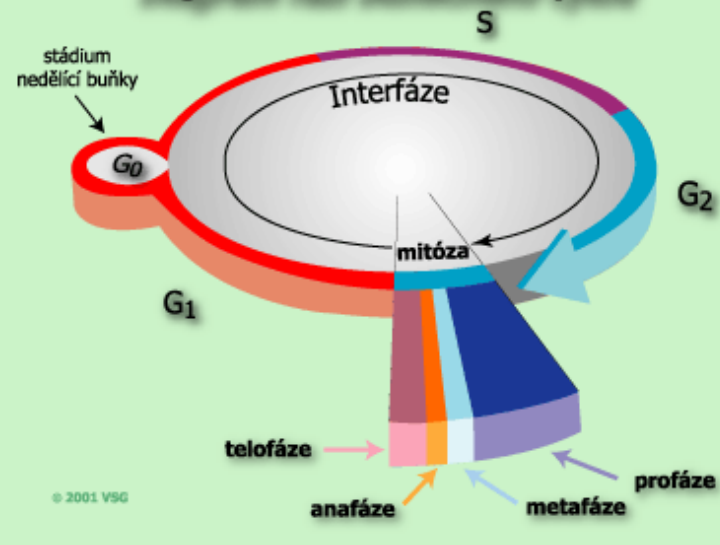


# Buněčný cyklus

Diagram fází buněčného cyklu



MUDr. Kateřina Kapounková, PH.D.

# DNA, geny

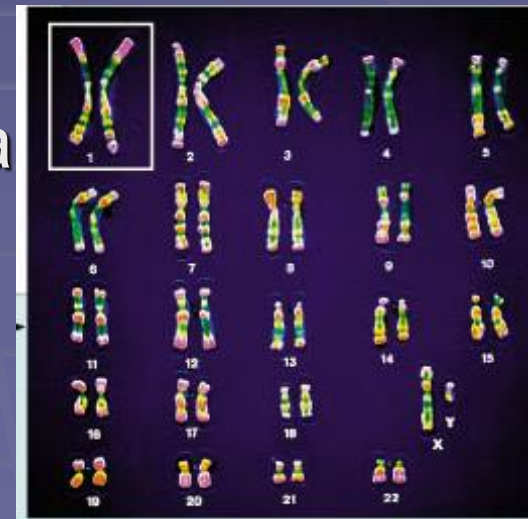
- **genom** = soubor všech genů a všechna DNA buňky; kompletní genetický materiál organismu
  - buňka člověka má **DNA dlouhou 3m!**
  - Genetický kód *homo sapiens* téměř 30 000 genů

44 somatických chromozomů

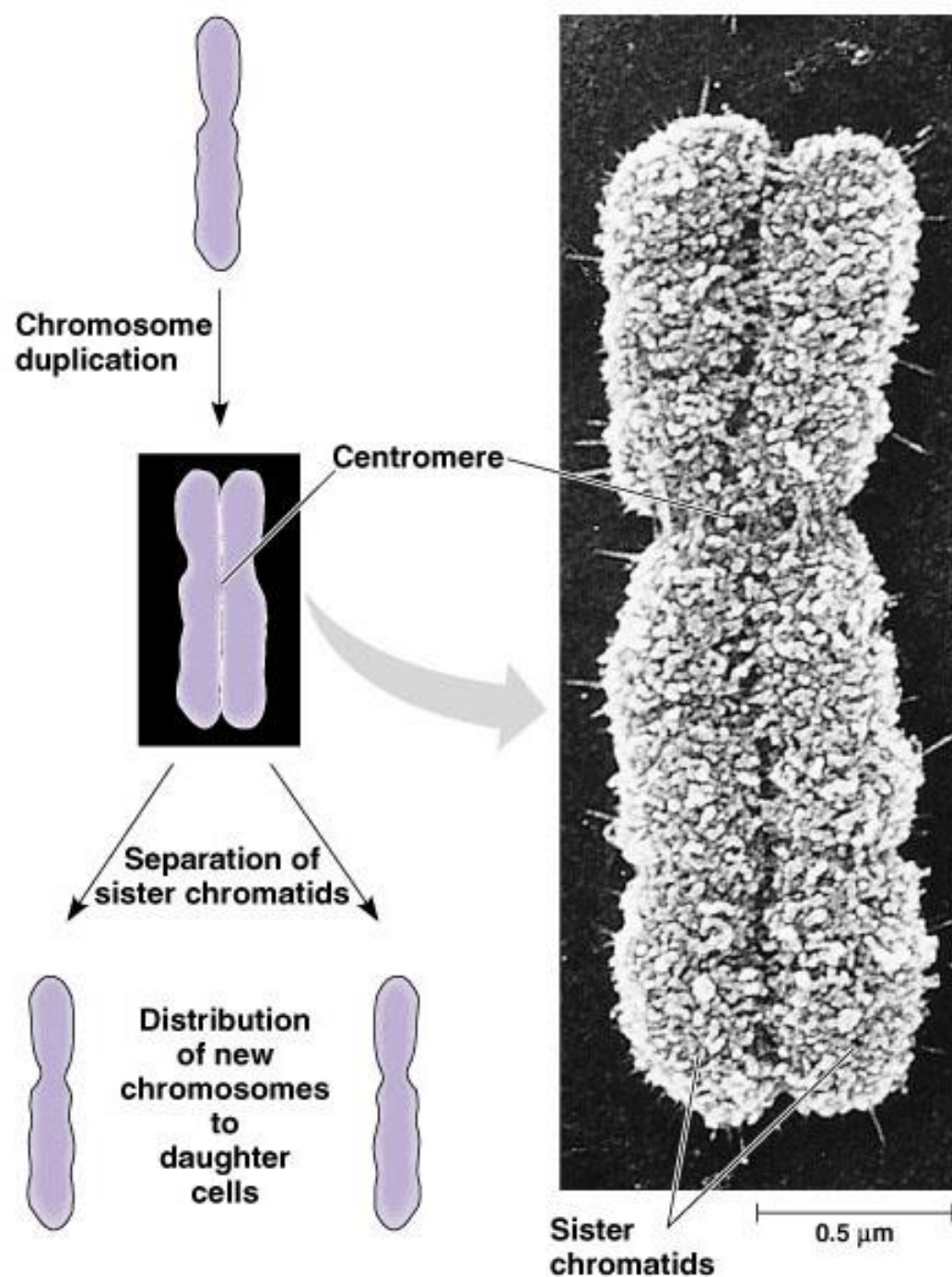
pohlavní hormony (X,Y)

46 chromozomů

- **uloženo v buněčném jádře**
- **řetězce DNA** – šroubovice se dvěma polarizovanými vlákny spojenými vodíkovými vazbami
- **Karyotyp** = soubor chromozómů charakteristický pro daný druh



