

**Dej si
kávičku**

**a dělej blbosti
intenzivněji
rychleji a
s větší
energií!**





I Wouldn't Say I Would Die Without My Morning Coffee



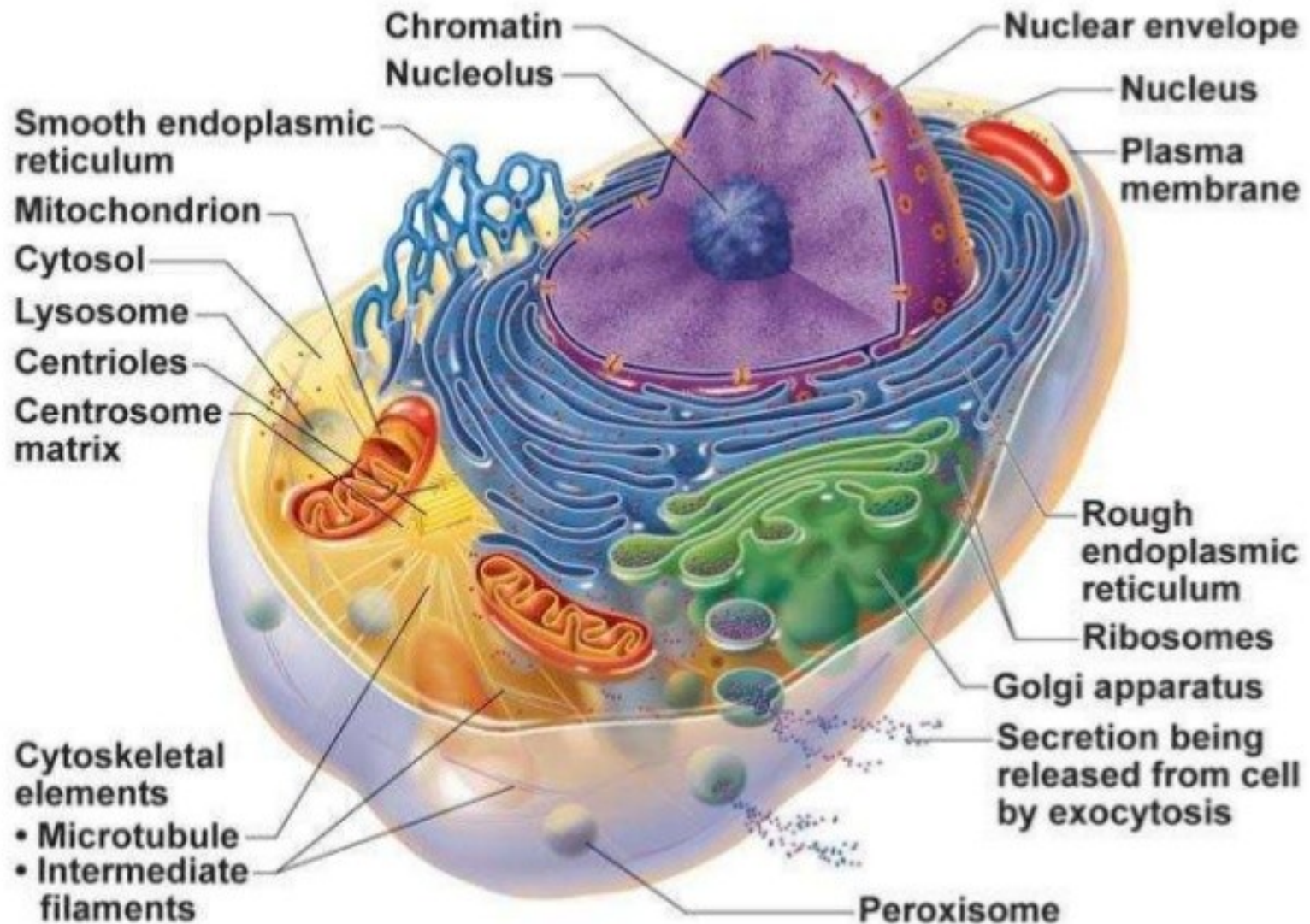
I'm Just Saying Other People Might



Ale já nechci
do školy!

Musíš!
Jsi učitel!

CELL STRUCTURES



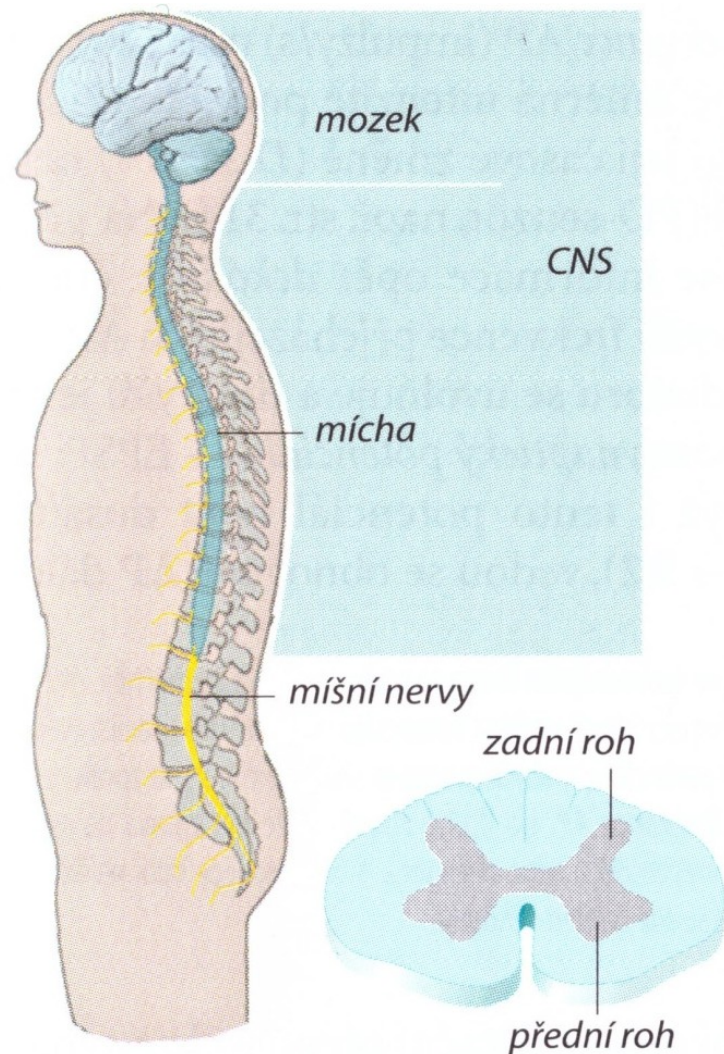
Neuron

Nervová soustava

- Centrální nervový systém (CNS)
 - mozek
 - mícha
- Periferní nervový systém (nervy)

Základní stavební jednotky

- Neuron – přenos a zpracování informací
- Gliové buňky – péče o neurony

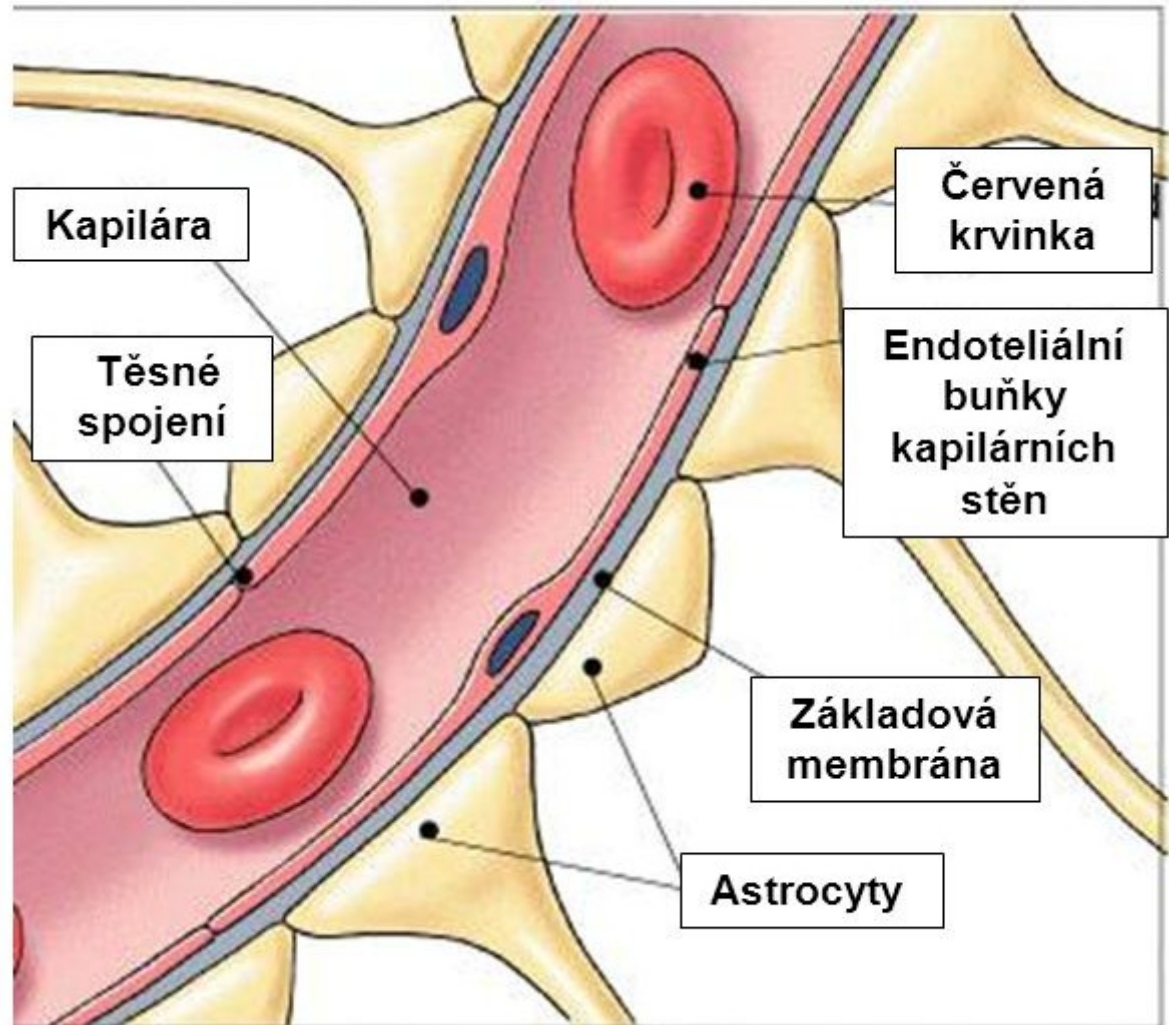


Převzato z: Atlas fyziologie člověka, S. Silbernagl

Hematoencefalická bariéra

Bariéra mezi kapilárou a mozkiem – velice těsné spojení mezi buňkami
Brání průchodu většině látek – ochrana mozku

- Pouze O_2 , CO_2 , H_2O mohou procházet volně
- Glukóza a aminokyseliny jsou převáděné speciálními přenašeči
- Většina ostatních látek neprochází (špatný přístup jedů i léků)
- Spojení mezi kapilárou a neuronem je zprostředkované gliovými buňkami (astrocyty – typ gliové buňky)

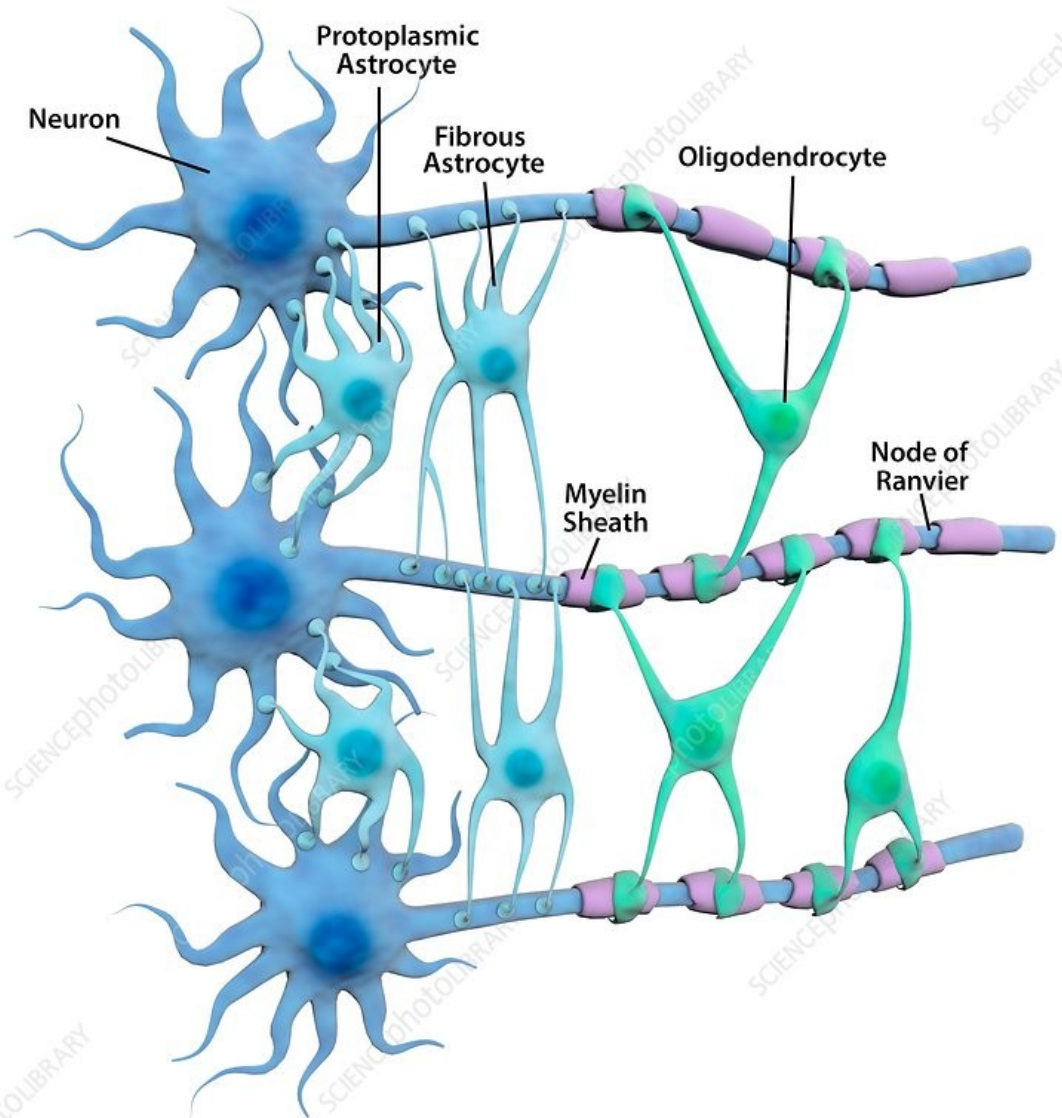


Gliové buňky

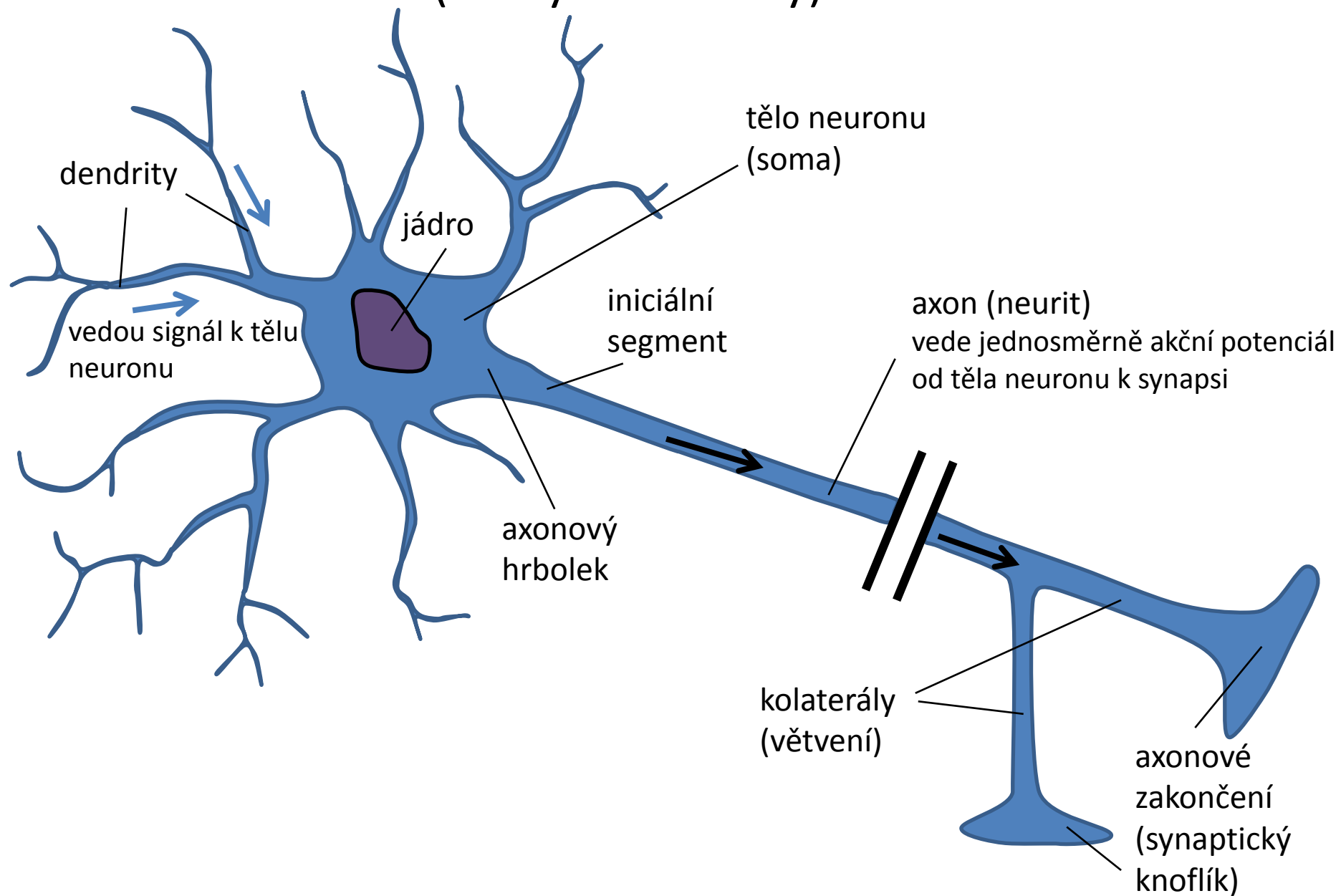
Neurony jsou citlivé na výkyvy v homeostáze – pH, teplota, tlak,...

Péče o neurony – neuroglie jsou chůvy a ošetřovatelky neuronů
- metabolická, ochranná, imunitní, homeostatická a oporná funkce (CNS nemá pojivové tkáně)

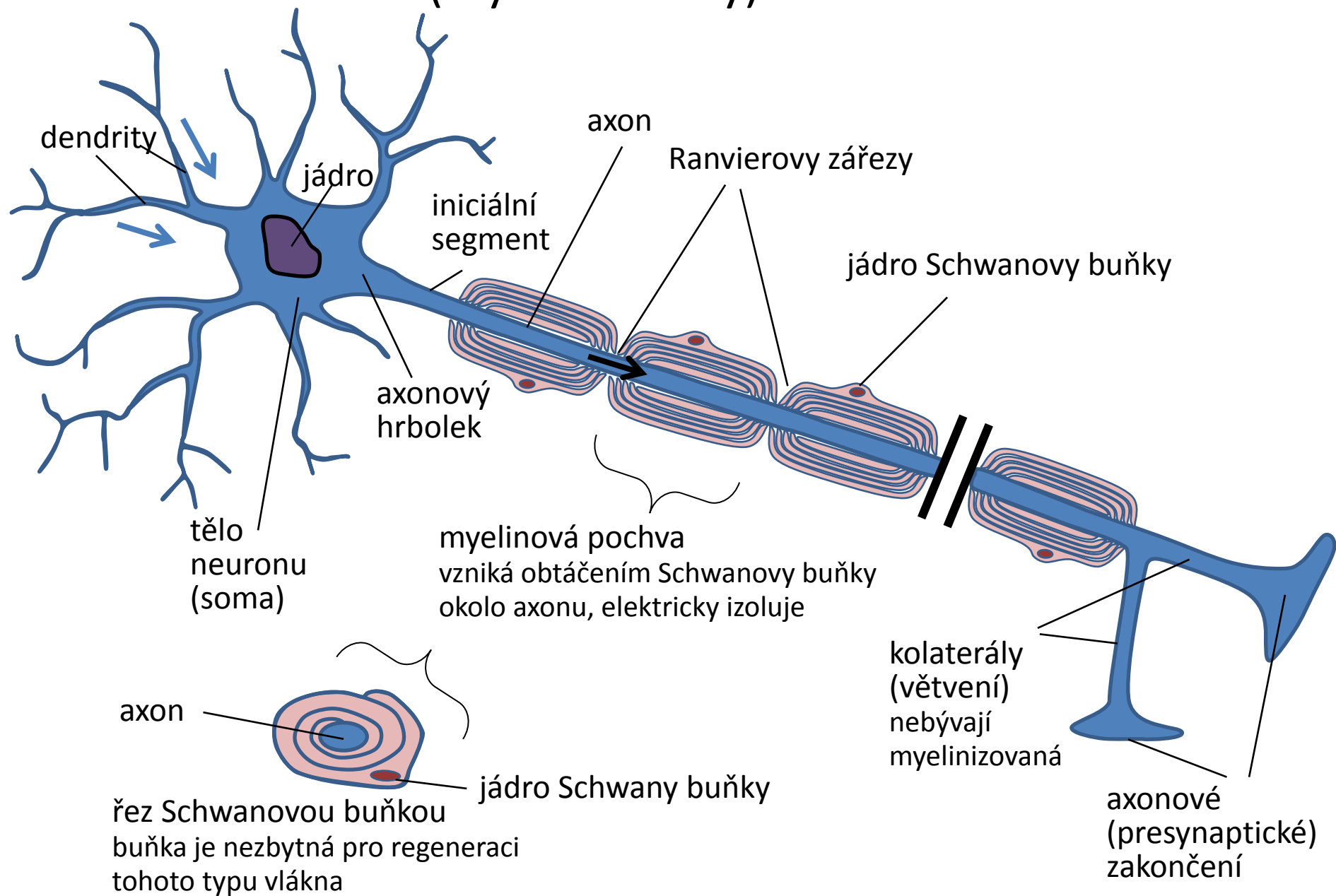
- zajištění co nejpříznivějšího prostředí
- Výživa a odvádění metabolitů
- Neurony mají vysokou energetickou spotřebu (vyžadují hodně ATP – vysoká spotřeba O₂ a glukózy)
- Ochrana před choroboplodnými látkami – fagocytóza
- Tvorba myelinové pochvy
- Odstranění neuromediátoru



