

3 Vrednotenje podatkovnih protokolov

Izkoristek = razmerje med časom, ko prenašamo koristne podatke (T_F) in časom, ki je potreben za to (T_S).

$$E = \frac{T_F}{T_S}$$

Prepustnost = hitrost prenašanja \times izkoristek

V kolikor zajamemo še redundanco znotraj okvirja

$$E = \frac{T_D}{T_S}, \quad T_S = T_F + T_z + T_A + T_z$$

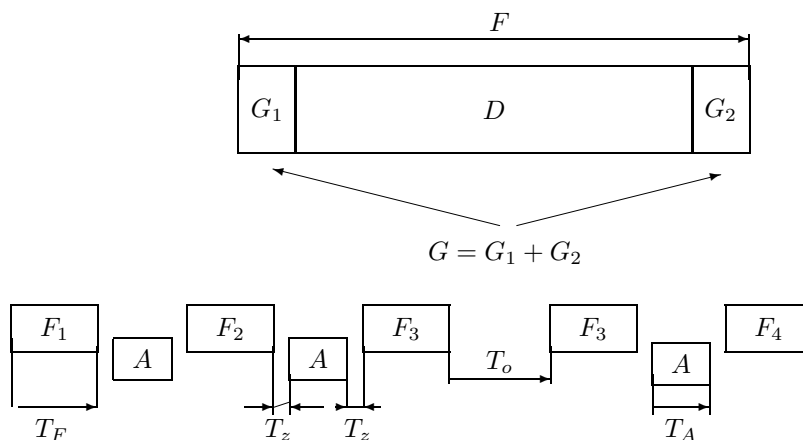
$$E = \frac{D/C}{F/C + A/C + 2T_z} = \frac{D}{(D + G) + A + 2 \times T_z \times C}$$

Pri vrednotenju protokola se običajno redundanca znotraj okvirja direktno ne upošteva.

Zaradi napak na okvirjih čas za prenos okvirja ni enak za vse okvirje.

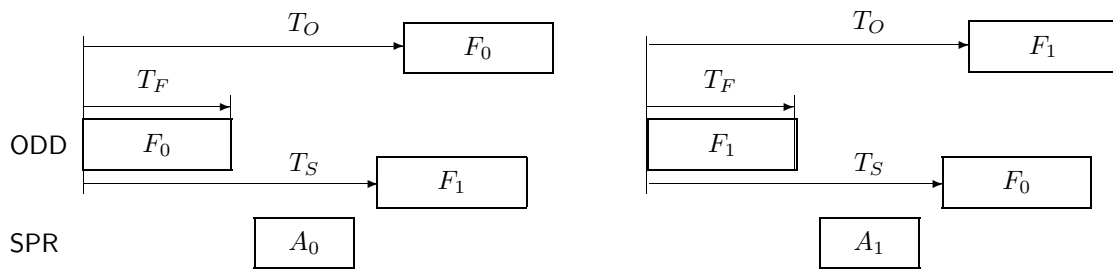
Izkoristek = razmerje med časom, ko prenašamo koristne podatke (T_F) in časom, ki je v povprečju potreben za to (\bar{T}).

$$E = \frac{T_F}{\bar{T}}$$

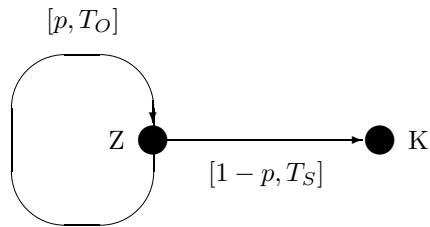
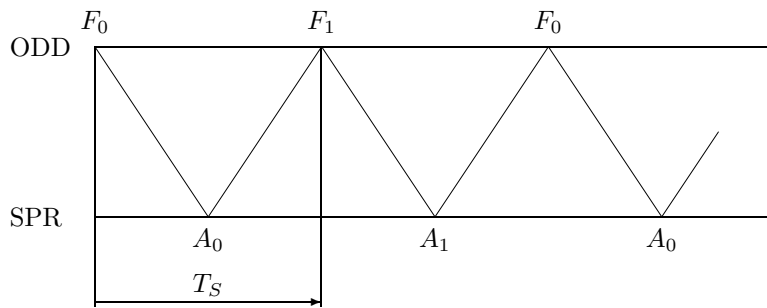


Izgled okvirja (zgoraj) in primer komunikacije (spodaj).