# Duplikace a distribuce chromosomu během mitózy



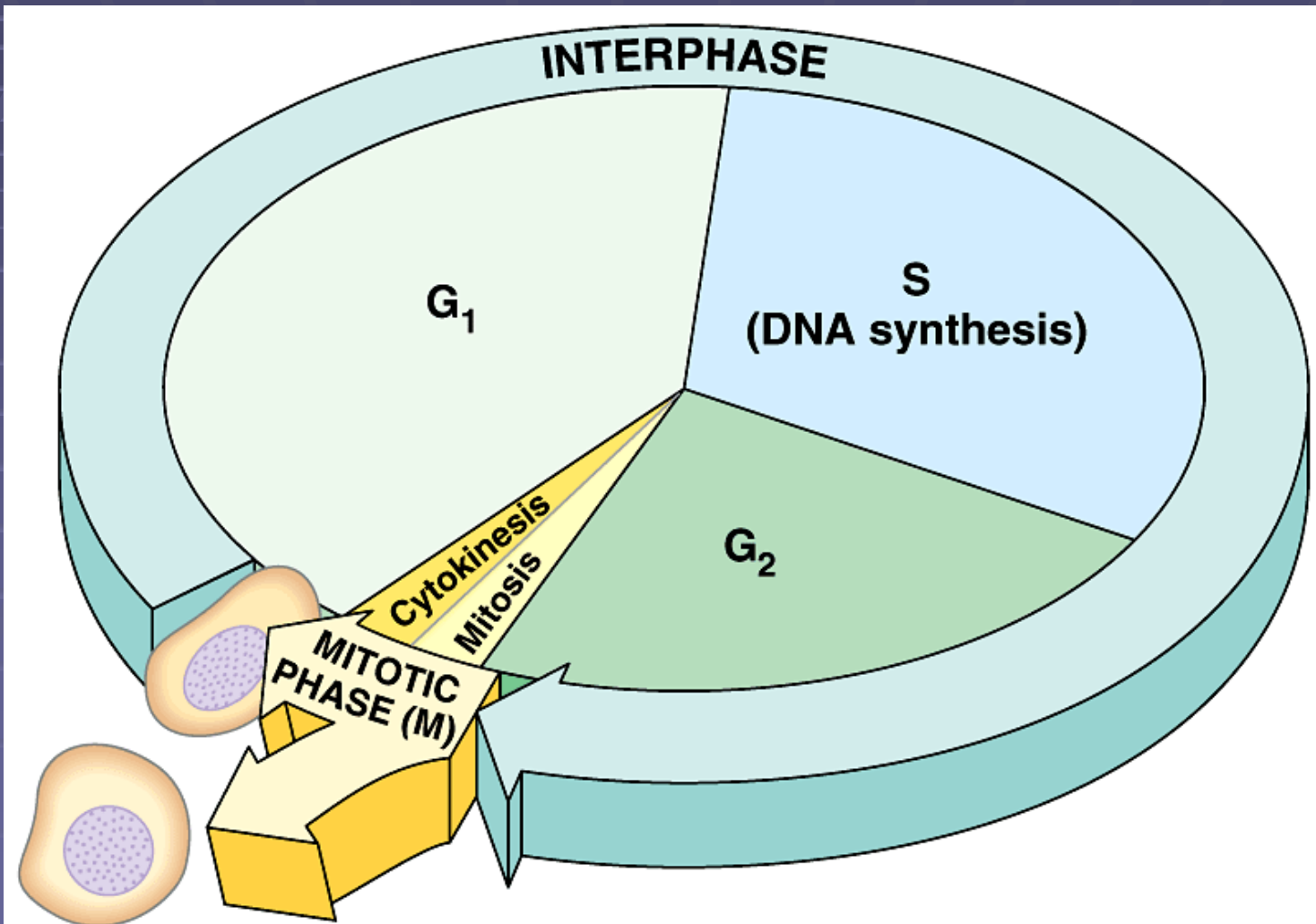
# Buněčný cyklus

- je posloupnost vzájemně koordinovaných procesů
- od jednoho buněčného rozdělení k následujícímu

Lze rozdělit na

- mitotická fáze **M fázi** (mitóza)
- **interfáze** – 90 - 95% celého buněčného cyklu
- Interfáze se dělí na **G<sub>1</sub>, S, G<sub>2</sub> fázi**

# Buněčný cyklus



# Interfáze ( 95% cyklu)

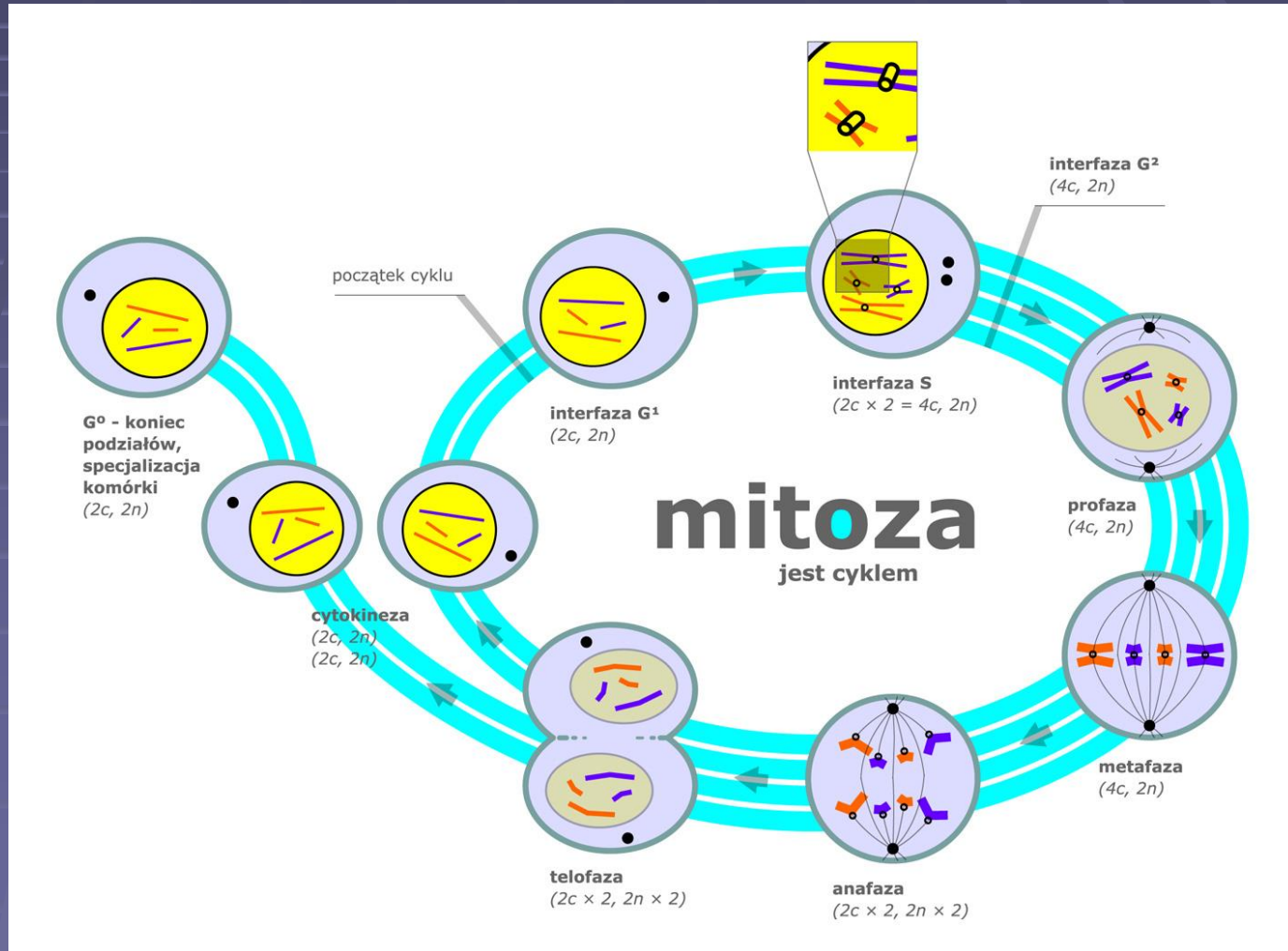
- Obecně v interfázi probíhá:
  - tvorba buněčné stěny
  - růst buňky na původní velikost
  - tvorba cytoplazmy, dělí se mitochondrie, vznikají membrány atd.
- **G1** (postmitotická fáze)– metabolická aktivita zdvojení buněčné hmoty, intenzivní syntetické procesy – RNA, proteiny. Buňka roste, vytváří se zásoba nukleotidů a syntetizují se enzymy pro budoucí replikaci jaderné DNA 50%
- **S – fáze** – probíhá zdvojení (replikace) DNA 30%
- **G2** (premitotická fáze)–syntéza a aktivace proteinů (ke kondenzaci chromozomů, ke tvorbě mitotického aparátu a destrukci jaderného obalu), končí zahájením mitózy, 15%