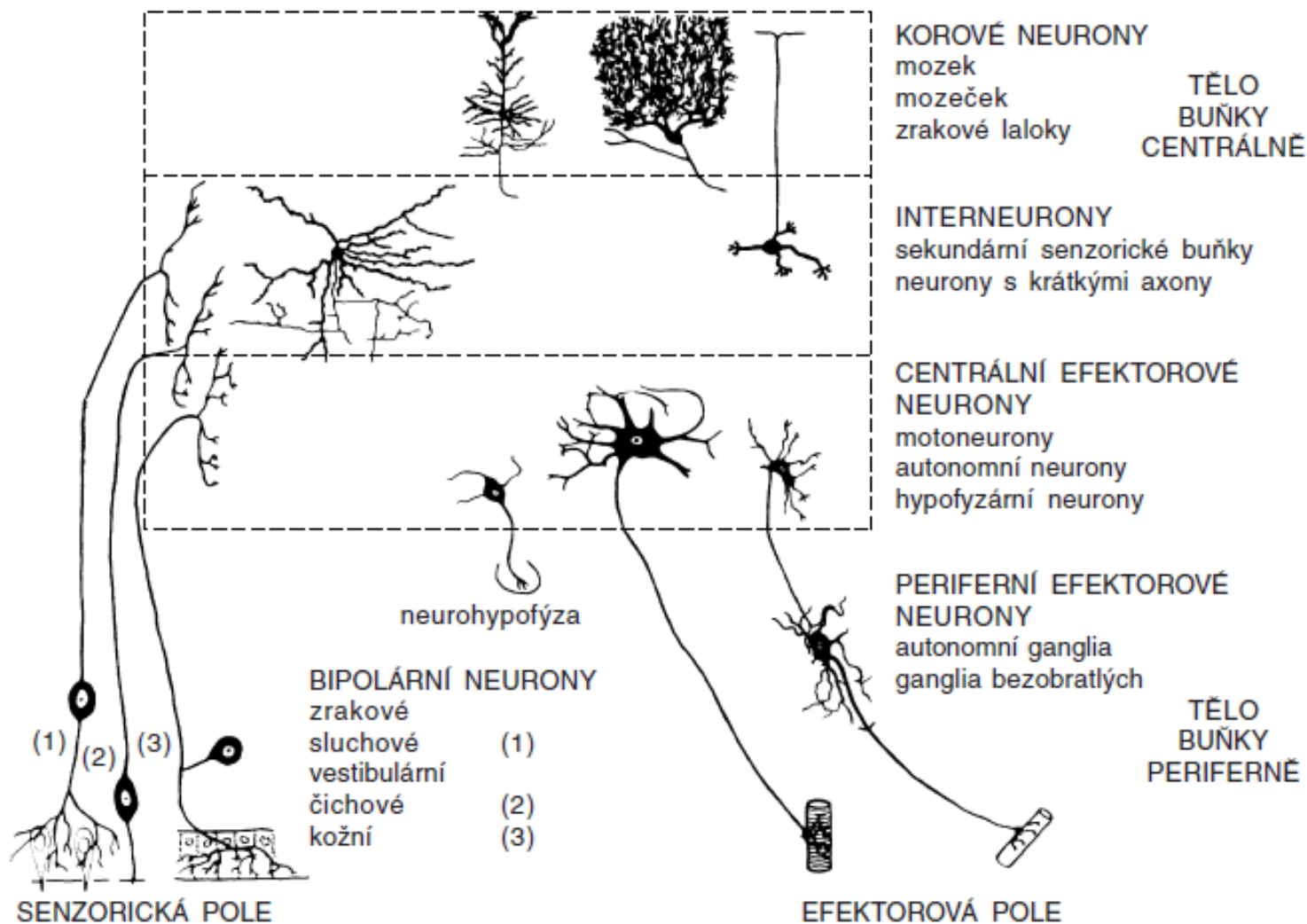
Stavba neuronu (nemyelinizovaný)



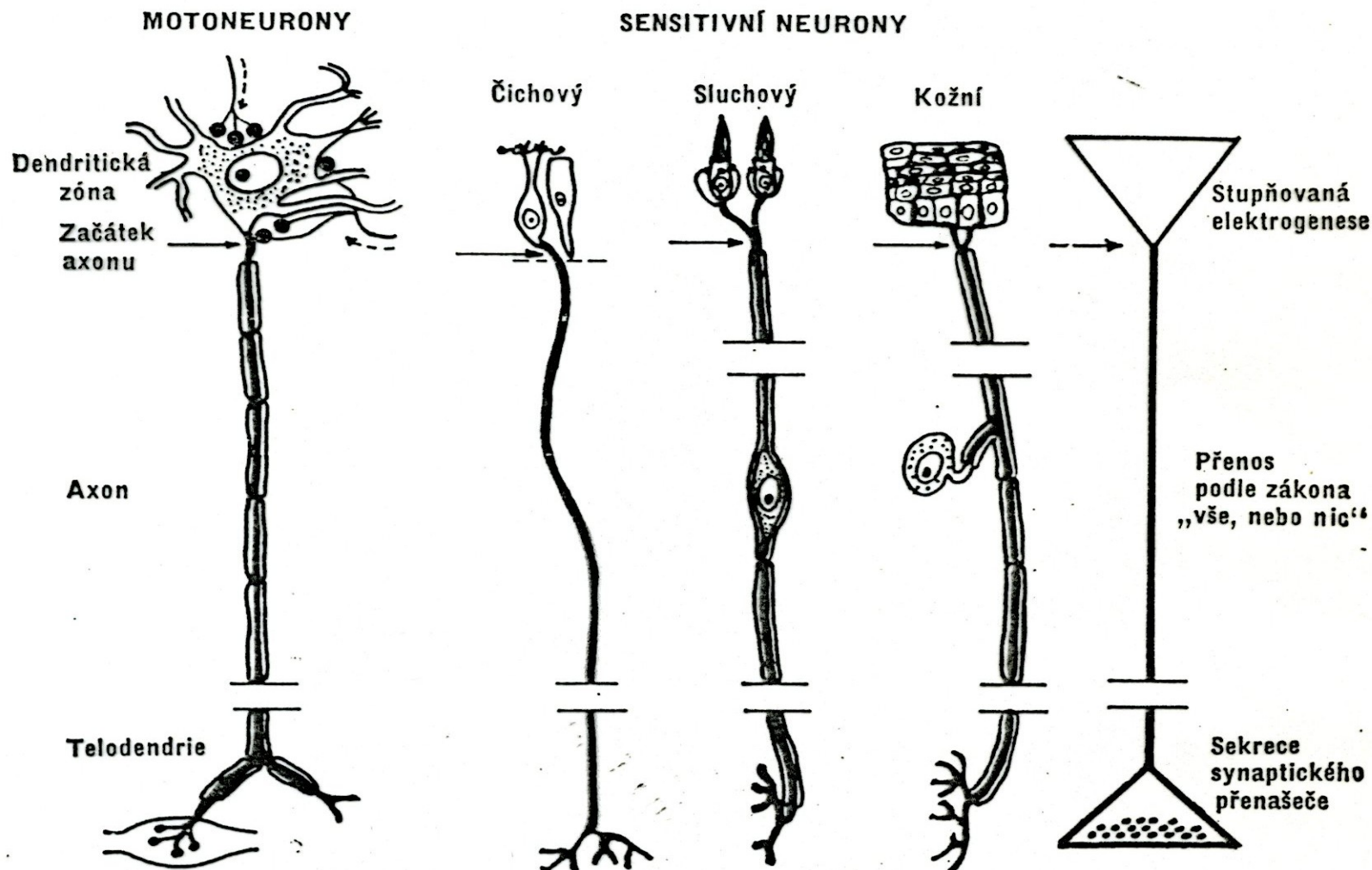
Stavba neuronu (myelinizovaný)



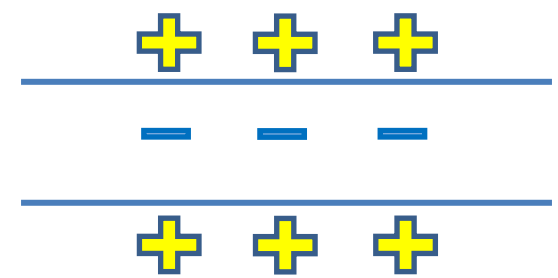
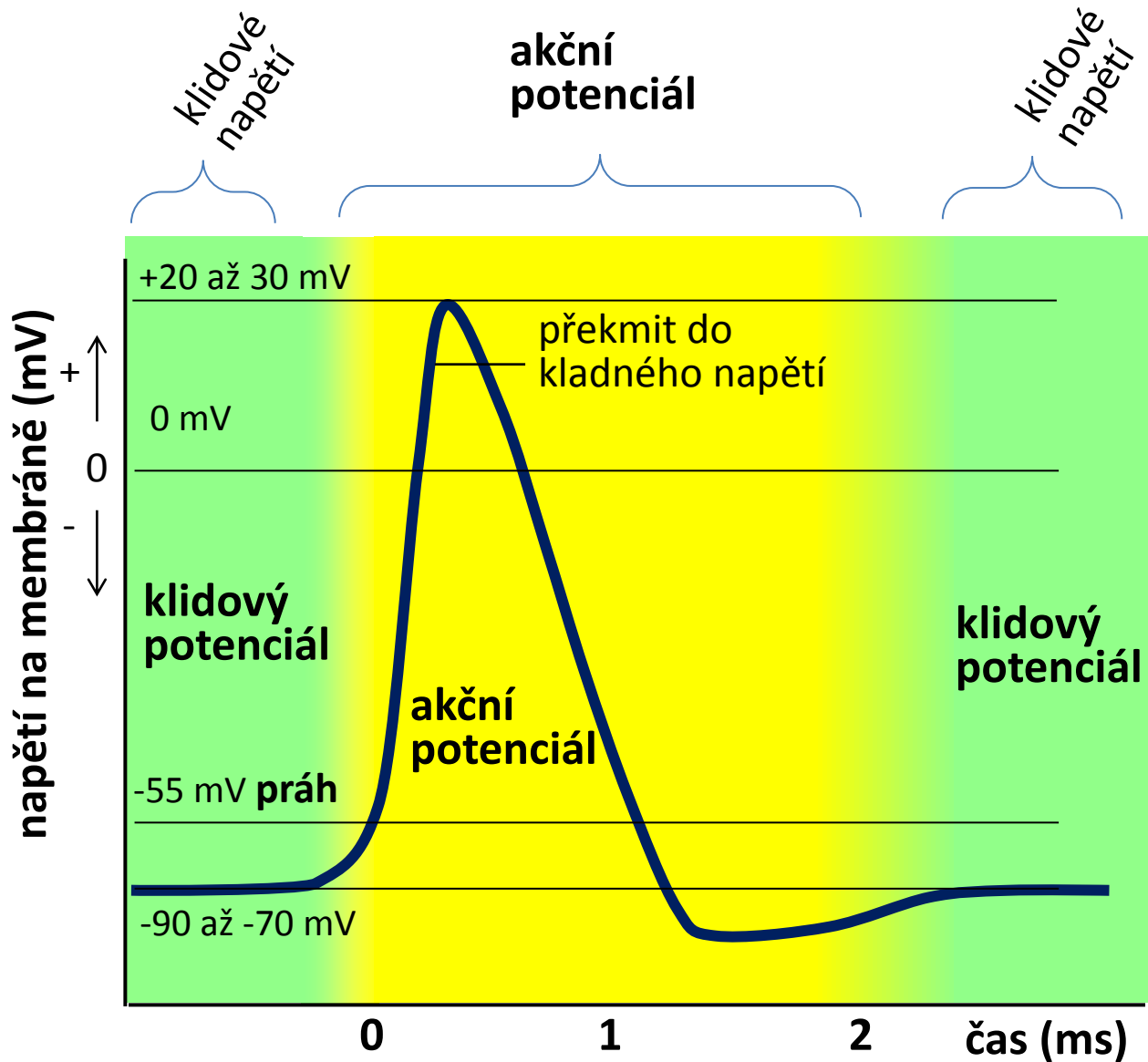
Různé typy neuronů



Různé typy neuronů



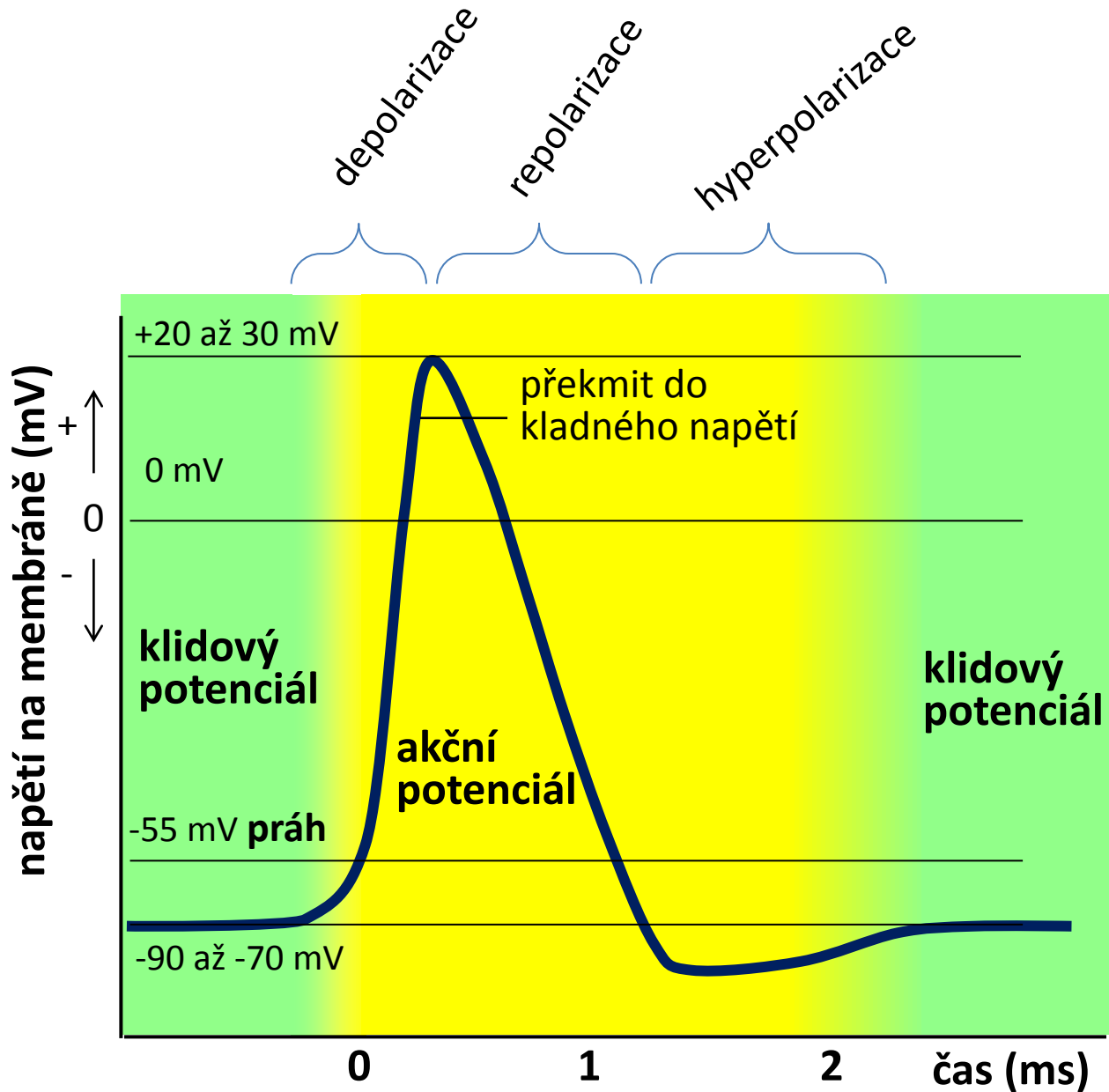
Klidové napětí a akční potenciál



Klidové napětí:

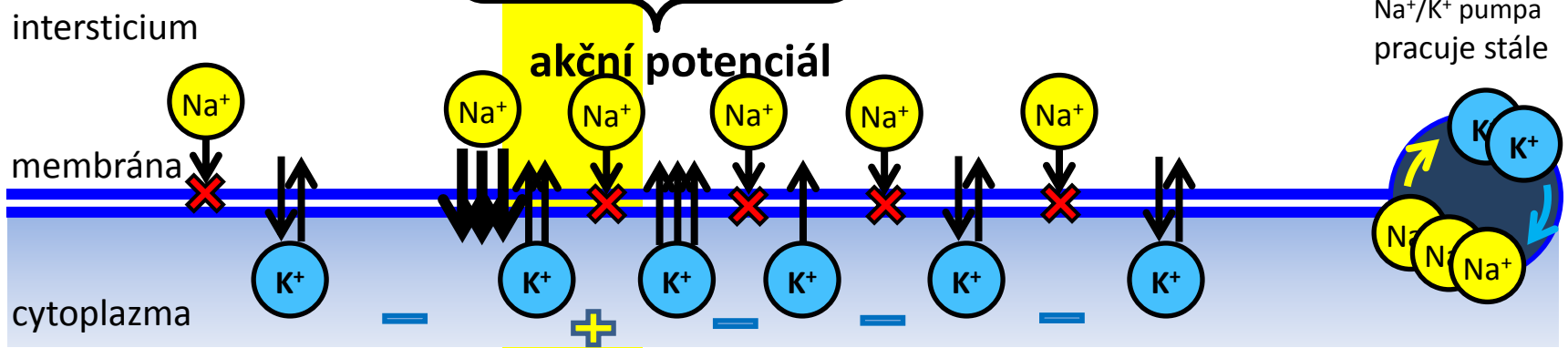
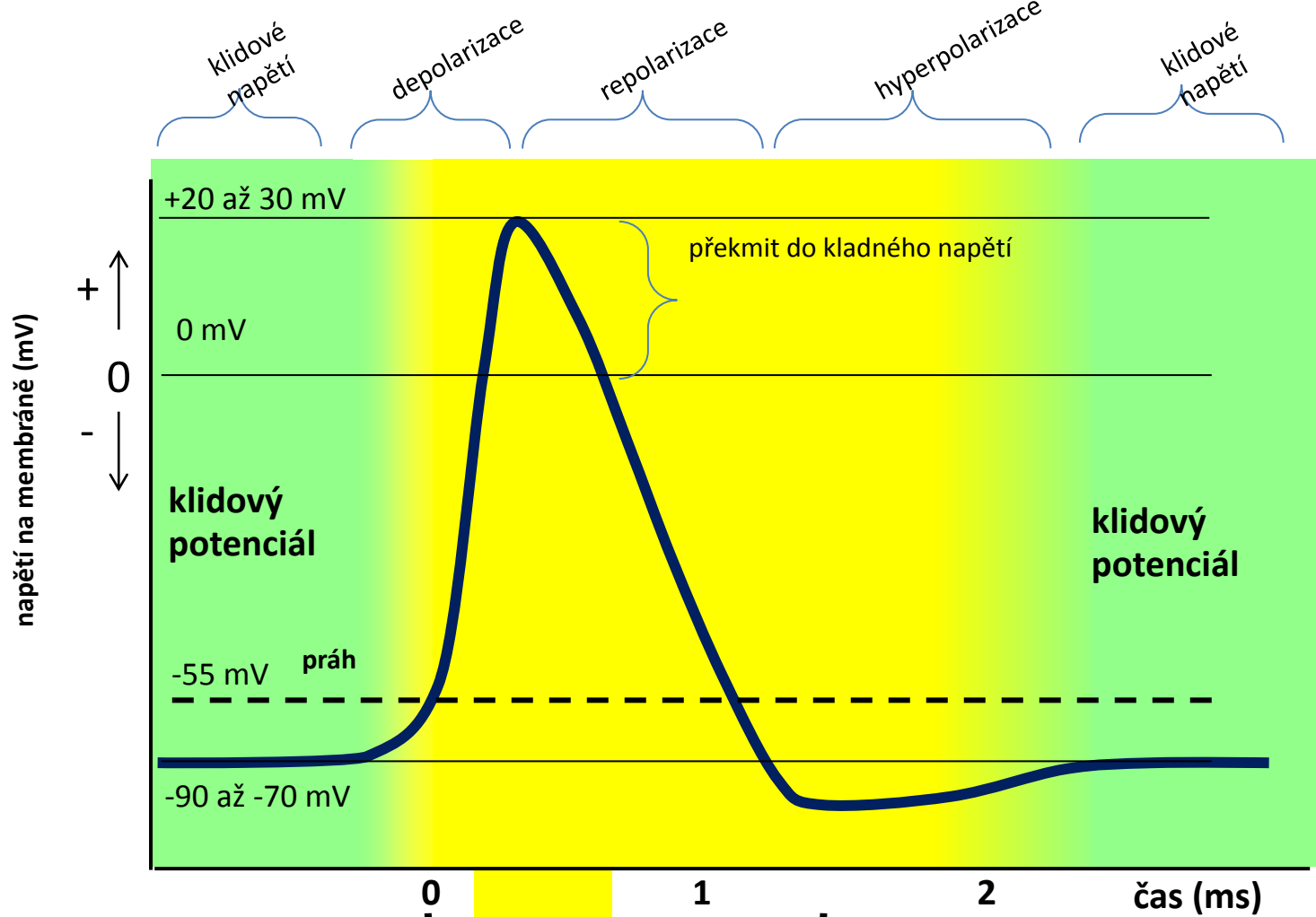
- na membráně buňky za klidových podmínek
- uvnitř buňky je záporný náboj, na povrchu buňky je kladný náboj
- buňka je nepropustná pro Na^+
- uvnitř buňky je větší koncentrace K^+ , mimo buňku je větší koncentrace Na^+
- koncentrace K^+ uvnitř je menší než koncentrace Na^+ vně
 - záporný náboj uvnitř buňky

Klidové napětí a akční potenciál

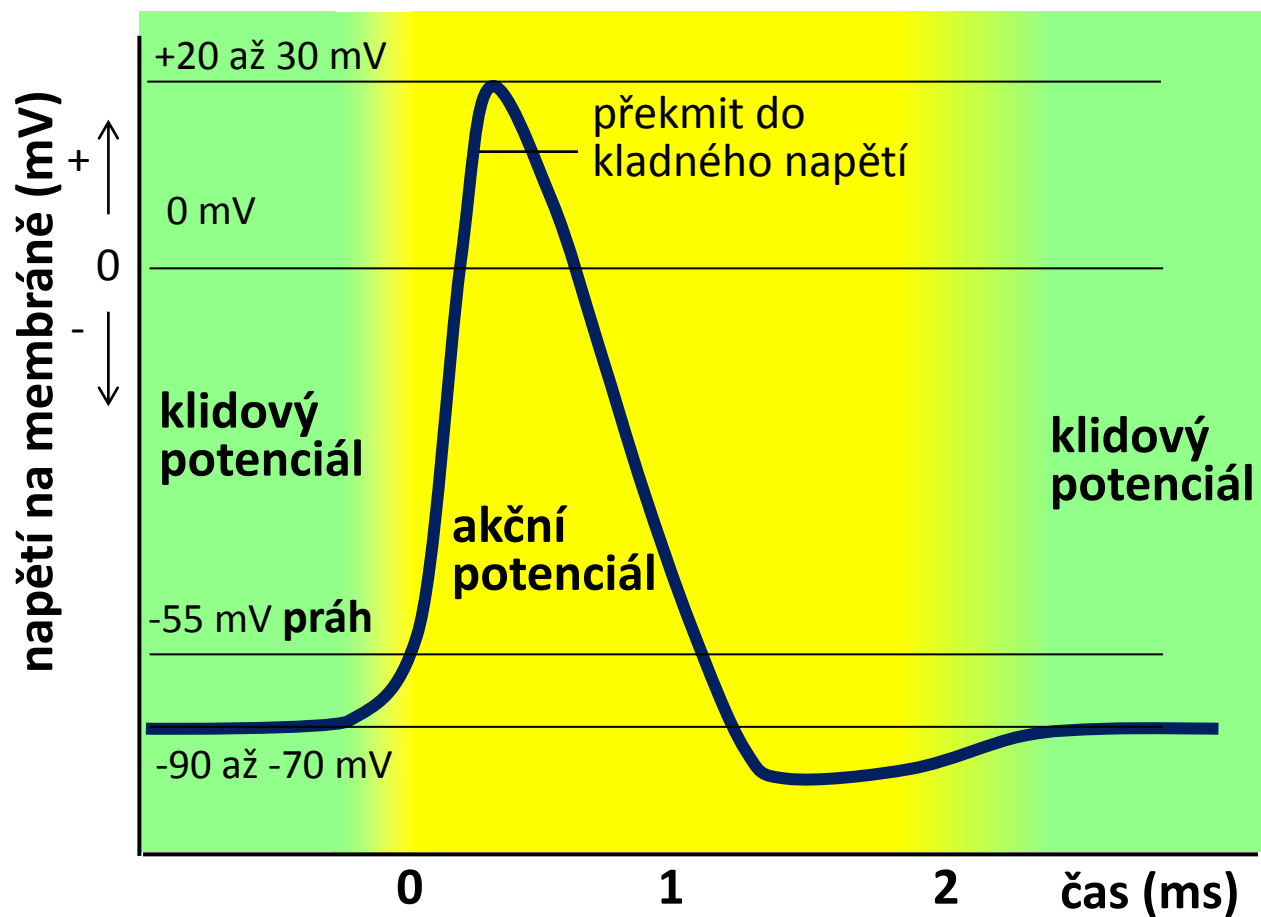
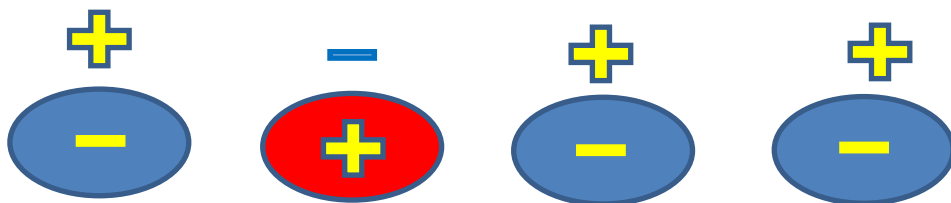


