש

- תת-רשתות ב-IP

פיצול והרכבה מחדש

איך?

- פיצול מנות לתת-מנות
- כל קטע הוא בעצמו חבילה שלמה
- המארח המקבל מרכיב אותם מחדש

למה?

- רשתות שונות יכולות להעביר מנות בגדלים מרביים שונים

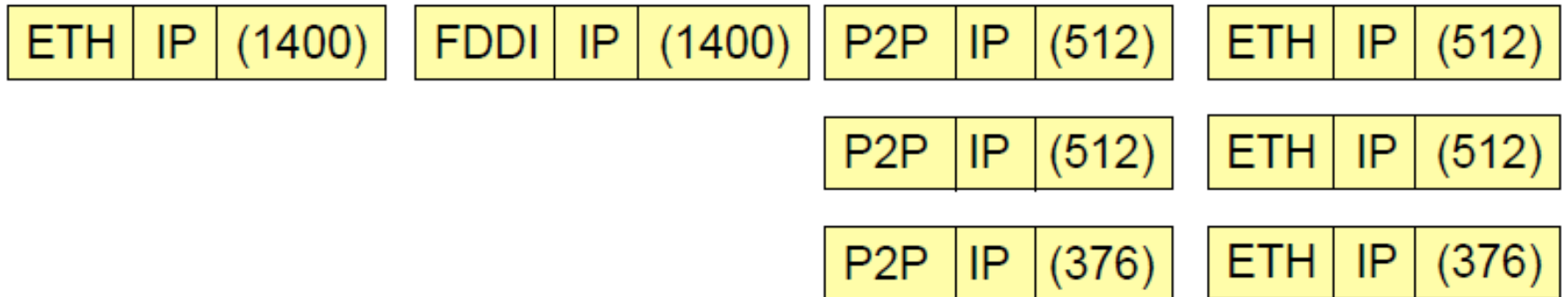
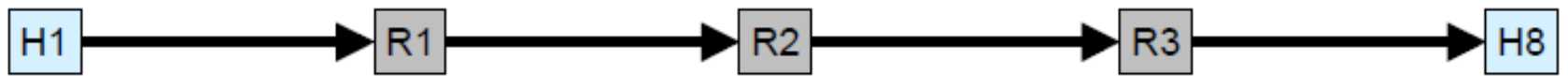
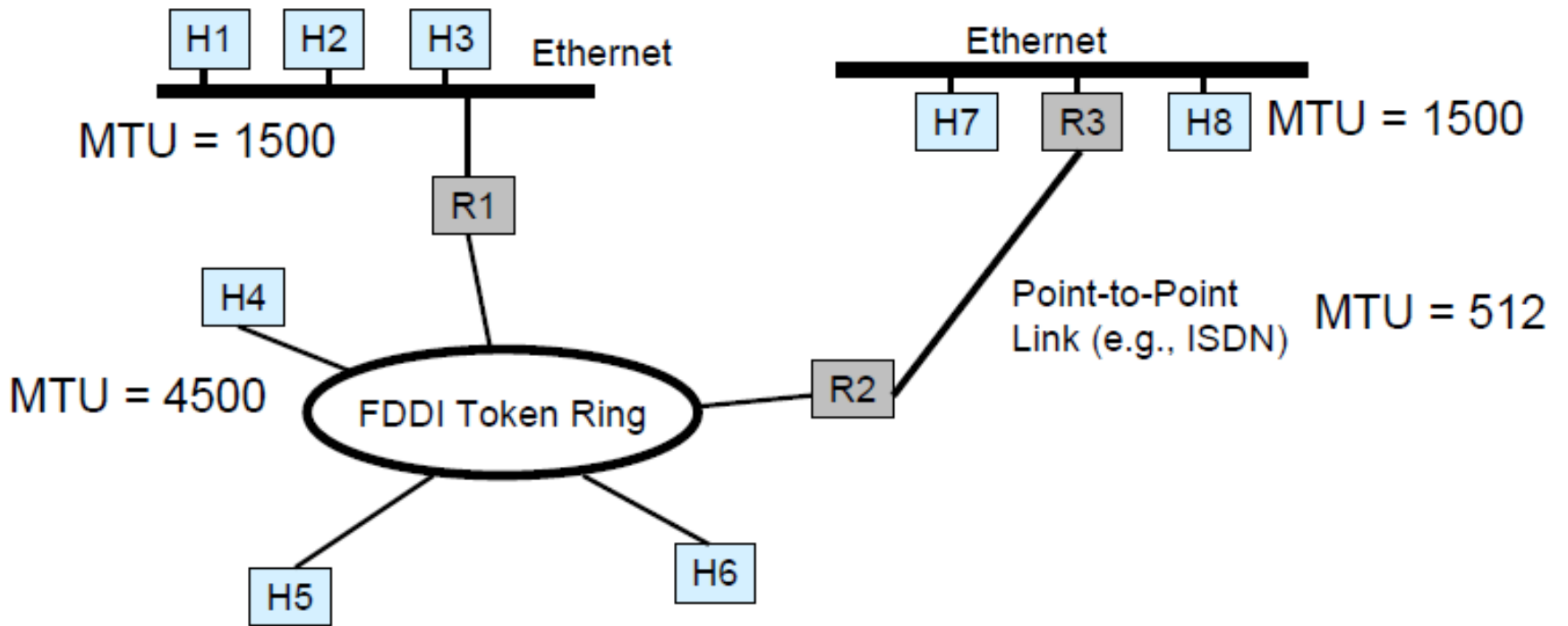
Maximum Transmission Unit (MTU)

