

# 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

# Intel 80486 (2)

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

# Intel 80486 (3)

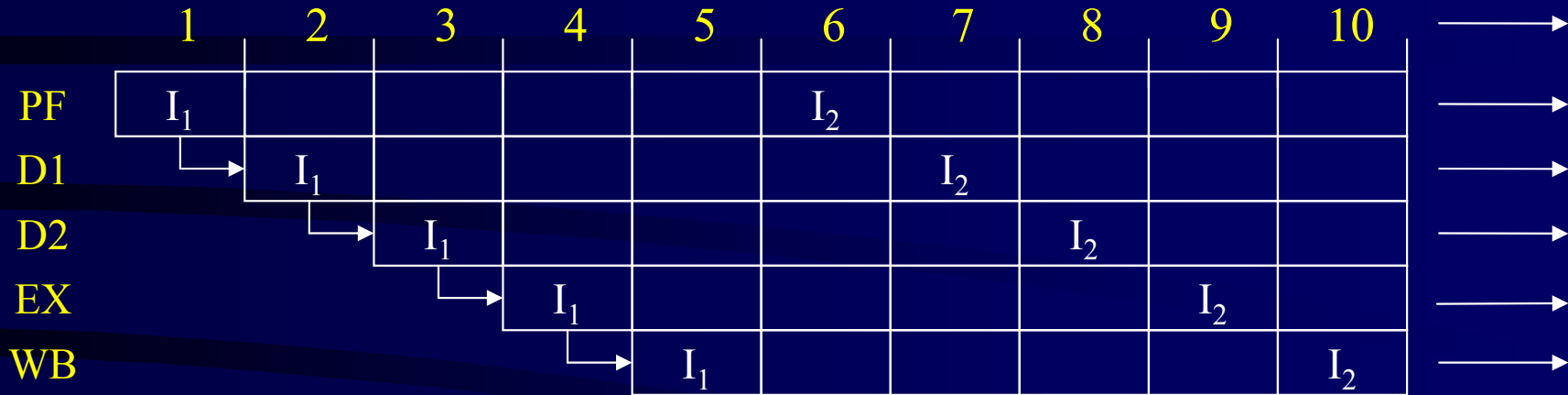
- Zřetězené zpracování instrukcí dovoluje téměř každou instrukci provést během jednoho taktu procesoru
- Zpracování instrukce lze rozdělit do pěti základních fází:
  - **PF** (Prefetch): výběr instrukce
  - **D1** (Decode 1): dekódování instrukce
  - **D2** (Decode 2): výpočet adresy operandu
  - **EX**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

# 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**

# Intel 80486 (5)

- Nezřetěžené zpracování instrukcí:

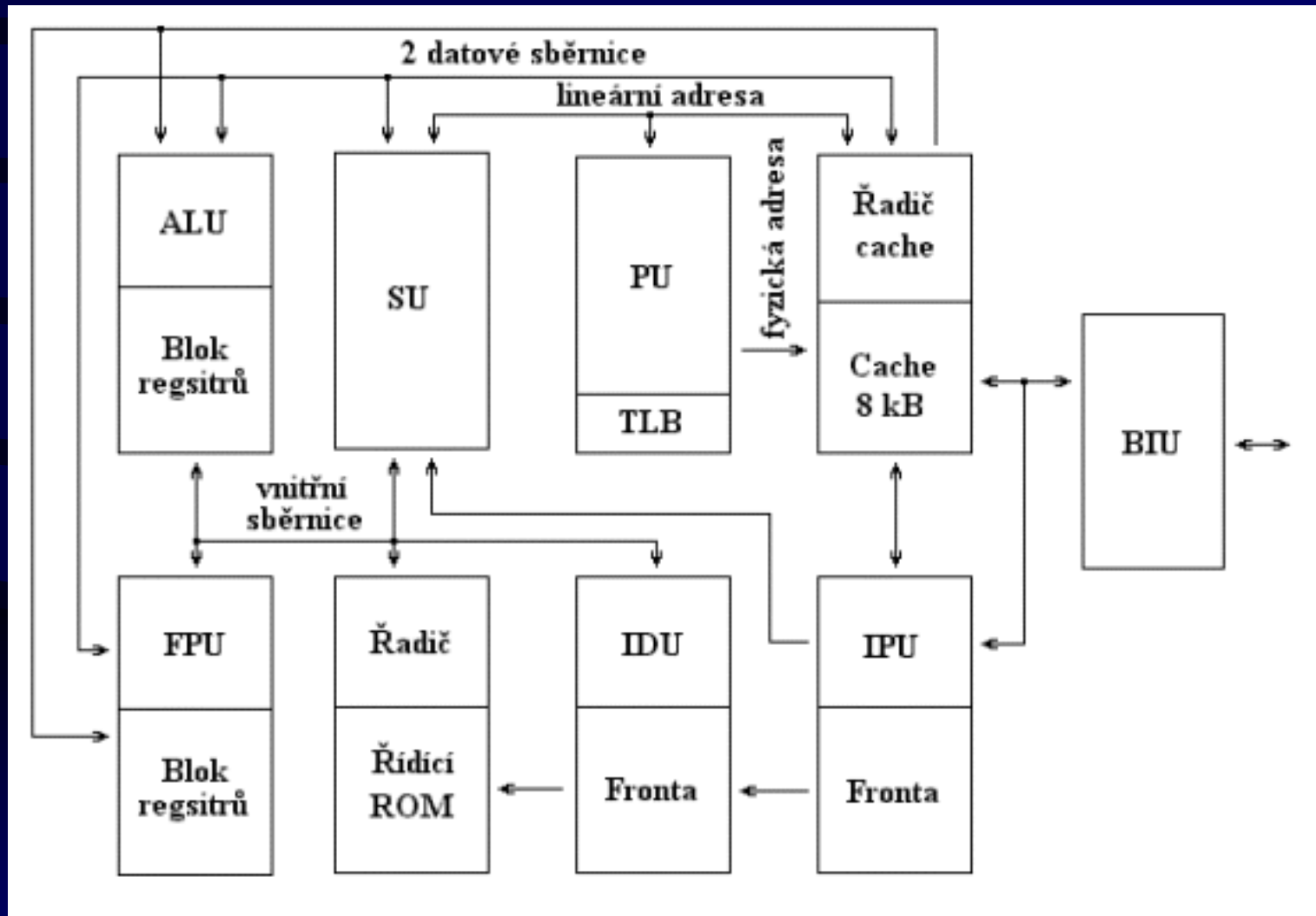


- Zřetěžené zpracování instrukcí:



# Intel 80486 (6)

- Blokové schéma:



# 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

# 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)



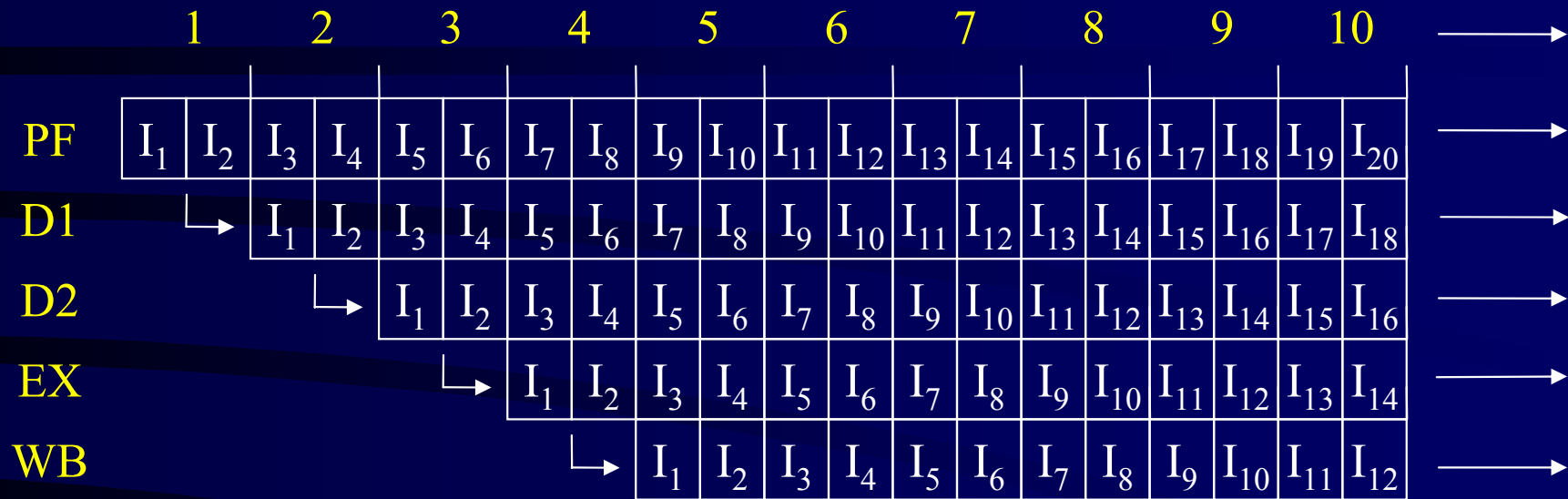
# Intel Pentium (1)

- 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 → 32b fyz. adresa (stránka 4MB)
- Dodáván v pouzdře PGA s 273 vývody
- Čip o rozměru 12,8 × 12,8 mm
- Je ekvivalentem cca 3,1 mil. tranzistorů

