

OSNOVE RAČUNALNIŠKE ARHITEKTURE II

AVDITORNE VAJE IN IZPITI



1.) Računalnik ima glavni pomnilnik s časom dostopa 60ns. Ta čas želimo z uporabo predpomnilnika skrajšati na 20 ns. Izračunajte kako hiter mora biti predpomnilnik (čas dostopa), če lahko pričakujemo 90% verjetnost zadetka.

$$H = 90 \% = 0.9$$

$$t_{ag} = 60 \text{ ns}$$

$$t_a = 20 \text{ ns}$$

$$CPE \Leftrightarrow PP \Leftrightarrow GP$$

$$t_{ap} = ?$$

$$t_a = t_{ap} + (1 - H) * t_{ag} \quad (1 - H) \text{ je verjetnost zgrešitve}$$

$$t_{ap} = t_a - (1 - H) * t_{ag}$$

$$= 20 \text{ ns} - (1 - 0.9) * 60 \text{ ns}$$

$$= 20 \text{ ns} - 0.1 * 60 \text{ ns} = \underline{14 \text{ ns}}$$

2.) V računalniku s predpomnilnikom je povprečno število urinih period na ukaz enako 4, če v predpomnilniku ni zgrešitev.

- Kolikšno je resnično število urinih period na ukaz, če je verjetnost zgrešitve v predpomnilniku 10%? Za zamenjavo bloka v predpomnilniku je potrebnih 5 urinih period pri branju in 10 urinih period pri pisanju. Vzemite, da sta pri vsakem ukazu potrebna povprečno dva pomnilniška dostopa in da je pri tem 20% pisalnih dostopov.
- Kakšen je resničen CPI če je povečana verjetnost zadetka 95%?

$$CPI_{idealni} = 4$$

$$(1 - H) = 10\% = 0.1$$

zgrešitvena kazen

$$M_I = \text{št. pom. dostopov}$$

$$C_b = 5 ; PB = 80\% = 0.8$$

$$C_p = 10 ; PP = 20\% = 0.2$$

$$M_I = 2$$

$$CPI_r = ?$$

$$I = \text{št. ukazov}$$

$$CPI = \frac{CPE_{čas}}{I * t_{CPE}}$$

$$CPE_{čas} = I * [CPI_{idealni} + M_I (1 - H) * \text{zg. kazen}] * t_{CPE}$$

$$CPI_r = CPI_I + M_I (1 - H) * \text{zg. kazen}$$

$$CPI_r = CPI_I + M_I (1 - H) * [C_b * PB + C_p * PP] =$$

$$= 4 + 2 * 0.1 * [5 * 0.8 + 10 * 0.2] = \underline{5.2}$$

$$H = 0.95$$

$$(1 - H) = 0.05$$

$$CPI_r = 4 + 2 * 0.05 * [4 + 2] = \underline{4.6}$$

3.) V računalnik z 32-bitnim pomnilniškim naslovom in dolžino pomnilniške besede 1 bajt je vgrajen **set asociativni predpomnilnik**. Velikost predpomnilnika je 16 kB, velikost bloka je 16 B, stopnja asociativnosti pa 4.

- Koliko setov vsebuje predpomnilnik?
- kateri biti v pomnilniškem naslovu določajo naslov seta ?
- V kateri set se preslika vsebina iz pomnilniškega naslova 10FF7CFF (hex)?

32 bit, 1 B	$S = \text{št. setov}$
Vel. predpomnilnika	$M = 16 \text{ kB} = 2^4 * 2^{10} = 2^{14}$
Vel. bloka	$B = 16 \text{ B} = 2^b = 2^4 \Rightarrow B = b = 4$
Stopnja asociativnosti	$E = 2^e = 4 \Rightarrow e = 2$

$$M = S * E * B$$

$E = \text{št. blokov v setu}$

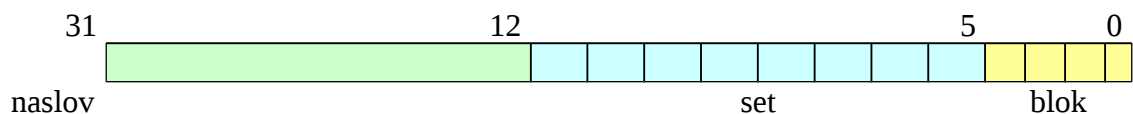
$$S = ?$$

$$\text{Št. setov} = \frac{M}{E * B}$$

$$2^{14} * B = S * 2^2 * 2^4 * B = 2^3 * 2^2 * 2^4$$

$$2^{14} = 2^{S+6} \quad 14 = S + 6 \Rightarrow S = 8$$

$$S = 2^S = 2^8 = \underline{256}$$



10FF7CFF

$S_I = \text{naslov seta}$

...1111 | 1110 | 0011 | 1111 | 1111 |

$A_I = \text{prostor, ki ga iščemo}$

$$S_I = A_I * (b:n - 1) \text{ mod } 2^8$$

$$A_I * (4:11) \text{ mod } 2^8$$

$$CF_h \text{ mod } 2^8$$

$$(12 * 16 + 15) \text{ mod } 256$$

$$(207) \text{ mod } 256$$

$$256 \setminus x - 207$$

$$CF_h = \underline{207}$$

4.) Računalnik z navideznim pomnilnikom ima čas dostopa do glavnega pomnilnika 50 ns. Čas za prenos bloka iz navideznega v glavni pomnilnik je 10 ms, verjetnost za napako strani pa je 10^{-6} ! Preslikava navideznega naslova v fizičnega je enonivojska (preko ene tabele strani).

- Kakšen je povprečni dostopni čas, če je tabela strani v glavnem pomnilniku ?