BUŇKA SE NEDĚLÍ

# Mitóza ( 5% cyklu)

= souvislý, kontinuální proces

- profáze
- metafáze
- anafáze
- telofáze



# Mitóza

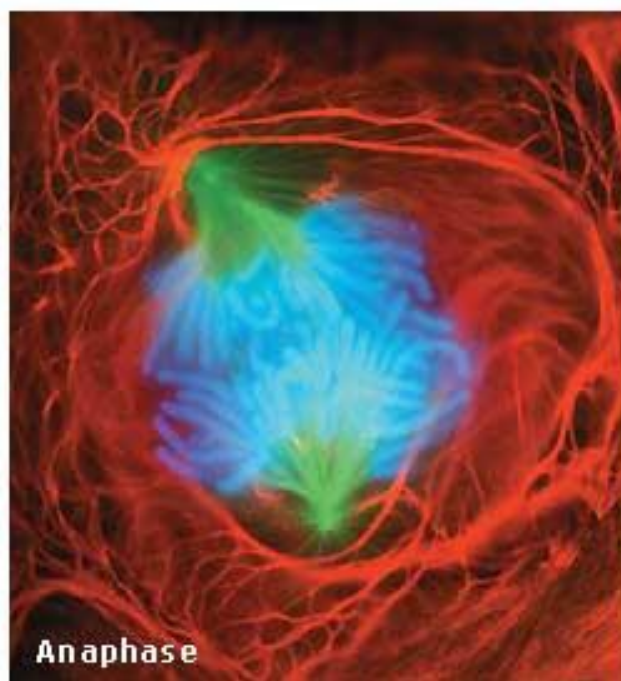
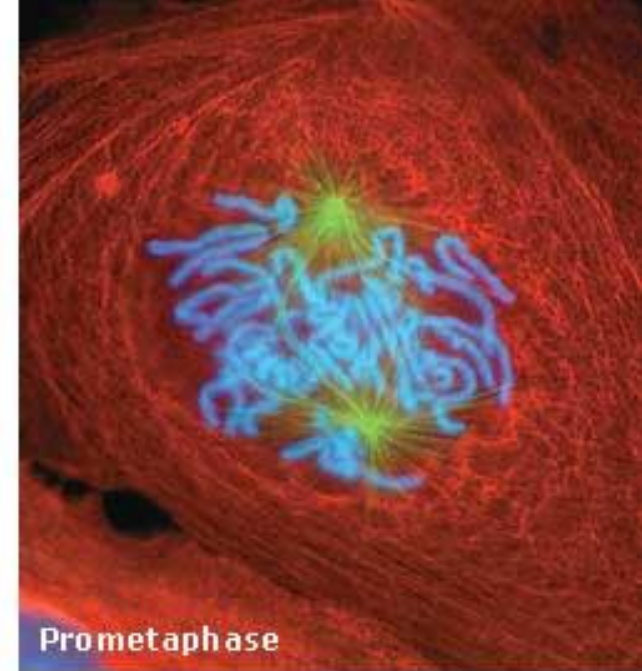
- **Mitóza** = jaderné dělení, při kterém vznikají dceřinná jádra o stejném počtu chromozómů jako mateřské jádro.
- za život v těle  **$10^{16}$  mitóz!**
- ... pak se v průběhu života buňky našeho těla kompletně vymění nejméně 100x!  
(všechny buňky samozřejmě ne, jsou zde buňky, které se nedělí)



# Mitóza

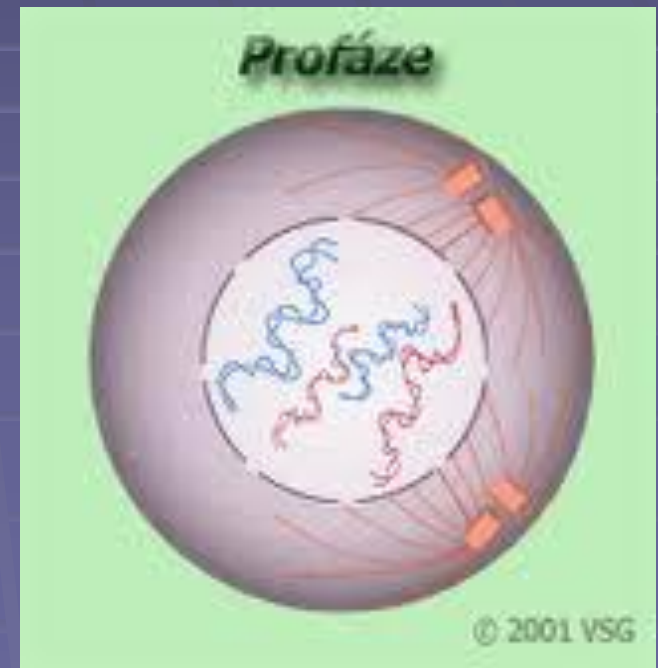
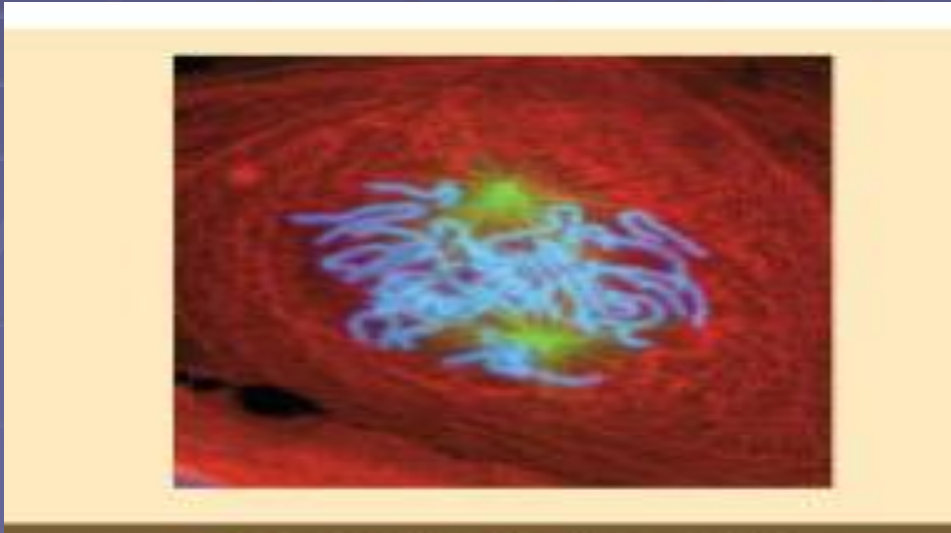
- **postmitotická buňka** = buňka, která se již nikdy nebude dělit
  - většina velmi specializovaných buněk (neurony, svalové buňky) se po svém vzniku již nikdy nedělí a jsou tedy postmitotické
  - o postmitotických buňkách přitom nelze říci, že jsou ve fázi G nula, neboť z této fáze se buňka může opět dostat zpět do buněčného cyklu.