# Intel Pentium (2)

- 32bitová vnitřní architektura s 64bitovou datovou sběrnici
- **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

# Intel Pentium (3)



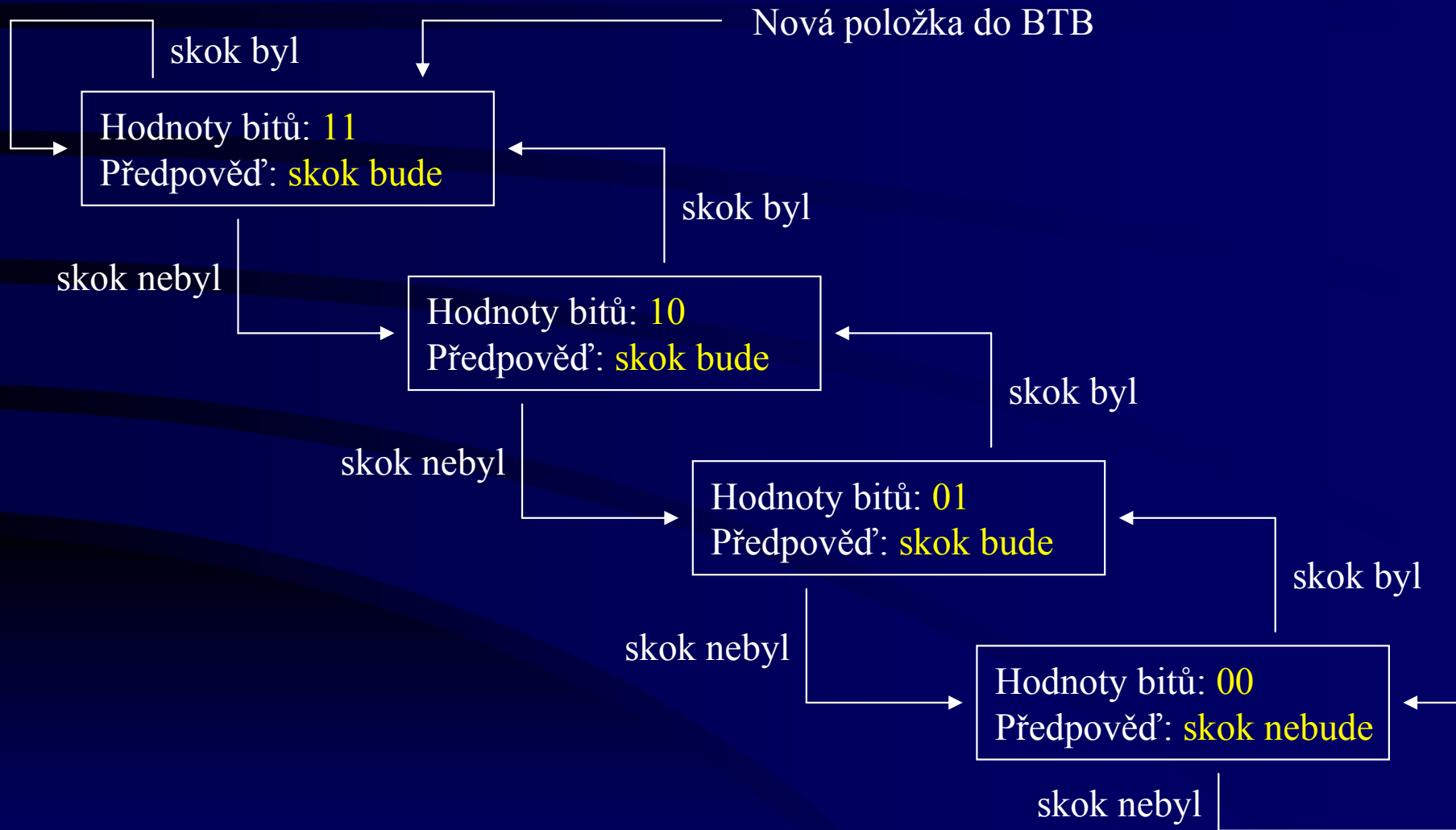
- Problémy, které způsobují skokové instrukce, jsou řešeny (minimalizovány) pomocí techniky zvané **branch prediction**

# 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 ⇒ tzv. **dynamic branch prediction**
  - k realizaci této techniky je Pentium vybaveno speciální pamětí **BTB** (Bbranch Target Buffer)

# Intel Pentium (5)

- Schéma předvídání větvení:

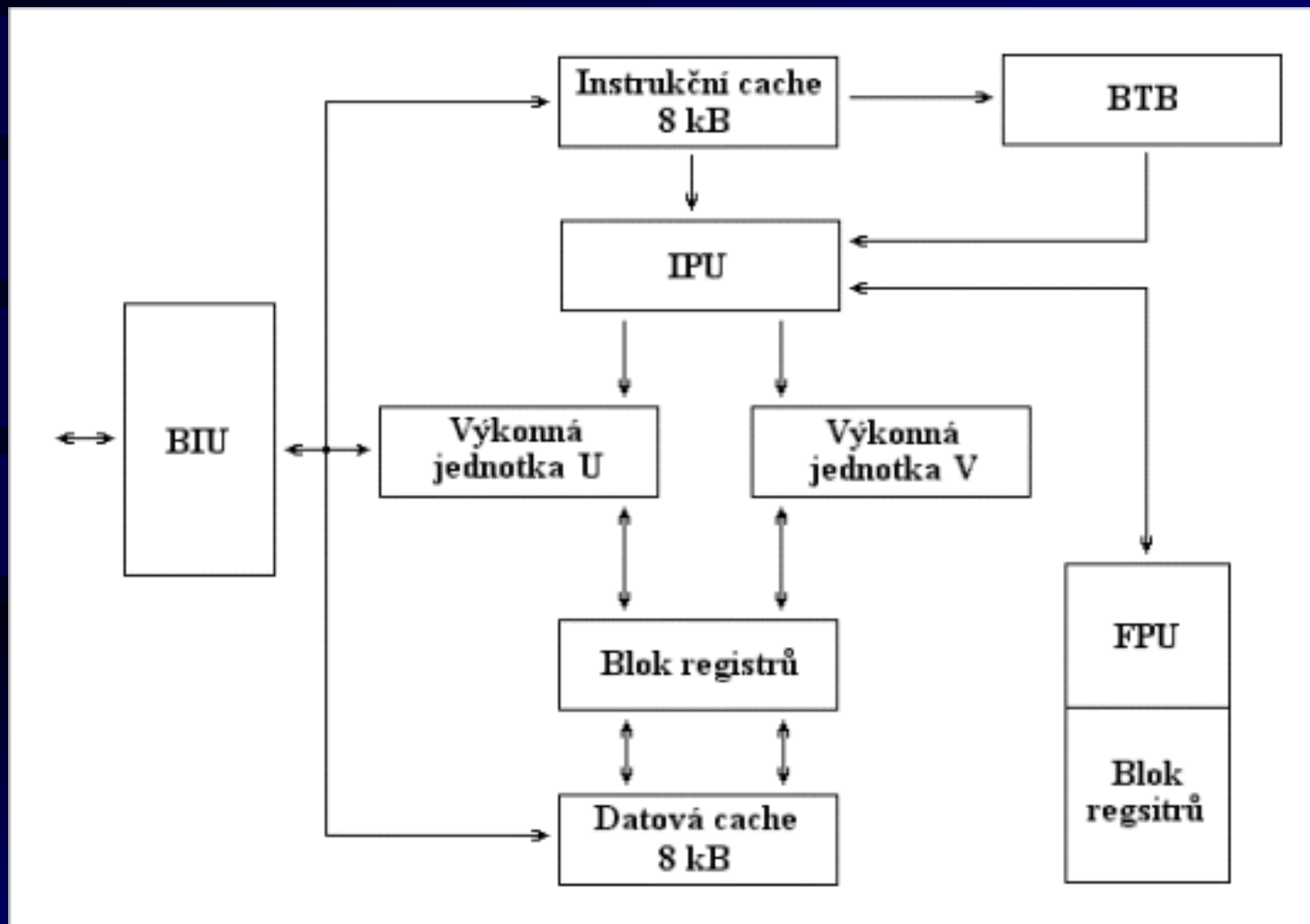


# Intel Pentium (6)

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

# Intel Pentium (7)

- Blokové schéma:



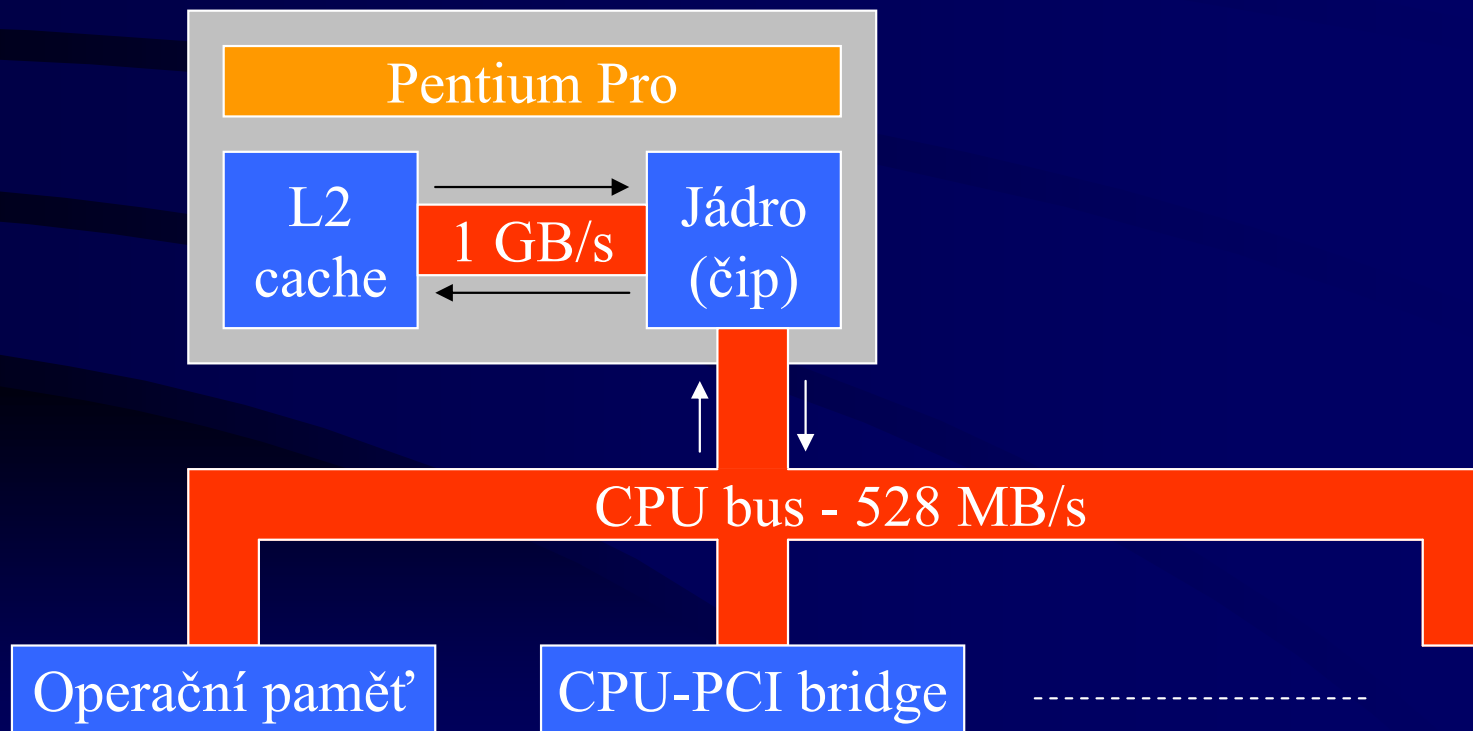
# Intel Pentium Pro (1)

- Vyroben v roce 1995
- Superskalární procesor se 3 frontami pro zře-  
těžené 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



# Intel Pentium Pro (2)

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



# 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

# 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

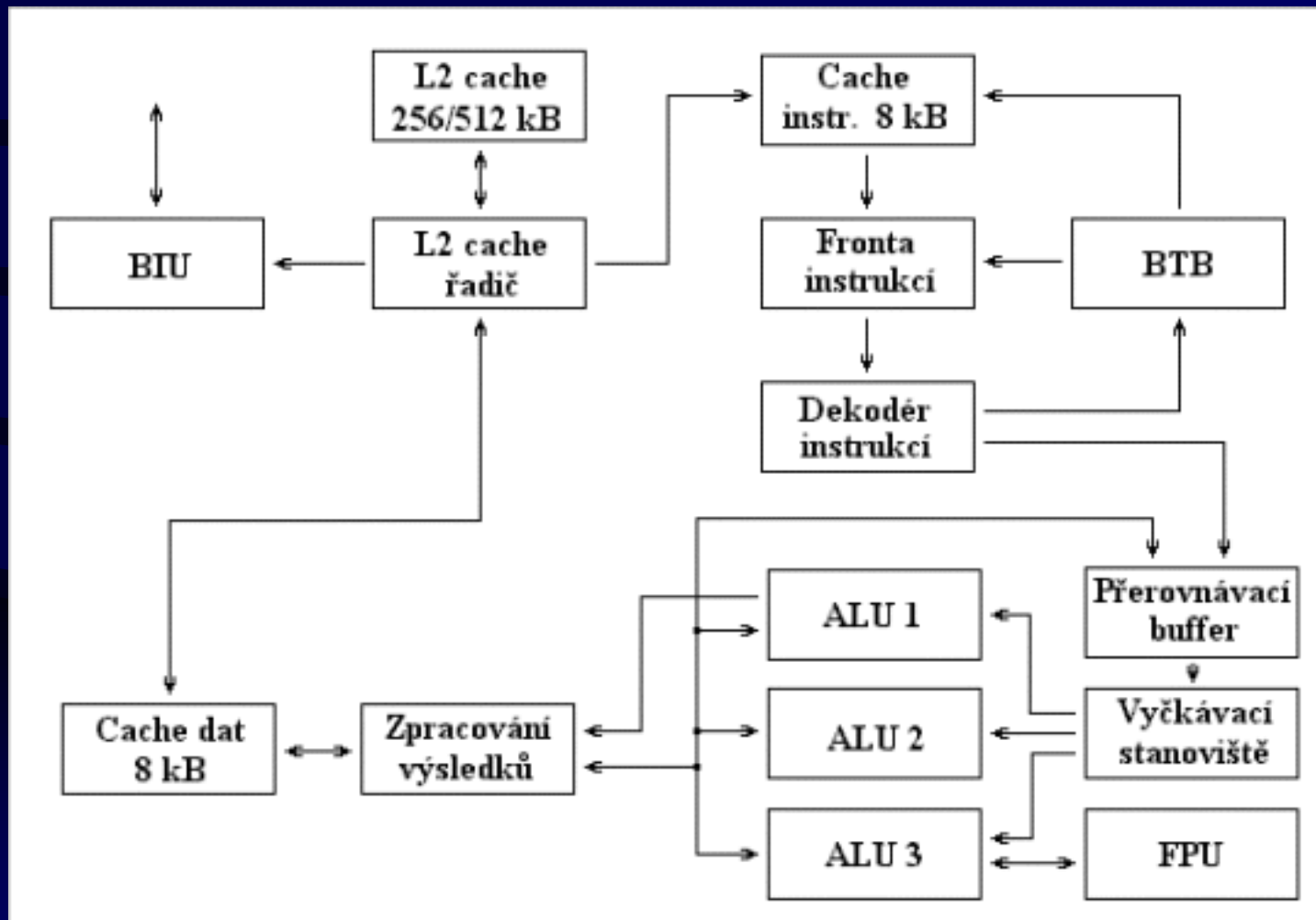
# Intel Pentium Pro (5)