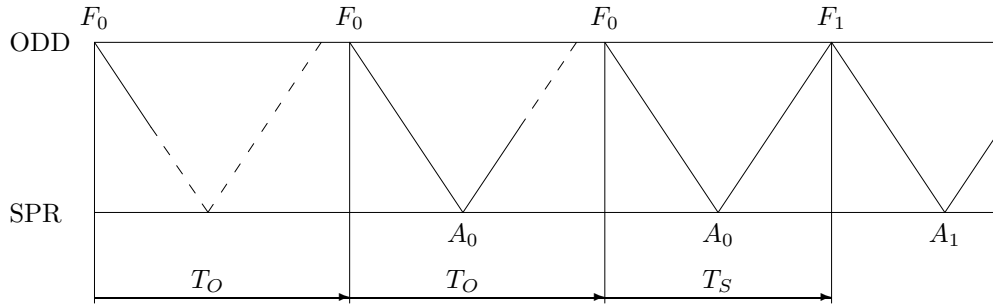
3.1 Izkoristek protokola ABP



Protokol ABP (nič/ena številčenje s pozitivnim potrjevanjem).



Model za analizo protokola ABP. p – verjetnost napake na okvirju ali potrdilu.



Primer dvakratne napake pri prenosu istega okvirja.

Čas prenašanja je $2 \times T_O + T_S$.

Verjetnost za to je $p^2 \times (1 - p)$.

$$E_{ABP}(p) = \frac{T_F}{\bar{T}}$$

$$\bar{T} = p \cdot (T_O + \bar{T}) + (1 - p) \cdot T_S$$

$$\bar{T} = T_S + \frac{p}{1 - p} T_O$$

$$E_{ABP}(p) = \frac{T_F}{T_S + \frac{p}{1 - p} T_O}$$

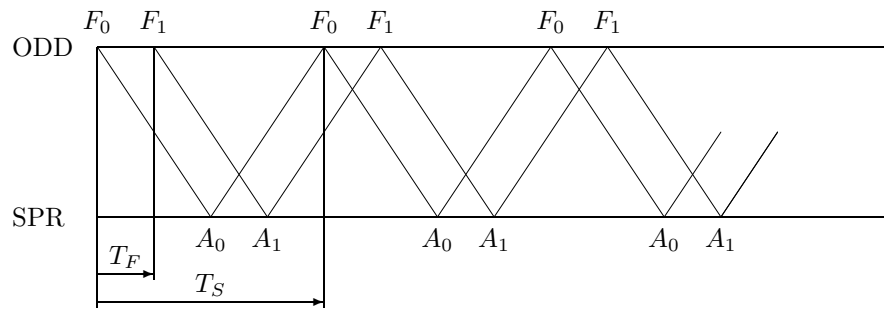
$$T_O \approx T_S, \bar{T} = \frac{1}{1 - p} T_S$$