Akční potenciál (AP)

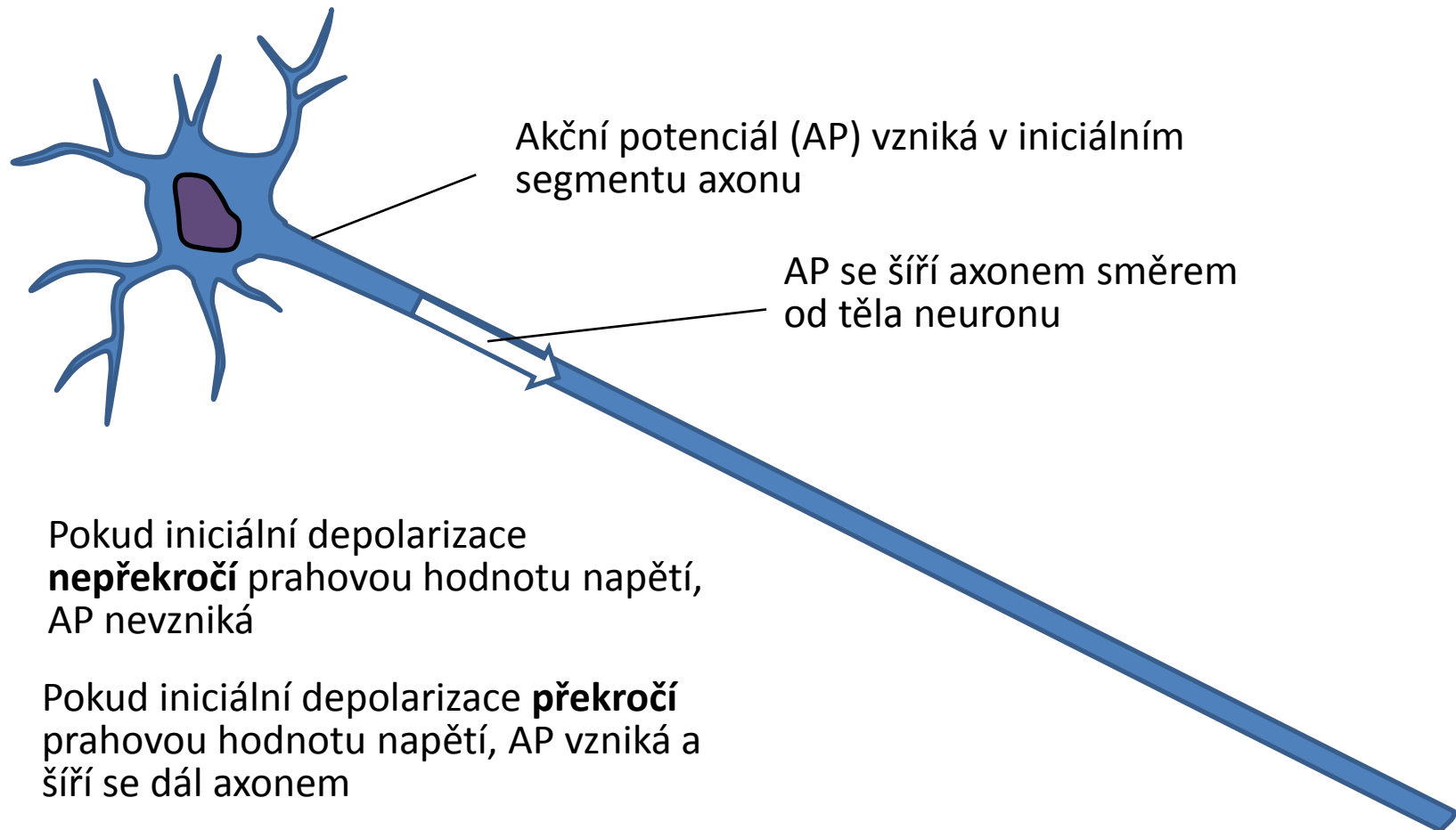
- Pokud je překročena prahová hodnota napětí (-55 mV), vzniká na membráně akční potenciál
- **Fáze depolarizace**
 - otevírají se kanály pro Na^+
 - Na^+ vstupuje do buňky
- Zákon vše nebo nic – nepřekročí-li se práh, žádný AP, překročí-li se práh – vzniká AP
- **Fáze repolarizace**
 - kanály pro Na^+ jsou znovu zavřeny
 - K^+ vstupuje do buňky
 - Na^+ je pumpován ven
 - Napětí se dostává zpět ke klidovým hodnotám



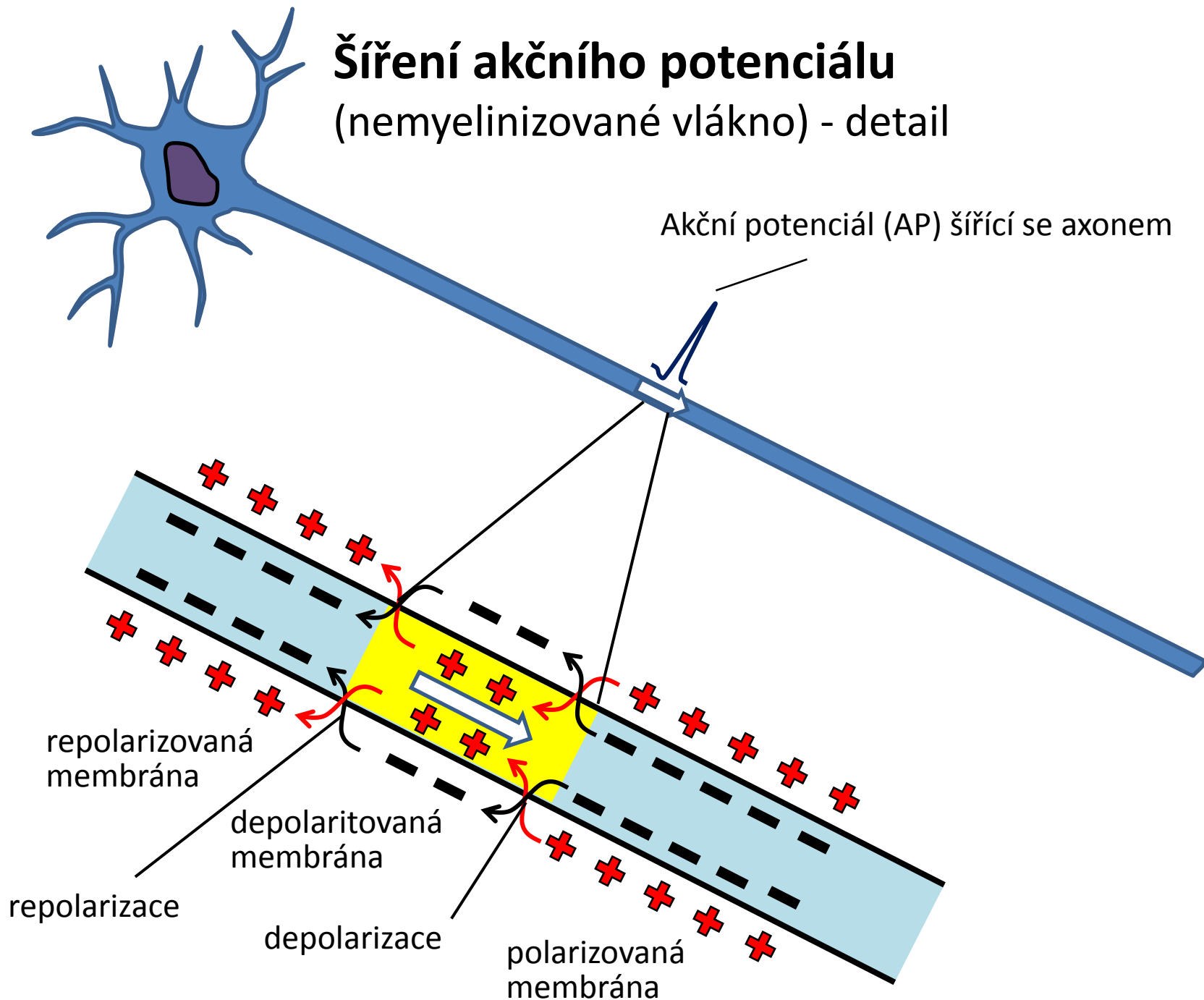
Klidové napětí a akční potenciál – polarita části neuronu



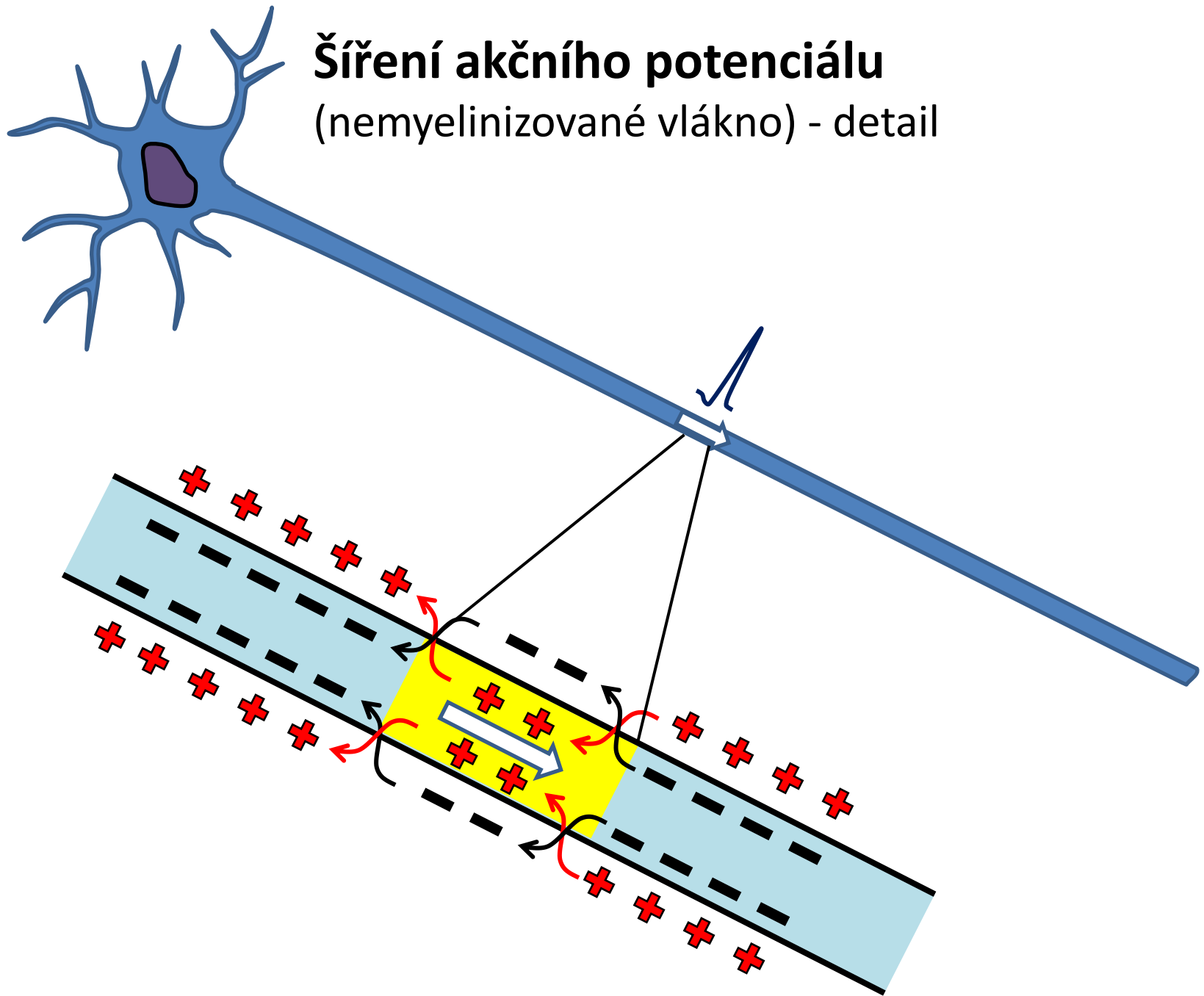
Šíření akčního potenciálu (nemyelinizované vlákno)



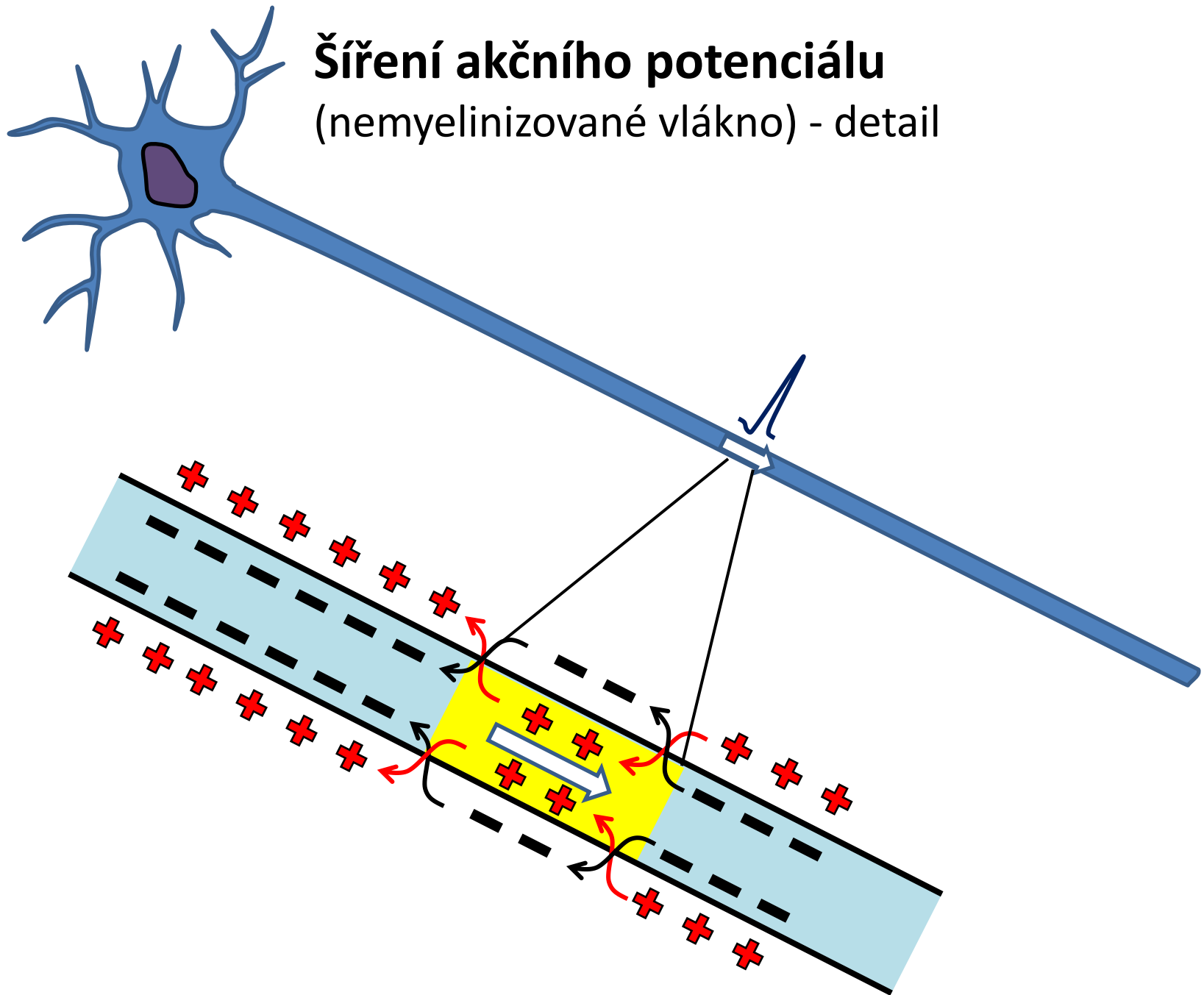
Šíření akčního potenciálu (nemyelinizované vlákno) - detail



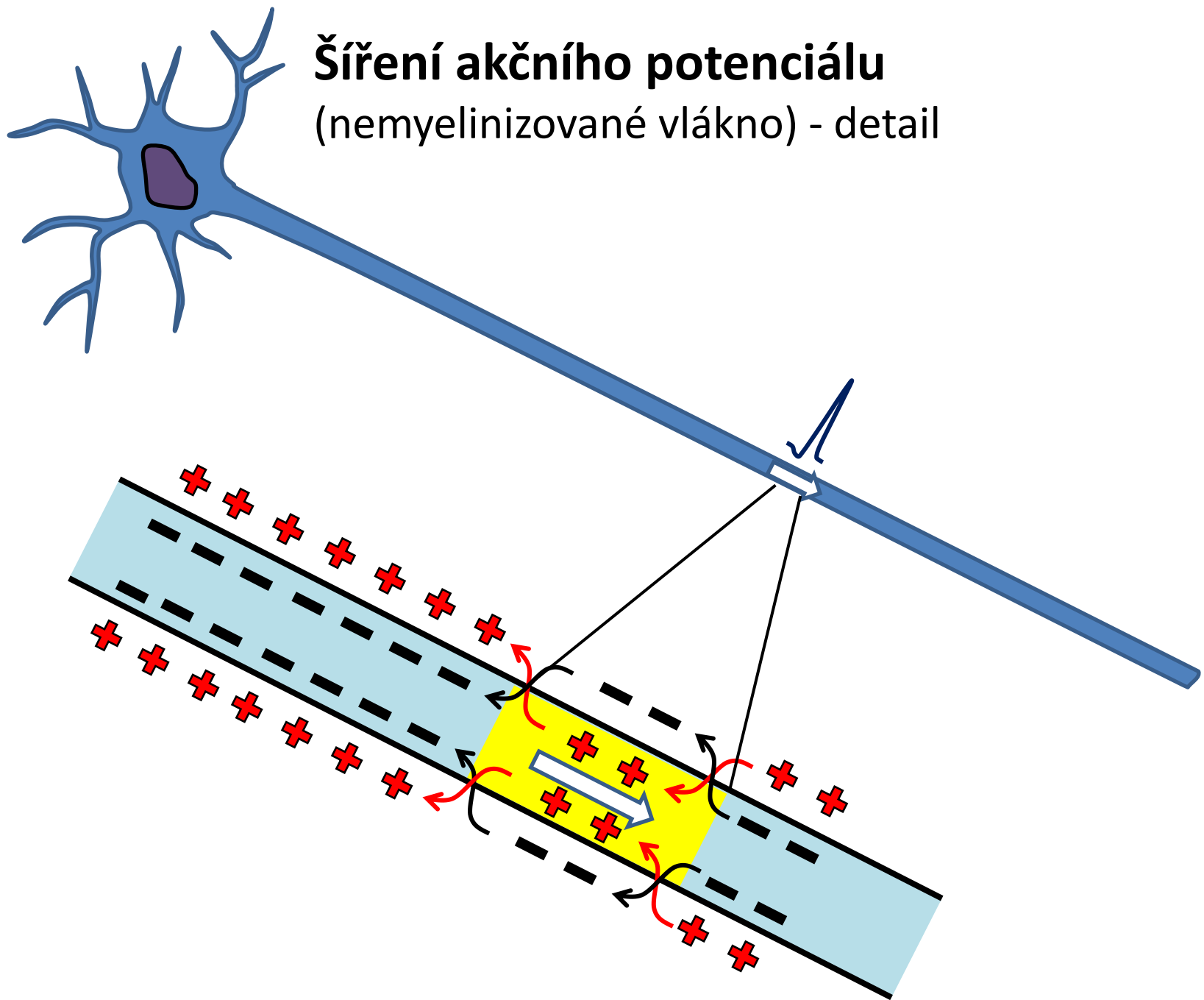
Šíření akčního potenciálu (nemyelinizované vlákno) - detail