- גודל השליחה המרבי
- MTU של כל נתיב הוא ה-MTU הקטן ביותר לכל הנתיב
- השולח בדרך כלל שולח מנות לפי ה-MTU של הצעד הראשון

ערכי MTU לדוגמה

טכנולוגית שכבה 2	הערות	MTU
Ethernet	רשת ביתית ועבודה טיפוסית	1500B
PPPOE over Ethernet	עבור חיבור מודמי DSL לרשתות של ספקי אינטרנט	1492B
802.11 (Wi-Fi)	אל-חוטי רגיל	2304B
Token Ring (802.5)	ימין תחתון	4464B
FDDI	שמאל תחתון	4352B





Unfragmented Packet

Start of Header			
Ident = x		0	Offset = 0
Rest of header			
1400 Bytes of data			

More to come flag
דגל "עוד"

$\text{Offset} \times 8 =$
#bytes

Fragmented Packet

Start of Header			
Ident = x		1	Offset = 0
Rest of header			
512 Bytes of data			

Start of Header			
Ident = x		1	Offset = 64
Rest of header			
512 Bytes of data			

Start of Header			
Ident = x		0	Offset = 128
Rest of header			
376 Bytes of data			

IPv4 לעומת IPv6

IPv4

הנתב **או** השולח המקורי יכולים לפצל מנות

- תת-מנות מגיעות ליעד ושם מורכבות מחדש

השולח יכול לסמן דגל Don't Fragment בכותרת למנוע פיצול

- הנתב ישלח הודעת שגיאה TooBig על ידי פרוטוקול ICMP

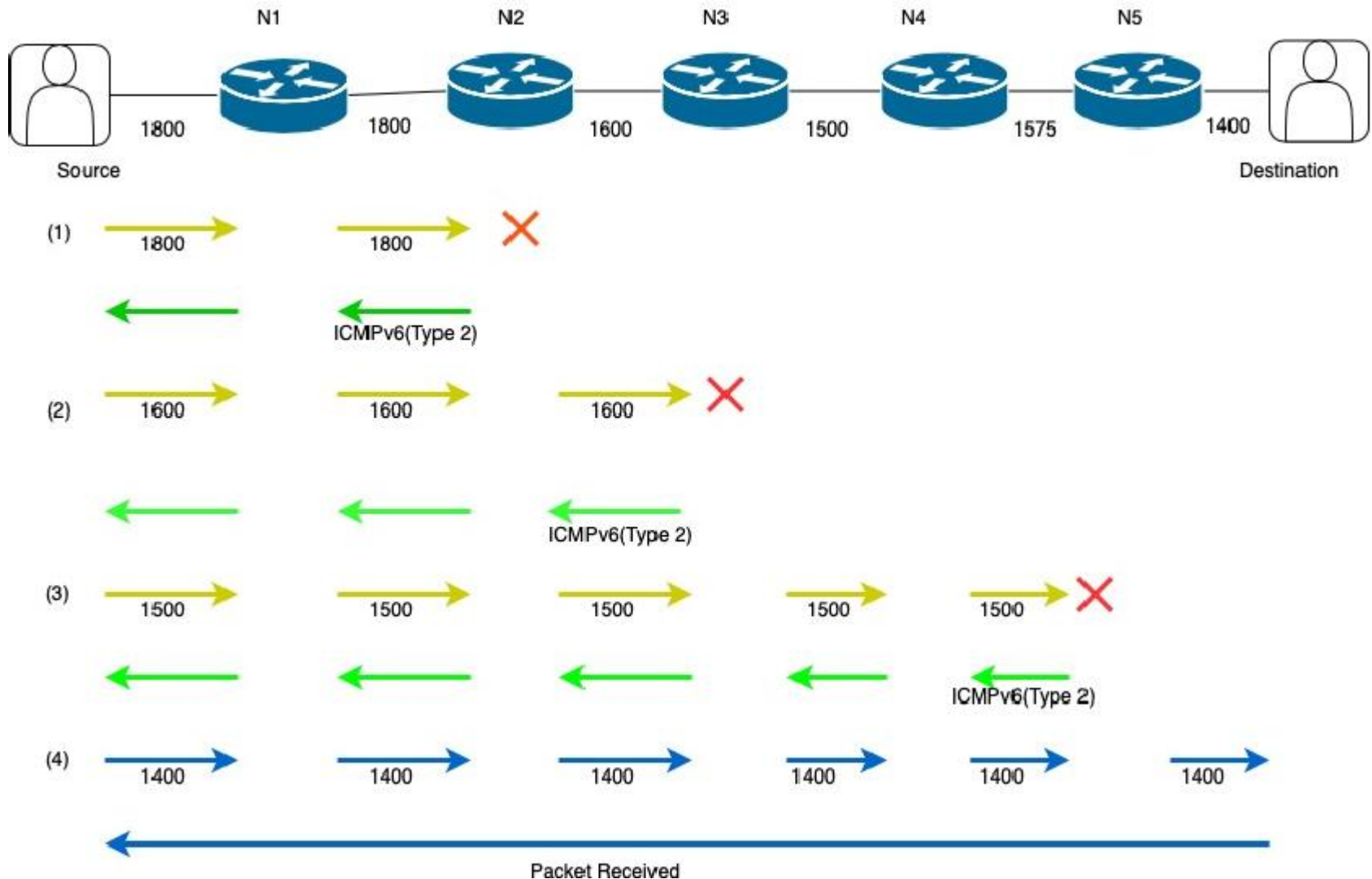
IPv6

רק השולח המקורי יכול לפצל

- תת-מנות מגיעות ליעד ושם מורכבות מחדש

נתבים שולחים הודעות TooBig לפי הצורך