$$E_{ABP}(p) = (1 - p) \frac{T_F}{T_S}$$

$$E_{ABP}(p) = (1 - p) \frac{F}{F + A + 2 \cdot T_z \cdot C}$$

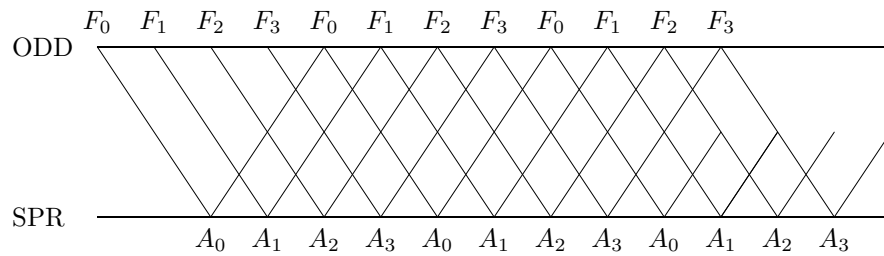
- Verjetnost napake linearno zmanjšuje izkoristek.
- Kasnilni čas signala, ki je odvisen od razdalje, zmanjšuje izkoristek.
- Kasnitev pride še bolj do izraza, če je hitrost prenašanja velika.
- Zato ABP pri velikih hitrostih na velike razdalje ni priporočljiv.

3.2 Analiza protokola GBN



Vračanje na N za $w = 2$, ko ni napak.

$$E_{GBP}(p = 0) = \frac{w \cdot T_F}{T_S}.$$

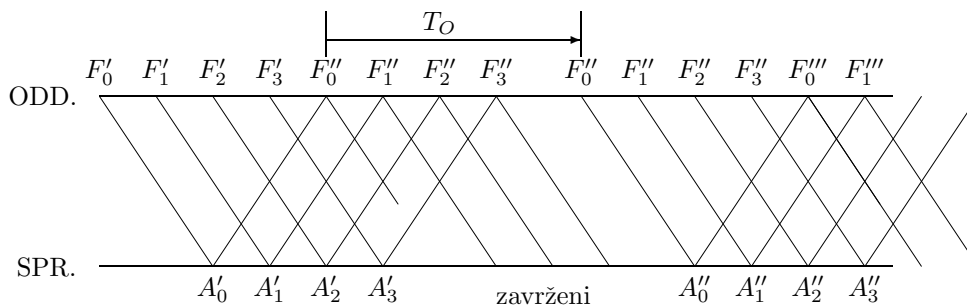


Vračanje na N za $w = 4$ in $wT_F = T_S$, ko ni napak.

$$E_{GBN}(p = 0) = \min\left\{1, w \frac{T_F}{T_S}\right\},$$

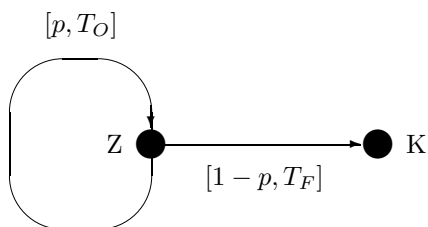
$$E_{ABP}(p = 0) = \frac{T_F}{T_S}.$$

Izkoristek protokola GBN je načeloma w -krat boljši od ABP.



Vračanje na N v primeru napak.

- V primeru napake izgubimo čas T_O .
- V primeru, da ni napake, v času T_S prenesemo w okvirjev, ker je $wT_F = T_S$.
- Ko ni napake rabimo potem za posamezen okvir čas T_F .



Model za analizo protokola GBN. p – verjetnost napake na okvirju ali potrdilu.

