

# ACTUATE



Co-funded by the Intelligent Energy Europe  
Programme of the European Union

Stav: 27.11.2014

actuate



# ACTUATE

## "Advanced Training and Education for Safe Eco-driving of Clean Vehicles"

v příkladu: „další vzdělávání pro bezpečnou, hospodárnou jízdu elektricky poháněných vozidel“

Více informací na <http://www.actuate-ecodriving.eu/>



- Projekt pro **optimalizaci jízdního chování za účelem snížení spotřeby energie**
  - vývoj tréninkových programů a všeobecných vzdělávacích opatření pro hospodárnou jízdu elektricky poháněných vozidel v regionální veřejné dopravě osob.
  - řízení jako hlavní prvek hospodárného způsobu jízdy je stěžejním prvkem pozornosti
  - doprovodné motiváční kampaně zajišťují, aby řidiči i nadále používali to, co se v průběhu dalšího vzdělávání naučili.



# Konsorcium ACTUATE

## ■ Konsorcium ACTUATE tvoří

- pět dopravních podniků ze **Salcburku** (Salzburg AG, Rakousko), **Brna** (DPMB, česká republika), **Parmy** (TEP S.p.A., Itálie), **Lipska** (LVB) a **Eberswalde** (BBG, oba Německo), které již provozují elektricky poháněná vozidla,
- jakož i lipské instituce pro vzdělávání a další vzdělávání (**LAB**),
- belgický výrobce autobusů **Van Hool** a
- **trolley:motion**, mezinárodní spolek na podporu inovativních, bezemisních systémů elektrobuses (Rakousko).
- Koordinátorem projektu je společnost **Rupprecht Consult** (Německo)



# Kontakt

## ■ Rupprecht Consult – Forschung & Beratung

Dr. Wolfgang Backhaus

Clever Straße 13-15

50668 Köln/ Germany

Tel.: +49/221/606055-19

E-mail: [w.backhaus@rupprecht-consult.eu](mailto:w.backhaus@rupprecht-consult.eu)

Web: [www.rupprecht-consult.eu](http://www.rupprecht-consult.eu)

## ■ Salzburg AG

pro energii, dopravu a telekomunikace

**Salzburger Lokalbahnen**

DI Christian Osterer

Plainstraße 70

5020 Salzburg/ Austria

Tel.: +43/662/4480-1500

E-mail: [salzburger\\_lokalbahnen@salzburg-ag.at](mailto:salzburger_lokalbahnen@salzburg-ag.at)

Web: [www.slb.at](http://www.slb.at)

Za obsah této prezentace odpovídají pouze samotní auto i. Nemusí nutně vyjadřovat názor Evropské unie. EASME ani Evropská komise nepřebírají odpovědnost za jakékoli použití v ní obsažených informací.



# Základní kvalifikace a další vzdělávání

## ■ Základní kvalifikace

nezbytná pro všechny lidi z povolání před vykonáváním své profese

## ■ Další vzdělávání

při výkonu povolání je třeba další vzdělávání prokázovat

## ■ struktura dalšího vzdělávání poříta podle směrnice 2003/59/ES:

- s 35 hodinami dalšího vzdělávání v období 5 let
- ve většině zemí EU probíhá další vzdělávání v časových jednotkách 7 hodin/rok.

## ■ Předložený materiál pro další vzdělávání může být použit pro jednotku dalšího vzdělávání „Hospodárná jízda“.





## Struktura dalšího vzdělávání

- Úvod a způsob fungování systému „Trolejbus“
- Praktická jízda – část 1
- Hospodárný styl jízdy s trolejbusem
- Praktická jízda – část 2
- Bezpečnostní hlediska u trolejbusů
- Co je důležité vědět!



# Úvod



Co-funded by the Intelligent Energy Europe  
Programme of the European Union

actuate



# Hospodárná jízda v linkovém provozu

- hospodárná jízda v linkovém provozu znamená:
  - energeticky efektivní
  - s nízkým opotěbením a
  - ekologický způsob jízdy.
  