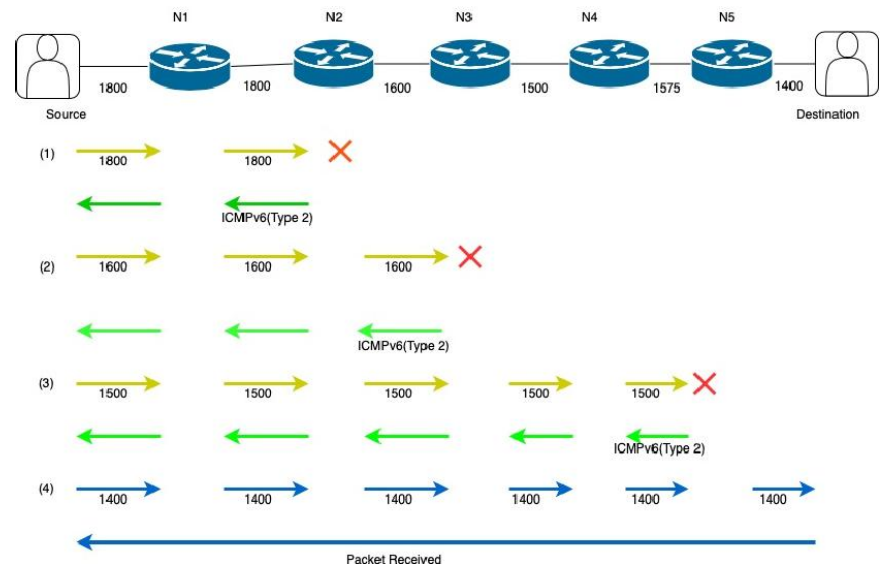
גילוי MTU של הנתיב



Hussain, Ishfaq and Janibul Bashir. "Measuring time delay in path MTU discovery in transmitting a packet in IPv4 and IPv6 network." ArXiv abs/2011.06935 (2020): n. pag.

גילוי MTU של הנתיב

1. השולח שולח מנה עם דגל DF (לא לפצל) ב- IPv4 או IPv6
2. נתב מגיב עם הודעת TooBig עם ה-MTU שלו
3. השולח בודק התגובה ומעדכן את גדלי המנה
4. בסוף, השולח ידע את ה-MTU של הנתיב



- IP גרסה 4

- פיצול והרכבה מחדש

- תת-רשתות ב-IP

אתגרי גדילה

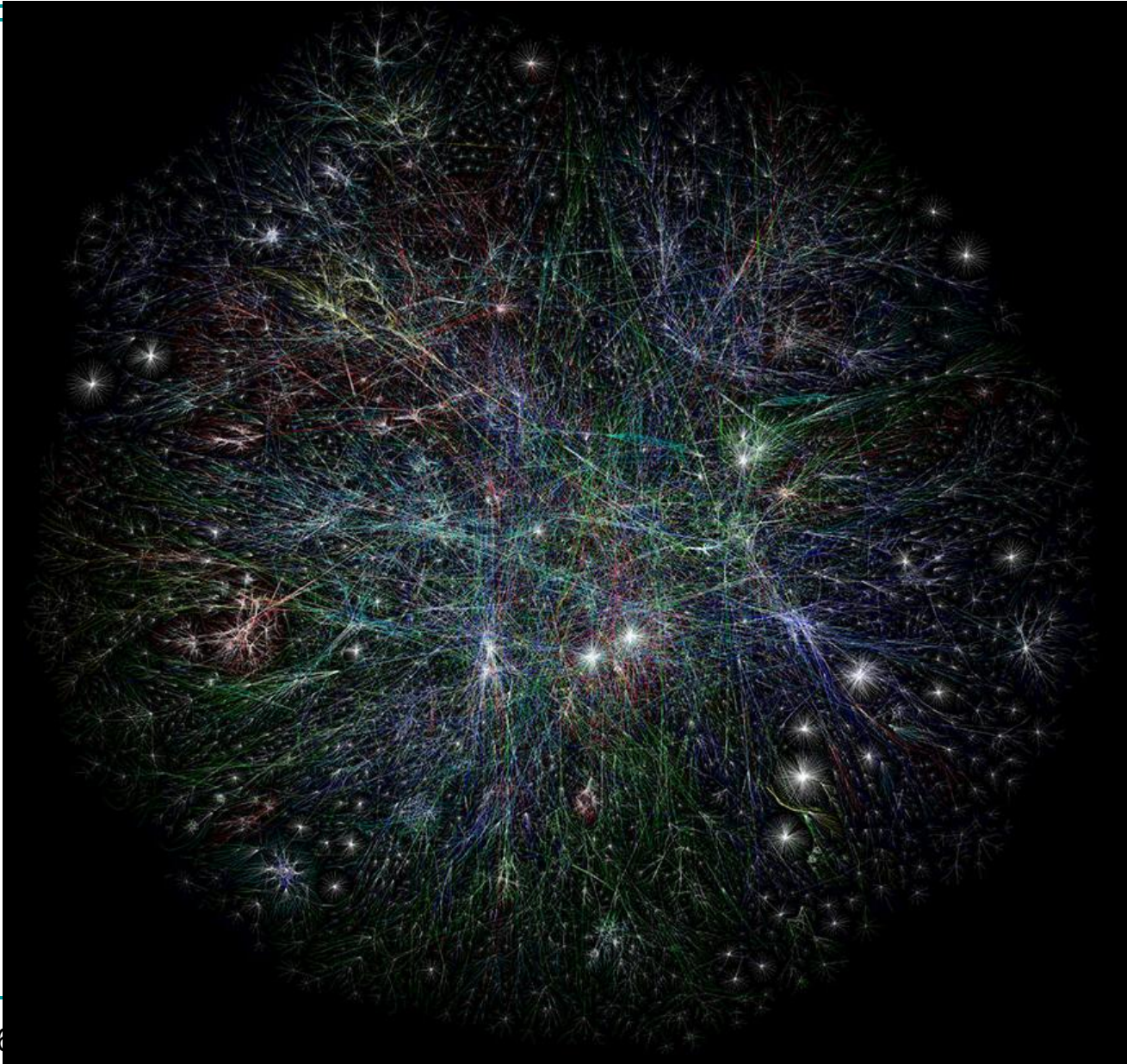
ישנם רק
רשתות $2^{14} \sim 16,500$ B מחלקה