- Kakšen je povprečni dostopni čas, če je tabela strani v glavnem pomnilniku, imamo pa **preslikovalni predpomnilnik** z verjetnostjo zadetka 98% in časom dostopa 5 ns.

$$\begin{array}{ll} T_{ag} = 50 \text{ ns} & \text{prvi dostop (tabela strani)} \\ T_B = 10 \text{ ms} & \\ (1 - H) = 10^{-6} & \text{drugi dostop (fizičnega naslova)} \\ \hline t_a = ? & \end{array}$$

$$t_a = T_{ag} + (1 - H) * T_b + T_{ag} \quad \text{tabela strani}$$

tabela v fizičnem pomnilniku

$$\begin{aligned} t_a &= 2 * 50 \text{ ns} + 10^{-6} * 10 \text{ ms} = \\ &= 100 * 10^{-6} * 10 * 10^{-14} \text{ s} = \\ &= 110 * 10^{-6} \text{ s} = \underline{110 \text{ ns}} \end{aligned}$$

$$t_a = ? \quad H_{pp} = \text{Verjetnost zadetka v preslikovalnem predpomnilniku}$$

$$\begin{aligned} H_{pp} &= 0.98 \\ T_{app} &= 5 \text{ ns} \end{aligned}$$

$$T_a = t_{app} + (1 - H_{pp}) * t_{ag} + (1 - H) * t_B + t_{ag}$$

Čas dostopa do ene tabele strani

$$\begin{aligned} T_a &= 5 \text{ ns} + 0.02 * 50 \text{ ns} + 10^{-6} * 10 \text{ ns} + 50 \text{ ns} \\ T_a &= 56 \text{ ns} + 10 \text{ ns} = \underline{66 \text{ ns}} \end{aligned}$$

5.) Računalnik z **navideznim pomnilnikom** ima dolžino navideznega naslova 38 bitov, velikost strani 16 kB in dolžino fizičnega naslova 32 bitov.

- Koliko bitov je dolg deskriptor strani, če poleg številke okvirja (FN) dodatni parametri zasedajo še 6 bitov ?
- Kakšna je največja možna velikost tabele strani v bajtih ?

$$\begin{array}{ll} \text{Dolžina navideznega naslova} & n = 38 \text{ b} \\ \text{Velikost strani} & 2^p = 16 \text{ kB} = 2^{14} \\ \text{Dolžina fizičnega naslova} & t = 32 \text{ b} \\ \hline \text{Dolžina deskriptorja } A_d = ? & \end{array}$$

$$n=38$$

$$f=32$$

$$\underline{\text{velikost strani} = 16 \text{ KB} = 2^p = 2^{14} \text{ B}}$$

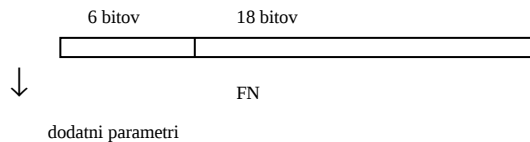
- Število strani v navideznem pomnilniku:

$$2^{n-p} = 2^{38-14} = 2^{24} = 2^{24}$$

- Število okvirov strani v glavnem pomnilniku:

$$2^{f-p} = 2^{32-14} = 2^{18} = 2^{18} \text{ (FN)}$$

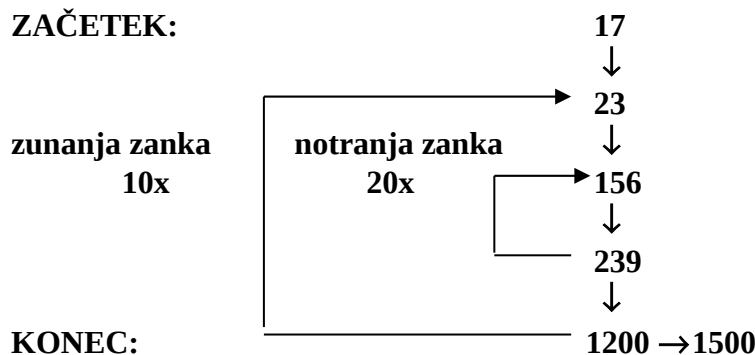
Deskriptor strani= št. okvira 6
 Deskriptor str.=24 bitov=3 B



Največja možna velikost je 48 MB.

$$2^{24} \times 3B = 2^{20} \times 2^4 \times 3B = 2^4 \times 3MB = 16 \times 3MB = 48MB \text{ velikost tabele strani v gl. pom.}$$

6.) Na računalniku z **direktnim predpomnilnikom** izvajamo program na spodnji sliki. Desetiški pomnilniški naslovi podajajo začetek in konec obeh zank ter začetek in konec celotnega programa. Vse pomnilniške lokacije v posameznih odsekih vsebujejo ukaze, ki se izvršujejo zaporedoma. Dostopi do teh naslovov so vsi dostopi v programu. Računalnik ima predpomnilnik, ki je 10x hitrejši od glavnega pomnilnika. Pri izvajanju tega programa pa je delovanje računalnika samo 8x hitrejše kot brez predpomnilnika. Izračunajte število dostopov, pri katerih pride do zgrešitve v predpomnilniku!