- Je vybaven 36bitovou adresovou sběrnici  
⇒ 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

# Intel Pentium Pro (6)

- Blokové schéma:



# Technologie MMX (1)

- Rozšíření architektury procesorů Intel
- Poskytuje podporu pro multimediální aplikace
- Zahrnuje:
  - 57 nových instrukcí orientovaných na práci s multimediálními aplikacemi
  - osm 64bitových registrů
  - 4 datové typy
- Používá techniku **SIMD** (Single Instruction Multiple Data), která dovoluje zpracovat mnoho informací během jedné instrukce

# Technologie MMX (2)

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

# 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 sběrnice 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 zřetězené zpracování instrukcí a předvídání větvení



# 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

# 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** - Dual Independent Bus
  - L2 cache paměť komunikuje s procesorem prostřednictvím vlastní sběrnice, nikoliv pomocí systémové sběrnice

# Intel Pentium II (3)

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

# 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

# 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, 1MB a 512 kB
  - 400 MHz: 1 MB a 512 kB
- L2 cache pracuje se stejnou frekvencí jako procesor

# Intel Pentium II Xeon (2)

- Adresový prostor pokrytý cache pamětí 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)

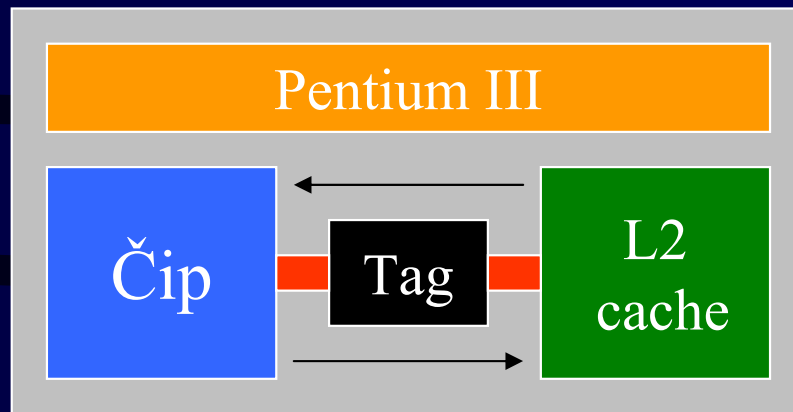
# Intel Pentium III (1)

- Vyráběn s frekvencemi 450 MHz - 1,40 GHz
- Pokud frekvence jednoznačně neoznačuje procesor (existuje více typů procesorů s touto frekvencí), přidává se k označení ještě:
  - **B**: systémová sběrnice s taktem 133 MHz
  - **E**: procesor s ATC (Advanced Transfer Cache). L2 cache, která je integrována na stejném čipu jako procesor, pracuje na stejné frekvenci a komunikuje s procesorem pomocí 256 b sběrnice