אין מספיק מספרי רשתות

- רשת מחלקה C עם 2 מחשבים מבזבזת 253 כתובות IP
- רשת מחלקה B עם ~300 מחשבים מבזבזת 64,000 כתובות IP

נפח המידע על ניתוב
מתנפח

- יותר רשתות גורם לטבלאות ניתוב יותר גדולות



- רעיון : מספר רשת IP אחד יחולק למספר רשתות פיזיות.
 - הרשתות הפיזיות המרובות נקראות תתי-רשת (תת-רשתות?)
 - צריכים להיות קרוב זה לזה (למה?)
 - שימושי כאשר לחברה גדולה (או אוניברסיטה!) יש רשתות פיזיות רבות.

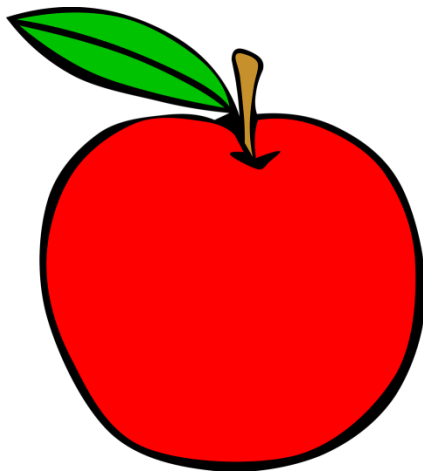


Image source: https://images-na.ssl-images-amazon.com/images/I/61wI3JN2G2L._SY355_.jpg

תתי-רשת לבתים



- ביישוב קטן ישנם 200 בתים
 - לכל בית יש מספר - לא בהכרח מסודר לפי סדר
 - כדי לשלוח למשה מכתב:
 - משה, בית 121, מושב יולה
 - הדוור זוכר איפה כל בית נמצא
 - מבקר יבקש הוראות הגעה על סמך מספר הבית
- מה אם יש 10,000 בתים?
 - עדיין נוכל לתת מספר לכל בית
 - משה, בית 3093, מושב יולה
 - אבל משהו נא בסדר כאן - איך הדוור יידע איפה כל בית נמצא?
 - יש יותר מדי בתים לזכור את כולם בעל פה