$$\frac{T_{ag}}{T_{ap}} = 10 \Rightarrow T_{ap} = \frac{T_{ag}}{10} \quad H = \frac{N_p}{N} \quad \begin{array}{l} \text{št. vseh zadetkov} \\ \text{št. dostopov} \end{array}$$

$$\frac{T_{ag}}{T_a} = 8 \quad T_a = \frac{T_{ag}}{8} / T_{ag}$$

$$1 - H = \frac{T_a}{N} = \frac{N_g}{N} \quad T_a = T_{ap} + (1 - H) * T_{ag}$$

$$T_a = t_{ap} + N_g / N * t_{ag} \quad / * 1 / T_{ag}$$

$$\frac{T_a}{T_{ag}} = \frac{T_{ap}}{T_{ag}} + \frac{N_g}{N} \Rightarrow N_g = N * [T_a / T_{ag} - T_{ap} / T_{ag}]$$

$$N = (23 - 17 + 10 * [(156 - 23) + 20 * (239 + 1 - 156) * (1200 + 1) - (239 + 1) - (1200 + 1)])$$

= 28046

$$N_g = 28046 * (1/8 - 1/10) = \underline{701.15}$$

7.) CPE tvori naslednje **zaporedje desetiških pomnilniških naslovov**: 1, 5, 9, 22, 24, 26, 9, 13, 17, 28, 30, 32, 1, 5, 9, 34, 36, 38. Vzemite, da CPE uporablja predprogram, ki je v začetku prazen. Napišite zaporedje naslovov pri katerih pride do zgrešitve za direktni predprogram velikosti 16 besed in velikosti bloka 4 besede.

Zgrešitve: 1, 5, 9, 22, 24, 9, 13, 17, 28, 32, 1, 5, 34, 36

Zadetki: 26, 30, 9, 38

- Set-asociativni predpomnilnik:
 - velikost: 16 besed
 - stopnja asociativnosti: 4
 - velikost bloka: 1 beseda
 - LRU zamenjalna strategija → (zamenja se blok do katerega najbolj dolgo ni bilo dostopa)

Zgrešitve: 1, 5, 22, 24, 9, 13, 17, 28, 30, 1, 5, 9

8.) Za računalnik s predpomnilnikom in glavnim pomnilnikom izračunajte **povprečni čas dostopa do pomnilnika** kot ga vidi CPE. Cpe deluje z urinim signalom frekvence 800m MHz. Verjetnost zadetka v predpomnilniku je 0,95; čas dostopa do predpomnilnika je 1 urina perioda, zgrešitvena kazen pa je 8 urinih period pri branju in 18 urinih period pri pisanju. Pri vseh pomnilniških dostopih je 75% bralnih dostopov.

$$f_{CPE} = 800 \text{ MHz}$$

$$H_p = 0,95$$

$$t_{ap} = 1$$

$$\text{zg. kazen}_R = 8$$

$$\text{zg. kazen}_W = 18$$

$$p_R = 75\%$$

$$p_W = 25\%$$

$$t_a = ?$$

$$t_a = t_{ap} + (1 - H) * t_{ag}$$

$$t_a = 1 + (1 - 0,95) * t_{ag} =$$

$$= 1 + 0,05 * t_{ag} =$$

$$= 1 + 0,05 (p_W * \text{zg. kazen}_W + p_R * \text{zg. kazen}_R) =$$

$$= 1 + 0,05 (p_W * 18 + p_R * 8) =$$

$$= 1 + 0,05 (0,25 * 18 + 0,75 * 8) =$$

$$= \underline{1,525 \text{ s}}$$

$$t_{CPE} = 1 / f_{CPE}$$

$$1 / 800 * 10^6 [\text{Hz}] = 0,00125 * 10^{-6} \text{ s} = \underline{1,25 * 10^{-9} \text{ s}}$$

$$\text{Povprečni čas dostopa} = t_{CPE} * t_a$$

$$t_{CPE} * t_a = 1,25 [\text{ns}] * 1,525 [\text{ns}] = \underline{1,906 [\text{ns}]}$$

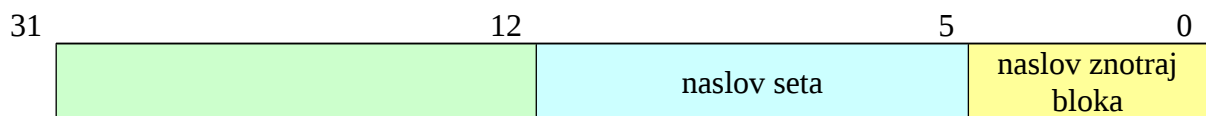
9.) V računalniku z 32-bitnim pomnilniškim naslovom in dolžino pomnilniške besede 1 Bajt imamo **direktni predpomnilnik** velikosti 32 KB. Velikost bloka je 16 Bajtov.

- Koliko blokov vsebuje predpomnilnik?
- Kolikšna je stopnja asociativnosti predpomnilnika?
- Kateri biti (napišite številke bitov) v pomnilniškem naslovu določajo naslov bloka?
- V kateri blok predpomnilnika (desetiško) se preslika vsebina s pomnilniškega naslova 0002F76B(hex)?

dol. pomn. naslova = 32 bitni
 dol. pomn. besede = 1B
 predpomnilnik = 32KB = $2^5 * 2^{10} = 2^{15}$
vel. bloka = 16B = 2^4
 št. blokov v PP = ?
 E = ?

št. blokov v PP = predpomnilnik / vel. bloka
 $32KB / 16B = 2^{15} / 2^4 = 2^{(15-4)} = 2^{11} =$ št. setov (direktni predpomnilnik)

predpomnilnik = S * E * vel. bloka
 E = predpomnilnik [M] / vel. bloka [B] * št. setov [S] =
 $= 2^{15} / 2^4 * 2^{11} = 2^1 \Rightarrow e = 1$



0002F76B_H = ?
 76B_H = 1899

10.) Računalnik ima **navidezni pomnilnik z odstranjevanjem**. Čas dostopa do glavnega pomnilnika je 55 ns. Velikost strani je 64 KB, verjetnost napake strani je 10^{-6} . Čas dostopa do navideznega pomnilnika 9 ms, hitrost prenosa med navideznim pomnilnikom in glavnim pomnilnikom pa 66 MB/s. Izračunajte povprečni dostopni čas kot ga vidi CPE če je:

- Preslikava navideznega naslova enonivojska, brez preslikovalnega predpomnilnika.
- Preslikava navideznega naslova enonivojska in imamo preslikovalni predpomnilnik z verjetnostjo zadetka 98% in zanemarljivim dostopnim časom.

