

רשתות תקשורת מחשבים

תרגיל 8:

ARQ

Reliable Transmission

- **שתי גישות להתמודדות עם שגיאות**
 - .Forward Error Correction – FEC
 - .Automatic Repeat Request – ARQ

אבני בנין

- גילוי שגיאות.
- .ACK
- .NACK
- .Timeout
- .Sequencing
- שידור חוזר.

FIFO הנחת

- **בשידור בשכבת הערוץ ניתן לרוב להניח שסדר ההגעה הוא כסדר השליחה.**
- **בשידור בשכבת הרשת לא ניתן להניח זאת.**

Stop&Wait

- פרוטוקול RDT פשוט, בהנחת FIFO:

- תחנה משדרת:

- שולחת חבילה.

- עוצרת עד שיתקבל ACK.

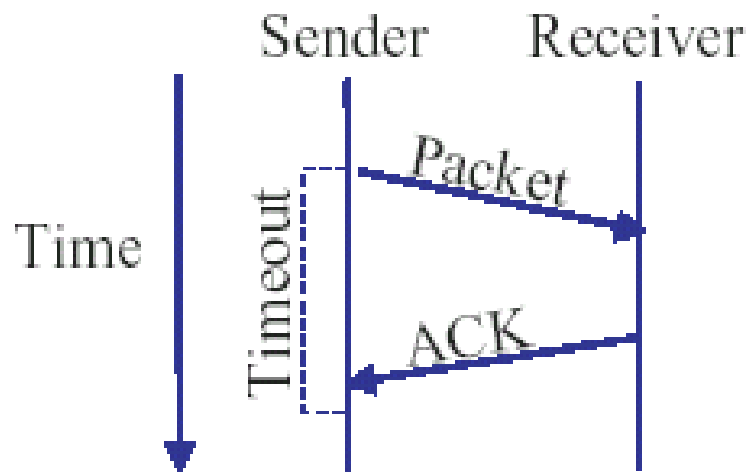
- משדרת מחדש אם לא הגיע ACK

- לאחר זמן T_{out} .

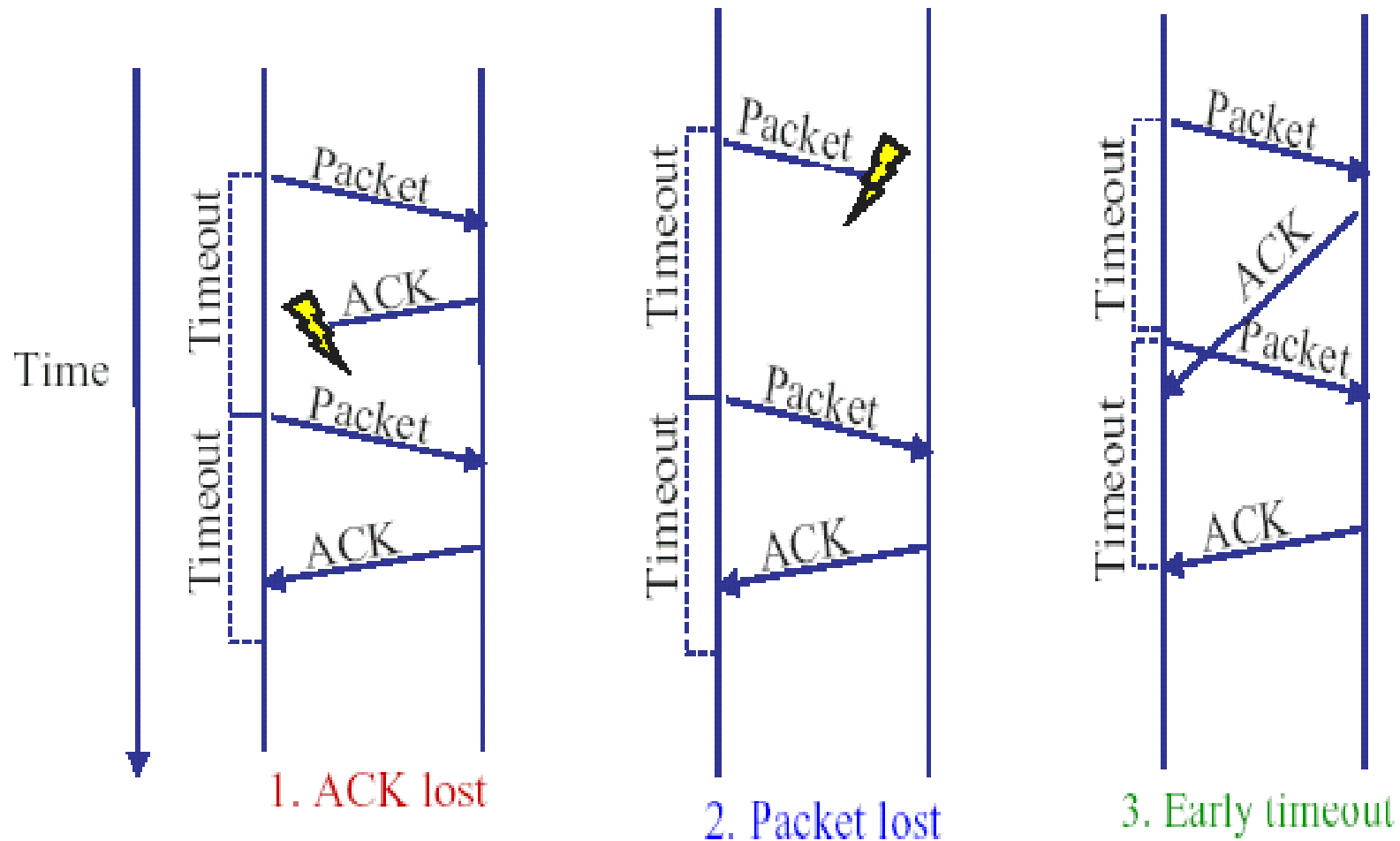
- תחנה קולטת:

- מקבלת חבילה.

- שולחת ACK.



S&W: התאוששות משגיאות



S&W – בעיות ופתרונות

- איך תחנה קולטת תזהה שידור כפול?
 - יכול לקרות כאשר אובד ACK
 - פתרון: Sequence Numbers לחבילת המידע ול-ACK.
 - ב-S&W בהנחת FIFO מספיק ביט בשביל למספר את החבילות.
 - הפרוטוקול אינו מנצל את ה-Pipeline.
 - מהו זמן ה-Timeout ההדוק ביותר האפשרי?

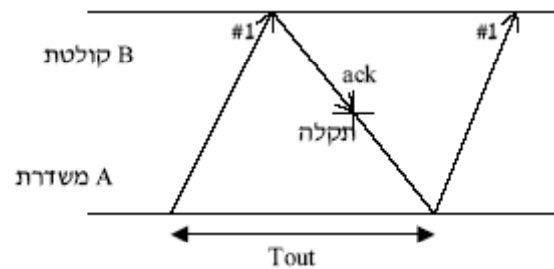
S&W – מספור חבילות

- נראה שביט אחד מספיק: ישנן שתי אפשרויות:

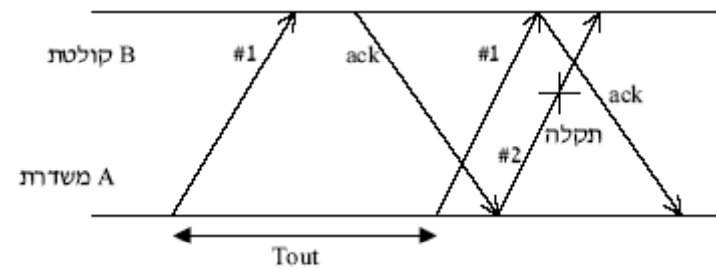
- המשדר שולח n המקלט מצפה ל- n

- השולח שולח n המקלט מצפה ל- $n+1$

שני מקרי בוהן



מקרה א'