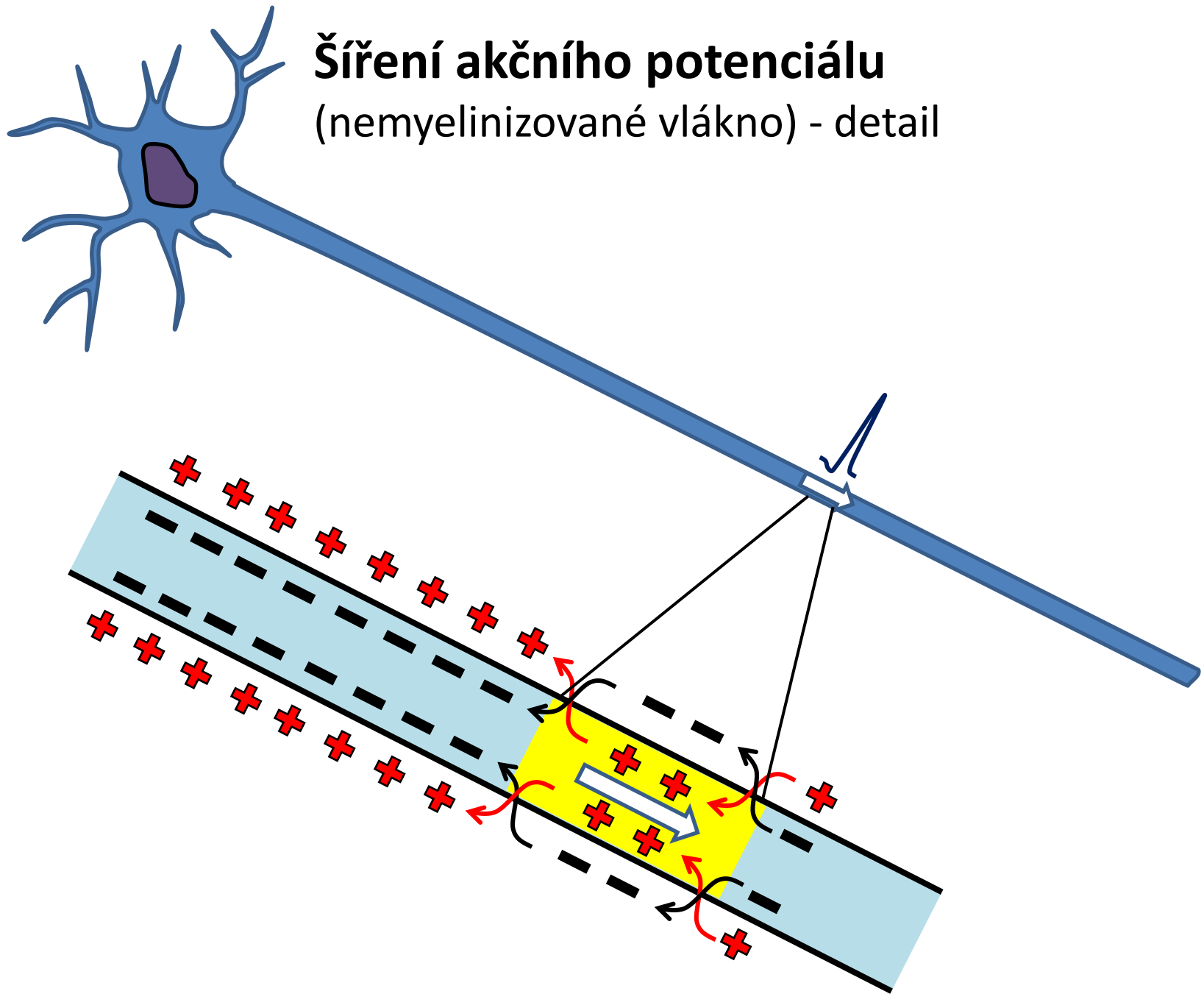
Šíření akčního potenciálu (nemyelinizované vlákno) - detail



Šíření akčního potenciálu (nemyelinizované vlákno) - detail

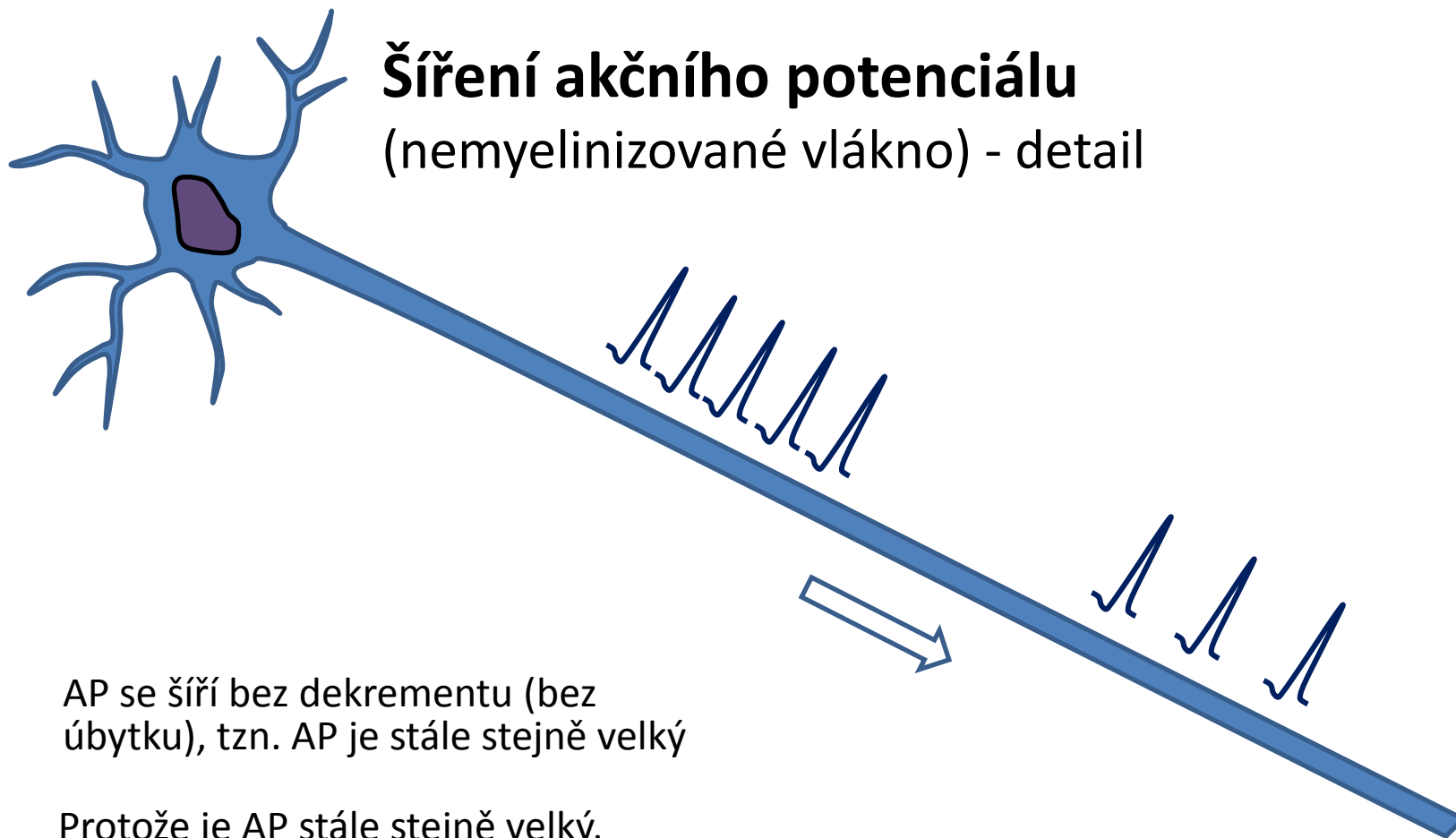


Šíření akčního potenciálu (nemyelinizované vlákno) - detail



Šíření akčního potenciálu

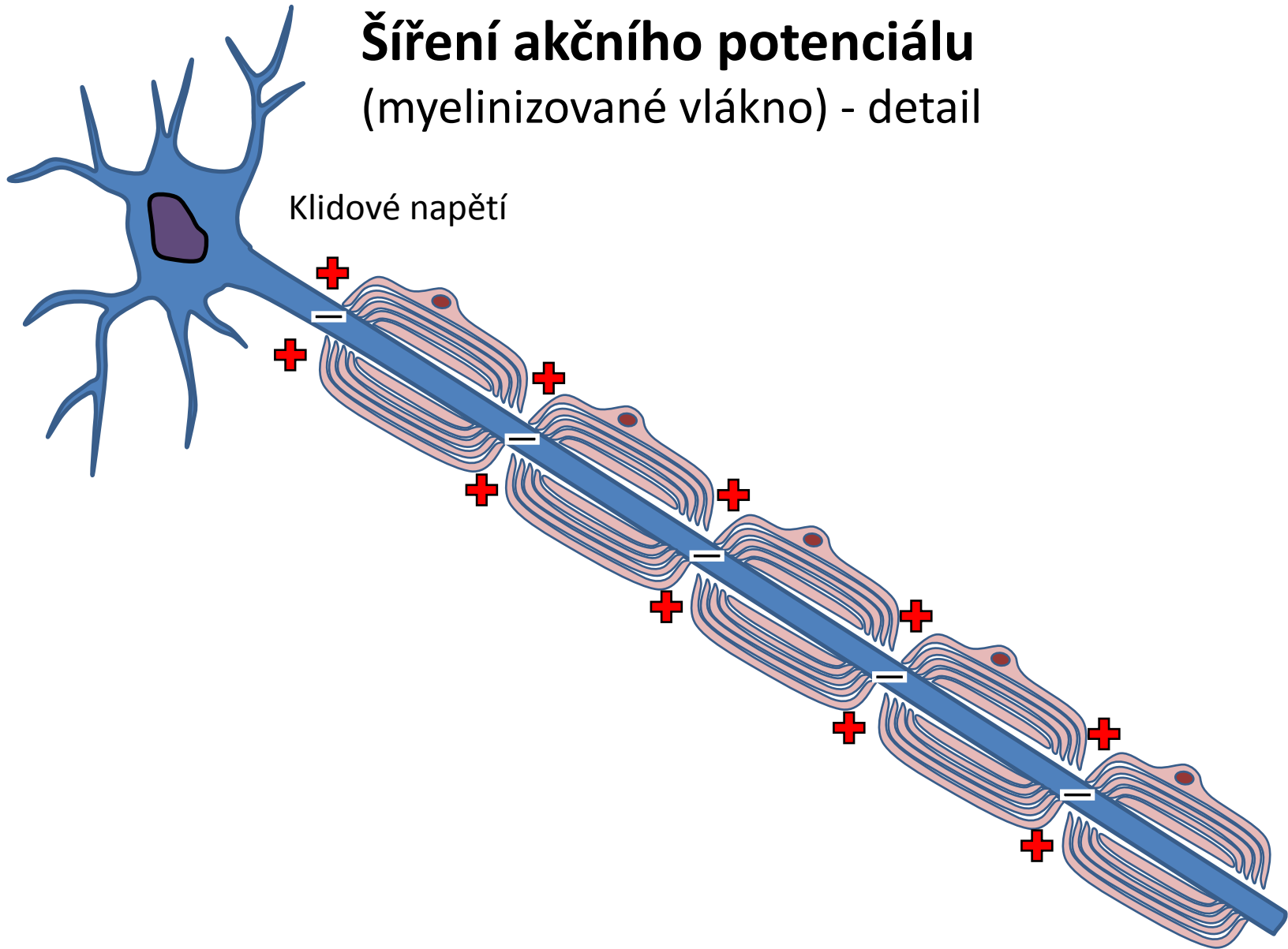
(nemyelinizované vlákno) - detail



AP se šíří bez dekrementu (bez úbytku), tzn. AP je stále stejně velký

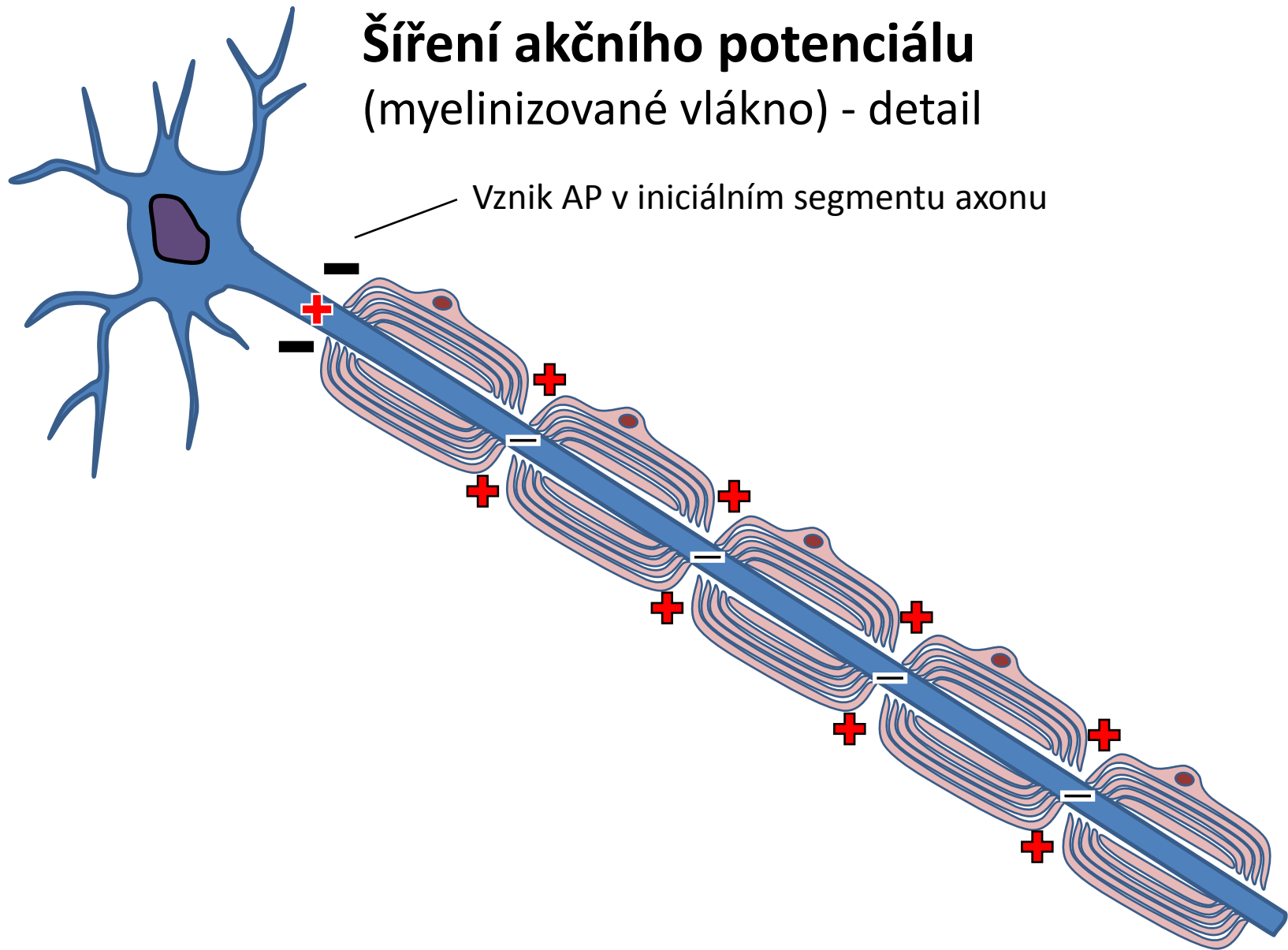
Protože je AP stále stejně velký, přenášená informace se kóduje do frekvence AP