$t_{ag} = 55$ ns
 vel. strani = 64KB
 $(1 - H) = 10^{-6}$
 $t_{a nav} = 9$ ms
 $t_{prenosa} = 66$ MB/s = $66 * 10^6$
 $t_a = ?$

$$\begin{aligned}
t_B &= t_{a\text{ nav}} + \text{vel. strani} / t_{\text{prenosa}} \\
t_B &= 9 \text{ ms} + 64 \text{ KB} / 66 \text{ MB/s} = \\
&= 9 \text{ ms} + 64 * 1024 \text{ B} / 66 * 1048576 \text{ B} = \\
&= 9 \text{ ms} + 9,5 * 10^{-4} = \\
&= 9 \text{ ms} + 0,95 * 10^{-3} = \\
&= 9 \text{ ms} + 0,95 \text{ ms} = \\
&= 9,95 \text{ ms} = \underline{10 \text{ ms}}
\end{aligned}$$

$$H_{pp} = 98\% = 0,98$$

Enonivojska (brez pres. PP)

$$\begin{aligned}
t_a &= t_{ag} + t_{ag} + (1 - H) * t_B \\
&= 2t_{ag} + (1 - H) * t_B = \\
&= 2 * 55 * 10^{-9} + 10^{-6} * 10 * 10^{-3} = \\
&= \underline{120 \text{ ns}}
\end{aligned}$$

Enonivojska (ima pres. PP)

$$\begin{aligned}
t_a &= t_{ag} + (1 - H_{pp}) * t_{ag} + t_{ag} + (1 - H) * t_B \\
t_a &= 0 + (1 - 0,98) * 55 * 10^{-9} + 55 * 10^{-9} + 10^{-6} * 10 = \\
&= 1,1 * 10^{-9} \text{ s} = \underline{1,1 \text{ ns}}
\end{aligned}$$

11.) Za mikroprocesor M6802 napišite v zbirnem jeziku podprogram, ki v neskončni zanki testira bit 7 kontrolnega registra A-dela vmesnika PIA na naslovu \$8001 in v primeru, da je bit 7 enak 1; prebere vsebino podatkovnega registra A-dela vmesnika PIA na naslovu \$8000 in jo prenese v podatkovni register B-dela vmesnika PIA na naslovu \$8002.

```

ZANKA    LDAA    $8001
          ANDA    #% 10000000
          BEQ    ZANKA
          LDAA    $8000
          STAB   $8002
          RTS

```

```

ZANKA    LDAA    $8001
          BITA    #% 10000000
          BEQ    ZANKA
          LDAA    $8000
          STAB   $8002
          RTS

```

12.) CPE je narejena v obliki **cevovoda z 8 segmenti**.

- Na koliko podoperacij je potrebno razdeliti izvajanje posameznega ukaza pri takem cevovodnem procesorju?
- Kolikokrat večja je hitrost take CPE v primerjavi z necevovodno v idealnem primeru?
- Naštete nekaj vzrokov, zaradi katerih takega povečanja hitrosti ni možno doseči.
- Ali je s tako zgradbo možno doseči $CPI < 1$?

- Izvajanje posameznega ukaza je potrebno razdeliti na 8 podoperacij.
- Hitrost se poveča do 8x.
- S tako zgradbo ni mogoče doseči $CPI < 1$.

13.) Za računalnik s predpomnilnikom in glavnim pomnilnikom izračunajte povprečni čas dostopa do pomnilnika kot ga vidi CPE. CPE deluje z urinim signalom frekvence 800 MHz. Verjetnost zadetka v predpomnilniku je 96%; dostop do predpomnilnika se opravi v 1 urini periodi, čas dostopa do glavnega pomnilnika pa je 50 ns.