- hospodárná jízda přispívá
  - k ochraně životního prostředí,
  - k absolvování cestovního úseku bez stresu pro cestující a řidiče,
  - ke snížení nákladů na energii a údržbu/opravy p i





## 3 zásad pro hospodárnou jízdu

- **Zásada bezpečnosti**

Zásada bezpečnosti se musí předívat všechny další zásady

- **Zásada přesnosti**

Přesnost je v linkovém provozu předpokladem a znamená nevyjíždět ze zastávky ani dříve ani později

- **Zásada hospodárnosti**

Hospodárná jízda znamená minimalizaci spotřeby energie a šetření vozidla s přihlédnutím k zásadě bezpečnosti a přesnosti



## Nosi e energie – elektromobilita

- využívání stávající elektrické energie z obnovitelných zdroj
- žádné ztráty při em n o u při získávání energie z obnovitelných zdroj  
(na rozdíl od procesu rafinace u benzínu a nafty)
- lokáln bez emisí
- možnost rekuperace při brzdění
- účinnost elektromotor až 99 %, u naftových motor do 35 %  
(motory na benzín a plyn ještě mén )
- elektrické pohony jsou ekologické a téměř nehlučné



# Odpor a síly při jízdě

- při pohybu vozidla neustále působí jízdní odpory
- výsledná síla působí proti směru pohybu a má brzdný účinek
- hnací síla motoru potřebná k překonání jízdních odporů se výrazně promítá do spotřeby energie
- při jízdě se vyskytují následující odpory a síly