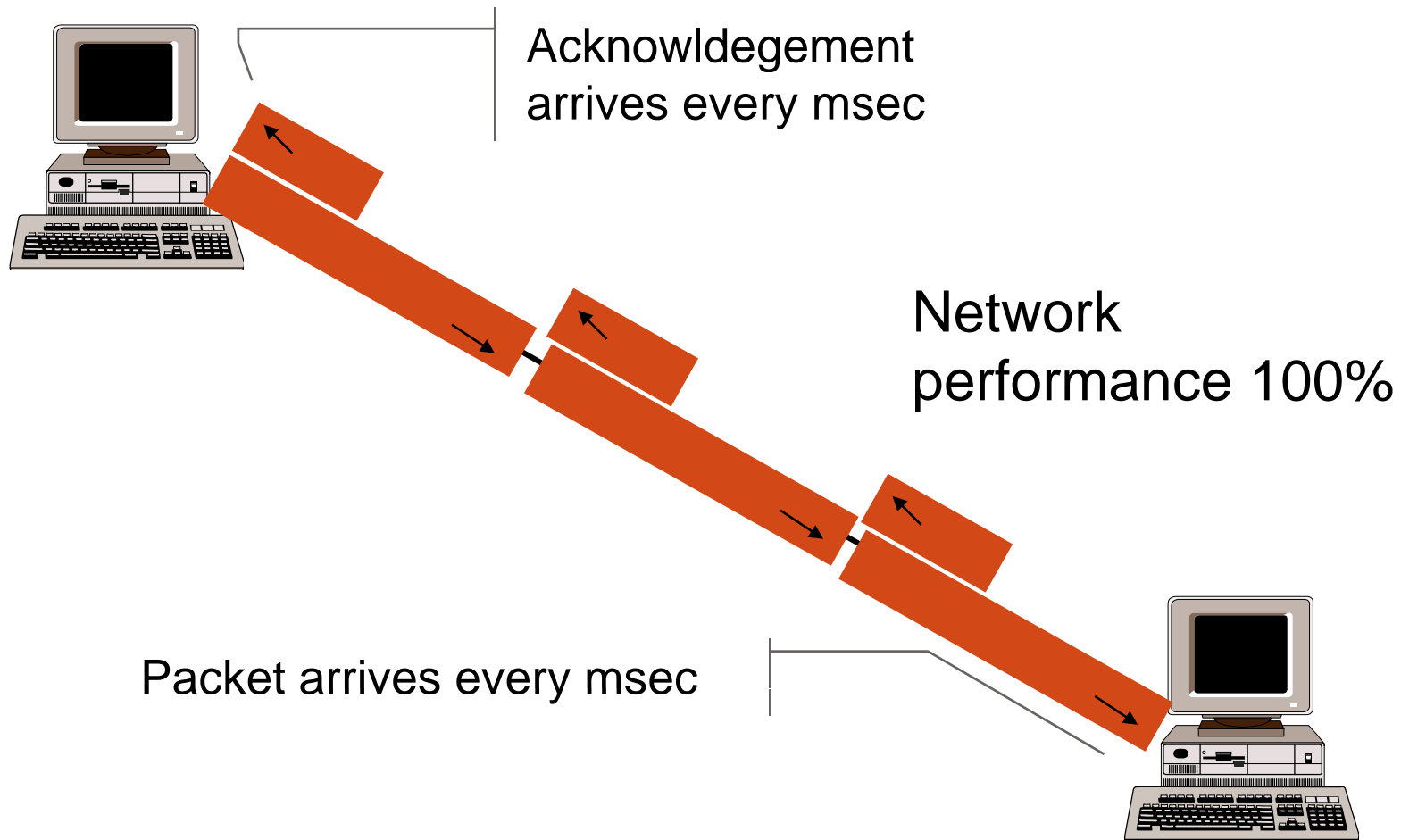


מקרה ב'

S&W נצילות

• מהי נצילות הערוץ?

Pipelining - שידור ברצף



Sliding Window

- **חבילות ו-ACK-ים ממסופרים.**
- **חלון שליחה (אצל המשדר):**
 - מתחיל מהחבילה הראשונה שנשלחה ועדיין לא אושרה.
 - המשדר יכול לשלוח עד W_S חבילות נוספות רצופות.
 - תפקיד חלון השליחה – לחכות למספר אישורים במקביל.
- **חלון קבלה (אצל המקלט)**
 - מתחיל מהחבילה הבאה שלה מצפה המקלט.
 - המקלט יכול לשמור עד W_R חבילות נוספות רצופות.
 - חבילות מחוץ לחלון – נזרקות.
 - תפקיד חלון הקבלה – לסדר את החבילות המתקבלות.