$$f_{CPE} = 800 \text{ MHz}$$

$$H = 96\%$$

$$t_{ag} = 50 \text{ ns}$$

$$t_a = ?$$

$$t_{ap} = 1 * 1 / f_{CPE} \text{ (1 urina perioda)}$$

$$1 / 800 * 10^{-6} = 0,00125 * 10^{-6}$$

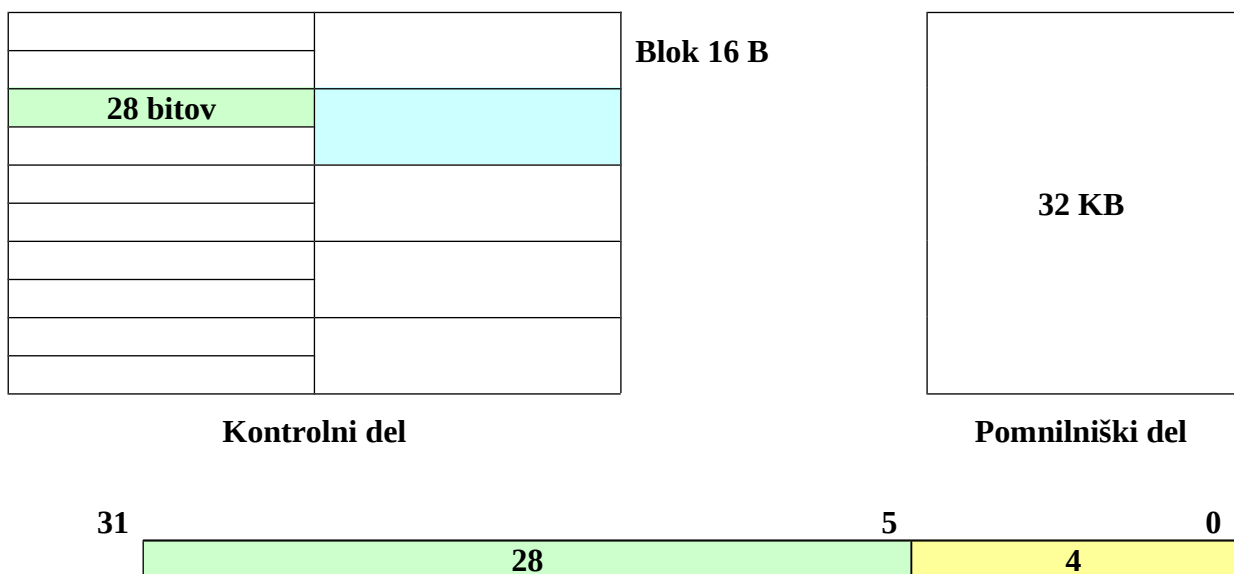
$$t_a = t_{ap} + (1 - H) * t_{ag}$$

$$1,25 * 10^{-9} + (1 - 0,96) * 50 * 10^{-9}$$

$$= 3,25$$

14.) Na računalniku s pomnilniško besedo dolžine 1B (8 bitov) in 32 bitnim pomnilniškim naslovom želimo narediti **čisti asociativni predpomnilnik** velikosti 32 KB. Velikost bloka naj bo 16 B.

- Kako velik naj bo pomnilniški del (število besed in dolžina besede) tega predpomnilnika?
- Kako velik asociativni pomnilnik je potreben (število besed in dolžina besede) za kontrolni del tega predpomnilnika?
- Ali je tak predpomnilnik mogoče realizirati?



- Pomnilniški del naj bo velik 32 KB

$$\begin{aligned} \text{Št. kontrolnih delov} &= \text{št. blokov} = 32 \text{ KB} / 16 \text{ B} = \\ &= 2^{15} \text{ B} / 2^4 \text{ B} = 2^{11} = 2 \text{ K} = \text{kontrolnih delov} \end{aligned}$$

$$\text{Vel. kontrolnega pomnilnika} = \underline{2048 * 28 \text{ bitov}}$$

- ne, 2048 besed * 28 bitov

15.) Računalnik z **navideznim pomnilnikom na osnovi odstranjanja** porabi za izvedbo enega ukaza povprečno 2,5 urine periode, če ne upoštevamo zgrešitev v navideznem pomnilniku. Ob napaki strani traja dostop do navideznega pomnilnika in prenos strani iz navideznega v glavni pomnilnik 10,5 ms (servisiranje napake strani). Frekvenca urinega signala procesorja je 1 GHz. Izračunajte realni CPI (z upoštevanjem servisiranja napak strani), če je verjetnost za napako strani $0,15 * 10^{-6}$.

$$CPI_I = 2,5 \text{ urine periode}$$

$$1 - H = 0,15 * 10^{-6}$$

$$t_{ap} = 10,5 \text{ ms} = 10,5 * 10^{-3} \text{ [s]}$$

$$f = 1 \text{ GHz} = 1 / 1 \text{ GHz} = 1 * 10^{-9}$$

$$CPI_R = ?$$

$$CPI_R = CPI_I + (1 - H) * M_I * \text{zg. kazen}$$

$$2,5 + (0,15 * 10^{-6}) * 10,5 * 10^{-3} / 10^{-9} =$$

$$= \underline{2,500000002 \text{ urine periode}}$$

16.) Za mikroprocesor 6802 napišite v zbirnem jeziku podprogram, ki v zaporedne osembitne pomnilniške lokacije od pomnilniškega naslova \$0100 dalje naloži števila od 0 do 9. (V lokacijo na naslovu \$0100 naloži 0 in nato v vsako naslednjo lokacijo za eno večje število).

```

STEVILA    LDX        #$0100
            CLRA
            (LDAB    #10)
ZANKA      STAA        0,X
            INX
            INCA
            (DECB)
(BNE)      CMPA#10
            BNE        ZANKA
            RTS
  
```

17.) Na računalniku s frekvenco urinega signala 350 MHz je v povprečju potrebno 5 urinih period za 1 ukaz. Zaradi prekinitev se zmogljivost CPE merjena v MIPS zmanjša za 0,12 %. Ugotoviti želimo **povprečni čas med dvema prekinitvama**, če se ob vsaki prekinitvi porabi 48 urinih period za klic PSP in 27 urinih period za vračanje iz njega.

$$f_{CPE} = 350 \text{ MHz}$$

$$CPI = 5 \text{ urinih period}$$

MIPS = 0,12%
Period za klic 48
Period za vračanje 27
Period zaradi prekinitve $48 + 27 = 75$

MIPS = fCPE [MHz] / CPI
 $350 / 5 = 70$

Kazalec zmogljivosti:

$0,12 \% * MIPS = 0,0012 * 70 = \underline{0,084}$
V eni sekundi 84000 ukazov manj !

Št. period = 84000 * CPI = 420000 period

Št. prekinitev [v eni sekundi] = 420000 / 75 = 5600 prek. / s
 $1/5600 = \underline{0,18 \text{ ms}}$

18.) Delovanje nekega računalnika želimo pohitriti z elektronskim nadomestkom za trdi disk, ki je v povprečju 50x hitrejši od trdega diska. Kolikšen procent časa se mora uporabljati disk, da bo povečanje hitrosti 2,5 kratno?

f – delež operacij, ki se ne pohitrijo
N – faktor pospešitve
S(N) – povečanje hitrosti celotnega računalnika

$S(N) = 2,5$
 $N = 50$
 $(1 - f) = ?$

$S(N) = N / (1 + (N - 1) * f)$
 $2,5 = 50 / (1 + 49f) \rightarrow f = 0,3878$
 $(1 - f) = 1 - 0,3878 = \underline{0,6122}$

19.) Računalnik ima glavni pomnilnik s časom dostopa 50 ns. Ta čas želimo z uporabo predpomnilnika skrajšati na 20 ns. Kako hiter mora biti predpomnilnik, če lahko pričakujemo 90% verjetnost zadetka?