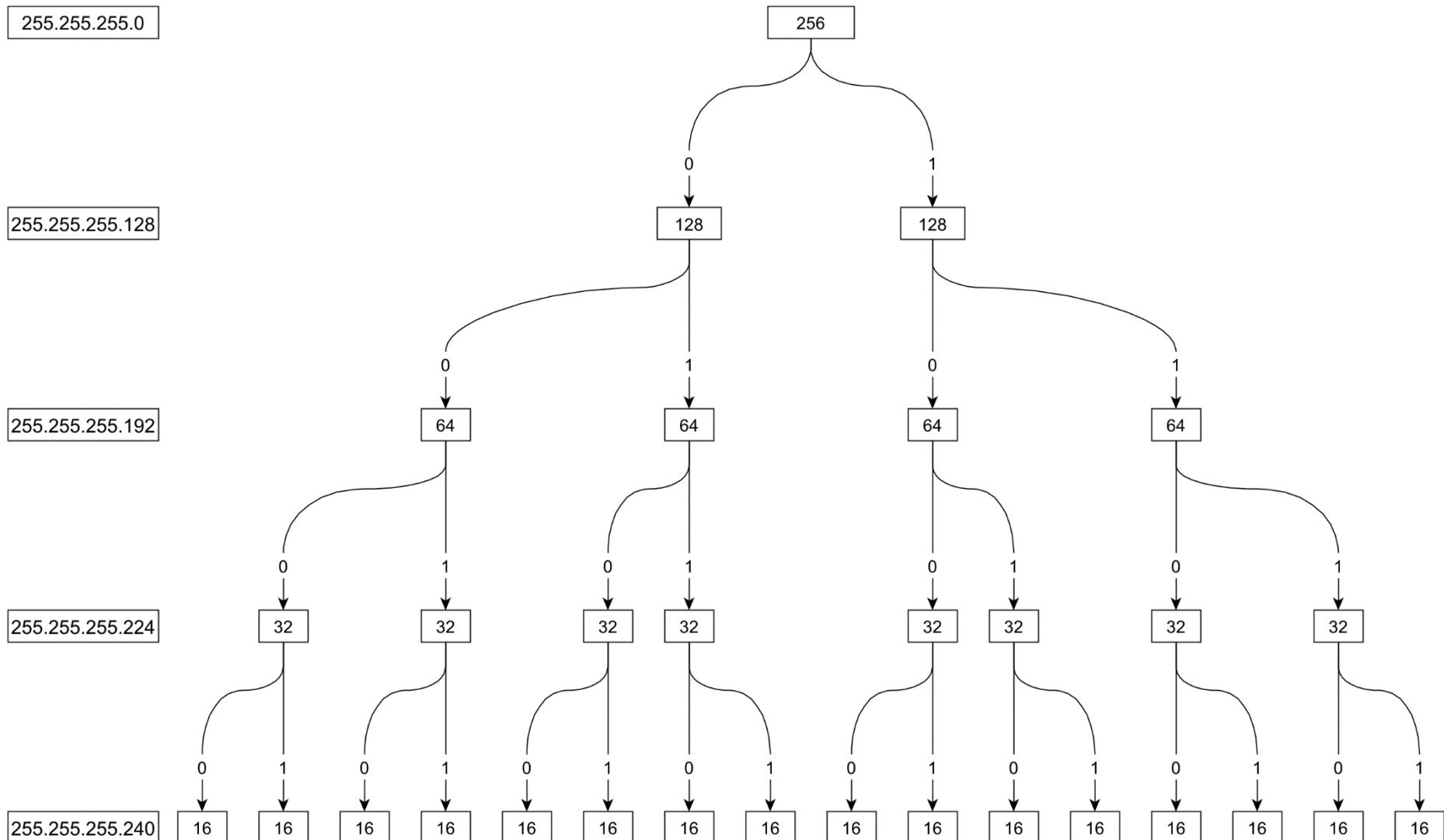




תתי-רשת לבתים : חלוקת העיר לרחובות

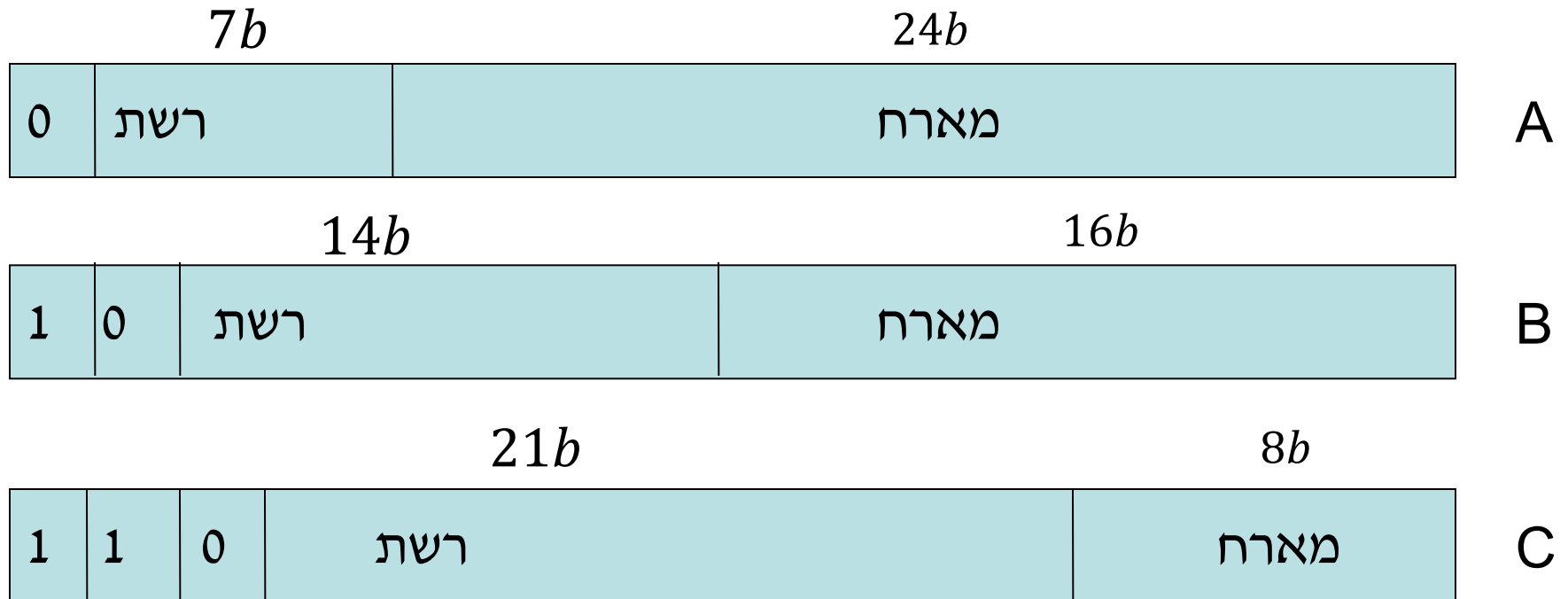
- נארגן את הבתים ברחובות עם שמות
- אולי ידרוש מספור מחדש של בתים אם הם לא קבלו מספרים עוקבים
- נקבע את צורת הכתובת - רחוב + מספר
- כדי לשלוח מכתב למשה :
- כל הבתים 3000-3099 נמצאים ברחוב החולה
- משה, בית 3093, יולה הופך להיות משה, רחוב החולה 93, יולה
- נמפה מספר בית לרחוב לפי חוקיות
- כל בתי 3000-3099 נמצאים כולם ברחוב החולה
- כל בתי 4000-4099 נמצאים ברחוב גובר
- נוכל לכתוב ש-30XX נמצאים ברח' החולה, 40XX נמצאים ברח' גובר
- אם קבלנו מספר בית נוכל להסיק את שם הרחוב

היררכיית קידומות



כתובות IP

- היררכיות, לא שטוחות כמו באתרנט



- נכתבות כארבעה מספרים עשרוניים המופרדים בנקודות : 158.130.14.2

מספרי תת-רשת

קובע את כמות
המחשבים בתת-הרשת

- תתי-רשת

- כל המארחים מוגדרים עם מסיכת תת-רשת

- מאפשר הגדרה של מספר תת-רשת

- כל המארחים בתת-רשת פיזית משתמשים באותו מספר תת-רשת

מסכת תת-רשת (255.255.255.0)

1111 1111	1111 1111	1111 1111	0000 0000
-----------	-----------	-----------	-----------