Šíření akčního potenciálu (myelinizované vlákno) - detail



Šíření akčního potenciálu

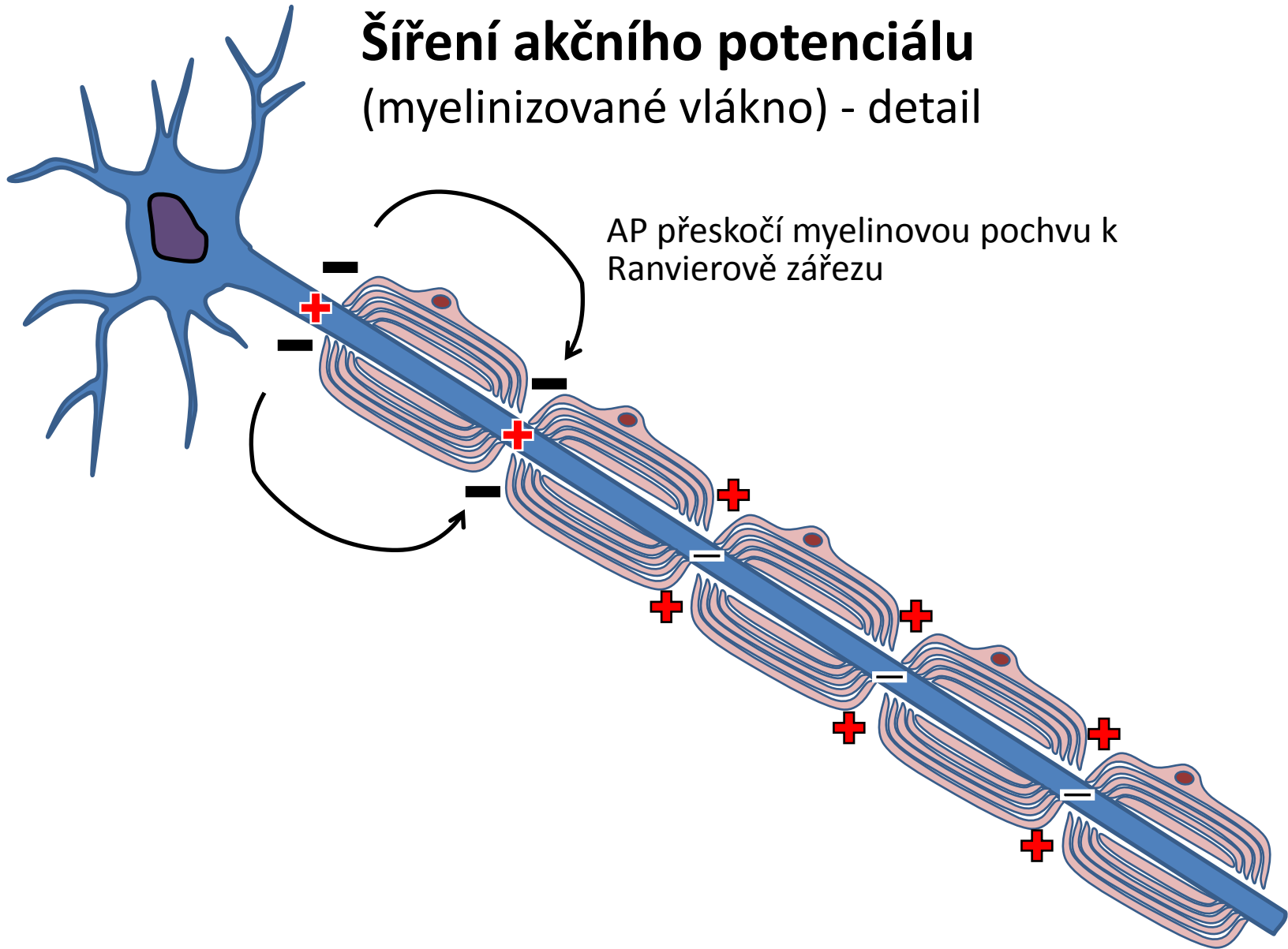
(myelinizované vlákno) - detail



Šíření akčního potenciálu

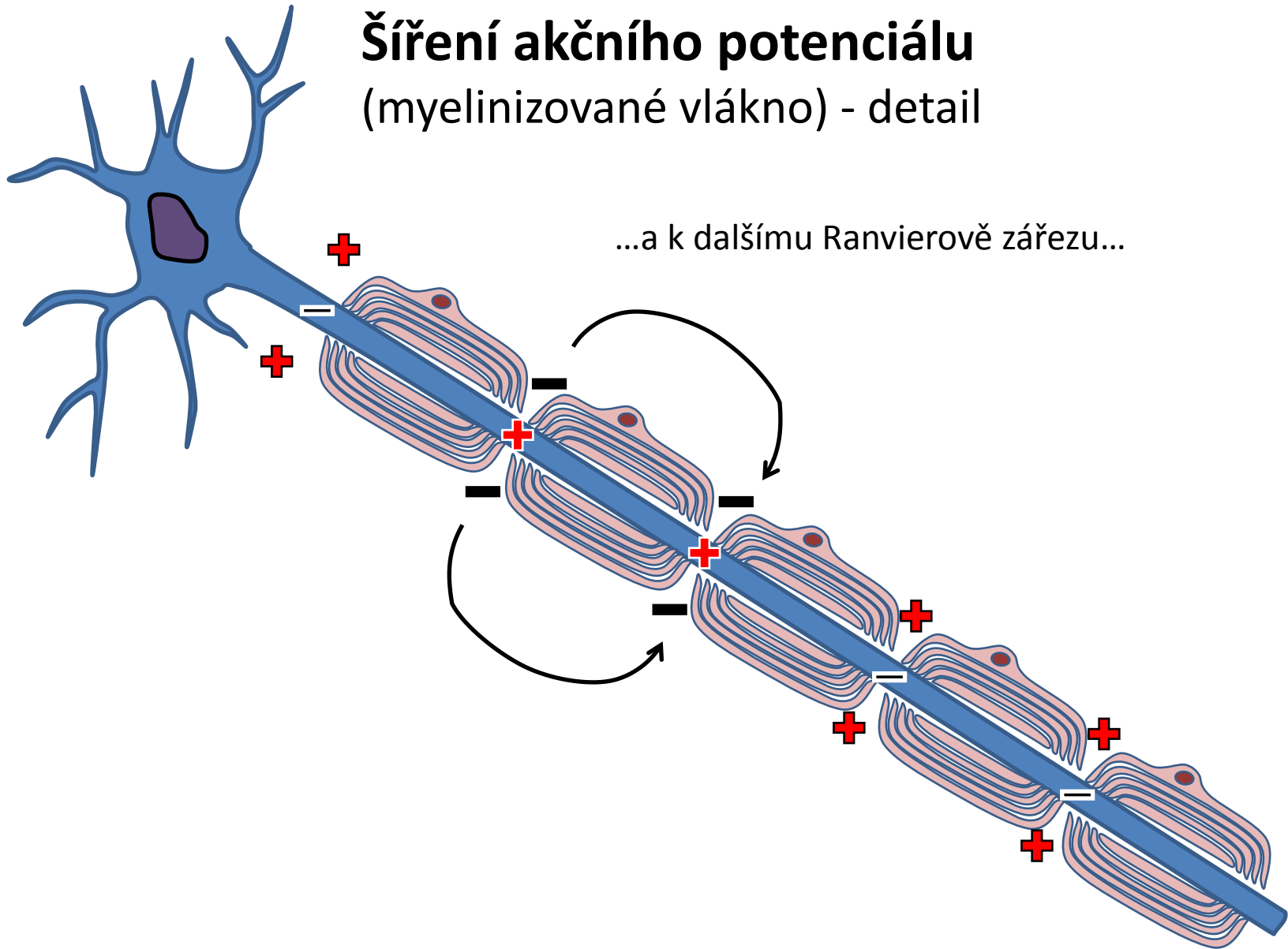
(myelinizované vlákno) - detail

AP přeskočí myelinovou pochvu k
Ranvierově zářezu

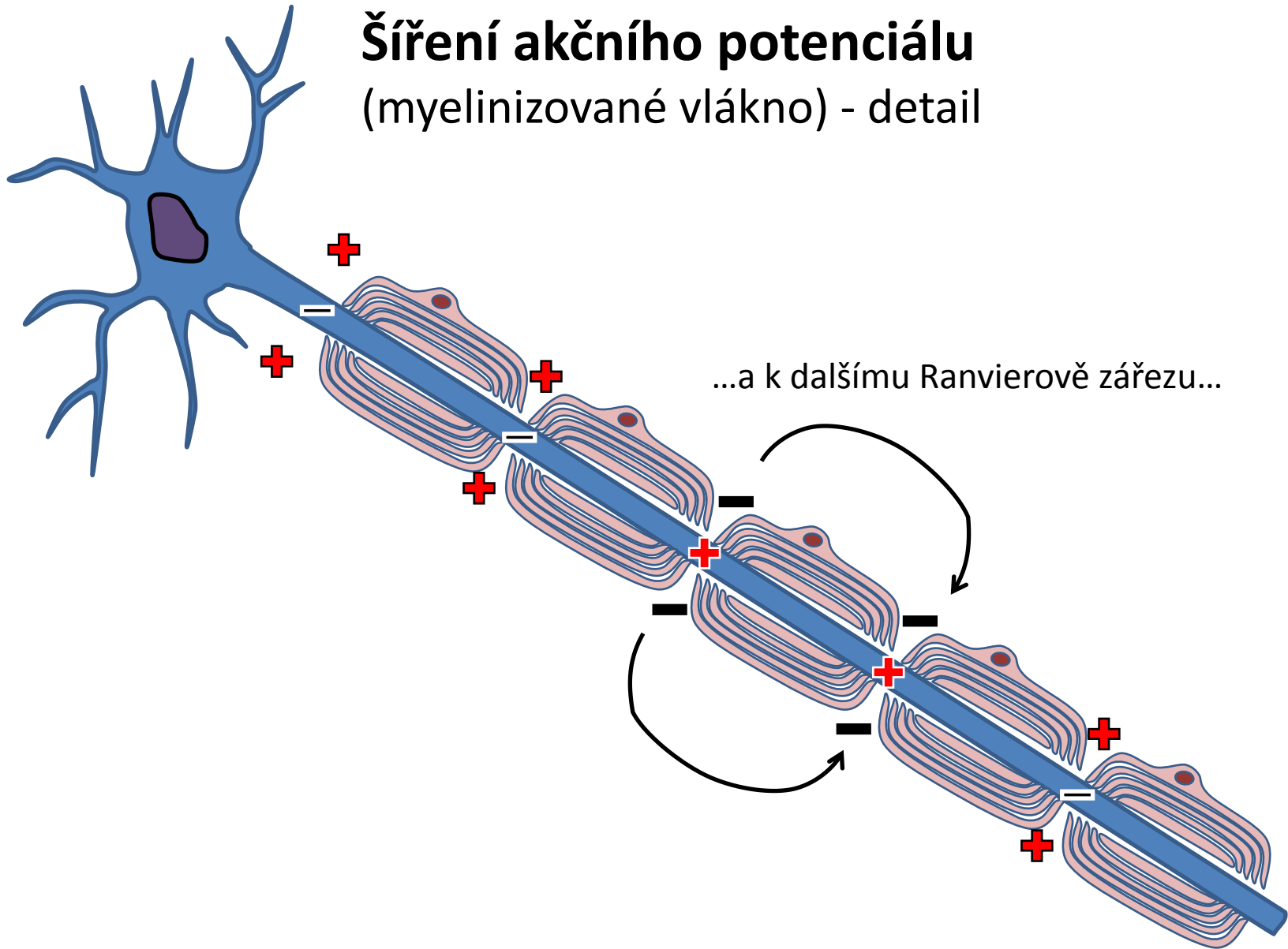


Šíření akčního potenciálu (myelinizované vlákno) - detail

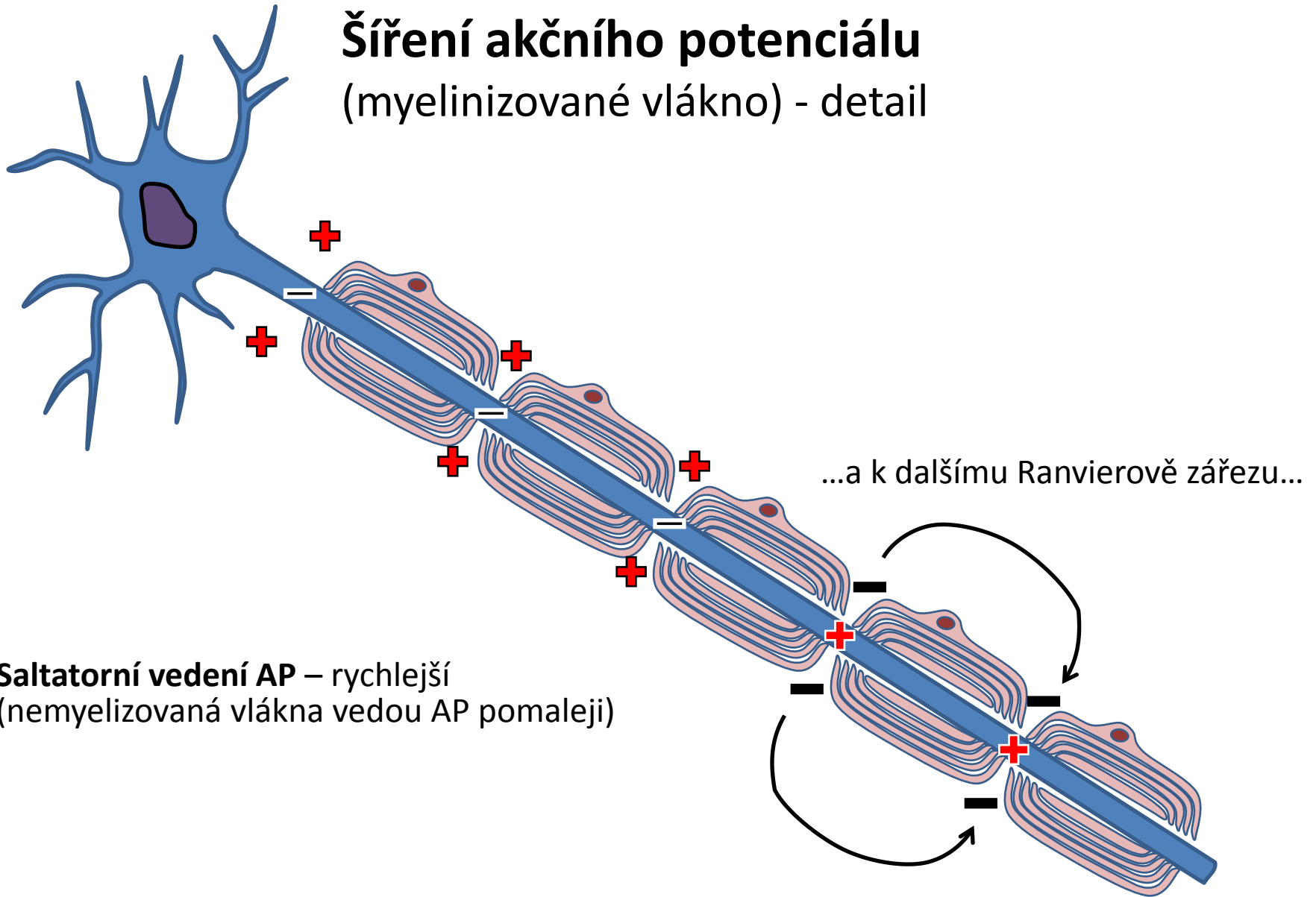
...a k dalšímu Ranvierově zářezu...



Šíření akčního potenciálu (myelinizované vlákno) - detail

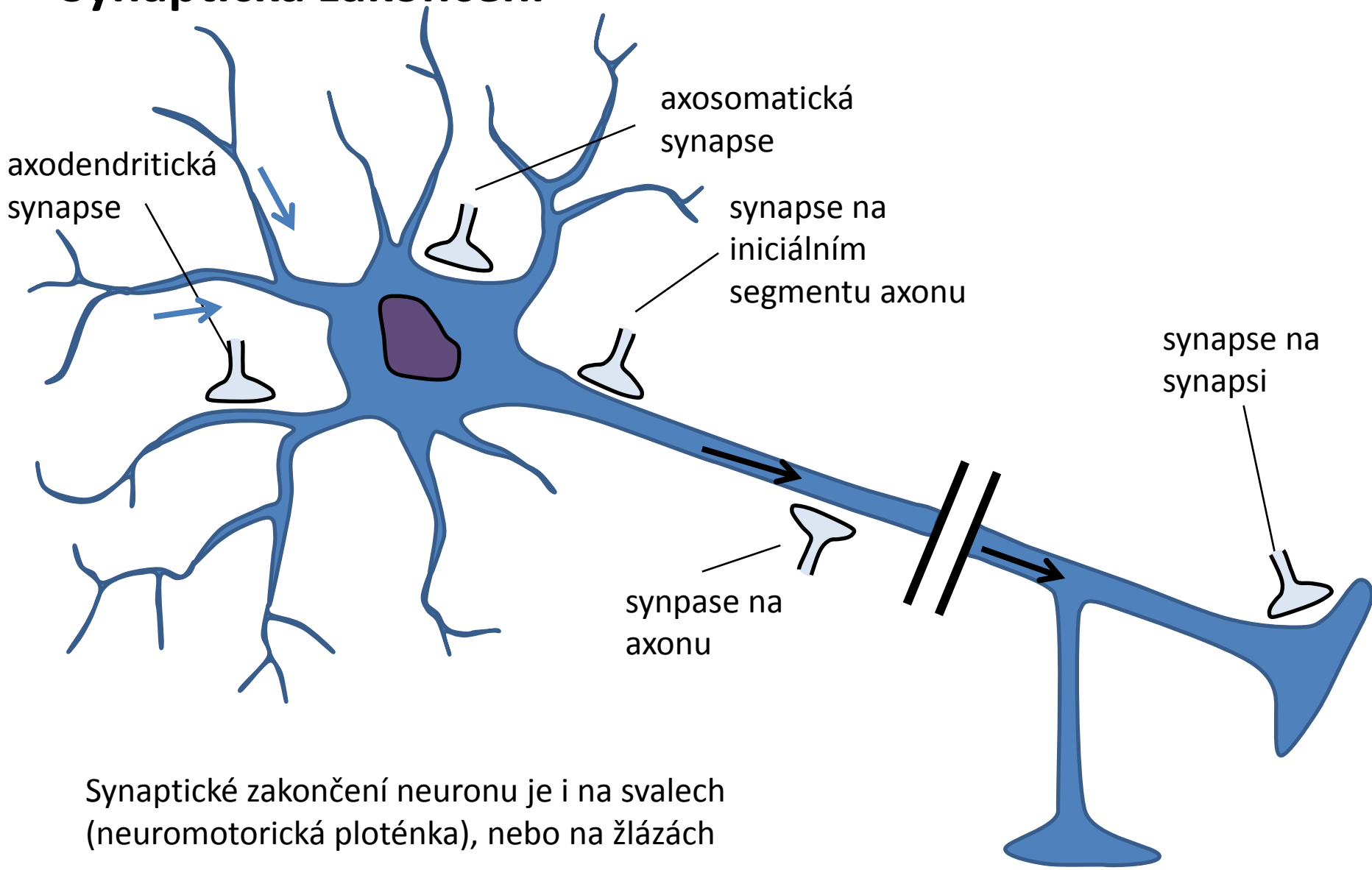


Šíření akčního potenciálu (myelinizované vlákno) - detail



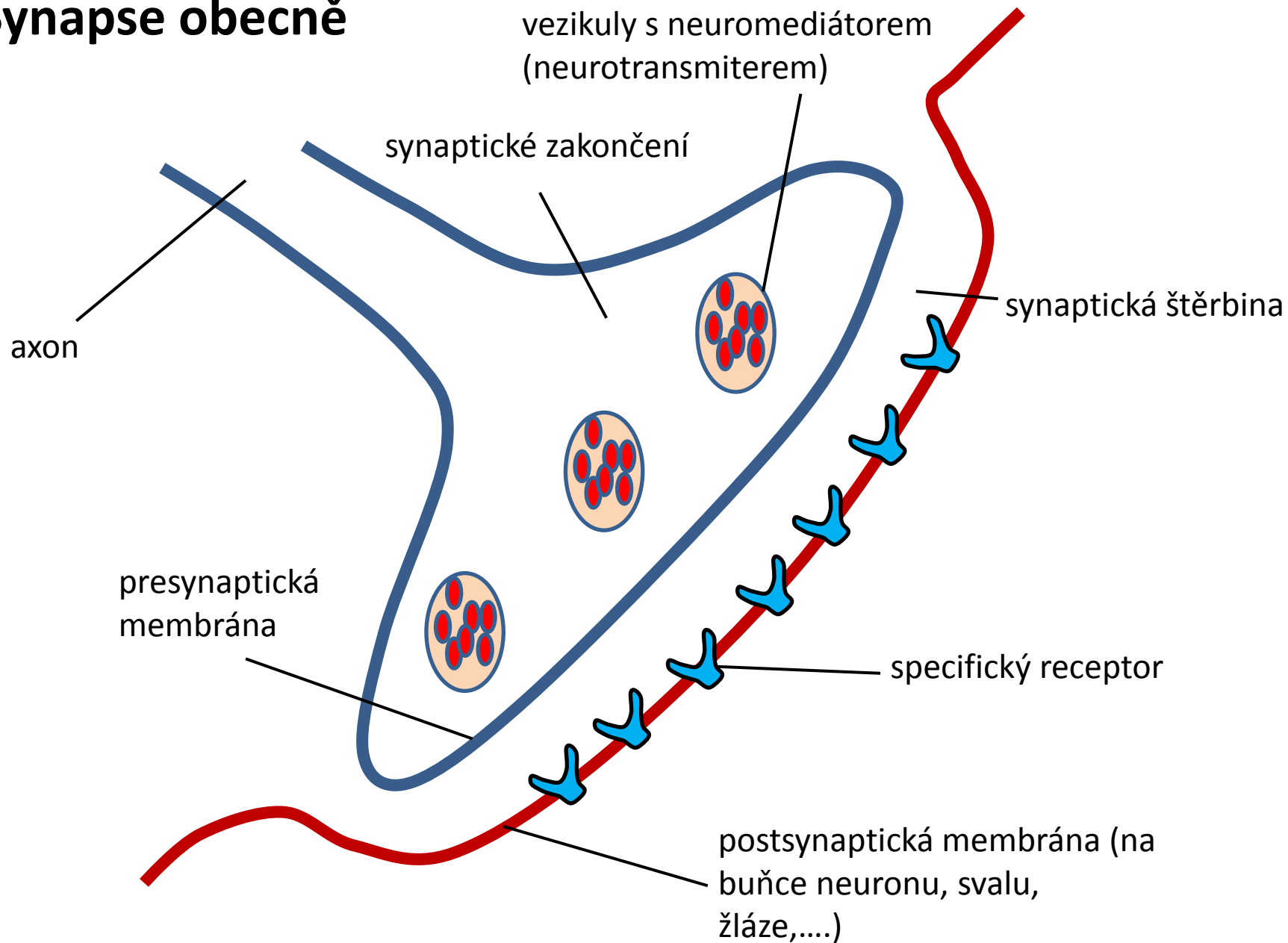
Saltatorní vedení AP – rychlejší
(nemyelinizovaná vlákna vedou AP pomaleji)

Synaptická zakončení

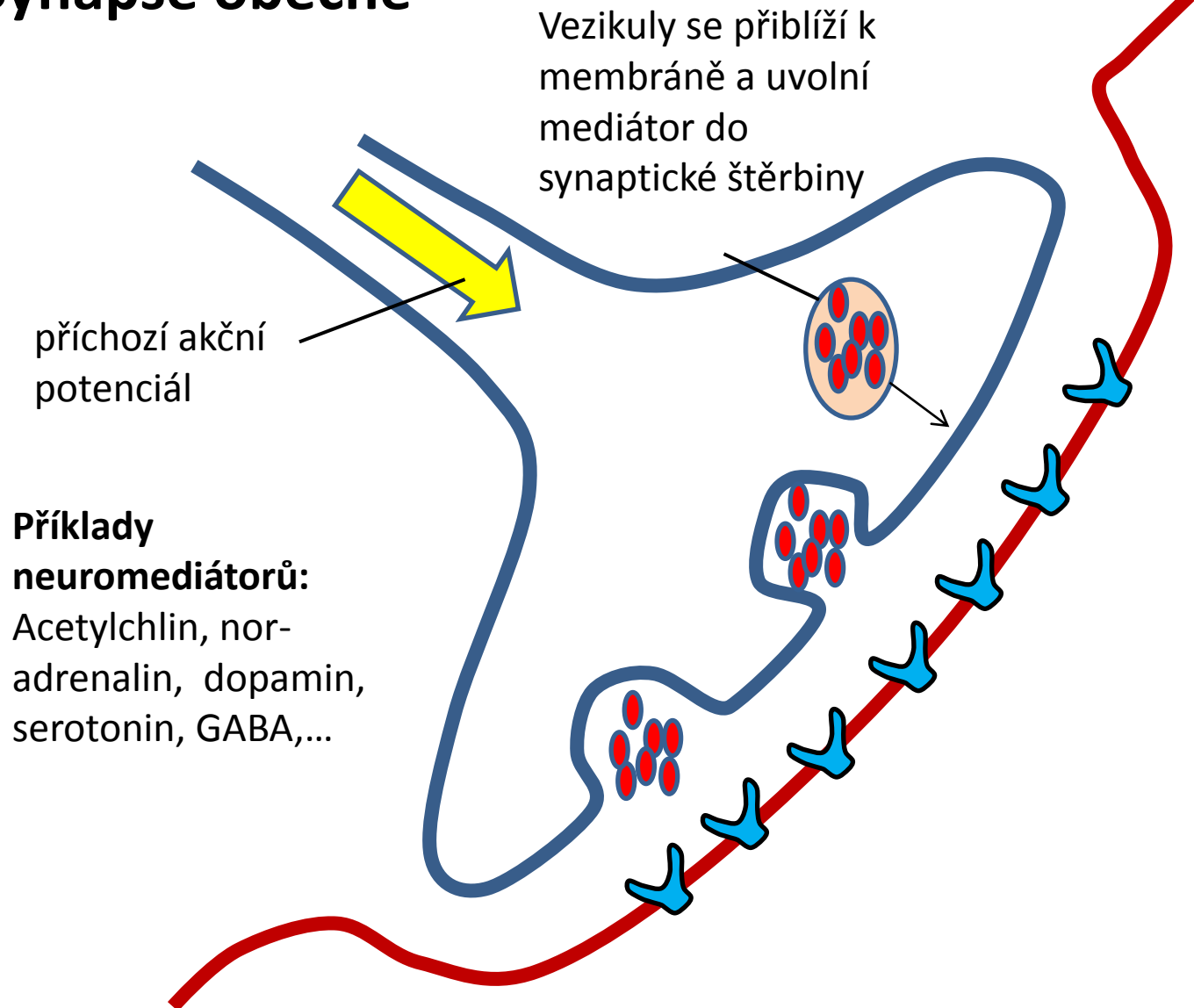


Synaptické zakončení neuronu je i na svalech (neuromotorická ploténka), nebo na žlázách

Synapse obecně



Synapse obecně



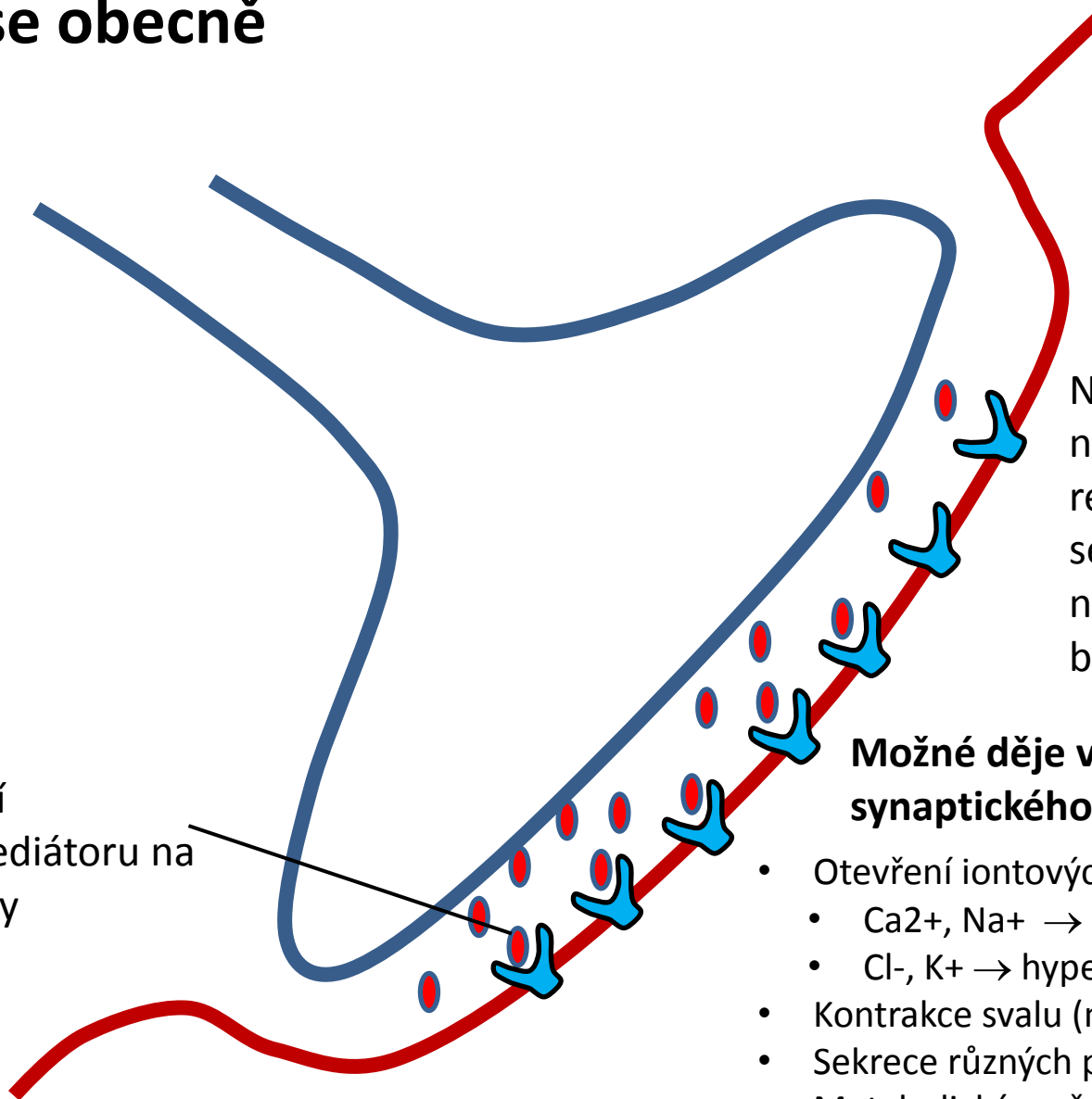
příchozí akční potenciál

Vezikuly se přiblíží k membráně a uvolní mediátor do synaptické štěrbině

Příklady neuromediátorů:
Acetylchlin, nor-adrenalin, dopamin, serotonin, GABA,...