$H = 0,9$
 $t_a = 20 \text{ ns}$
 $t_{ag} = 50 \text{ ns}$
 $t_{ap} = ?$

$t_a = t_{ap} + (1 - H) * t_{ag}$
 $t_{ap} = 20 \text{ ns} - (0,1 * 50 \text{ ns})$
 $t_{ap} = \underline{15 \text{ ns}}$

20.) RISC računalniku tipa LOAD/STORE bomo dodali ukaze in operande v pomnilnik. LOAD R1, (R3); R1, ←(R3); ADD R2, R1; R2 ← R2 + R, tak par bi zamenjali z ADD R2, (R3); ... Ta sprememba zaradi bolj zahtevne CPE zahteva zmanjšanje ure (V) za 10%. Z meritvijo je ugotovljeno, da je delež LOAD/STORE

ukazov 36%, od tega je bilo 1/3 STORE ukazov. Kakšen procent ukazov LOAD(ADD) mora biti zamenjan, da bo imel novi rač. Najmanj enako zmogljivost ?
V se zmanjša za 10%

$$V_{\text{nova}} = 0,9 * V_{\text{stara}}$$

$$V = 1 / t \rightarrow t = 1 / V$$

$$t_n = 1 / 0,9 * t_s = 1,11 t_s$$

LOAD 2/3 od 36% = 24% št. vseh LOAD ukazov

Zmogljivost:

$$CPE_{\text{ČAS}} = \text{št. ukazov} * CPI * t_{\text{CPE}}$$

$$t_{\text{CPEstari}} = 1 \qquad t_{\text{CPEnovi}} = 1,11 * t_{\text{CPEstari}}$$

$$1 = 0,64t_n + (0,24 - x)t_n + 0,12t_n$$

$$1 = 0,76t_n + 0,24t_n - xt_n$$

$$1 = t_n - x * t_n \qquad x = 0,99$$

$$9,9\% \text{ od } 24\% = \underline{41,25\%}$$

21.) Računalnik s predpomnilnikom (če ne bi bilo zgrešitev bi bil CPI = 4):

- Kakšen je klasični CPI, če je verjetnost zgrešitve 10% in čas za zamenjavo bloka 5 pri branju in 10 pri pisanju ? Ukazi imajo v povprečju 2 dostopa do pomnilnika, od tega je 20% pisalnih dostopov.
- Kako se spremeni resnični CPI, če verjetnost zadetka povečamo na 95% (v predpomnilniku)?

$$CPI_I = 4$$

$$H = 0,9$$

$$\text{Branje} \quad 5 \quad 80\%$$

$$\text{Pisanje} \quad 10 \quad 20\%$$

$$CPE_{\text{ČAS}} = \text{št. ukazov} * CPI * t_{\text{CPE}}$$

$$CPE_{\text{ČAS}} = I (CPI + M * (1 - H) * \text{zg. kazen}) * t_{\text{CPE}}$$

$$CPI_{\text{REAL}} = CPI_I + M * (1 - H) * \text{zg. kazen}$$

$$CPI_{\text{REAL}} = CPI_I + 2 * (1 - H) * (0,8 * 5 + 0,2 * 10) = 4 + 2 * (0,1) * 0,6 = \underline{5,2}$$

$$CPI_{\text{REAL}} = CPI_I + 2 * (1 - H) * (0,8 * 5 + 0,2 * 10) = 4 + 2 * (0,05) * 0,6 = \underline{4,6}$$

22.) V trinivojski hierarhiji (slika) se pri zgrešitvi v pomn M_I vedno najprej blok iz M_{I+1} v M_I , šele nato se izvrši dostop do pomnilnika M_I . Verjetnost p_i označuje delež dostopov do pomnilnika M_I , t_{Bi} pa čas za prenos enega bloka iz M_{I+1} v M_I .

M_I			
p_i	$p_1 = 0,9999$	$p_2 = 0,000099$	$p_3 = 0,000001$
t_{Bi}	0,001 s	0,15 s	
t_{Ai}	10^{-6} s	10^{-5} s	10^{-3} s



- Izračunaj čas dostopa kot ga vidi CPE !

$$t_a = \sum_{I=1}^n p_I \sum_{k=1}^i t_{ak}$$

$$t_a = p_1 * t_{a1} + p_2 * (t_{a1} + t_{a2}) + p_3 * (t_{a1} + t_{a2} + t_{a3})$$

$$t_a = p_1 * t_{a1} + p_2 * (t_{a1} + t_{a2} + t_{b1}) + p_3 * (t_{a1} + t_{a2} + t_{a3} + t_{b1} + t_{b2})$$

$$t_a = 9,999 * 10^{-7} + 1,60069 * 10^{-7} + 1,52011 * 10^{-7} = \underline{1,252 * 10^{-7}}$$

23.) Računalnik z navideznim pomnilnikom ima čas dostopa do gl. pomnilnika 100 ns. Čas za prenos bloka je 5 ms. Z merjenjem je bilo ugotovljeno, da je verjetnost za napako strani 10^{-4} . Verjetnost, da je podatek v predpomnilniku je 0,99. Čas dostopa do tabele v predpomnilniku je neskončno majhen. Kakšen je povprečen dostopni čas v treh različnih primerih:

- Ko je **tabela strani** v CPE ?
- Ko je **tabela strani** v gl. pomnilniku ?
- Ko je **tabela strani** v predpomnilniku ?