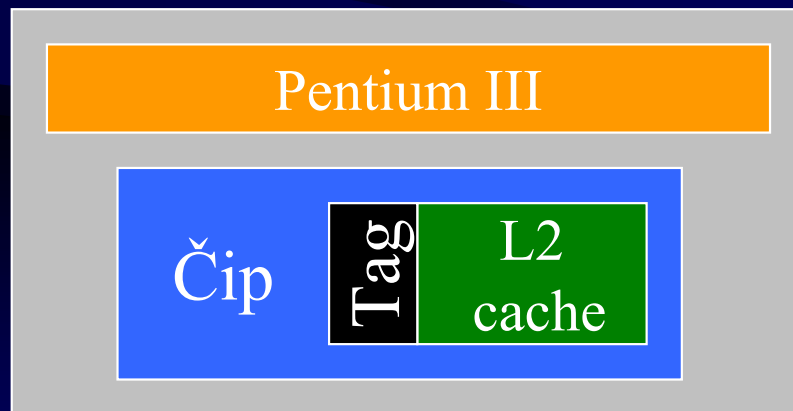
Např.: 600, 600B, 600E, 600EB

# Intel Pentium III (2)

- Konstrukce L2 cache paměti:



Discrete cache  
512 kB



Advanced  
Transfer cache  
256 kB (512 kB)



# Intel Pentium III (3)

- Poznámky:
  - existují i varianty tohoto procesoru, za jejichž označení je doplněn symbol **A**, který vyjadřuje použití, ve své době nové, technologie 0,13 mikronů
  - ostatní procesory Pentium III byly vyráběny s technologií 0,18 nebo 0,25 mikronů
  - ATC o kapacitě 512 kB je pouze u procesorů (1,13; 1,26 a 1,40 GHz)

# Intel Pentium III (4)

- Kapacita L2 cache je 256 kB nebo 512 kB
- Kapacita L1 cache: 32 kB (16 kB / 16 kB)
- DIB, Dynamic Execution Technology
- Obsahuje FPU jednotku
- MMX technologie
- Je ekvivalentem cca 9,5 mil. tranzistorů
- Obsahuje sériové číslo
- Podporuje systémy rozšiřitelné na 2 procesory (s výjimkou 1,33; 1,2 a 1,13 GHz)

# Intel Pentium III (5)

- Obsahuje **SSE** - Internet Streaming SIMD Extensions (**IST** - Internet Streaming Tech-nology):
  - 70 nových instrukcí pro:
    - zpracování obrazu
    - práci s 3D grafikou
    - zpracování audia a videa (umožňuje softwarové dekódování formátu MPEG2 při plné rychlosti)
    - rozpoznávání řeči
  - podpora (nová jednotka) pro zpracování čísel v pohyblivé desetinné čárce – umožňuje provedení až čtyř operací s desetinnými čísly během jednoho taktu

# Intel Pentium III (6)

- Poznámka: technologie MMX je určena pouze pro práci s celými čísly
- 64 GB fyzické paměti (cache paměť pokrývá 4 GB, resp. 64 GB)
- ECC jako Pentium II
- Dodáván v pouzdrech:
  - S.E.C.C. a S.E.C.C. 2 (242 kontaktů) - Slot 1 (SC242)
  - FC-PGA - Socket 370
  - FC-PGA2 - Socket 370

# Intel Pentium III Xeon (1)

- Vyráběn s frekvencemi 500 MHz až 1 GHz
- Frekvence systémové sběrnice je 100 MHz a 133 MHz
- 32 kB L1 cache paměti (16 kB / 16 kB)
- Kapacita L2 cache paměti: 2 MB, 1MB, 512 kB a 256 kB
- L2 cache pracuje se stejnou frekvencí jako procesor

# Intel Pentium III Xeon (2)

- Adresový prostor pokrytý cache pamětí až 64 GB
- DIB a Dynamic Execution Technology
- MMX a SSE technologie, sériové číslo
- Podporuje rozšíření systému až na osm procesorů a více (se speciálním čipovou sadou)
- Vyráběn v pouzdře S.E.C.C. (330 kontaktů)
  - Slot 2 (SC330)

# Intel Pentium 4 (1)

- Používá mikroarchitekturu **NetBurst**:
  - **hyperpipelined technology**:
    - zdvojnásobuje (oproti procesoru Pentium III) hloubku zřetězeného zpracování
  - **systemová sběrnice s frekvencí „400 MHz“, „533 MHz“, „800 MHz“ nebo „1066 MHz“**:
    - dosaženo přidáním speciálních signálů, které dovolují během jednoho taktu na 100 MHz (133 MHz, 200 MHz, 266 MHz) systemové sběrnici, uskutečnit čtyři datové přenosy (po 8 B)
    - přenosová rychlost až 3,2 GB/s (4,3 GB/s; 6,4 GB/s; 8,5 GB/s)

