

## Intel 80486 (1)

- Vyroben v roce 1989
- Prodáván pod oficiálním názvem 80486DX
- Plně 32bitový procesor
- Na svém čipu má integrován:
  - zmodernizovaný procesor 80386
  - numerický koprocessor 80387
  - L1 (interní) cache paměť o kapacitě 8 kB
- Je ekvivalentem cca 1,25 mil. tranzistorů
- Dodáván v pouzdře PGA se 168 vývody

07/10/2021

1

## Intel 80486 (2)

- Má rychlejší a rozsáhlejší mikrokód
- Pracuje ve stejných třech režimech jako procesor 80386
- Používá stejný adresovací mechanismus (segmentace + stránkování) ⇒ může adresovat maximálně 4 GB operační paměti
- Provádí zřetězené zpracování instrukcí, tzv. **pipelining**
- Zřetězené zpracování je prováděno v jedné frontě (pipeline) ⇒ **skalární procesor**

07/10/2021

2

## Intel 80486 (3)

- Zřetězené zpracování instrukcí dovoluje téměř každou instrukci provést během jednoho taktu procesoru
- Zpracování instrukce lze rozdělit do pěti základních fází:
  - **PF** (Prefetch): výběr instrukce
  - **D1** (Decode 1): dekódování instrukce
  - **D2** (Decode 2): výpočet adresy operandu
  - **EX** (Execution): provedení instrukce
  - **WB** (Write Back): zápis výsledků

07/10/2021

3

## Intel 80486 (4)

- Každou z těchto fází může provádět samostatně pracující jednotka
- V okamžiku, kdy je tato jednotka se svou prací hotova, předá svůj výsledek jednotce provádějící následující fázi zpracování a pokračuje ve své práci nad další instrukcí
- Jestliže některá instrukce provede skok, pak je nezbytné provést **vyprázdňení fronty**, tzv. **pipeline flush**

07/10/2021

4

## Intel 80486 (5)

- Nezřetězené zpracování instrukcí:



- Zřetězené zpracování instrukcí:

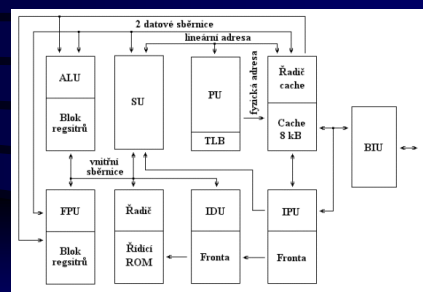


07/10/2021

5

## Intel 80486 (6)

- Blokové schéma:



07/10/2021

6

## Intel 80486SX

- Plná šířka přenosu dat (32 bitů)
- Obsahuje 8 kB L1 cache paměti
- „Nemá“ numerický koprocessor
- Numerický koprocessor ve skutečnosti má, ale je vyřazen z činnosti (uživatel jej nemůže nijak aktivovat)
- Zaveden z cenových důvodů

07/10/2021

7

## Intel 80486DX2

- Prakticky stejný procesor jako 80486DX
- Pracuje se dvěma frekvencemi:
  - navenek s frekvencí  $x$  MHz (např. 33 MHz)
  - vnitřně s frekvencí  $2x$  MHz (např. 66 MHz)
- Rychlost odpovídá asi  $\frac{2}{3}$  rychlosti, jakou by měl procesor DX se stejnou frekvencí
- Poznámka:
  - podobně pracoval i procesor 80486DX4:
    - navenek  $x$  MHz (např. 33 MHz)
    - vnitřně  $3x$  MHz (např. 100 MHz)

07/10/2021

8

## Intel Pentium (1)

- Procesor vyrobený v roce 1993
- Má integrovány všechny vlastnosti procesoru 80486
- Pracuje ve stejných třech režimech
- Používá stejný adresovací mechanismus
- Navíc poskytuje nový stránkovací režim:
  - 32b lin. adresa  $\rightarrow$  32b fyz. adresa (stránka 4MB)
- Dodáván v pouzdře PGA s 273 vývody
- Čip o rozměru  $12,8 \times 12,8$  mm
- Je ekvivalentem cca 3,1 mil. tranzistorů

07/10/2021

9

## Intel Pentium (2)

- 32bitová vnitřní architektura s 64bitovou datovou sběrnicí
- **Superskalární** procesor:
  - obsahuje více než jednu (dvě) frontu pro zřetězené zpracování instrukcí (značeny U, V)
  - poskytuje možnost, aby za určitých předpokladů (např. nesmí dojít k datové závislosti) byly instrukce prováděny paralelně  $\Rightarrow$  je možné, aby procesor během jednoho taktu dokončil až dvě instrukce