$$t_{ag} = 100 \text{ ns}$$

$$t_B = 5 \text{ ms} = 5 * 10^6 \text{ ns}$$

$$1 - H = 10^{-4}$$

$$\underline{1 - H_{pp} = 0,01}$$

$$t_a = ?$$

$$a) t_a = t_{ag} + (1 - H) * t_B = 100 \text{ ns} + 10^{-4} * 5 * 10^6 \text{ ns} = \underline{600 \text{ ns}}$$

$$b) t_a = t_{ag} + t_{ag} + (1 - H) * t_B = \underline{700 \text{ ns}}$$

$$c) t_a = t_{ap} + (1 - H_{pp}) * t_{ag} + t_{ag} + (1 - H) * t_B = \underline{601 \text{ ns}}$$

24.) V računalnik s $CPI = 2$ in $V = 100 \text{ MHz}$ (frekvenca ure) vgradimo **navidezni pomnilnik na osnovi odstranjevanja**:

- Kolikšna sme biti verjetnost za napako strani, da se CPI ne poveča na več kot 2,3? Vzemite, da traja servisiranje napake strani 14 ms in da med njo računalnik stoji.
- Zanimarite napake strani in opazujte preslikovalni predpomnilnik. Kakšna mora biti verjetnost zadetka v predpomnilniku, da se CPI ne poveča na več kot 2,3? Vzemite, da je zgrešitvena kazen pri zgrešitvi v predpomnilniku 12 urinih period.

$$CPI = 2$$

$$\underline{V = 100 \text{ MHz}}$$

$$CPI_V = 2,3$$

$$14 \text{ ms} \text{ servis napake}$$

$$\text{Verjetnost} = ?$$

$$CPI_{\text{raz}} = CPI_V - CPI = 2,3 - 2 = 0,3$$

$$t_{CPE} = 1 / V$$

$$t_{CPE} = 1 / 100 \text{ MHz} * 10^6 = 1 * 10^{-8} \text{ [s]}$$

$$CPI_{zgres} = \text{servis napake} / t_{CPE}$$

$$14 \text{ ms} / 1 * 10^{-8} \text{ s} = 1400 \text{ s}$$

$$\text{Verjetnost} = 0,3 / CPI_{zgres} = 0,3 / 1400 \text{ s} = \underline{0,0002143}$$

12 urinih period zgrešitev

$$CPI_{raz} = 0,3$$

H = ?

$$CPI_{raz} = CPI_{zgres} * (1 - H)$$

$$(1 - H) = CPI_{raz} / CPI_{zgres}$$

$$(1 - H) = 0,3 / 1400 \text{ s} \rightarrow H = \underline{0,9997857}$$

25.) Na računalniku preizkusijo tri vrste predpomnilnika:

- **Direktni predpomnilnik z velikostjo bloka 1 besede.** Zanj je bilo z merjenjem ugotovljeno, da je verjetnost zgrešitve pri ukazih 5%, pri operandih pa 9%.
- **Direktni predpomnilnik z velikostjo bloka 4 besed.** Ugotovljeno je bilo, da je verjetnost zgrešitve pri ukazih 3% in pri operandih 5%.
- **Set-asociativni predpomnilnik s stopnjo asociativnosti 2 in velikostjo bloka 4 besed.** Verjetnost zgrešitve pri ukazih je 2%, pri operandih pa 4%.

Za prvi primer $CPI = 2$, ima polovica ukazov pomnilniški operand. $CPI_{idealn} = 3$. Izračunaj CPI v drugih dveh primerih, če je zgrešitvena kazen 8 + št. besed v bloku!

$$CPI = \sum_{I=1}^n CPI_I * p_I$$

$$CPI = 2$$

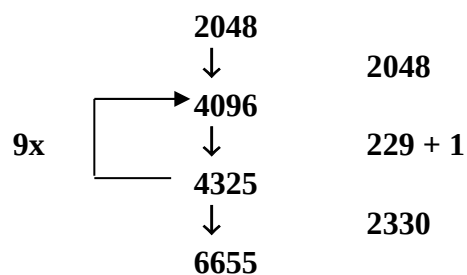
Zgrešitev = 8 + št. besed v bloku

$$CPI = CPI_I + (8 + 1) * (0,05 + 0,5 * 0,09) \rightarrow CPI_I = \underline{1,24}$$

$$CPI = CPI_I + (8 + 4) * (0,03 + 0,5 * 0,05) \rightarrow CPI_I = \underline{3,66}$$

$$CPI = CPI_I + (8 + 4) * (0,02 + 0,5 * 0,04) \rightarrow CPI_I = \underline{3,48}$$

26.) **Čisti asociativni pomnilnik** dolžine 4K besed, 16 besed v bloku. Imamo program:



- Koliko je obveznih zgrešitev ?
- Koliko je velikostnih zgrešitev ?

- **Koliko je konfliktnih zgrešitev ?**
- **Na katero zgrešitev lahko vplivamo z večanjem predpomnilnika ?**

Zgrešitve INT(obvezne / vel. bloka + 1)

- $((4096 - 2048) + (230) - (2330)) / 16) + 1 = 289$ obveznih
- $2 * 8 * 32 = 512$ – do teh pride $INT(6655 - 2048 - 4096) / 16 = 32$
- 0
- nobeno

27.) **Računalnik $V = 20$ MHz imamo **MIPS = 10**, dostopni čas do pomnilnika je 1 urina perioda ($1 * t_0$).**

- Izračunaj CPI !
- Povečamo hitrost na 40 MHz, pomnilnik pa ostane enako hiter. Pri dostopu x poveča čakanje na 2 urini periodi ($2 * t_0$). 30% ukazov uporablja 1 pomnilniški operand 5% pa 2 pomnilniška operanda, ostalo 0. Izračunaj MIPS in CPI !