Synapse obecně

Navázání
neuromediátoru na
receptory



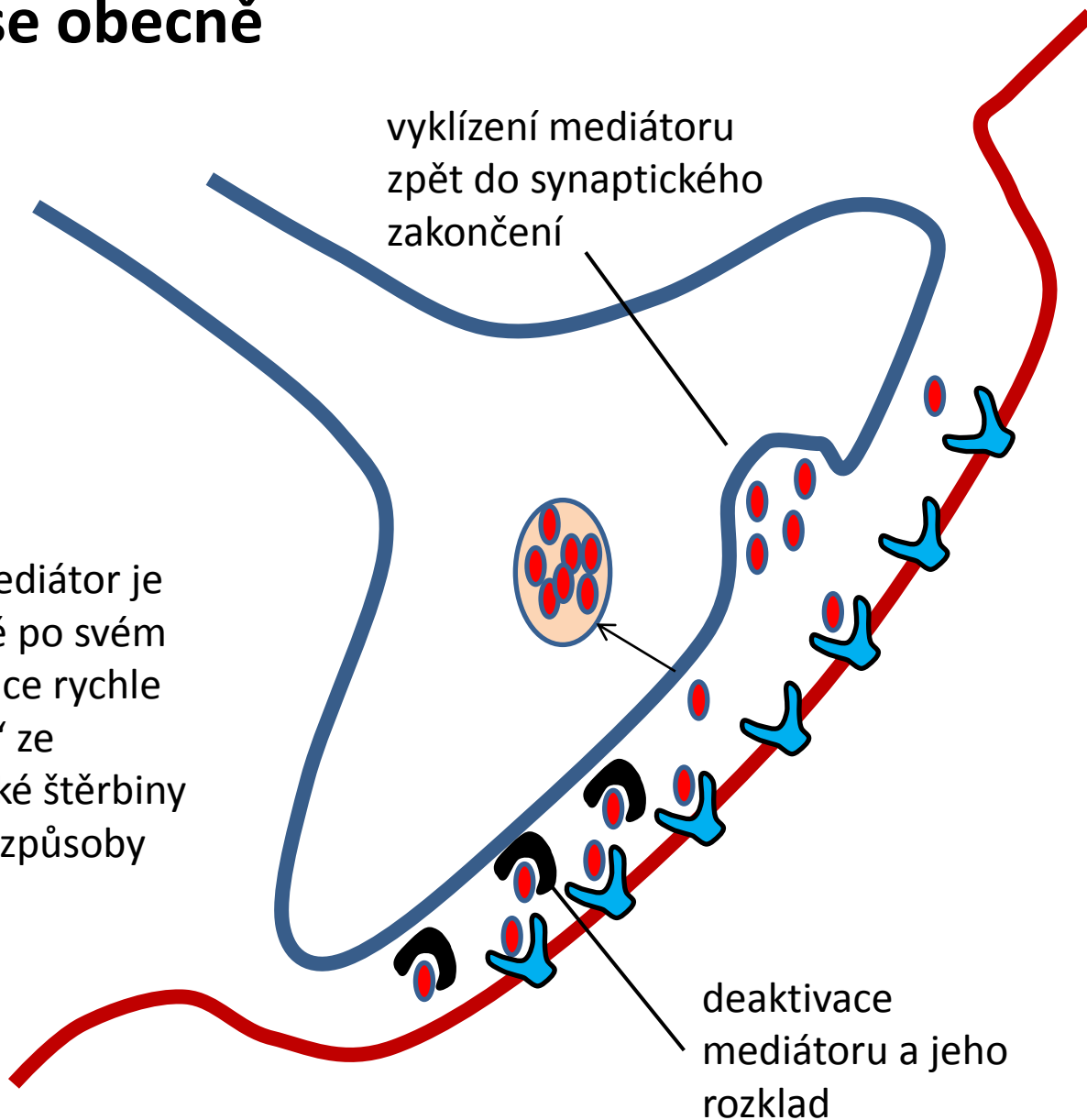
Neuromediátor
navázaný na
receptor spouští
sekvenci dalších dějů
na postsynaptické
buňce

Možné děje vyvolané navázáním synaptického mediátoru:

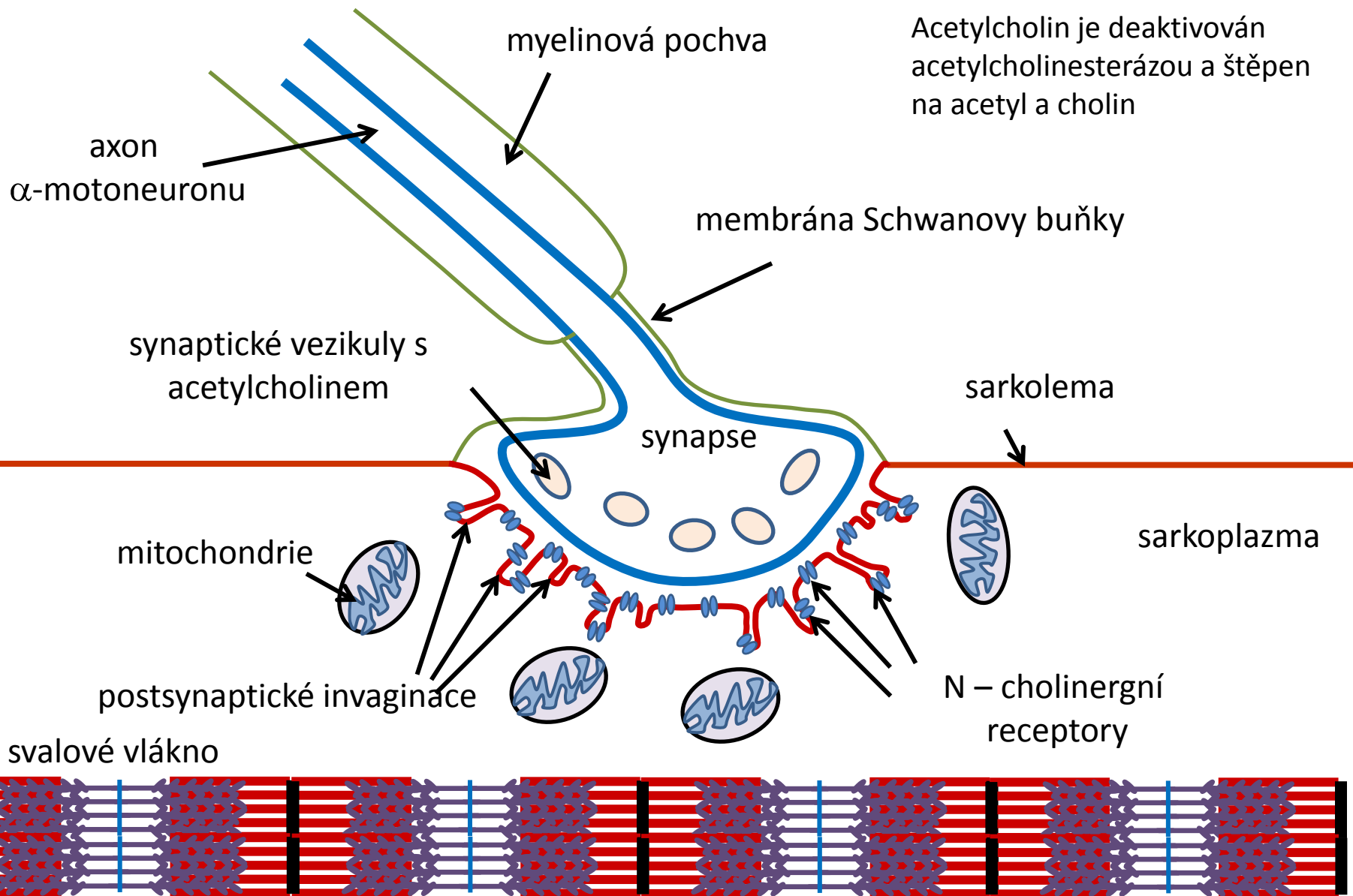
- Otevření iontových kanálů pro
 - Ca^{2+} , Na^{+} → depolarizace membrány
 - Cl^{-} , K^{+} → hyperpolarizace membrány
- Kontrakce svalů (nervosvalové ploténka)
- Sekrece různých působků (u žláz)
- Metabolické změny, atd.....

Synapse obecně

Neuromediátor je následně po svém vylití velice rychle „uklizen“ ze synaptické štěrby různými způsoby



Příklad: Nervo-svalová ploténka kosterního svalu



Drogy, jedy a receptory

(bonus, netřeba znát)

- **Heroin – opiáty** – opioidní receptory - adaptivní
 - Ve své důsledku inhibují vylití noradrenalinu ze zakončení sympatických nervových vláken – inhibice efektu sympatiku
 - (mioza – zúžení zornic)
- **Atropin (beladona)** - tlumí muskarinové receptory, na které se váže acetylcholin – inhibice aktivity parasymptatiku
 - (mydriáza – rozšíření zornic)
- **Botulotoxin** – inhibice vylití acetylcholinu na nervosvalové ploténce – nedochází ke kontrakci svalů – ochablost, udušení



- **Muskarin** – jed muchomůrky – váže se na muskarinové receptory – aktivace parasymptatické odezvy
- **nervově paralytické bojové látky** (zvláště organofosfáty, např. **sarin**) – inhibice acetylcholin esterázy – akumulace acetylcholinu vede ke trvalé kontrakci svalů - udušení



Postsynaptický potenciál (PSP)

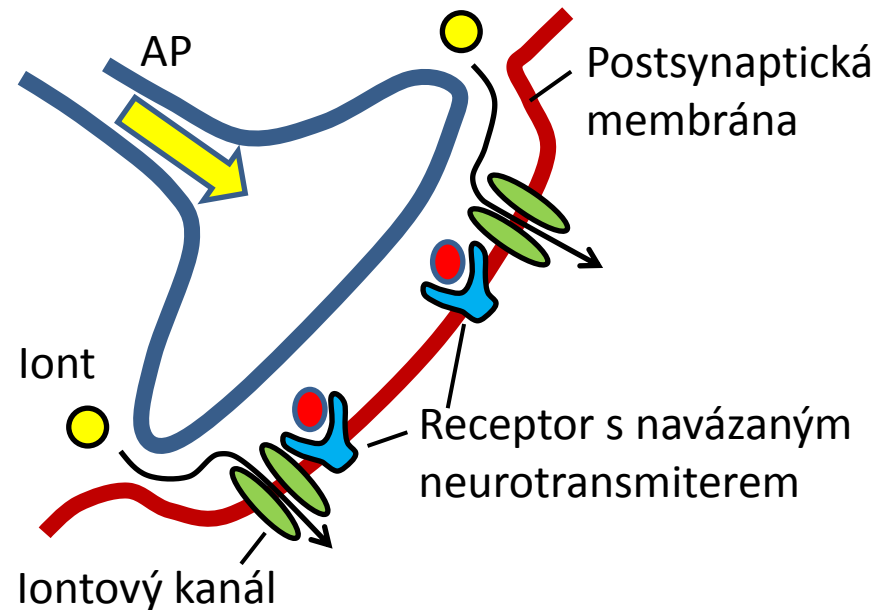
Neurotransmitery navázané na určité typy receptorů postsynaptické membrány způsobí k otevření iontových kanálů a přesun iontů z/do buňky

→ změna potenciálů na postsynaptické membráně

→ vzniká **postsynaptický potenciál**

Postsynaptický potenciál

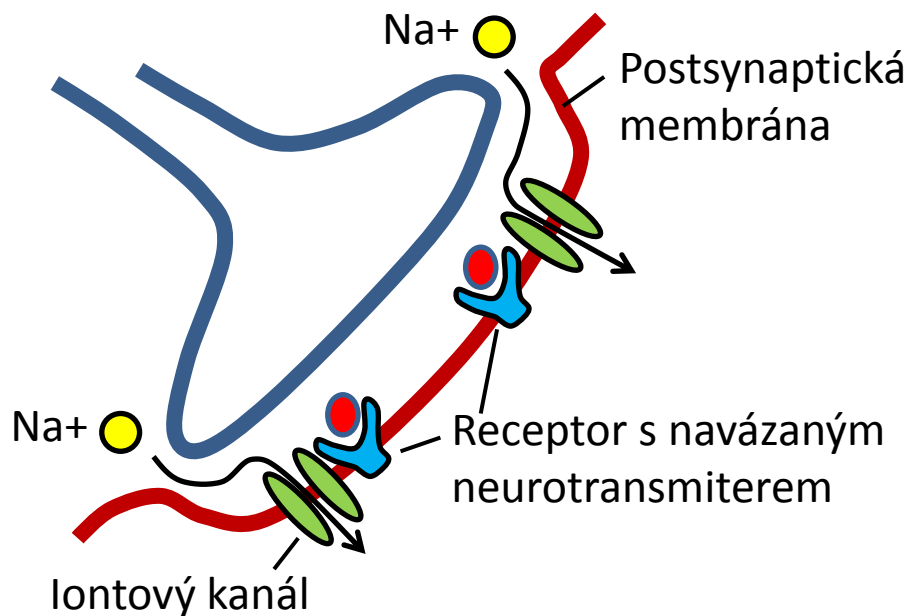
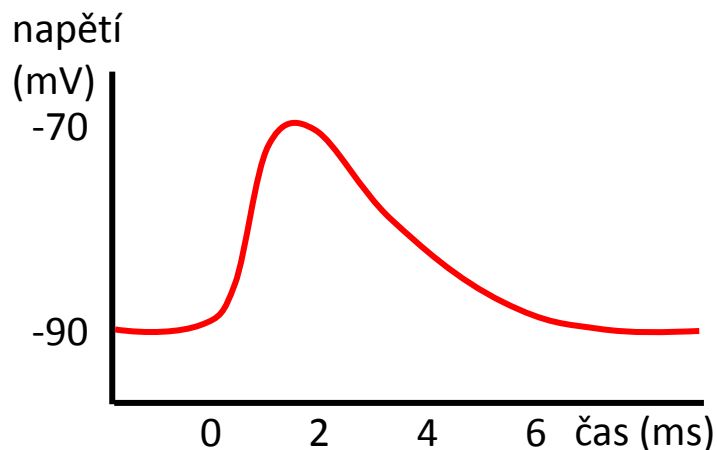
- je slabý (mnohokrát slabší než AP)
- šíří se od synapse s dekrementem (úbytkem) – zmenšuje se, když se vzdaluje od synapse (postupně zaniká)



Jeden typ neurotransmiteru se váže na jeden typ receptoru a otvírá jeden typ iontových kanálů

Excitační postsynaptický potenciál (EPSP)

Postsynaptický potenciál vyvolávající depolarizaci buňky (ale mnohem slabší než je AP)
Vstup kationtů do buňky (např. Ca^{2+} nebo Na^+)

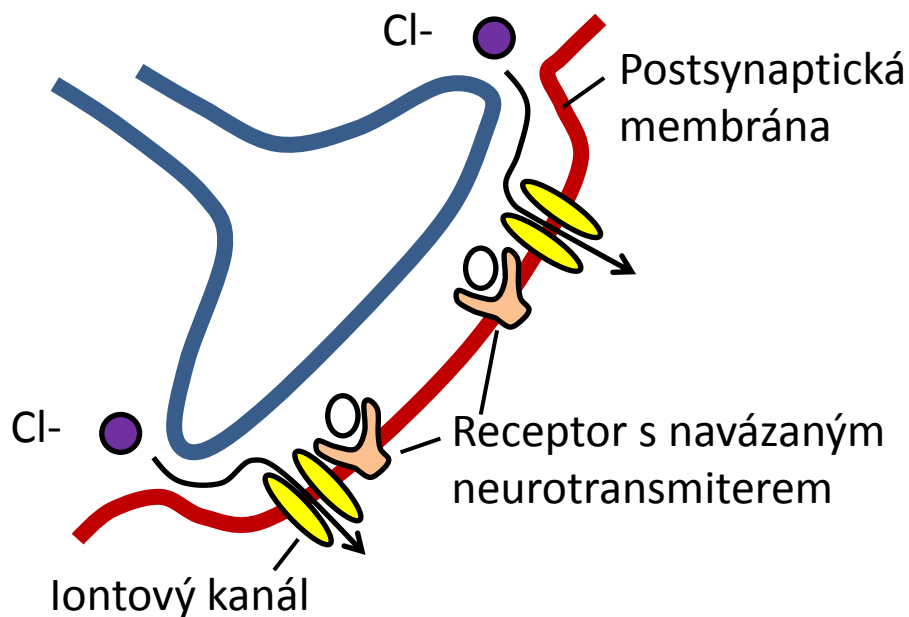
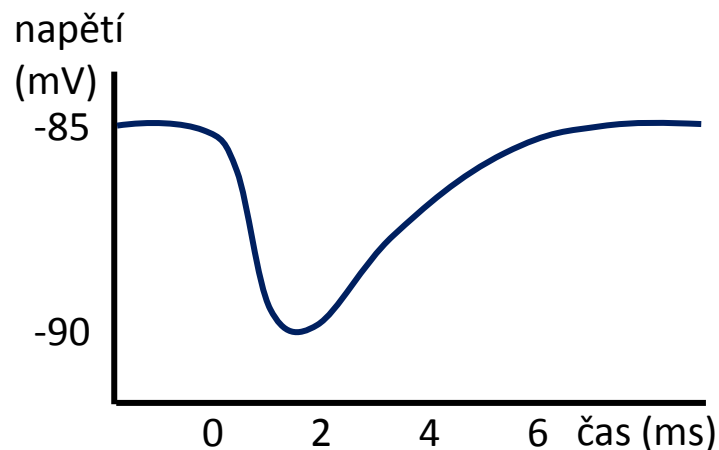


Jeden typ neurotransmiteru se váže na jeden typ receptoru a otvírá jeden typ iontových kanálů
Např. acetylcholin navázaný na nikotinový receptor způsobí otevření kanálu pro Na^+ a vstup Na^+ do buňky

Inhibiční postsynaptický potenciál (IPSP)

Postsynaptický potenciál vyvolávající hyperpolarizaci buňky

Vstup aniontů do buňky (např. Cl^-) nebo výstup kationtů z buňky (K^+)

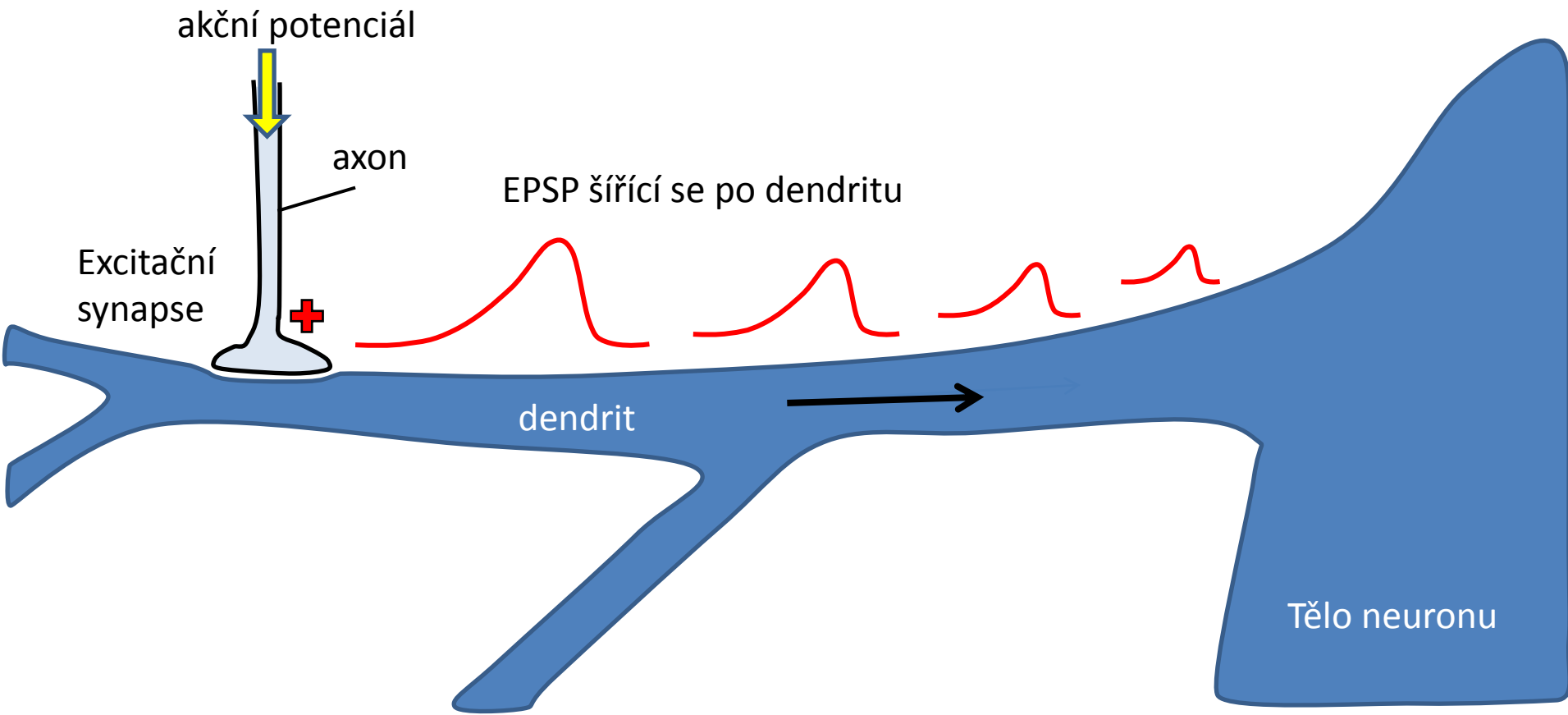


Jeden typ neurotransmiteru se váže na jeden typ receptoru a otvírá jeden typ iontových kanálů
Např. GABA navázaná na GABA_A způsobí otevření kanálu pro Cl^- a vstup Cl^- do buňky

Šíření excitačního postsynaptického potenciálu

Postsynaptický potenciál

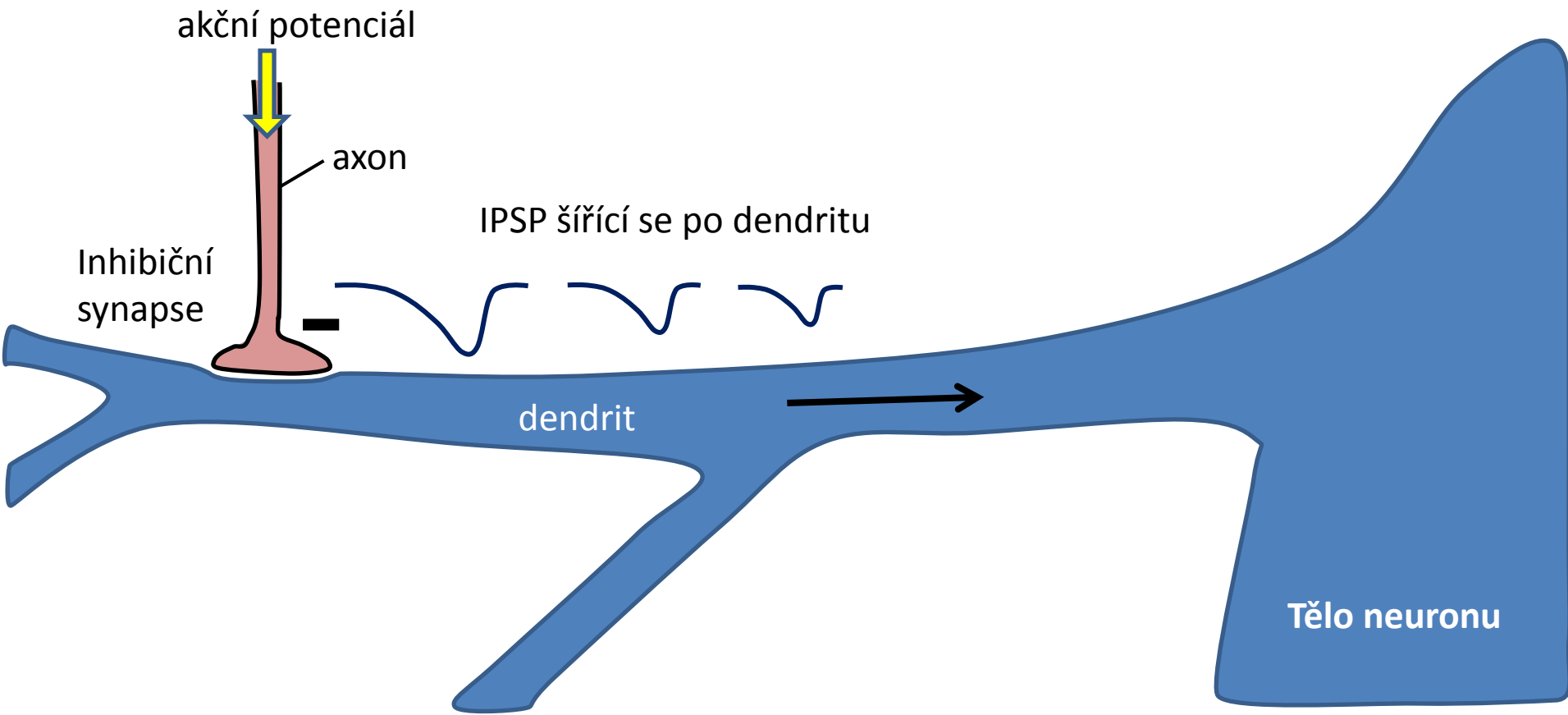
- je slabý (mnohokrát slabší než AP)
- šíří se od synapse s dekrementem (úbytkem) – zmenšuje se, když se vzdaluje od synapse (postupně zaniká)