פרוטוקולי Sliding Window

• $W_R=1, W_S=N$: **Go-Back-N**

• $W_R = W_S = N$: **Selective Repeat**

Sliding Window

Sender Perspective

Frames already acknowledged

Window of frames that may be transmitted



Frame sequence numbers

Last frame acknowledged

Window shrinks from trailing edge as frames are acknowledged

Window expands from leading edge as ACKs received

Receiver Perspective

Frames already received

Window of frames that may be transmitted

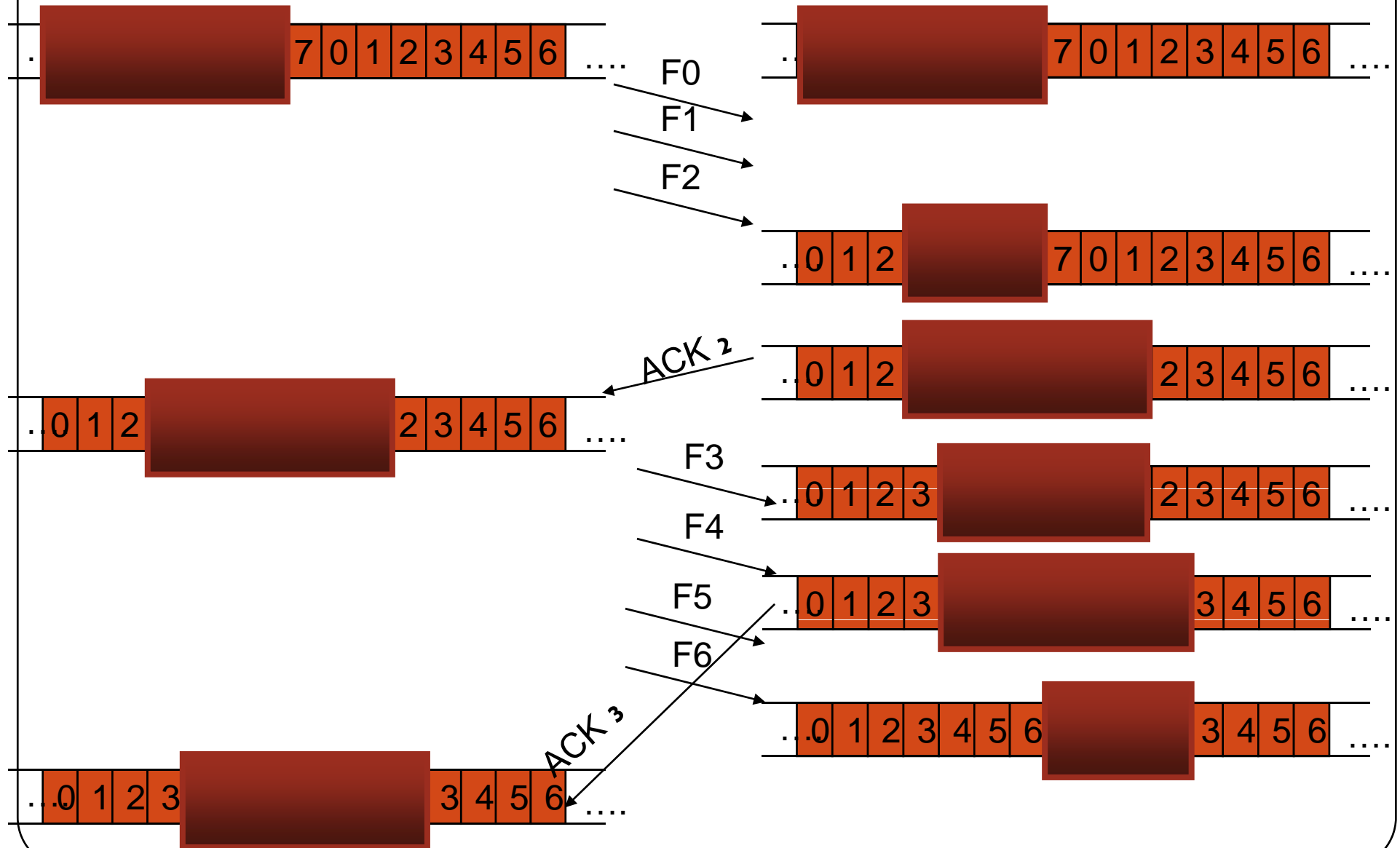


Last frame acknowledged