07/10/2021

10

## Intel Pentium (3)



- Problémy, které způsobují skokové instrukce, jsou řešeny (minimalizovány) pomocí techniky zvané **branch prediction**

07/10/2021

11

## Intel Pentium (4)

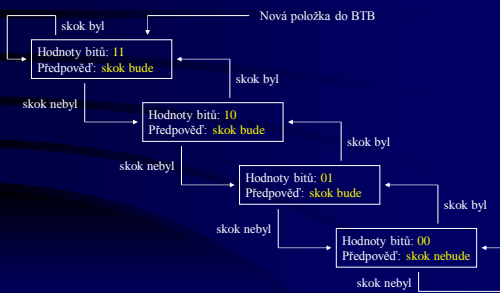
- **Branch prediction:**
  - technika předvídání větvení
  - na základě dosavadního průběhu programu (podle toho, zda skokové instrukce skok způsobily, či nikoliv) procesor Pentium odhaduje, zda při následujícím průchodu skok nastane nebo ne  $\Rightarrow$  tzv. **dynamic branch prediction**
  - k realizaci této techniky je Pentium vybaveno speciální pamětí **BTB** (**B**ranch **T**arget **B**uffer)

07/10/2021

12

## Intel Pentium (5)

- Schéma předvídání větvení:



07/10/2021

13

## Intel Pentium (6)

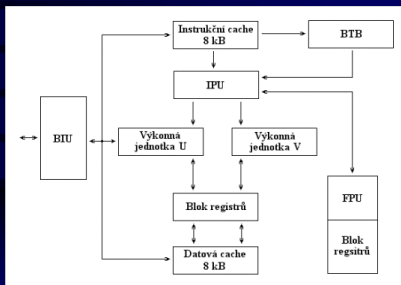
- Na svém čipu má integrován numerický koprocesor
- Je vybaven L1 cache paměti o kapacitě 16 kB:
  - 8 kB pro instrukce
  - 8 kB pro data
- Dovoluje rozšíření systému na 2 procesory

07/10/2021

14

## Intel Pentium (7)

- Blokové schéma:



07/10/2021

15

## Intel Pentium Pro (1)

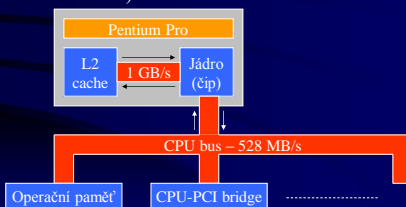
- Vyroben v roce 1995
- Superskalární procesor se 3 frontami pro zřeštěné zpracování instrukcí
- L2 cache (256 kB, 512 kB) paměť umístěna v jednom pouzdře s čipem procesoru
- Je ekvivalentem:
  - 5,5 mil. tranzistorů (čip)
  - 15 mil. tranzistorů (L2 cache)
- Dovoluje rozšíření systému až na 4 procesory

07/10/2021

16

## Intel Pentium Pro (2)

- DIB (Dual Independent Bus):
  - L2 cache paměť komunikuje s procesorem prostřednictvím speciální sběrnice (nikoliv pomocí CPU sběrnice)



07/10/2021

17

## Intel Pentium Pro (3)

- Používá techniky:
  - **out-of-order execution** (vykonání instrukce mimo pořadí):
    - dovoluje vykonávat instrukce i v jiném pořadí, než ve kterém jsou zapsány v programu
  - **register renaming** (přejmenování registrů):
    - procesor disponuje sadou záložních registrů, z nichž každý je možné podle potřeby přejmenovat tak, aby mohl vystupovat v roli registru, který je vyžadován momentálně zpracovávanou instrukcí

07/10/2021

18

## Intel Pentium Pro (4)

- Používá techniku **Dynamic Execution**:
  - **multiple branch prediction**:
    - zdokonalené (oproti Pentiu) předvídání větvení
  - **dataflow analysis**:
    - datová analýza, která umožňuje minimalizovat datové závislosti mezi instrukcemi
  - **speculative execution** (spekulativní provádění):
    - podobně jako out-of-order execution, ale instrukce může být provedena (mimo pořadí) i v případě, že se nachází za předvídaným větvením