Šíření inhibičního postsynaptického potenciálu

Postsynaptický potenciál

- je slabý
- šíří se od synapse s dekrementem (úbytkem) – zmenšuje se, když se vzdaluje od synapse (postupně zaniká)

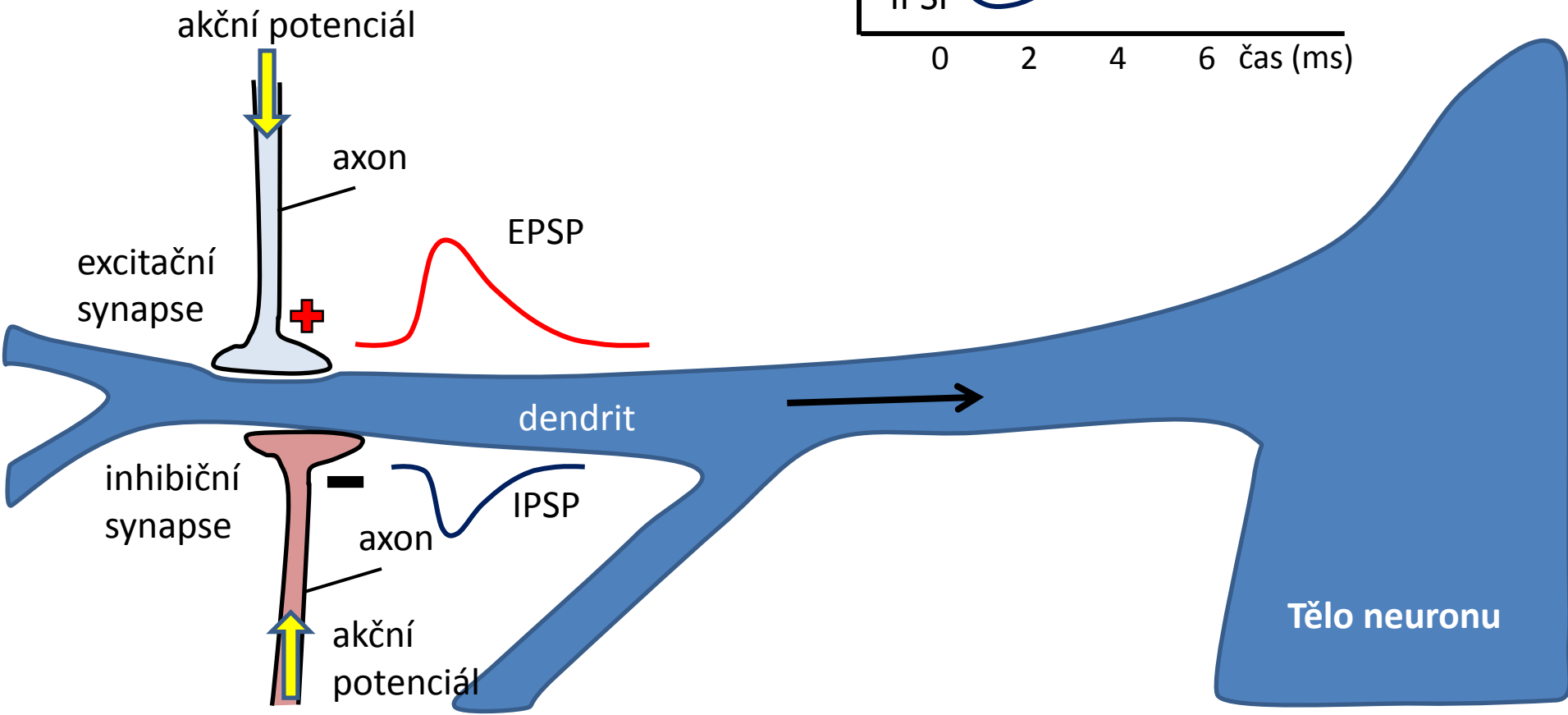
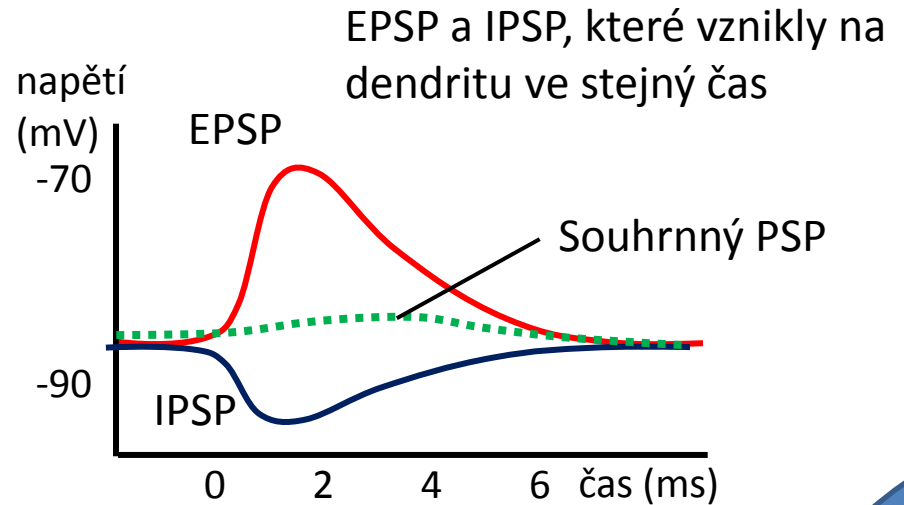


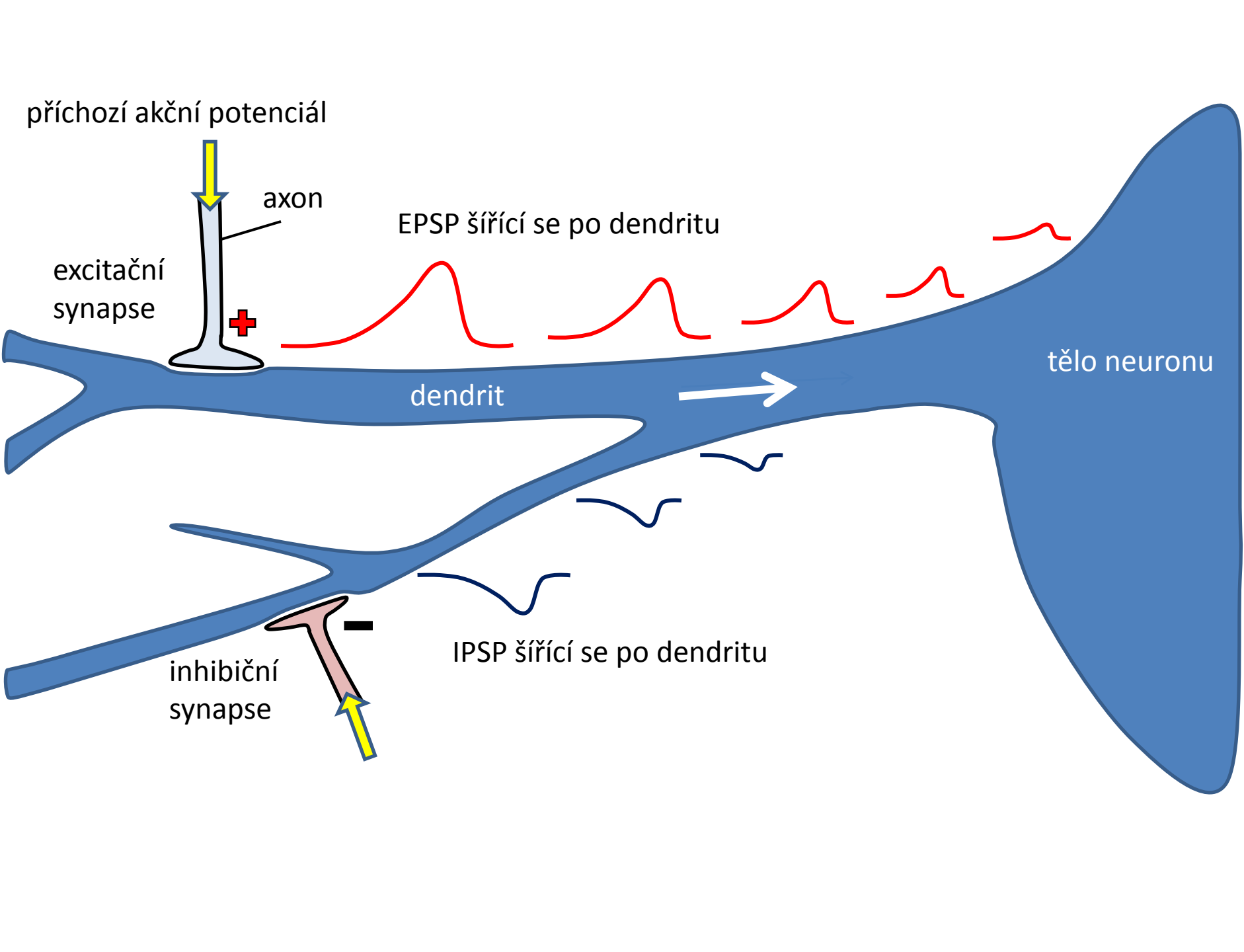
Sčítání postsynaptických potenciálů

Na těle neuronu mohou být zároveň excitační i inhibiční synapse

EPSP a IPSP se sčítají – souhrnné PSP

- Převaha IPSP – hyperpolarizace membrány
- Převaha EPSP – depolarizace membrány





příchozí akční potenciál

axon

excitační
synapse



EPSP šířící se po dendritu

dendrit

tělo neuronu

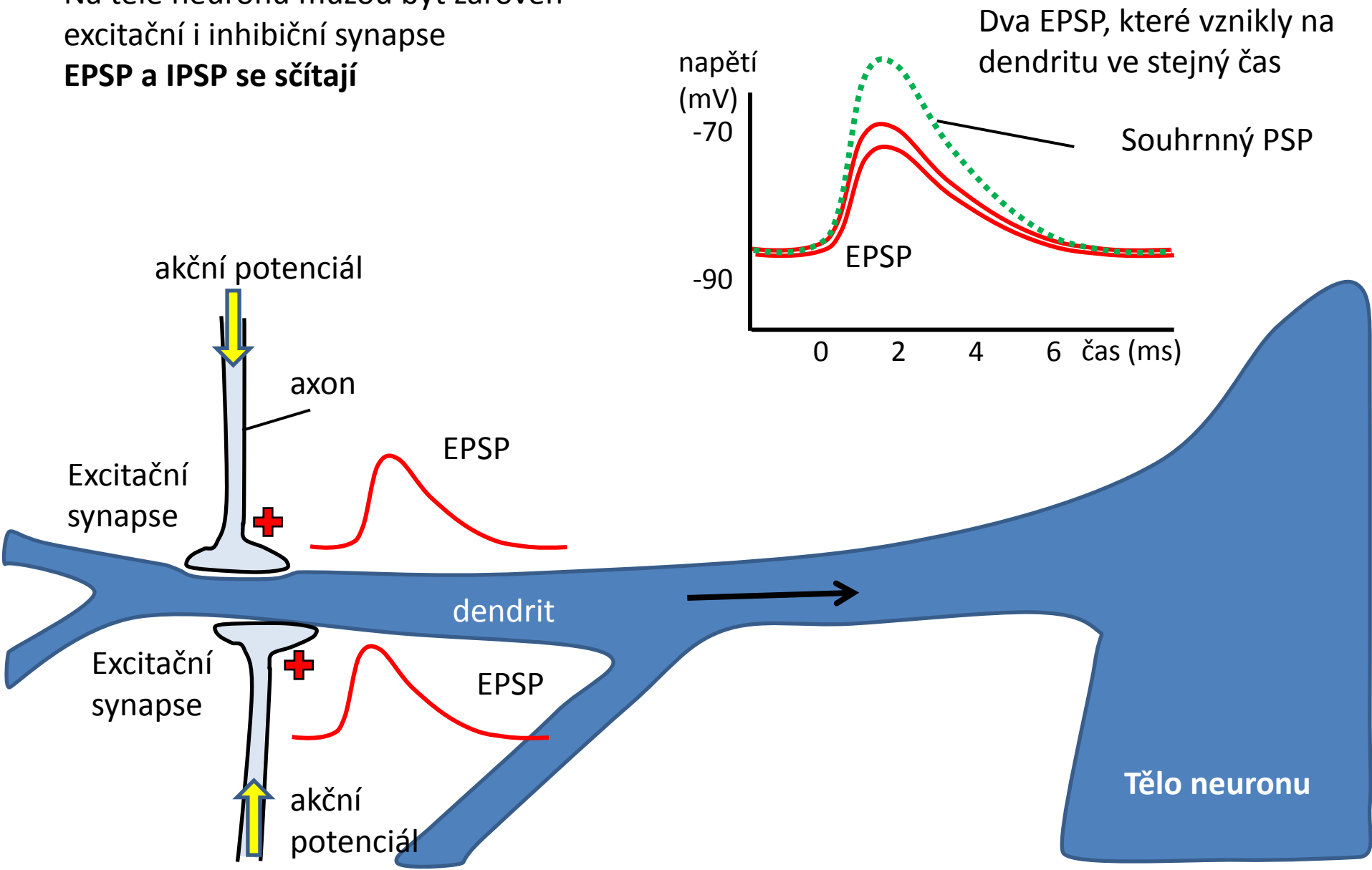
inhibiční
synapse

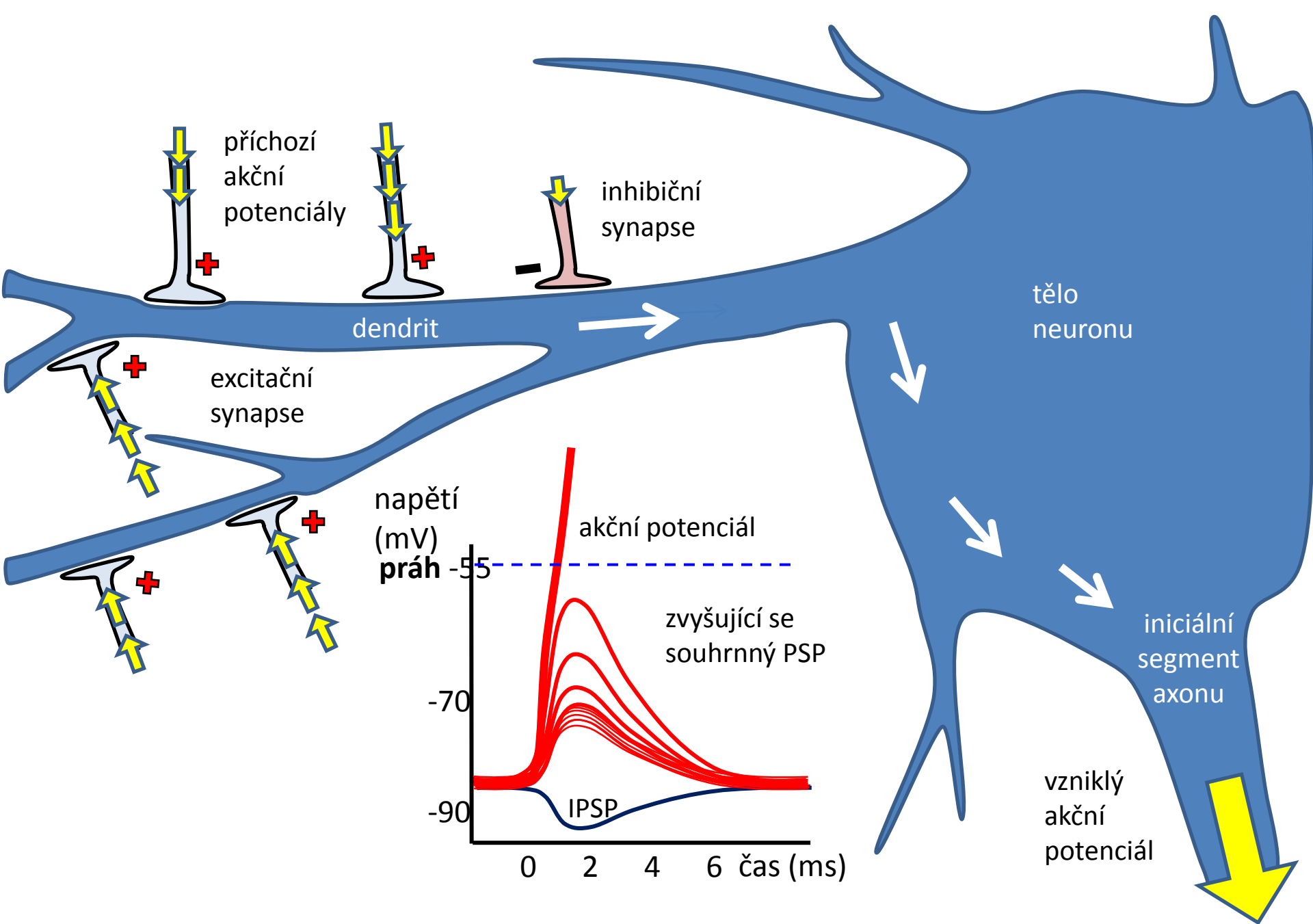


IPSP šířící se po dendritu

Sčítání postsynaptických potenciálů

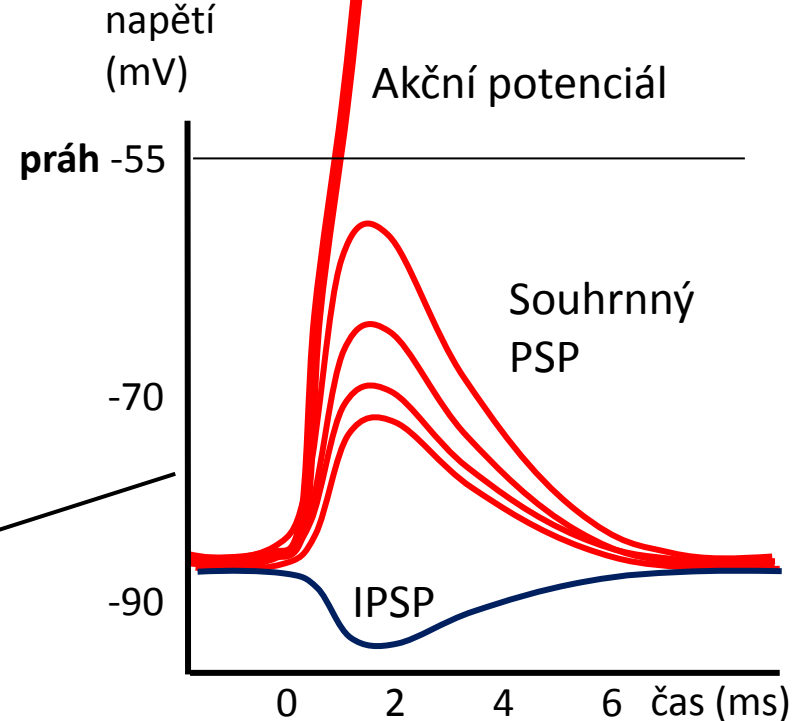
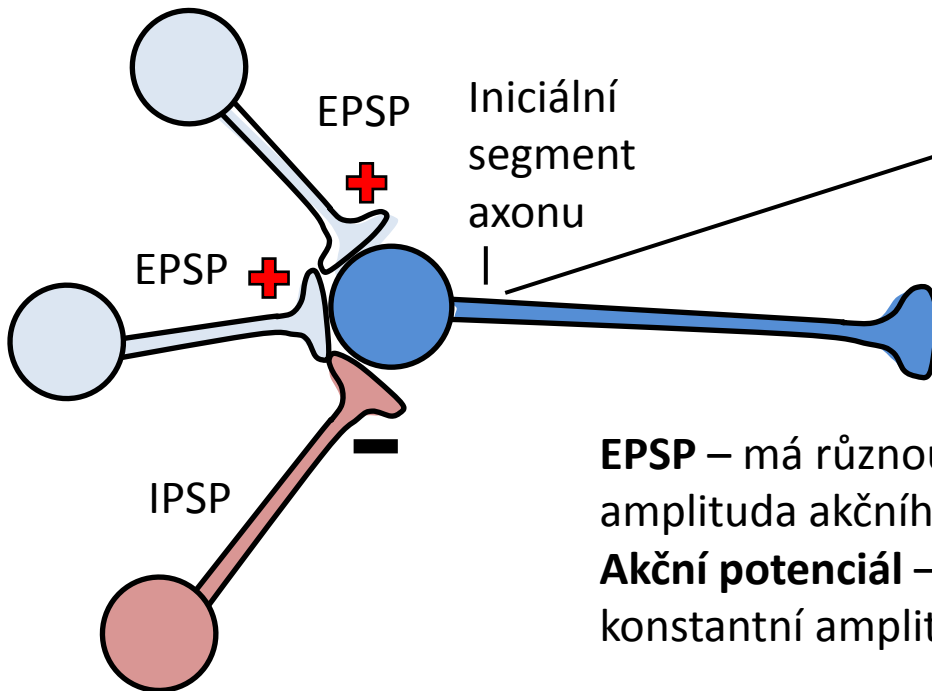
Na těle neuronu mohou být zároveň
excitační i inhibiční synapse
EPSP a IPSP se sčítají





Sčítání postsynaptických potenciálů

Všechny EPSP a IPSP, které ve stejný čas přišly na neuron se sčítají
Pokud součet všech PSP překročí prahovou hodnotu (kolem -55mV), vzniká akční potenciál