Window shrinks from trailing edge as frames are received

Window expands from leading edge as ACKs are sent

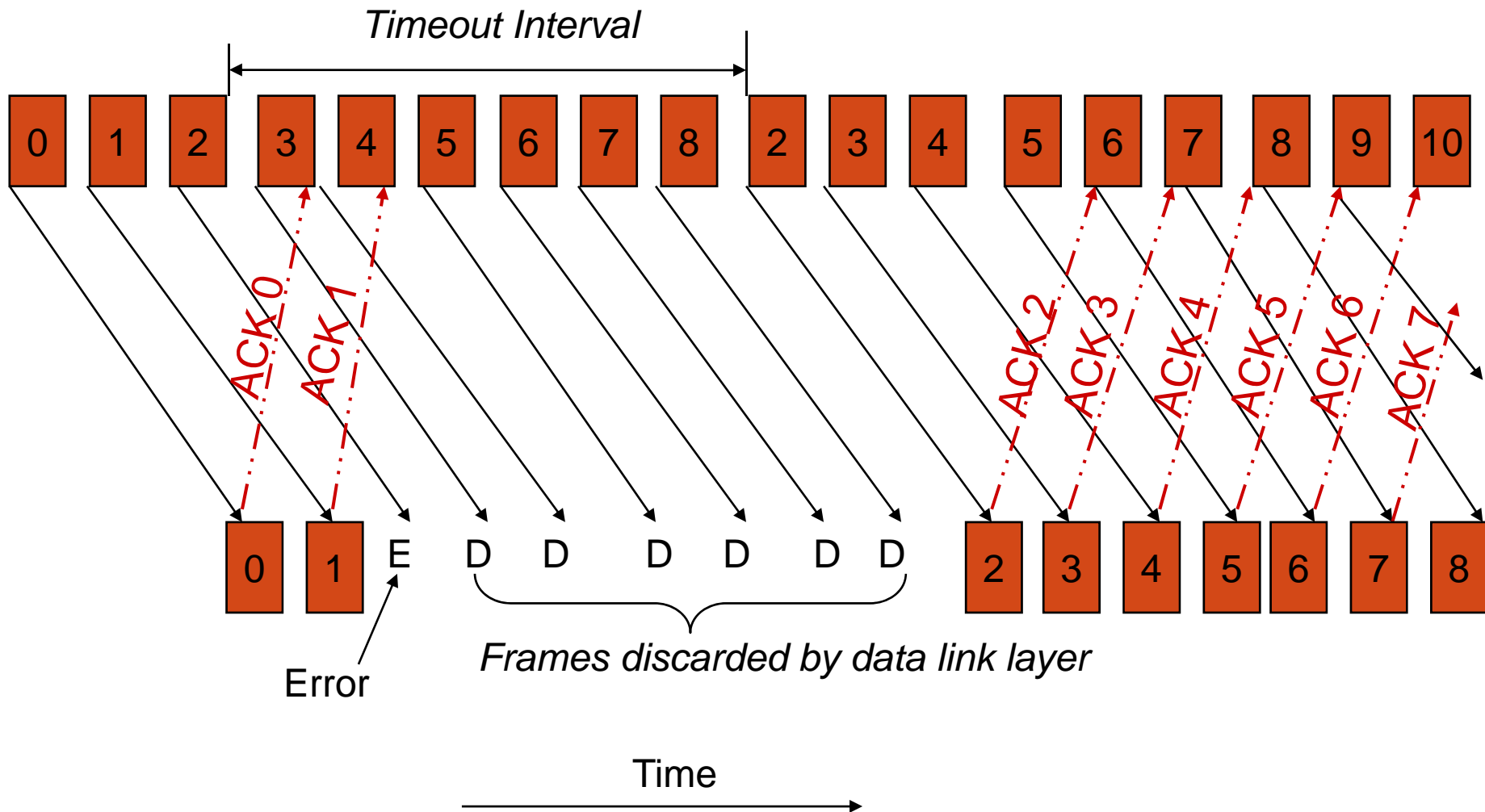
דוגמה – Sliding Window



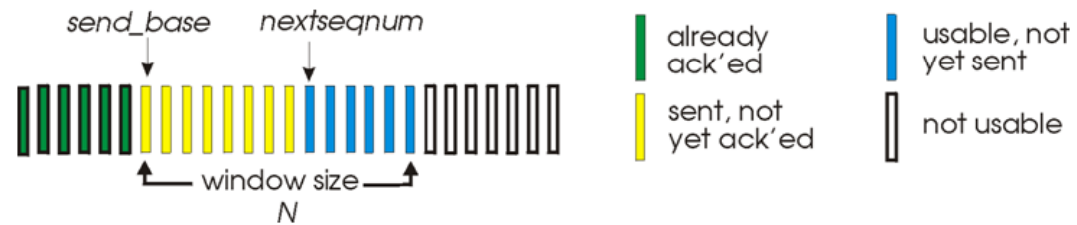
Go-Back-N (GBN)

- **תחנה משדרת**
 - משדרת חבילות בזו אחר זו לפי חלון שגודלו N .
 - כאשר עובר T_{out} חוזרת לחבילה האחרונה שעדיין לא אושרה וממשיכה לשדר חבילות החל מחבילה זו.
- **תחנה קולטת**
 - מקבלת ומאשרת חבילות אך ורק לפי סדר.
 - אישור על חבילה n מאשר את כל החבילות מהראשונה ועד n .