## Odpor a síly při jízdě

Odpor vzduchu

Odpor stoupání

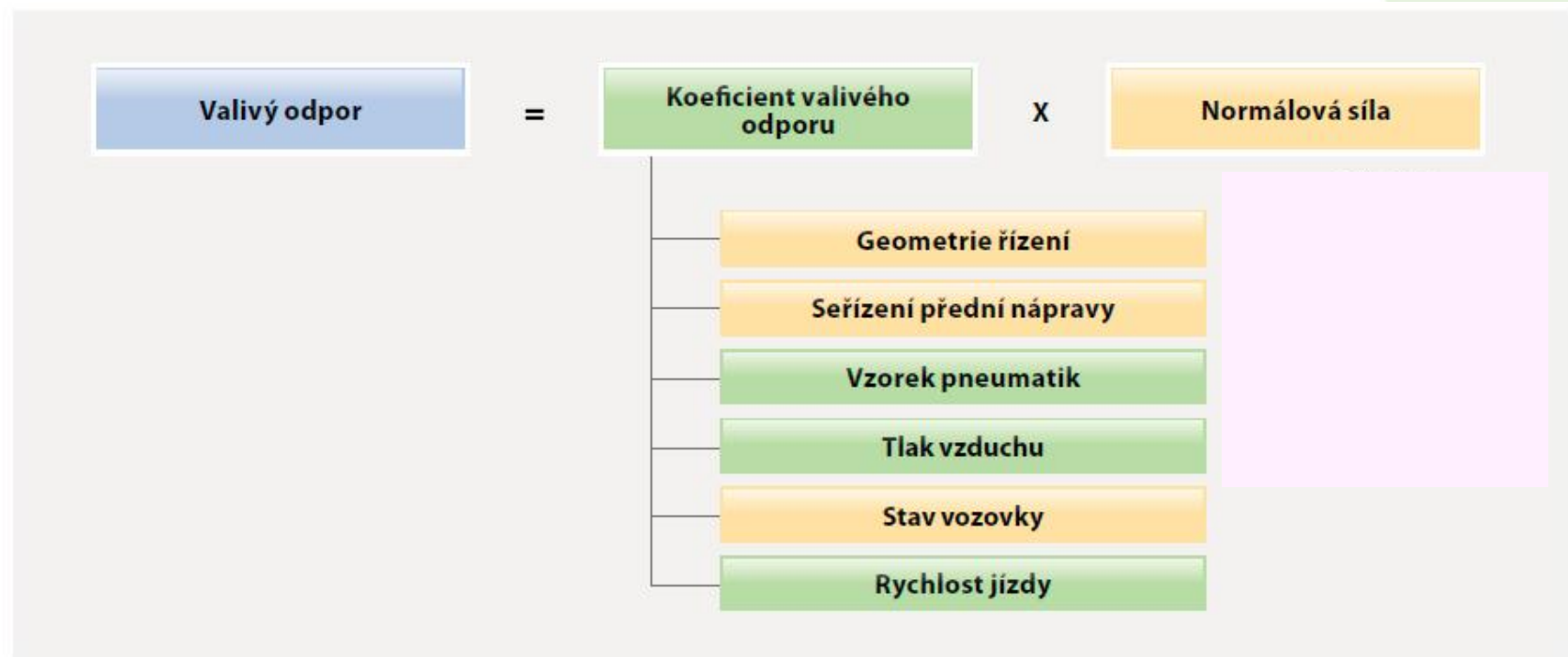
Valivý odpor

Odpor zrychlení



# Valivý odpor (1/3)

- v závislosti na technických silách a normálové síle (váha vozidla)





## Valivý odpor (2/3)

■ závislost součinitele valivého tření na

- profilu pneumatik (letní nebo zimní pneumatiky)

*od 1. listopadu do 15. března jsou v Rakousku pro autobusy povinné zimní pneumatiky*

- tlak vzduchu

*zvýšený tlak vzduchu sice snižuje valivý odpor, má ale negativní dopad na adhezi pneumatiky a jízdní komfort*

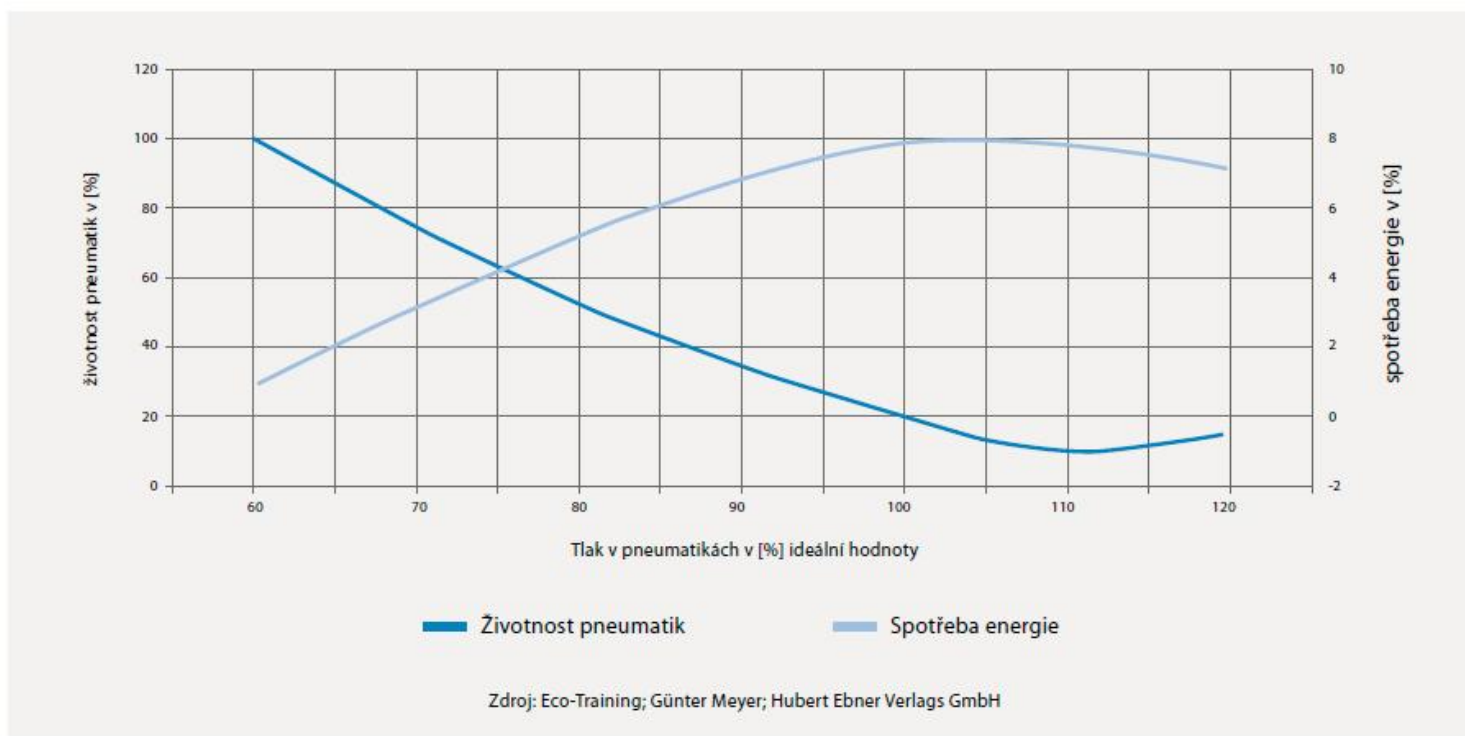
*nižší tlak vzduchu vede k vyššímu valivému odporu a zvýšenému opotřebení pneumatik a k nebezpečí vznícení pneumatiky*