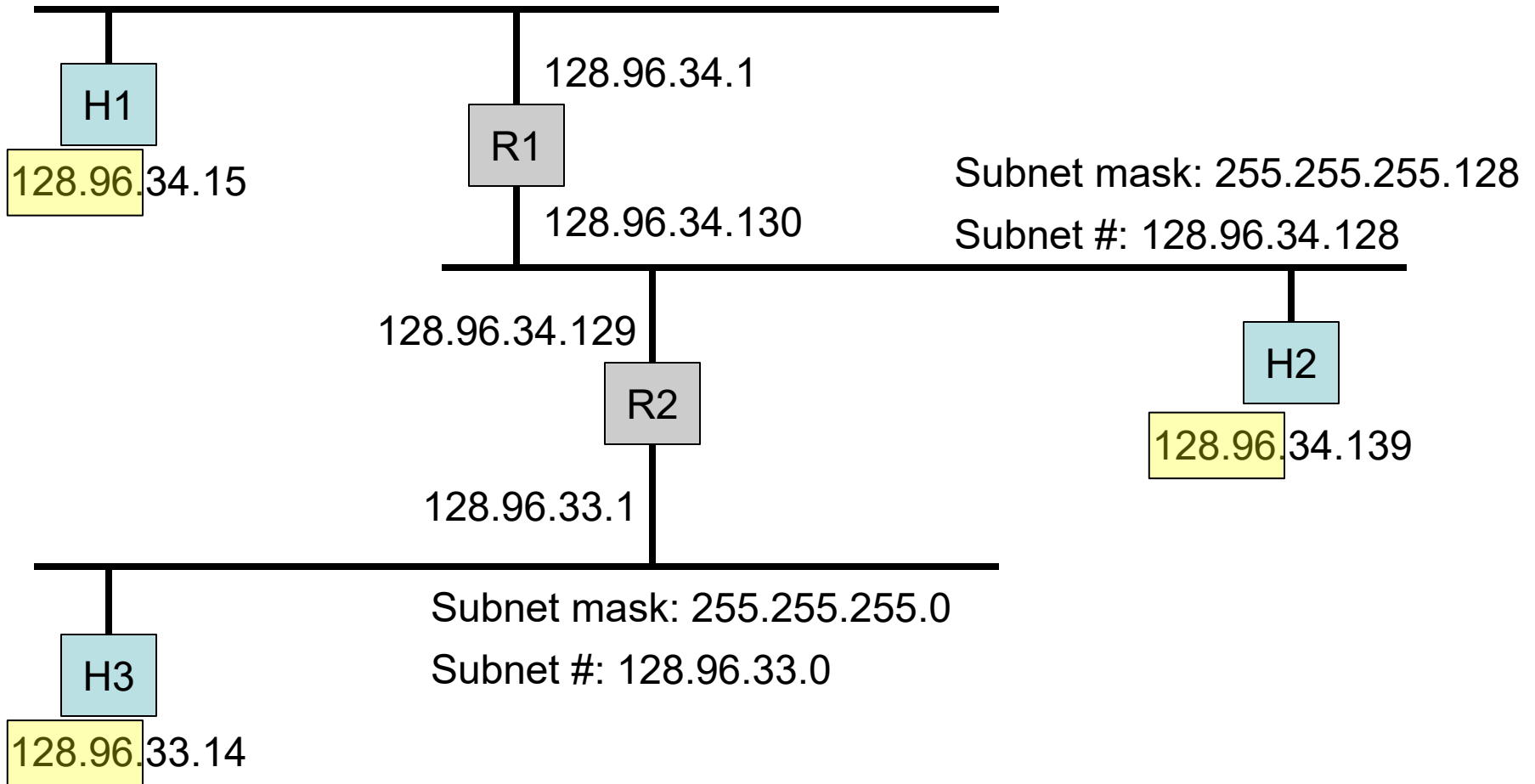
כתובת תת-רשת:

מספר רשת	מספר תת-רשת	מספר מארח
----------	-------------	-----------

דוגמה לתת-רשת

Subnet mask: 255.255.255.128

Subnet #: 128.96.34.0



תתי-רשת, המשך

- מבצעים פעולת AND בין המסכה לבין כתובת IP
- נעשה בנתבים
- טבלאות נתב נראות ככה:
- <#תת-רשת, מסכת תת-רשת, צעד הבא>
- טבלאות ניתוב ממוינת לפי אורך מסכת תת-הרשת (הארוכה ביותר ראשונה).
- תתי-רשת מאפשרת לקבוצה של רשתות פיזיות להיראות כמו רשת לוגית אחת מבחוץ

- IP גרסה 4

- פיצול והרכבה מחדש

- תת-רשתות ב-IP