דוגמה – Go-Back-N (GBN)



חלון השליחה – Go-Back-N (GBN)



Selective Repeat (SR)

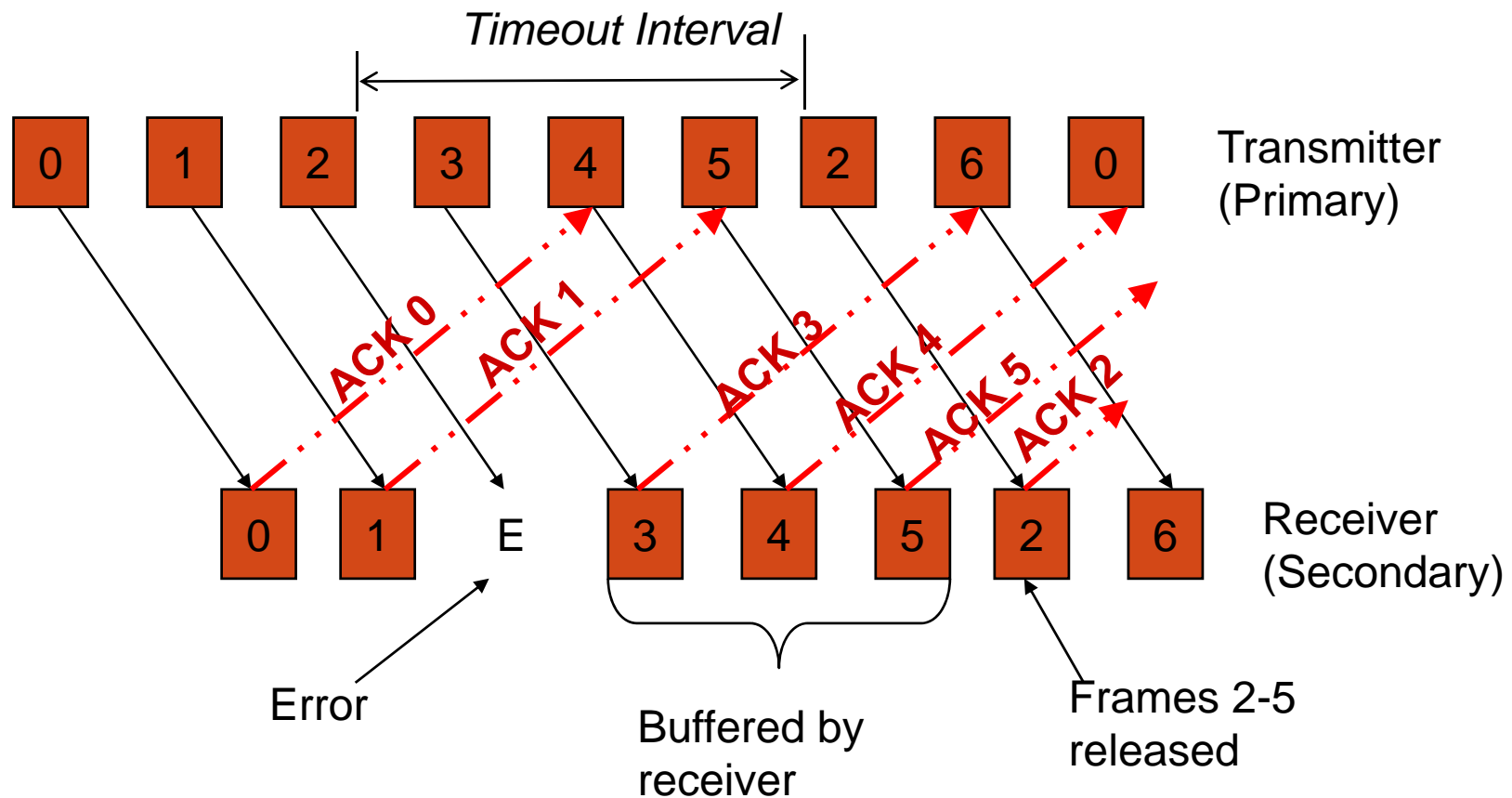
- **תחנה משדרת:**

- משדרת חבילות ברצף זו אחרי זו כל עוד ה-SN נמצא בגבולות החלון.
- אם לא התקבל ACK לחבילה מסויימת אחרי timeout משלה, החבילה משודרת שוב.
- ACK מאשר חבילה מסוימת. אם זן החבילה הראשונה בחלון, הוא מתקדם.