$$\bar{T} = (1 - p)T_F + p(T_O + \bar{T})$$

$$\bar{T} = T_F + \frac{p}{1 - p}T_O.$$

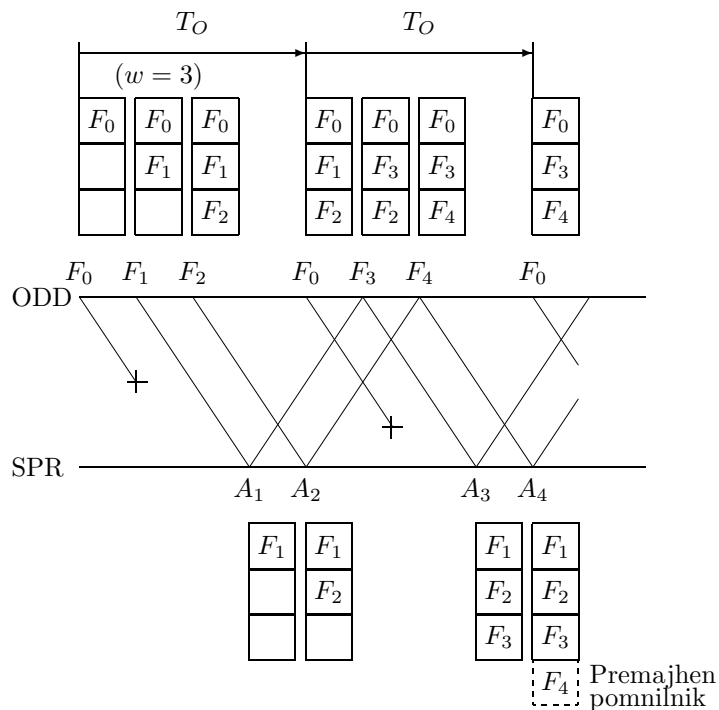
$$T_O \approx T_S \quad \text{in} \quad wT_F = T_S$$

$$E_{GBN}(p) \approx \frac{T_F}{T_F + \frac{p}{1-p}wT_F} = \frac{1}{1 + \frac{p}{1-p}w}$$

$$p \ll 1, (1 - p) \approx 1, \quad E_{GBN}(p) \approx \frac{1}{1 + pw}$$

$$pw \ll 1, \quad E_{GBN}(p) \approx 1 - wp = 1 - p\frac{T_S}{T_F}.$$

3.3 Analiza protokola SRP



Selektivno ponavljanje in velikosti okna (primer večkratne napake na okvirju F_0).

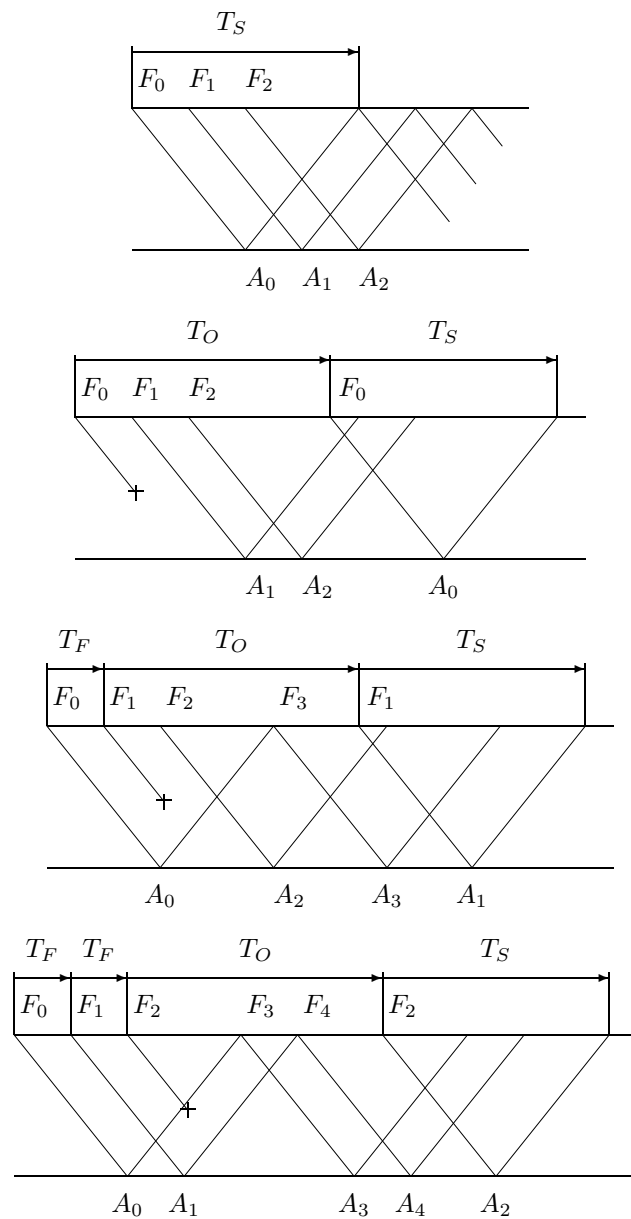
Velikost okna je za SRP definirana kot največja razlika v številki (ne številu okvirjev) oddanega in še nepotrjenega okvirja in (največji) številki že potrjenega okvirja.