postmitotická buňka se zpět do buněčného cyklu již nikdy nedostane



# Profáze

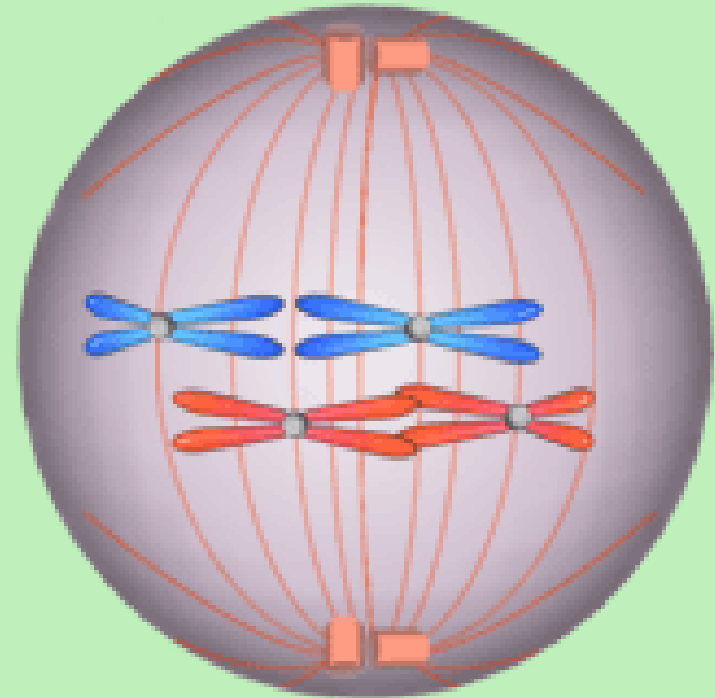
- Chromozomy se kondenzují a spiralizují, stávají se viditelné a barvitelné
- každý **chromozóm** se objevuje jako útvar ze dvou **sesterských chromatid**, spojených k sobě
- Mizí jaderná blána a jadérko
- V cytoplazmě se u opačných pólů jádra vytváří tzv. hyalinní čepičky, které obsahují **základy mikrotubulů dělicího vřeténka**



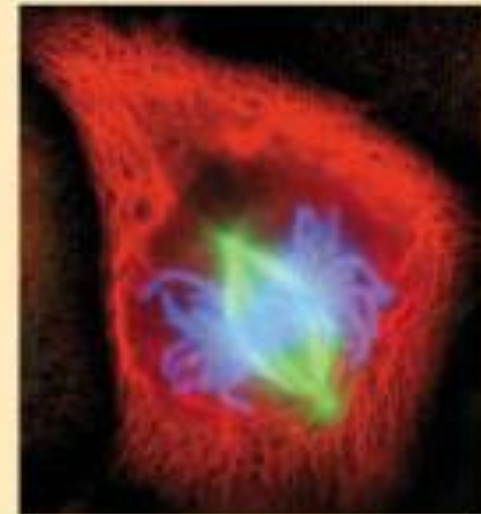
# Metafáze

- nejdelší část mitózy, trvá cca 20 min
- jaderná blána a jadérko zcela zmizely
- Chromozómy se dostávají do rovníkové (ekvatoriální, centrální) roviny dělicího vřeténka
- Chromozómy jsou rozštěpeny na dvě identické poloviny

## Metafáze



© 2001 VSG

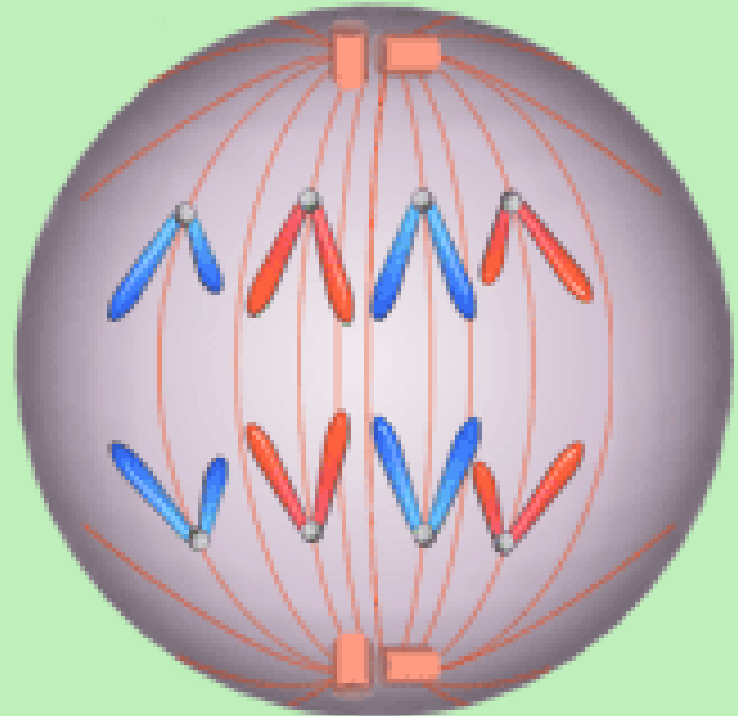


# Anafáze

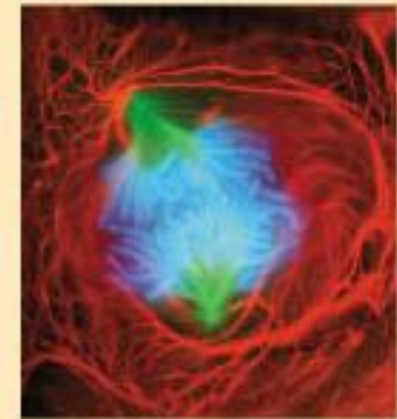
- nejkratší část mitózy, trvá jen několik minut
- Na počátku nastane simultánní rozdělení centromer a oddělení sesterských chromatid
- chromozómy se rozcházejí k pólům dělicího vřeténka
- celá buňka se protahuje