$$V = 20 * 10^6 \text{ Hz}$$

$$\text{MIPS} = 10$$

$$t_{a0} = 1$$

$$\text{CPI} = ?$$

$$\text{MIPS} = f_{\text{CPE}} / \text{CPI} * 10^6$$

$$\text{CPI} = f_{\text{CPE}} / \text{MIPS} * 10^6 = \underline{2}$$

$$V = 40 * 10^6 \text{ Hz}$$

$$t_{ag} = 2$$

$$30\% \quad 1 \text{ dostop}$$

$$5\% \quad 2 \text{ dostopa}$$

$$65\% \quad 0$$

$$\text{MIPS} = ?$$

$$\text{CPI} = ?$$

$$\text{CPI} = \sum_{I=1}^n \text{CPI}_I * p_I$$

$$\text{CPI} = p_I * (\text{št. dostopov »koliko ukazov in operandov«}) * t_{ag}$$

$$\text{CPI}_{\text{skupaj}} = 0,3 * (1 + 1) * t_{ag} + 0,05 * (1 + 1 + 1) * t_{ag} + 0,65 * t_{ag} = \underline{2,8}$$

$$\text{CPI}_{\text{ukazi}} = 0,3 * t_{ag} + 0,05 * t_{ag} + 0,65 * t_{ag} = \underline{2}$$

$$\text{CPI}_{\text{operandi}} = 0,3 * t_{ag} + 0,05 * (1 + 1) * t_{ag} = \underline{0,8}$$

$$\text{MIPS} = f_{\text{CPE}} / \text{CPI} * 10^6$$

$$\text{MIPS} = (40 * 10^6 \text{ Hz}) / (2,8 * 10^6) = \underline{14,3}$$

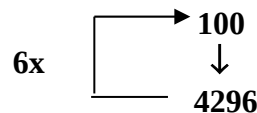
28.) **Računalnik ima dva načina **naslavljanja (registersko in bazno)**. Imamo polje B (v pom.), ki se začne na lokaciji \$4000. Na kakšen način vpišemo naslov na začetek tega polja v register R1? Imamo 8 splošno namenskih registrov.**

	ORG	\$0100
K	TOB	\$4000
	ORG	K

TABB	TOB	\$4000, \$2000 ... \$1000
CLR	R2	
LOAD	R1, 0(R2)	← v R1 je lokacija tabele konstant R1 = K
CLR	R3	
LOAD	R3, 2(R1)	← dobimo R3 = 2000
CLR	R4	
LOAD	R4, 1(R1)	← R4 = 1000

29.) Imamo **direktni predpomnilnik** velikosti 4K, velikost bloka je 8 besed in izvajamo program od 100, velikost 524,5 bloka; zanko ponovimo 6x.

- Koliko je obveznih zgrešitev ?
- Velikostnih zgrešitev ?
- Konfliktnih zgrešitev ?
- Kako vpliva stopnja asociativnosti na te zgrešitve ?



4096 besed
 blok – 8 besed
 512 blokov
 $524,5 * 8 = 4196$ besed

- $INT(4196 / 8 + 1) = \underline{525}$
- | | | | | | | |
|---|----|----|----|----|----|-----------------------------|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | |
| 0 | 13 | 13 | 13 | 13 | 13 | = (2 * 13) * 5 = <u>130</u> |
| | | 13 | 13 | 13 | 13 | |
- 0
- ne vpliva ! Večanje asociativnosti vpliva le na konfliktne, na obvezne in velikostne zgrešitve pa ne !

30.) Računalnik ima predpomnilnik z velikostjo bloka 2 besedi in verjetnostjo zadetka 95%. Blok se zamenja ob vsaki zgrešitvi, ob branju in pisanju. CPE dostopa do predpomnilnika s hitrostjo 10^9 besed na sekundo, od tega je 25% pisanj. Hitrost dostopa do glavnega pomnilnika je $5 * 10^8$ besed/s [1 beseda / dostop]. Za priključitev V/I sistema moramo vedeti kolikšen del zmogljivosti glavnega pomnilnika je zaseden s strani CPE. Izračunati želimo ta procent zasedenosti v primeru da:

- Predpomnilnik uporablja **pisanje skozi**
- Predpomnilnik uporablja **pisanje nazaj**

Vzemite, da je 30% blokov v predpomnilniku umazanih.

CPE	↔ 10^9	L1	↔ $5 * 10^8$	G.P.
-----	----------	----	--------------	------

Zadetek	0,95	Pisanje	0,25	Dostop do G.P.	1
Zadetek	0,95	Branje	0,75	Dostop do G.P.	0
Zgrešitev	0,05	Pisanje	0,25	Dostop do G.P.	2+1 – spreminjanje vsebine
Zgrešitev	0,05	Branje	0,75	Dostop do G.P.	2 – prenos bloka

$$N = 0,95 * 0,25 * 1 + 0,95 * 0,75 * 0 + 0,05 * 0,25 * 3 + 0,05 * 0,75 * 2 = 0,35 = \underline{35\%}$$

$$B_{up} = 0,35 * 10^9 / 5 * 10^8 = 0,7 = \underline{70\%}$$

Zadetek	0,95	Pisanje	0,25	Dostop do G.P.	0
Zadetek	0,95	Branje	0,75	Dostop do G.P.	0
Zgrešitev	0,05	Pisanje	0,25	Dostop do G.P.	$2 + 0,3 * 2 = 2,6$
Zgrešitev	0,05	Branje	0,75	Dostop do G.P.	$2 + 0,3 * 2 = 2,6$

$$N = 0,05 * 0,25 * 2,6 + 0,05 * 0,75 * 2,6 = 0,13 = \underline{13\%}$$

$$B_{up} = 0,13 * 10^9 / 5 * 10^8 = 0,26 = \underline{26\%}$$