V idealnih razmerah (ni napak):

$$E_{SRP}(p=0) = \min\left\{1, w \cdot \frac{T_F}{T_S}\right\}.$$

V primeru, ko nikoli ne zmanjka pomnilnika:

$$E_{SRP, w=\infty}(p) = \frac{T_F}{\frac{1}{1-p} T_F} = 1 - p.$$



Primeri za protokol SRP: brez napake, napaka na prvem, na drugem ali na tretjem okvirju (za $w = 3$).

$$n_i = w + i, \quad t_i = T_O + T_S + i \cdot T_F \quad (i = 0, 1, 2, \dots, w - 1),$$

$$T_S \approx T_O, \quad T_S = w \cdot T_F, \rightarrow t_i = 2 \cdot w \cdot T_F + i \cdot T_F = T_F \cdot (2 \cdot w + i)$$

Verjetnost napake na enem izmed treh (kateremkoli) okvirjev je:

$$p_i = p \cdot (1 - p)^2 \approx p$$

Verjetnost, da ni napake, je:

$$(1 - p)^3 \approx 1 - 3 \cdot p = 1 - w \cdot p$$

Ko ni napake, prenesemo v času $t_w = T_S$ tri okvirje, $n_w = 3$.

Možnost večkratnih napak na istem okvirju zanemarimo.

$$T = \begin{pmatrix} t_0 & t_1 & t_2 & \dots & t_w \\ p & p & p & \dots & 1 - wp \end{pmatrix}.$$

$$N = \begin{pmatrix} n_0 & n_1 & n_2 & \dots & n_w \\ p & p & p & \dots & 1 - wp \end{pmatrix}.$$

$$\begin{aligned} \bar{T} &= \sum_{i=0}^{i=w} p_i \cdot t_i \\ &= T_F \left[\sum_{i=0}^{i=w-1} p \cdot (2 \cdot w + i) + (1 - wp) \cdot w \right] \\ &= T_F \left[p \cdot 2w^2 + p \frac{(w-1) \cdot w}{2} + w - p \cdot w^2 \right] \\ &= w \cdot T_F \left[1 + \frac{p}{2}(3w - 1) \right]. \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \bar{N} &= \sum_{i=0}^{i=w} p_i \cdot n_i \\ &= \sum_{i=0}^{i=w-1} p \cdot (w + i) + (1 - wp)w \\ &= p \cdot w^2 + p \frac{w(w-1)}{2} + w - p \cdot w^2 \\ &= w + p \frac{w(w-1)}{2}. \end{aligned}$$

Izkoristek pa je:

$$E_{SRP}(p) = \frac{T_F \bar{N}}{\bar{T}} = \frac{2 + p(w-1)}{2 + p(3w-1)}.$$

4 Primeri protokolov podatkovnega sloja

4.1 BSC

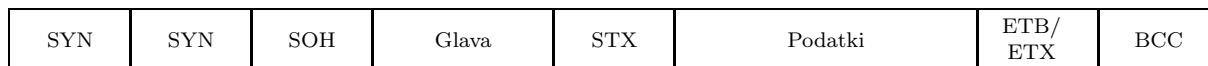


Figure 15: Oblika okvirja protokola BSC.