na konci anafáze jsou na opačných pólech dvě ekvivalentní skupiny chromozómů

## Anafáze



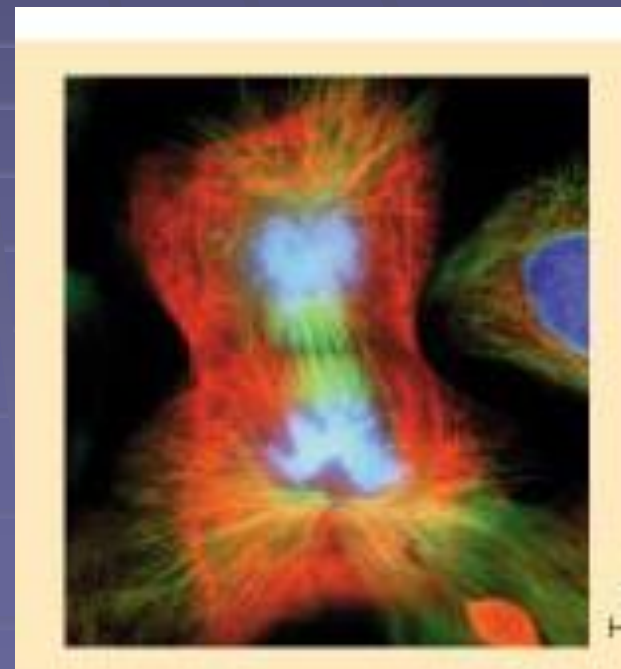
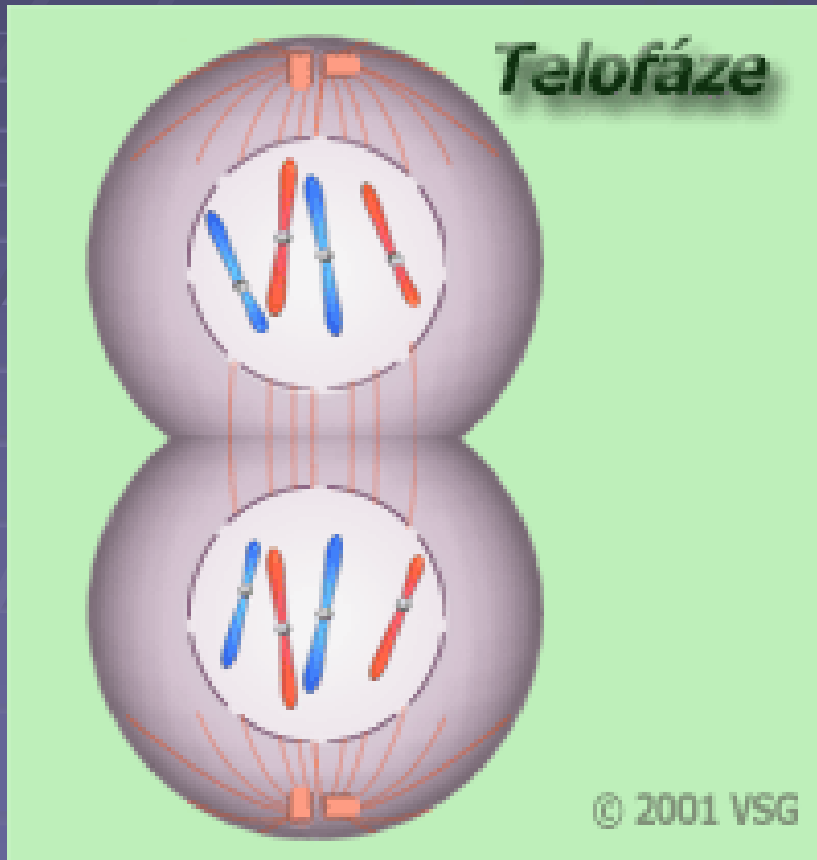
© 2001 VSG



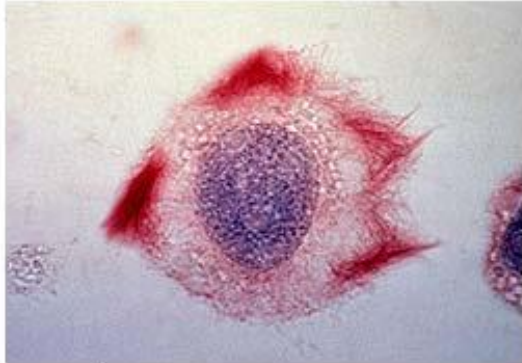
# Telofáze

- seskupení chromozomů u pólů buňky
- chromozomy se postupně despiralizují a rozplétají do funkční, aktivní formy
- jaderná membrána se obnovuje

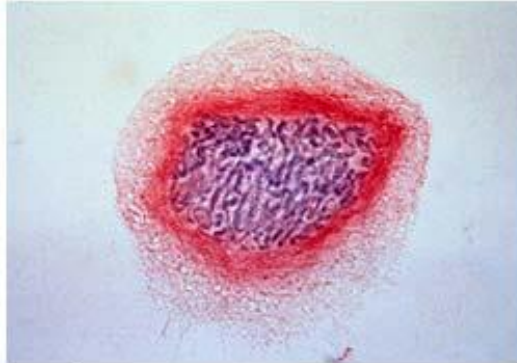
takto vzniklá jádra mají stejný počet chromozomů ale poloviční obsah DNA než mateřské jádro



# Mitóza



**Interphase**



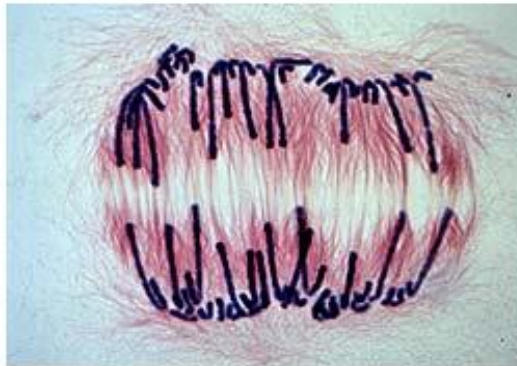
**Prophase**



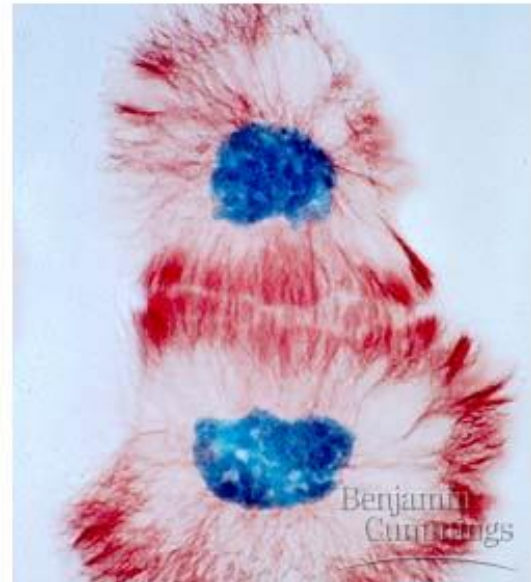
**Prometaphase**



**Metaphase**



**Anaphase**



**Telophase**

# Regulace buněčného cyklu

- Některé buňky, např. buňky kůže se dělí v průběhu celého života
- většina buněk našeho těla je ve fázi  $G_0$
- jiné, jako např. buňky jater, jsou připraveny se dělit, ale dělí se pouze v případě zranění
- mechanismus regulace buněčného cyklu je klíčový pro pochopení vzniku rakoviny