- rychlosti jízdy



## Valivý odpor (3/3)

- Vliv huštění pneumatik na spotřebu energie nebo opotřebení pneumatik



# Odpor stoupání

- odpovídá síle, která je potřebná pro překonání výškového rozdílu směrem nahoru

$$\text{Odpor stoupání} = \text{Hmotnost vozidla} \times \text{Zemská přitažlivost } (=9,81\text{m/s}^2) \times \text{Kosinus stoupání}$$

Kosinus je matematická trigonometrická funkce

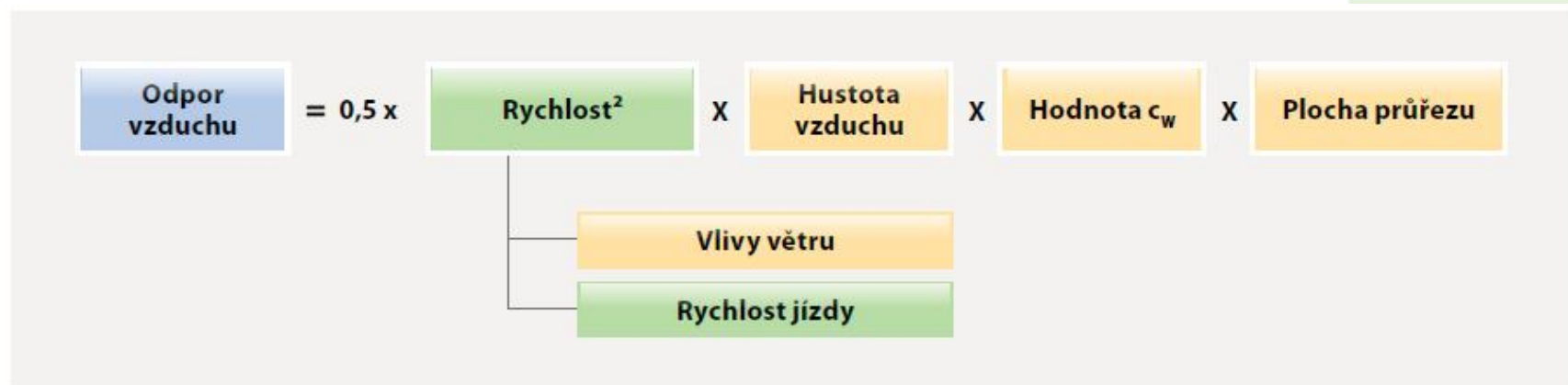
- úklon nemá na odpor stoupání vliv (s výjimkou volby trasy v nepřímé přepravě)