07/10/2021

19

## Intel Pentium Pro (5)

- Obsahuje 16 kB L1 cache (8 kB / 8 kB)
- Je vybaven 36bitovou adresovou sběrnicí  
⇒ 64 GB operační paměti
- Stránkovací režimy:

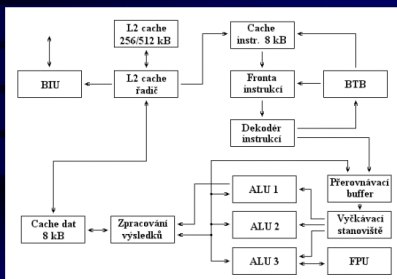
Lineární adresa	Fyzická adresa	Velikost stránky
32 b	32 b	4 kB
32 b	32 b	4 MB
32 b	36 b	4 kB
32 b	36 b	2 MB

07/10/2021

20

## Intel Pentium Pro (6)

- Blokové schéma:



07/10/2021

21

## Technologie MMX (1)

- Rozšíření architektury procesorů Intel
- Poskytuje podporu pro multimediální aplikace
- Zahnuje:
  - 57 nových instrukcí orientovaných na práci s multimediálními aplikacemi
  - osm 64bitových registrů
  - 4 datové typy
- Používá techniku **SIMD** (**S**ingle **I**nstruction **M**ultiple **D**ata), která dovoluje zpracovat mnoho informací během jedné instrukce

07/10/2021

22

## Technologie MMX (2)

- Nové instrukce jsou určeny pouze pro práci s čísly v pevně desetinné čárce
- Možnosti MMX jsou využívány především aplikacemi pro práci s:
  - 2D / 3D grafikou
  - zvukem
  - rozpoznáváním řeči
  - videem
  - kompresí dat

07/10/2021

23

## Intel Pentium MMX

- Podobný jako procesor Intel Pentium
- Vyráběn s frekvencemi 166 MHz, 200 MHz a 233 MHz (mobile 266 MHz a 300 MHz)
- Systémová sběrnic pracuje s taktem 66 MHz
- Obsahuje MMX technologii
- 32 kB L1 cache paměti (16 kB / 16 kB)
- Vyráběn v pouzdře PGA a PPGA – Socket 7
- Vylepšené zřetěžené zpracování instrukcí a předvídání větvení

07/10/2021

24

## Intel Pentium II (1)

- Vyráběn s frekvencemi od 233 MHz do 450 MHz
- 512 kB L2 cache ve společném pouzdře s procesorem
- L1 cache 32 kB (16 kB / 16 kB)
- Podporuje rozšíření systému na dva procesory

07/10/2021

25

## Intel Pentium II (2)

- Takt systémové sběrnice:
  - 66 MHz pro procesory do frekvence 333 MHz
  - 100 MHz pro procesory s frekvencí 350 MHz a více
- **DIB** – **D**ual **I**ndependent **B**us
  - L2 cache paměť komunikuje s procesorem prostřednictvím vlastní sběrnice, nikoliv pomocí systémové sběrnice

07/10/2021

26

## Intel Pentium II (3)

- Obsahuje MMX technologii
- Dynamic Execution Technology:
  - multiple branch prediction
  - dataflow analysis
  - speculative execution
- Maximum fyzické paměti 64 GB (pokrytí cache paměti 512 MB a 4 GB)

07/10/2021

27

## Intel Pentium II (4)

- Podporuje ECC na L2 cache i systémové sběrnici
- Má integrovanou FPU jednotku pro práci s 32-bit, 64-bit a 80-bit čísly
- Dodáván v pouzdře S.E.C.C. a S.E.C.C. 2 (242 kontaktů) – Slot 1 (SC242)
- Obsahuje cca 7,5 mil. tranzistorů

07/10/2021

28

## Intel Pentium II Xeon (1)

- Vyráběn s frekvencemi 400 MHz a 450 MHz (systémová sběrnice 100 MHz)
- 32 kB L1 cache paměti (16 kB / 16 kB)
- Kapacita L2 cache paměti:
  - 450 MHz: 2 MB, 1 MB a 512 kB
  - 400 MHz: 1 MB a 512 kB
- L2 cache pracuje se stejnou frekvencí jako procesor

07/10/2021

29

## Intel Pentium II Xeon (2)

- Adresový prostor pokrytý cache paměti až 64 GB
- DIB a Dynamic Execution Technology
- MMX technologie
- Podporuje rozšíření systému až na 8 procesorů
- Vyráběn v pouzdře S.E.C. (330 kontaktů) - Slot 2 (SC330)

07/10/2021

30