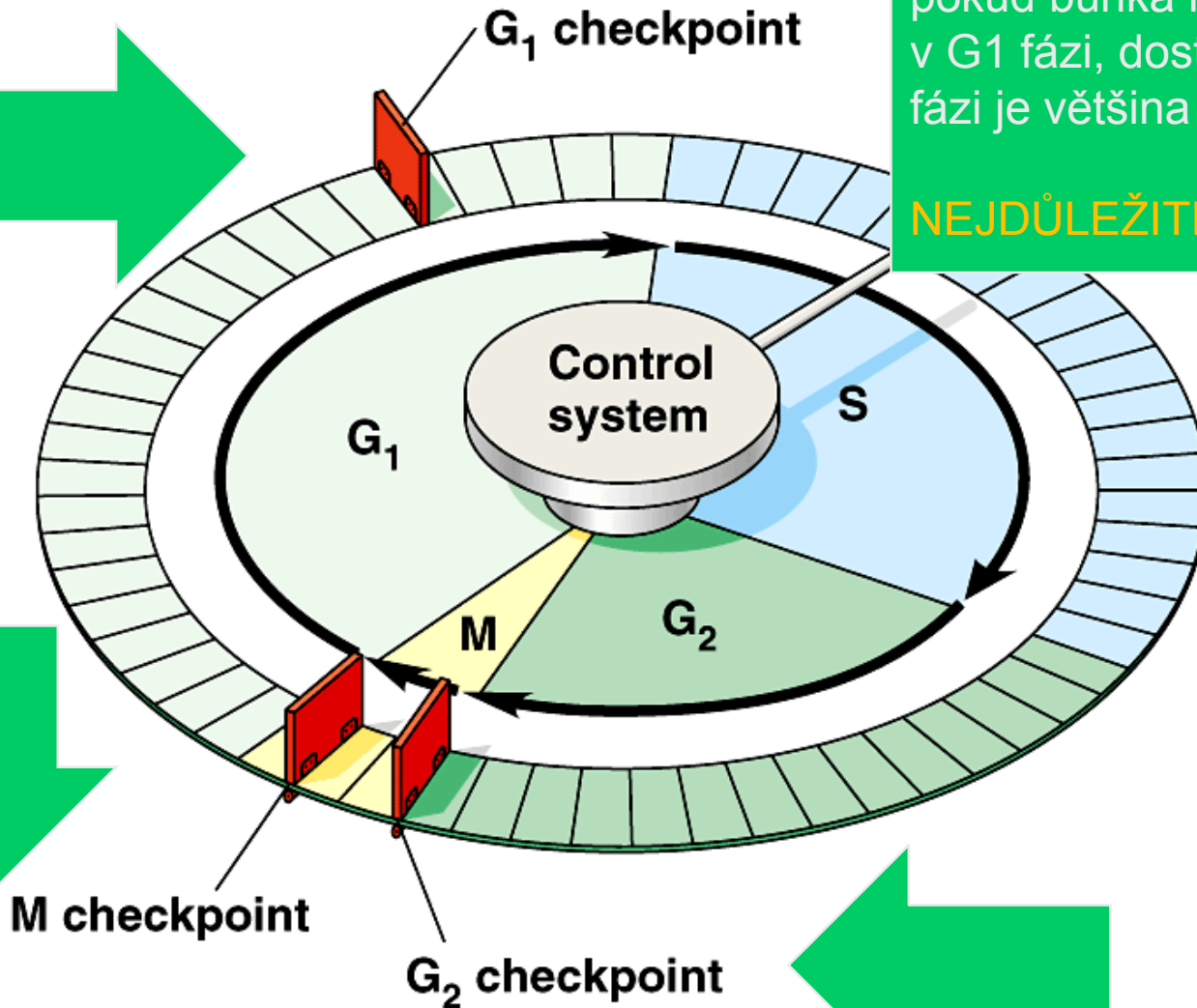
je zřejmě řízena chemickými látkami



# Kontrolní body

pokud buňka nedostane signál „vpřed“  
v G<sub>1</sub> fázi, dostane se do fáze G<sub>0</sub>. V této  
fázi je většina buněk našeho těla

**NEJDŮLEŽITĚJŠÍ KONTROLNÍ BOD**



# Karyotyp

Packed red and white blood cells (including lymphocytes)