\* kosinus: matematická funkce, čím větší je stoupání vozovky, tím větší je tento součinitel



# Odpor vzduchu

- odpovídá síle, která musí být vynaložena k rozrážení vzduchu



- kvadratická závislost na rychlosti jízdy  
*dvojnásobná rychlost, čtyřnásobný odpor vzduchu*
- závisí rovněž na hustotě vzduchu, tvaru vozidla (koeficient  $c_w$ ) a ploše průřezu vozidla



# Odpor zrychlení

- způsobený setrvaností pohyblivých dílů zabudovaných ve vozidle
- zákon setrvačnosti říká, že těleso zůstává ve svém stavu, dokud na něj nezačne působit (hnací) síla



## D ležité faktory

- ze souvislostí jednotlivých jízdních odporů lze odvodit dva důležité faktory pro energeticky efektivní provoz

- před jízdou

kontrola stavu vozidla

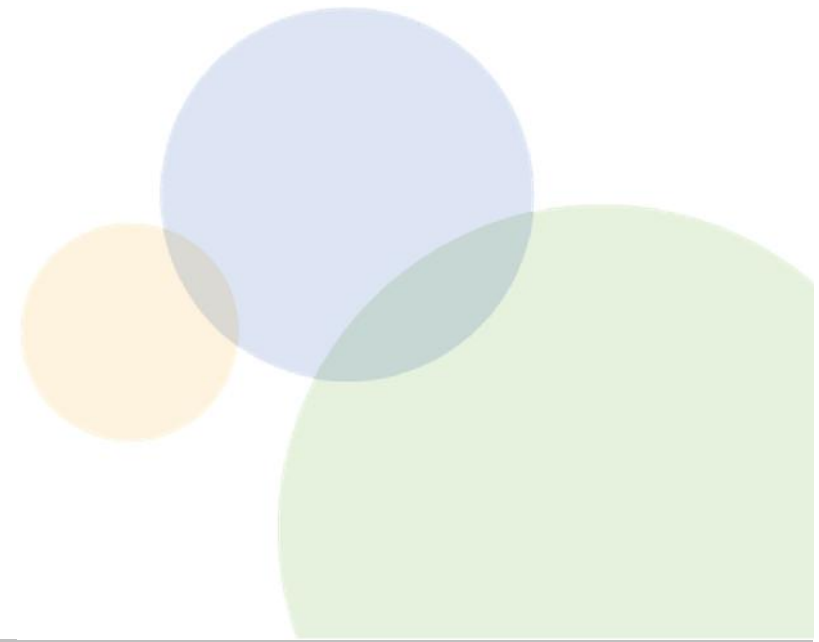
- během jízdy

uvolnění volby rychlosti jízdy



# Obecný přínos trolejbus

- Žádné emise
  - Téměř žádné využívání neobnovitelných energií
  - Nízké emise skleníkových plynů
- Tichý provoz
- Výkonné a snadné zrychlování/brzdění
- Vysoký jízdní komfort



# Způsob fungování systému „Trolejbus“



Co-funded by the Intelligent Energy Europe  
Programme of the European Union

actuate





## Všeobecné informace k trolejovému vedení



- pro elektrické napájení se používají usměrňovací stanice  
*Usměrňují napětí od dodavatel energie na stejnosměrné napětí a dodávají proud jednotlivým sektorům*
- oddělení jednotlivých napájecích úseků (sektorů) prostřednictvím izolovaných míst trolejového vedení („odpojovače“)  
*jízda přes odpojovače s vypnutým spínacím pojízdným*
- při brzdění elektrickou brzdou se rekuperovaný proud přivádí do superkapacitorů (zčásti jsou také do lithium-iontových baterií) →  
*když jsou plně nabité, je tento proud veden do trolejí (v tomto sektoru se pak ovšem musí nacházet jiný trolejbus jako spotřebitel)*