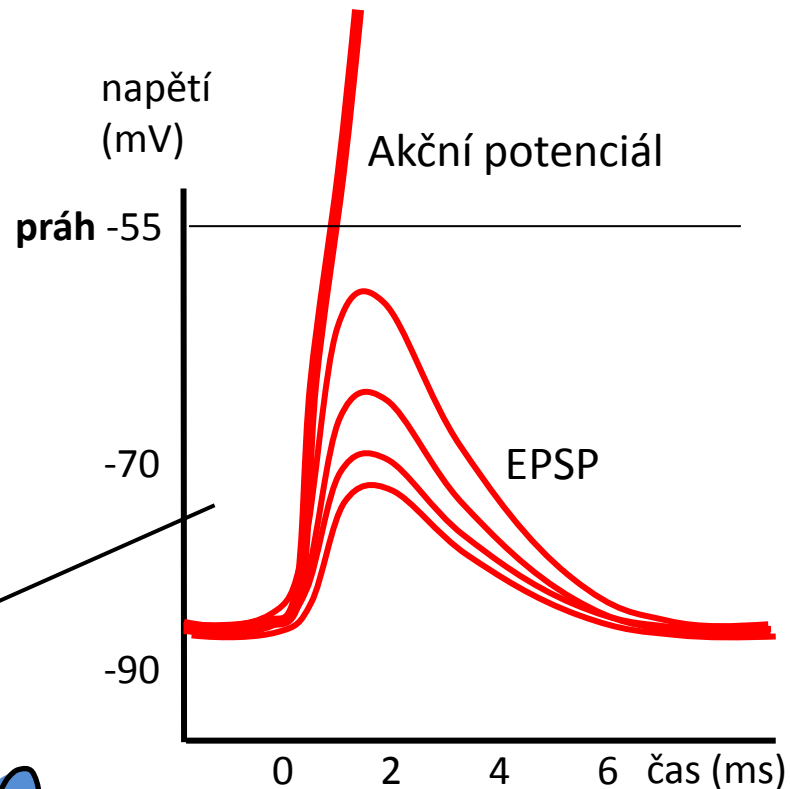
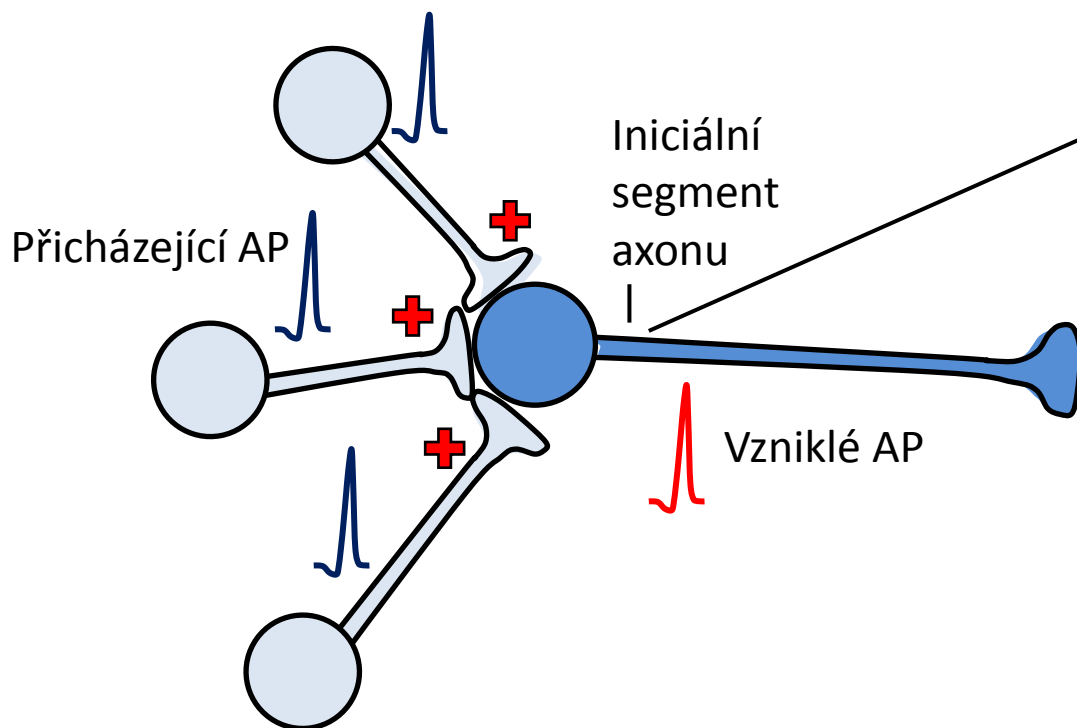


EPSP – má různou amplitudu, která je ale menší než amplituda akčního potenciálu, šíří se s dekrementem
Akční potenciál – vzniká jen po překročení prahu, má konstantní amplitudu, šíří se bez dekrementu

Depolarizace membrány nemusí vést k AP
Pokud depolarizace nepřekročí práh, AP nevzniká

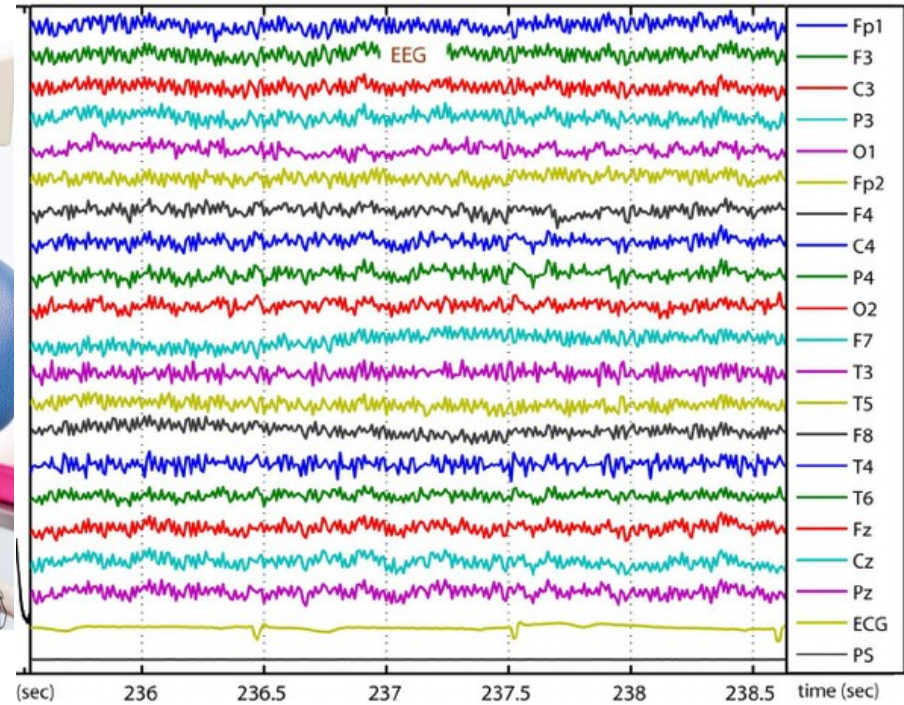
Prostorová sumace

Čím více je na neuronu excitačních synapsí, na které ve stejný čas přišel AP, tím více vzniklo EPSP a tím snadněji je dosaženo prahu pro vznik AP na postsynaptickém neuronu



EEG

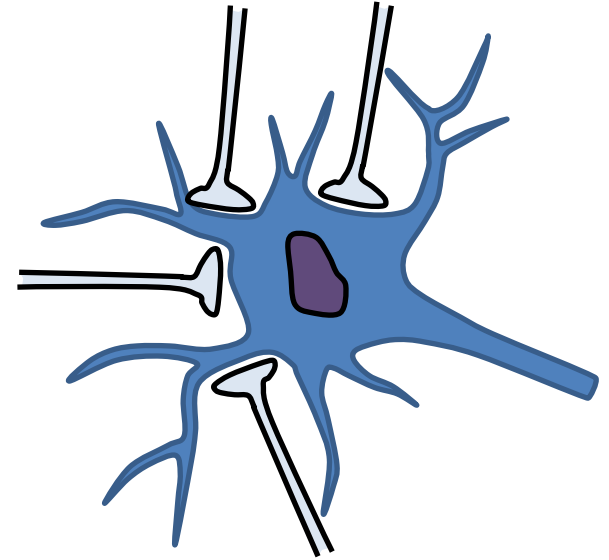
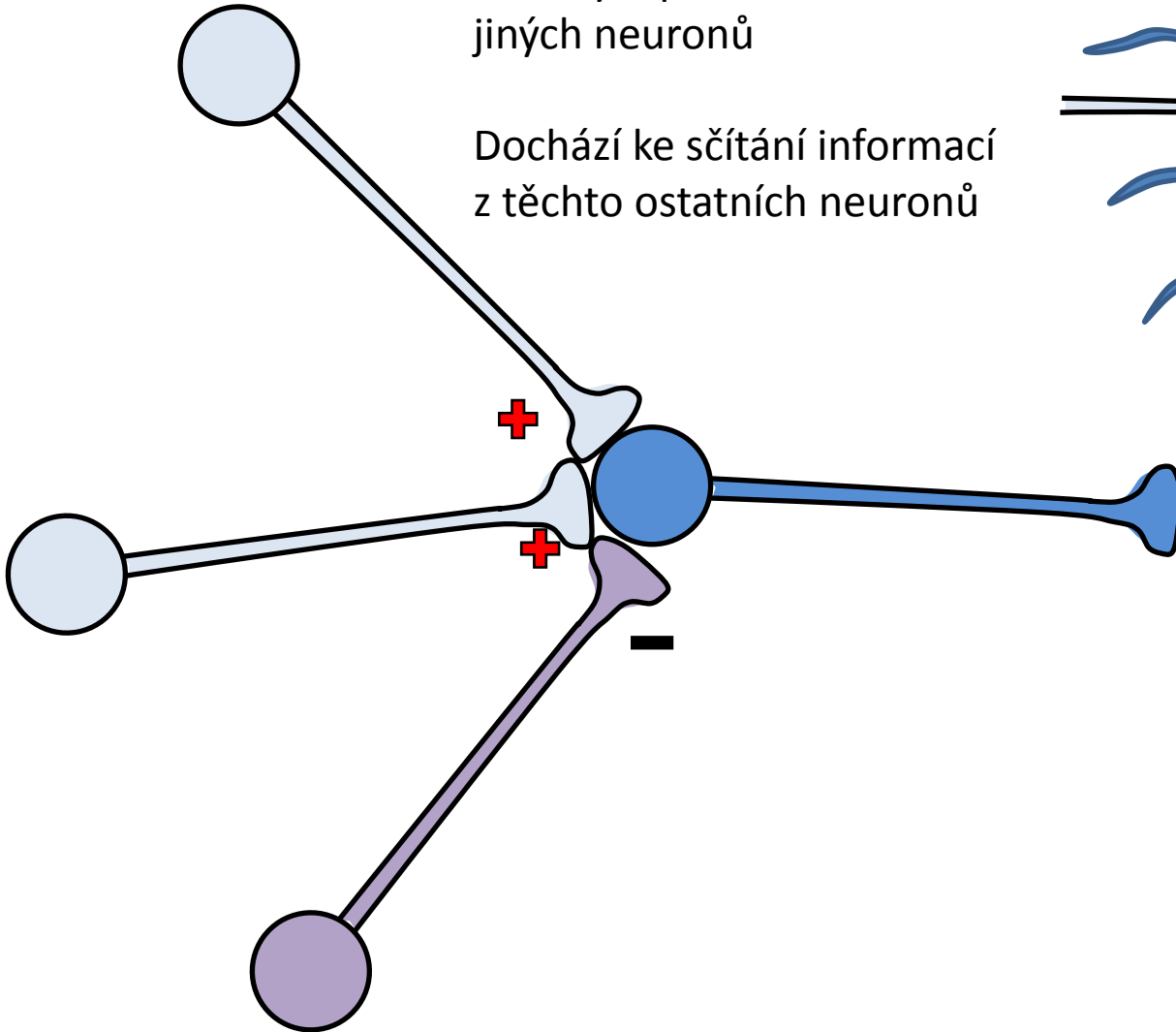
Vzniká součtem Excitačních postsynaptických potenciálů, ne AP (trvají příliš krátce)



Konvergence

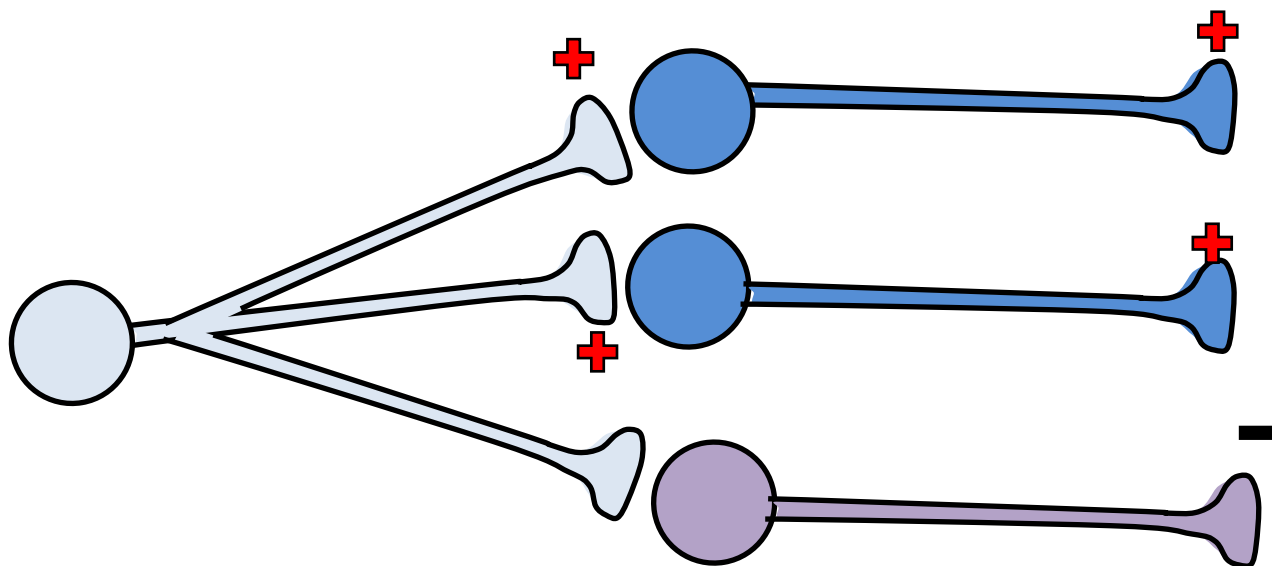
Jeden neuron může mít na sobě synapse několika jiných neuronů

Dochází ke sčítání informací z těchto ostatních neuronů



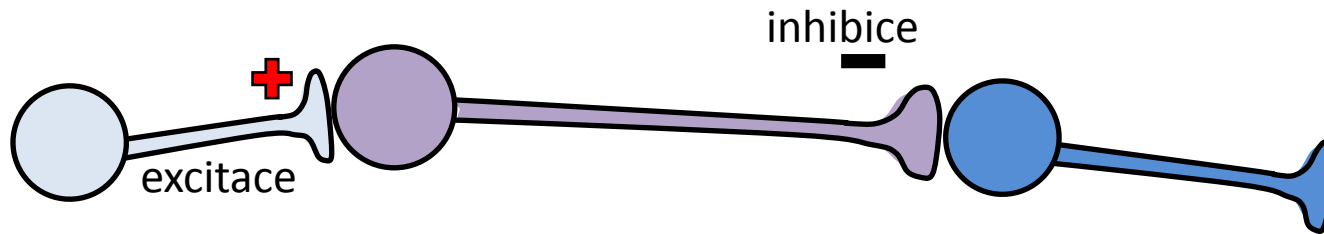
Divergence

Jeden neuron může
inervovat několik neuronů

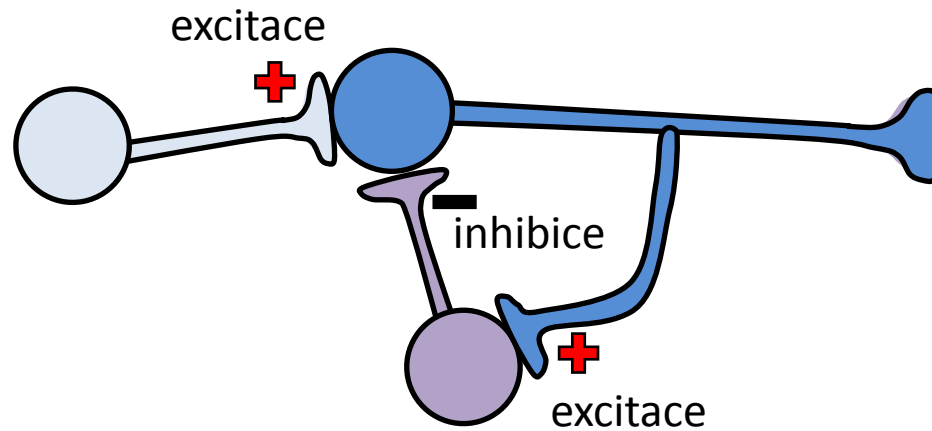


Inhibice

Inhibice – dopředná blokáda

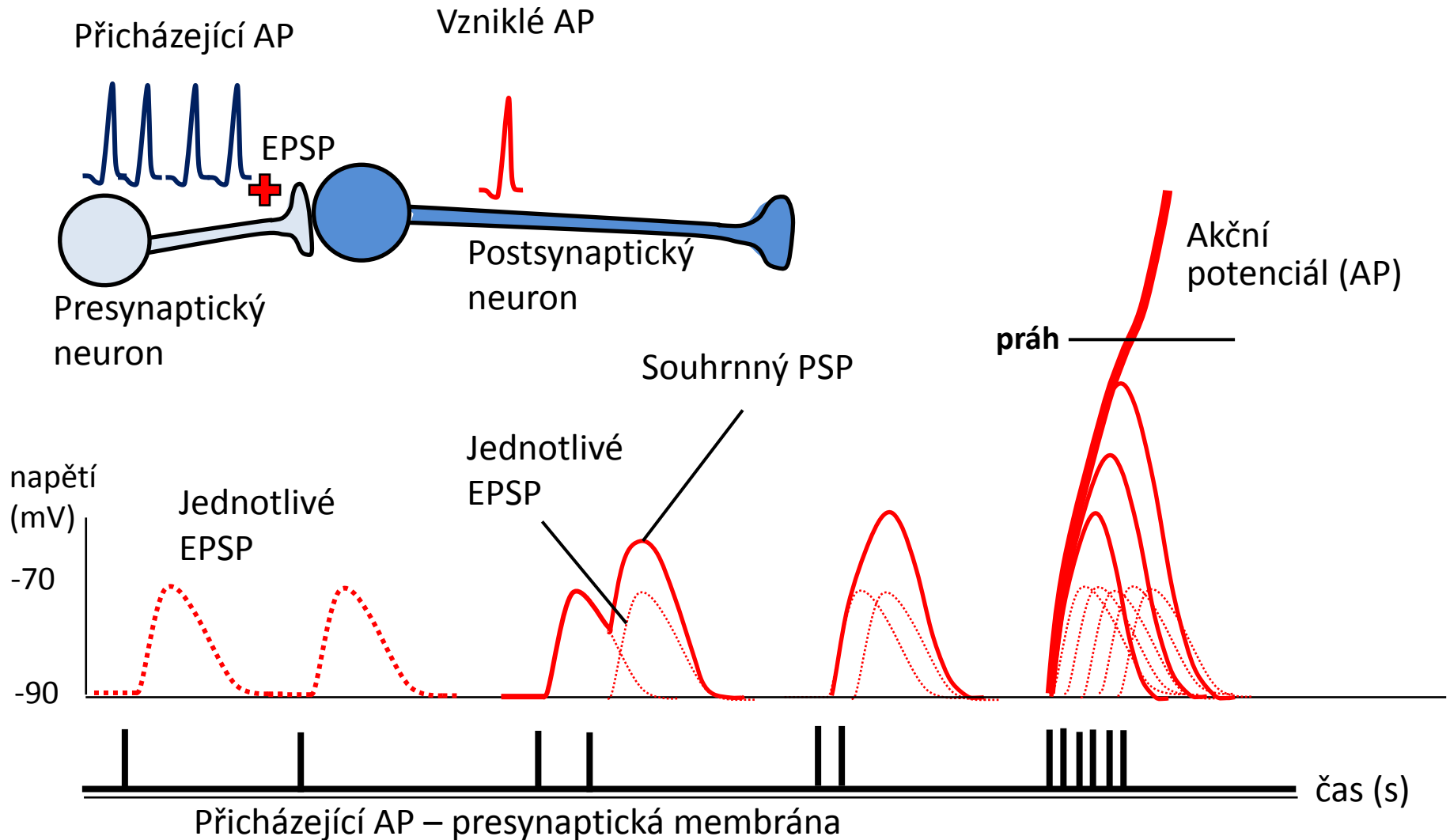


Inhibice – zpětná blokáda



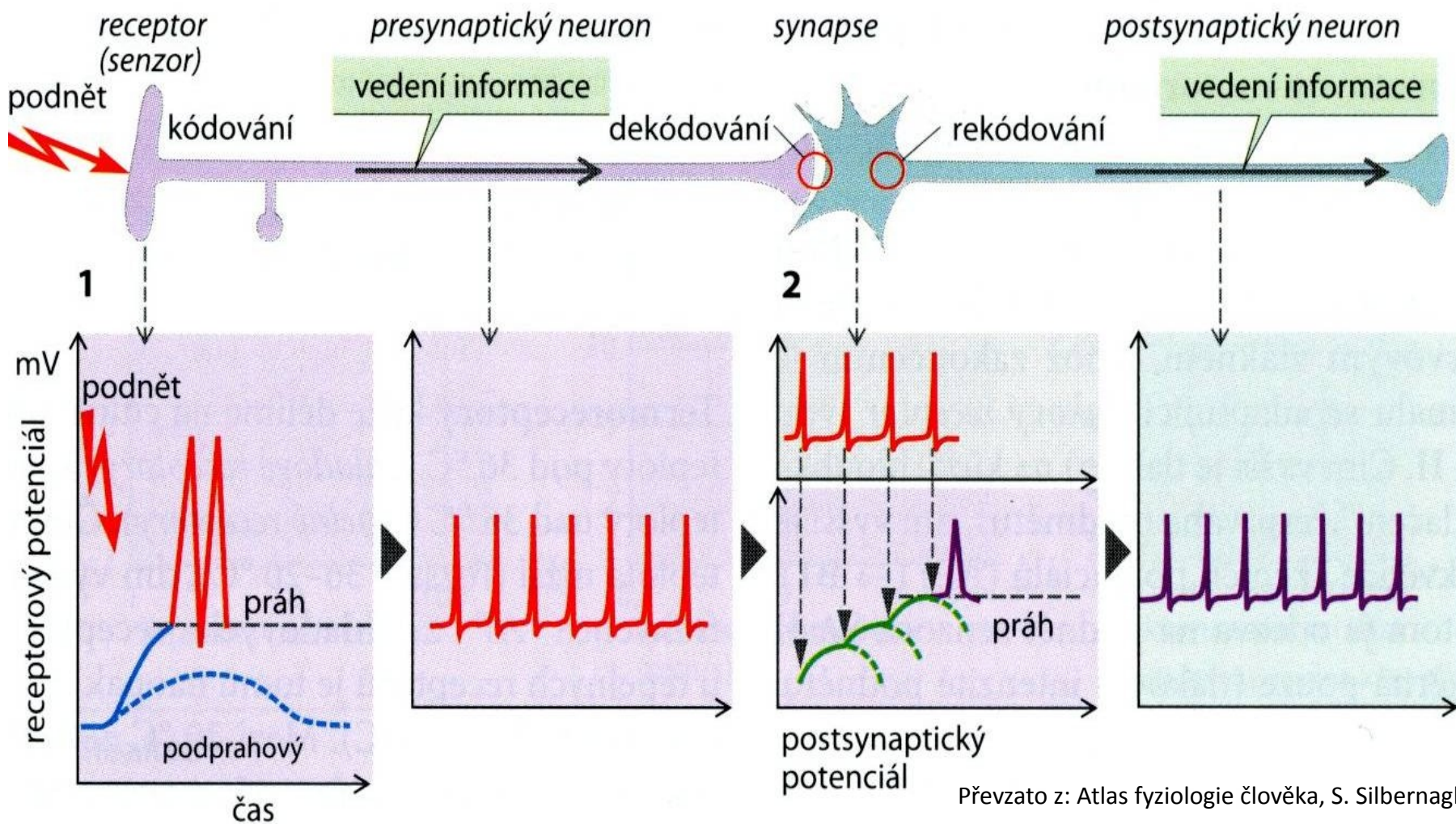
Časová sumace

Čím vyšší je frekvence AP přicházejících na synapsi, tím větší je souhrnný PSP a tím dříve je dosaženo prahové hodnoty pro vznik AP na postsynaptickém neuronu



Kódování informace

- Kódování - intenzita podnětu zaznamenaná receptorem je překódovaná do frekvence AP
- Dekódování - na synapsi je frekvence AP převedena do PSP
- Rekódování - pokud součet všech PSP překročí práh, vzniká AP



Podnět a intenzita

Podnět (sluchový, zrakový, hmatový,...) je kódován receptorem do frekvence AP

Čím déle trvá podnět, tím menší intenzita podnětu stačí pro vznik AP

Čím větší je intenzita podnětu, tím kratší podnět stačí pro vznik AP

Reobáze: nejmenší podnět, při kterém ještě dojde ke vzniku AP

Chronaxie: délka podnětu, která je nezbytná pro vznik AP, je-li intenzita podnětu o velikosti dvou reobází