Centrifuge

Supernatant

1

Hypotonic solution

2

Fixative

White blood cells

3

Stain

5  $\mu$ m

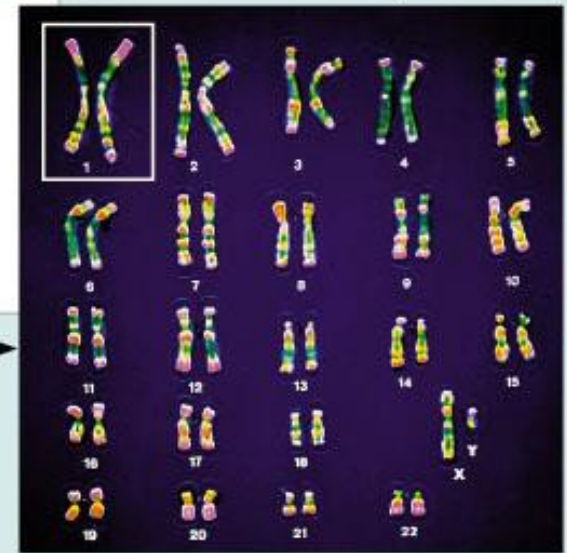


4

Centromere

Sister chromatids

Pair of homologous chromosomes



5

# MeiÓza

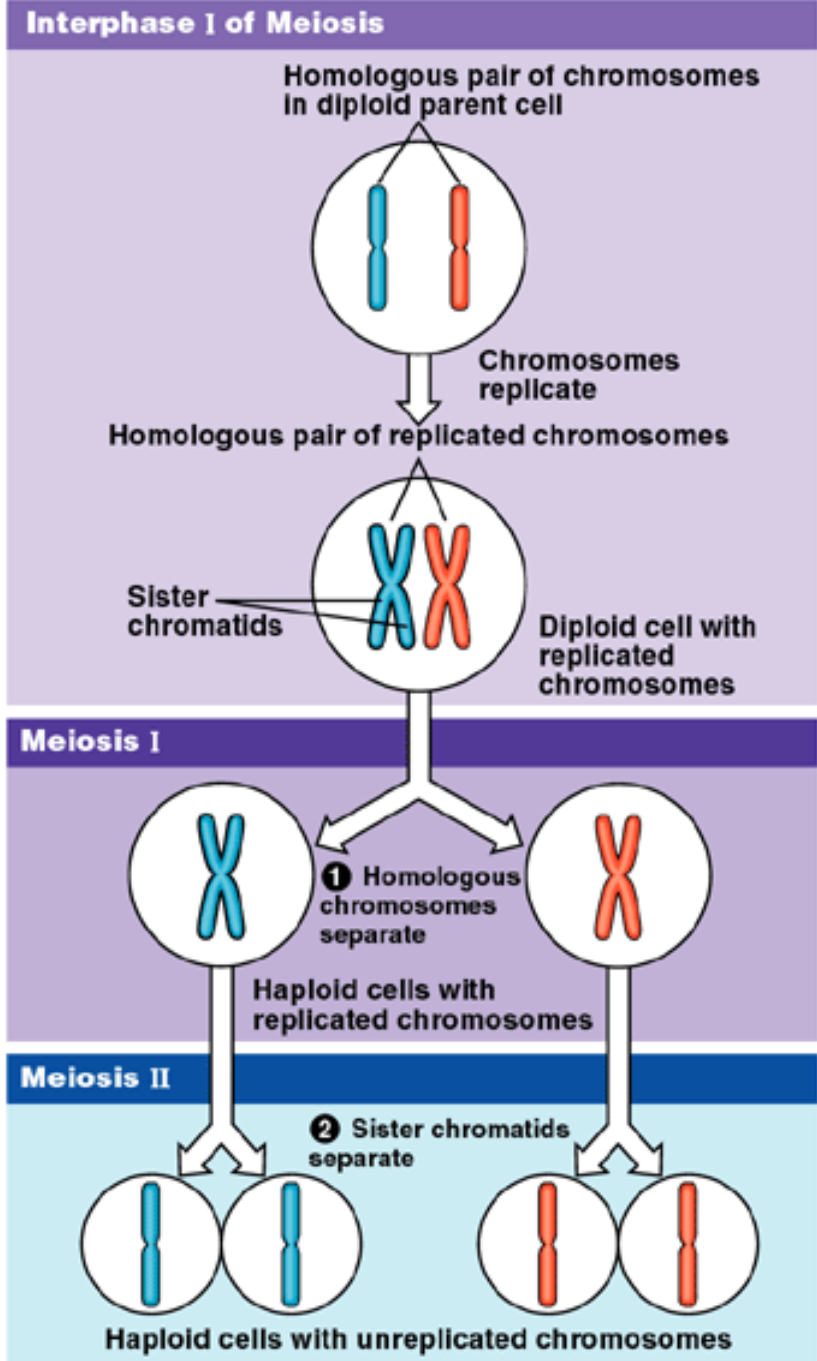
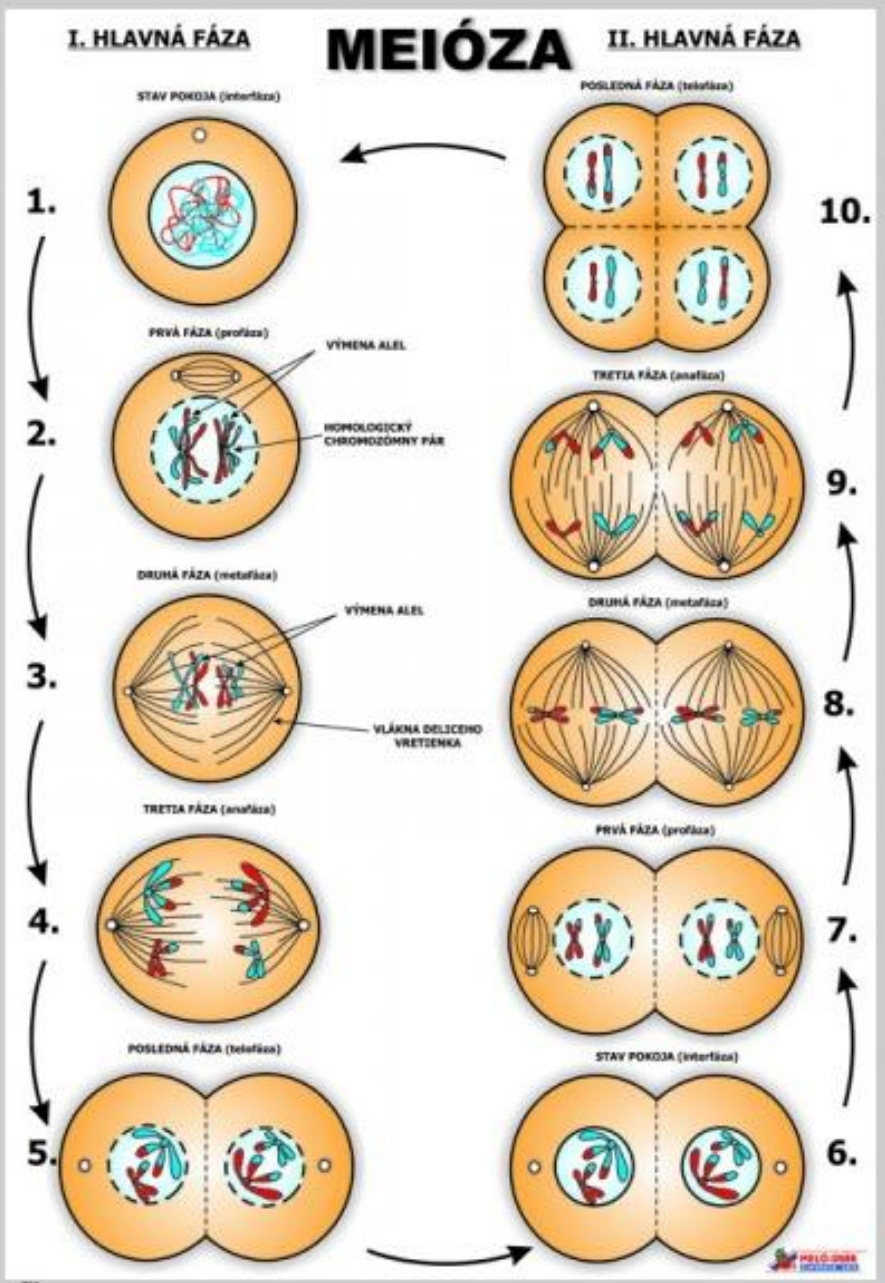
- Jediné buňky v našem těle, které **nevznikají mitÓzou**, jsou **gamety**



spermie - varlata

oocyty - vaječníky

- **mitÓza** - uchovává původní počet chromosomů
- **meiÓza** - redukuje původní počet chromosomů na polovinu



# Meióza

= redukční dělení

= dvě po sobě následující dělení  
označované jako

meióza I. (heterotypické)

meióza II. (homeotypické)