Pozivanje nadrejene postaje

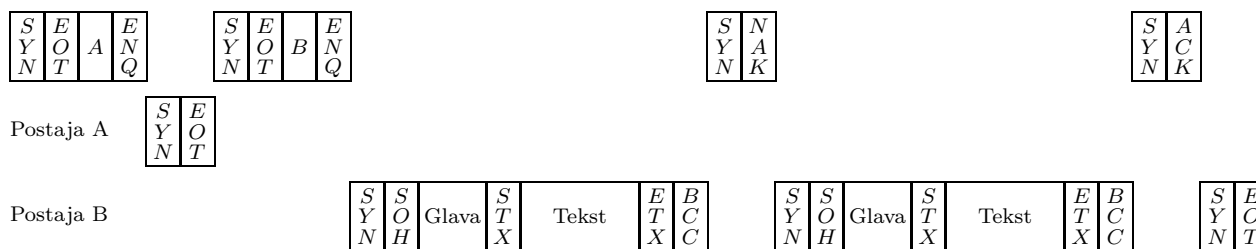


Figure 16: Vzpostavljanje zveze s pozivanjem.

Izbirje nadrejene postaje

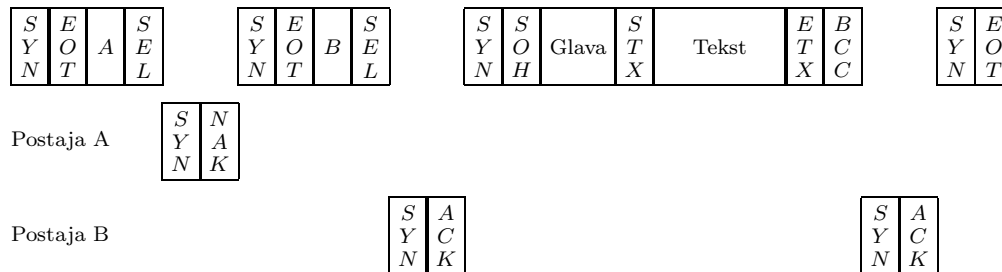


Figure 17: Vzpostavljanje zveze z izbiranjem.

4.2 SDLC, HDLC in LAPB



Figure 18: Razvoj protokolov podatkovnega sloja.

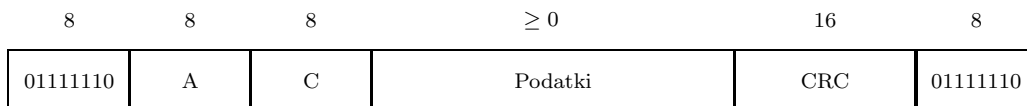


Figure 19: Oblika okvirja protokola SDLC in njegovih naslednikov.

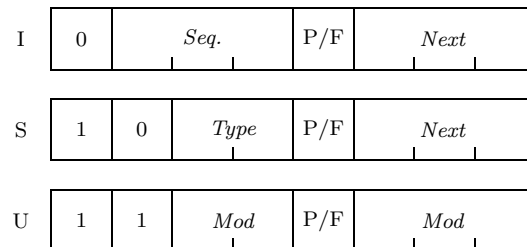


Figure 20: Oblika nadzornega dela okvirja SDLC.

4.3 SLIP

SLIP (Serial Line IP) uokvirja IP pakete za prenos po serijskih linijah (točka - točka).

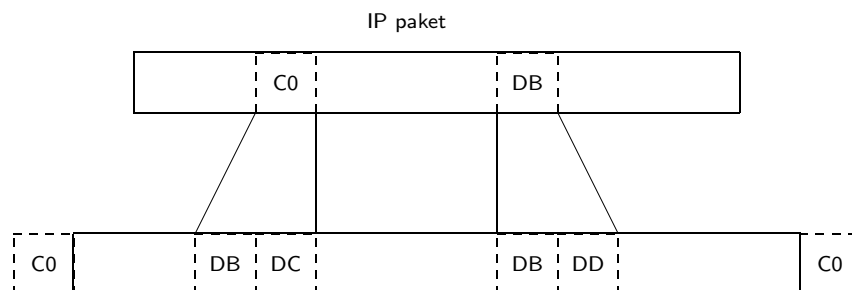


Figure 21: Oblika okvirja protokola SLIP.