- **תחנה קולטת:**

- קולטת חבילה ושולחת עליה ACK אם היא בחלון.
- אם זו החבילה הראשונה בחלון, החלון מתקדם, והחבילה מועברת מעלה.

דוגמה - Selective Repeat



GBN מול SR.

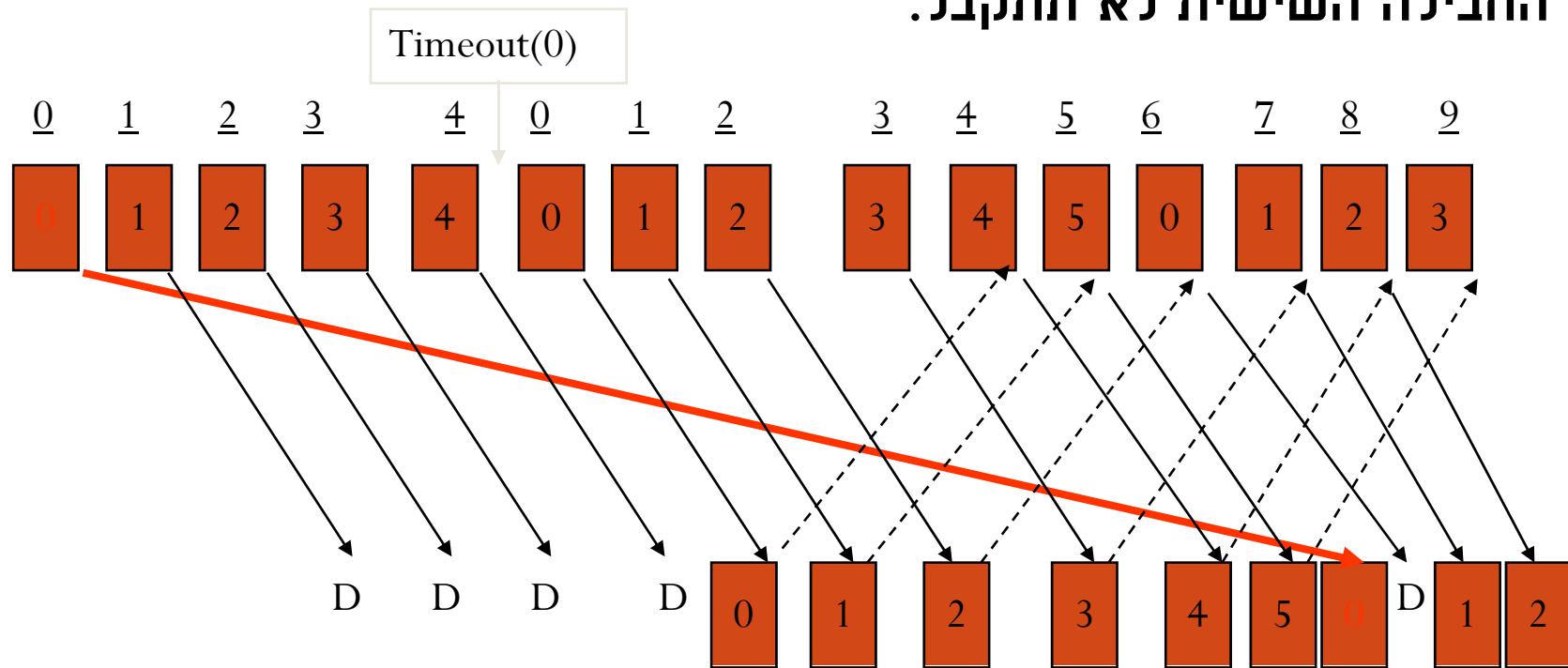
- מי יותר פשוט?
- מי מנצל יותר טוב את הערוץ?