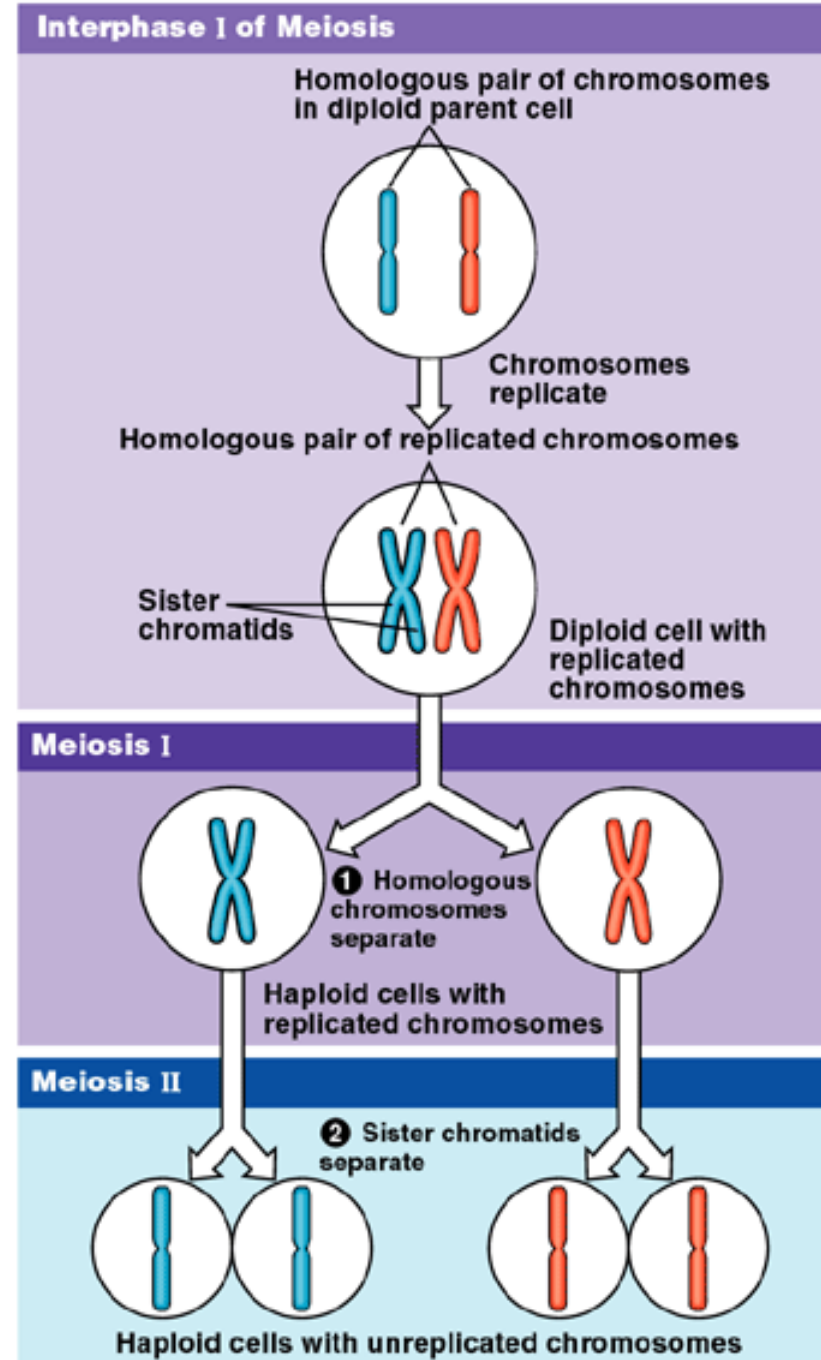
**V průběhu meiózy vzniknou z jedné  
diploidní buňky 4 buňky haploidní**

# Meióza

## - přehled

Z obrázku je třeba nastudovat, jaký je rozdíl mezi homologními chromosomy a sesterskými chromatidami

- dva chromosomy homologního páru jsou dva individuální chromosomy zděděné jeden od matky a druhý od otce



# Meióza I

## MEIOSIS I: Separates homologous chromosomes

INTERPHASE

PROPHASE I

METAPHASE I

ANAPHASE I

Centrosomes  
(with centriole  
pairs)

Chiasmata  
Spindle

Microtubule  
attached to  
kinetochore  
Metaphase  
plate

Sister chromatids  
remain attached

Nuclear  
envelope  
Chromatin

Sister  
chromatids  
Tetrad

Centromere  
(with kinetochore)

Homologous  
chromosomes separate

**Chromosomes  
duplicate**

**Homologous  
chromosomes  
pair and exchange  
segments**

**Tetrads line up**

**Pairs of homologous  
chromosomes  
split up**

# Meióza II.

## MEIOSIS II: Separates sister chromatids

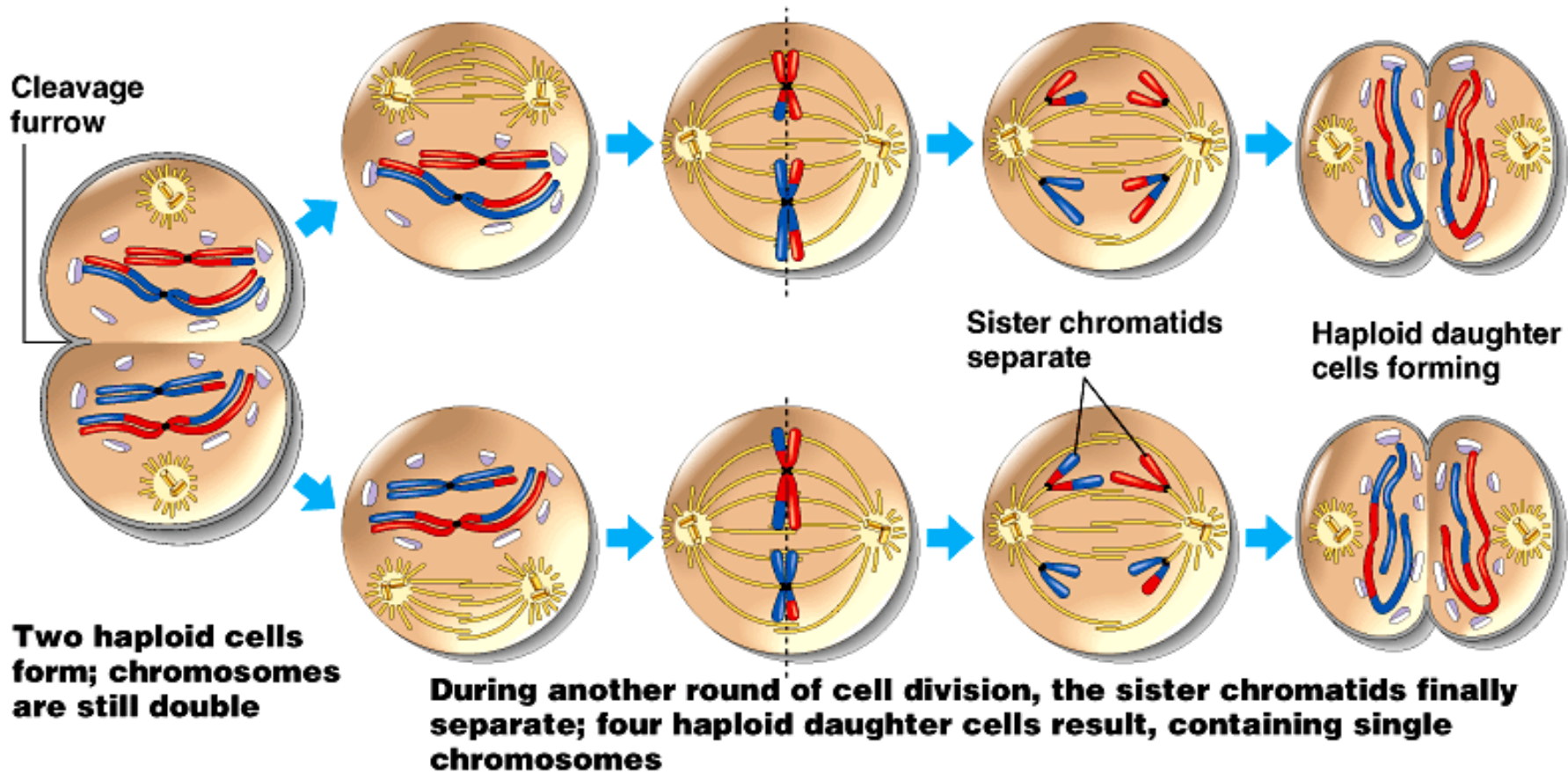
TELOPHASE I  
AND CYTOKINESIS

PROPHASE II

METAPHASE II

ANAPHASE II

TELOPHASE II  
AND CYTOKINESIS





# Mitóza a meióza - srovnání