# Intel Pentium 4 (2)

## – execution trace cache:

- cache paměť dovolující uložit 12 k dekodovaných mikrooperací (micro-ops)

## – rapid execution engine:

- dvě ALU, s dvojnásobným taktem oproti vnitřní frekvenci procesoru
- dovoluje, aby základní celočíselné a logické operace byly prováděny během  $1/2$  taktu

## • L1 cache pro data má kapacitu:

- 8 kB
- 16 kB (u procesorů vyráběných s technologií 90 nm)



# Intel Pentium 4 (3)

- Přináší rozšíření instrukční sady označované jako **SIMD Extensions 2 (SSE2)**:
  - 144 nových instrukcí pro:
    - práci s čísly v pohyblivé desetinné čárce (double precision)
    - práci s celými čísly v režimu SIMD
    - správu paměti
- Poskytuje nové zpracování instrukcí - **Advanced Dynamic Execution**:
  - větší hloubka spekulativního provádění
  - dokonalejší předvídání větvení (4 kB BTB)

# Intel Pentium 4 (4)

- Disponuje vylepšenou FPU a multimediální jednotkou:
  - zvýšený počet registrů u FPU
  - rozšíření FPU registrů na 128 bitů
- Vyráběn v následujících variantách:
  - **Intel Pentium 4:**
    - frekvence: 1,30 GHz – 3,06 GHz
    - systémová sběrnice pracuje s taktom „400 MHz“ nebo „533 MHz“
    - L2 cache paměť (ATC) má kapacitu 256 kB nebo 512 kB

# Intel Pentium 4 (5)

- procesory vyráběné s technologií 90 nm obsahují:
  - rozšíření instrukční sady označované jako **SSE3** (13 nových instrukcí) určených zejména pro:
    - synchronizaci výpočtových vláken (threads)
    - zpracování videa
    - obrazu
    - kompresi dat
    - počítačové hry
  - 16 kB L1 cache paměti pro data
  - 1 MB L2 cache paměti (ATC)
- vyráběn v pouzdrech:
  - FC-PGA2: Socket mPGA478
  - PPGA technology: Socket PGA423

# Intel Pentium 4 (6)

- Intel Pentium 4 HT (Hyperthreading Technology):
  - frekvence: 2,40 GHz – 3,80 GHz
  - systémová sběrnice pracuje s taktem „800 MHz“
  - používá L2 cache paměť (ATC) o kapacitě 512 kB
  - procesory vyráběné s technologií 90 nm obsahují:
    - rozšíření instrukční sady SSE3
    - 16 kB L1 cache paměti pro data
    - 1 MB nebo 2 MB L2 cache paměti (ATC)
    - vyráběny i ve variantách s technologií EM64T
  - Hyperthreading Technology:
    - technologie umožňující programovému vybavení „vidět“ dva procesory
    - dovoluje procesoru spouštět dvě výpočtová vlákna (threads) ve stejný okamžik

# Intel Pentium 4 (7)

- vyráběn v pouzdrech:
  - FC-PGA2, FC-PGA4: Socket mPGA478
  - FC-LGA: Socket LGA775

## – Intel Pentium 4 HT – Extreme Edition:

- frekvence: 3,20 GHz – 3,73 GHz
- systémová sběrnice pracuje s taktem „800 MHz“ nebo „1066 MHz“
- používá 512 kB L2 ATC + 2 MB L3 cache paměti nebo 2 MB L2 ATC + 0 MB L3 cache paměti
- procesory vyráběné s technologií 90 nm obsahují:
  - rozšíření instrukční sady SSE3
  - 16 kB L1 cache paměti pro data
  - 2 MB L2 cache paměti (ATC) + 0 MB L3 cache paměti
  - technologií **EM64T**

# Intel Pentium 4 (8)

- vyráběn v pouzdrech:
  - FC-PGA2: Socket mPGA478
  - FC-LGA: Socket LGA775
- Poznámka (značení):
  - jestliže frekvence jednoznačně neoznačuje procesor (existuje více typů procesorů s touto frekvencí), přidává se k označení ještě:
    - **A**: označuje procesor, který obsahuje 1 MB L2 cache a jehož systémová sběrnice pracuje s taktom „533 MHz“
    - **B**: označuje procesor, který obsahuje 512 kB L2 cache a jehož systémová sběrnice pracuje s taktom „533 MHz“
    - **C**: označuje procesor, který obsahuje 512 kB L2 cache a jehož systémová sběrnice pracuje s taktom „800 MHz“

# Intel Pentium 4 (9)

- **E**: označuje procesor, který obsahuje 1 MB L2 cache, je vyráběn v pouzdře mPGA478 a jehož systémová sběrnice pracuje s taktom „800 MHz“