טווח מספור החבילות

- ראינו שבהנחת FIFO מספיקה סיבית אחת למספור ב-S&W.
- כמה סיביות מהו הטווח הדרוש עבור GBN ? SR ?
- מה קורה אם מוותרים על הנחת ה-FIFO ?

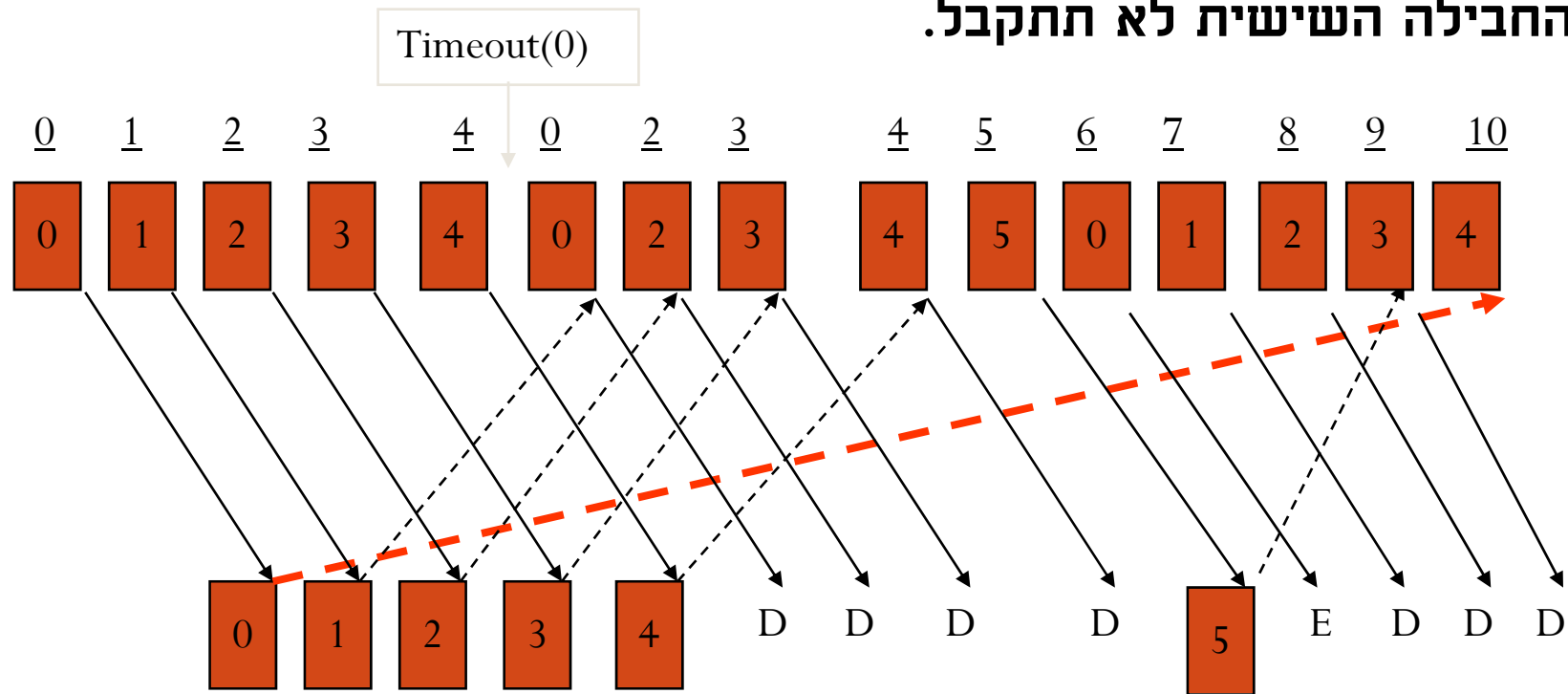
ללא FIFO – מידע מתעכב

- גודל החלון 5, טווח המספור הוא 0 עד 5.
- החבילה הראשונה מתעכבת בדרך.
- החבילה השישית לא תתקבל.



ללא FIFO – אישור מתעכב

- גודל החלון 5, טווח המספור הוא 0 עד 5.
- האישור הראשון מתעכב בדרך.
- החבילה השישית לא תתקבל.



שידור דו-כיווני

- פרוטוקול S&W פשוט משתמש בערוץ ל-half-duplex.
- בערוץ full-duplex ניתן לשלב את האישורים במידע שנשלח.
- שיטת "שק קמח" (piggyback).