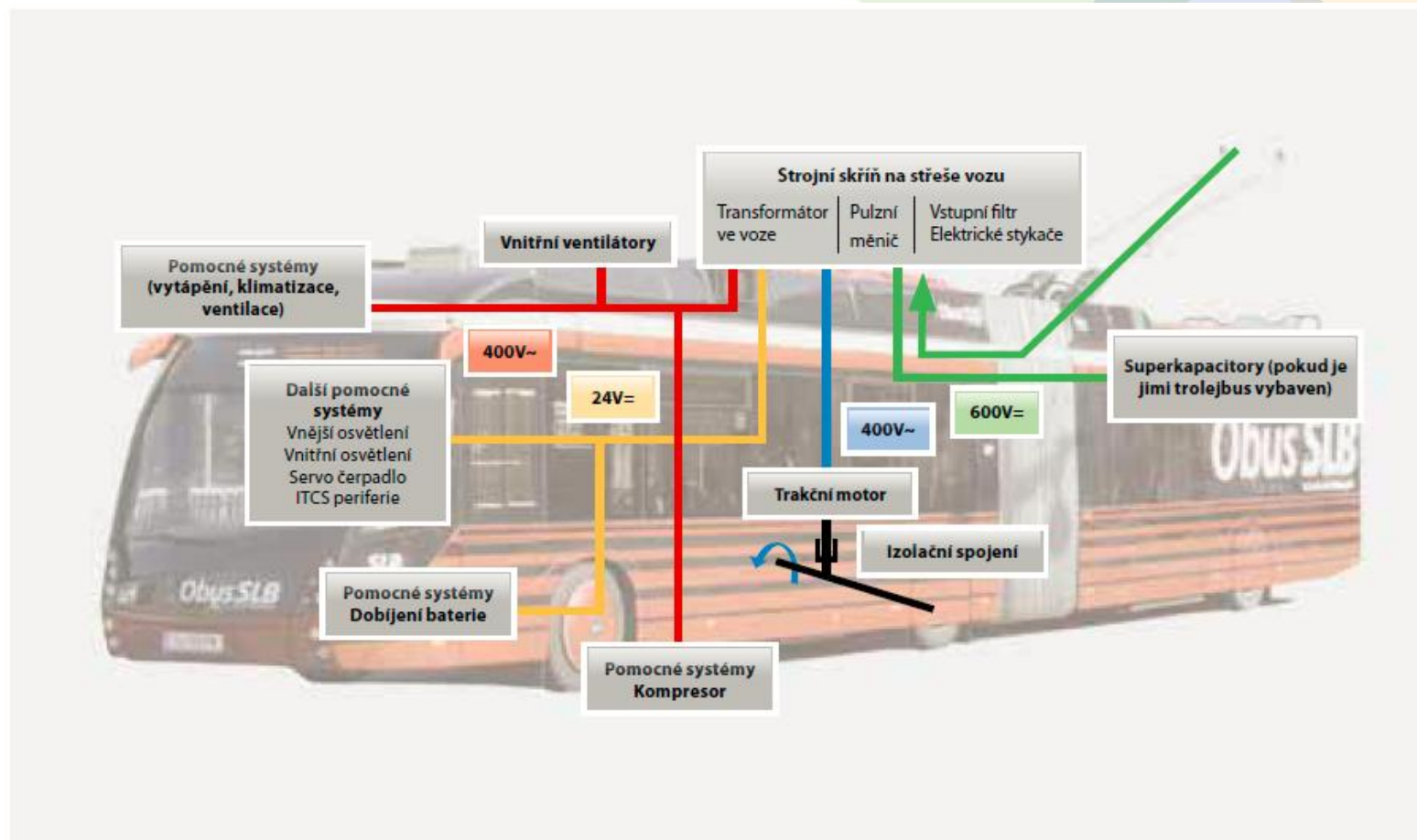


## Elektrická brzda

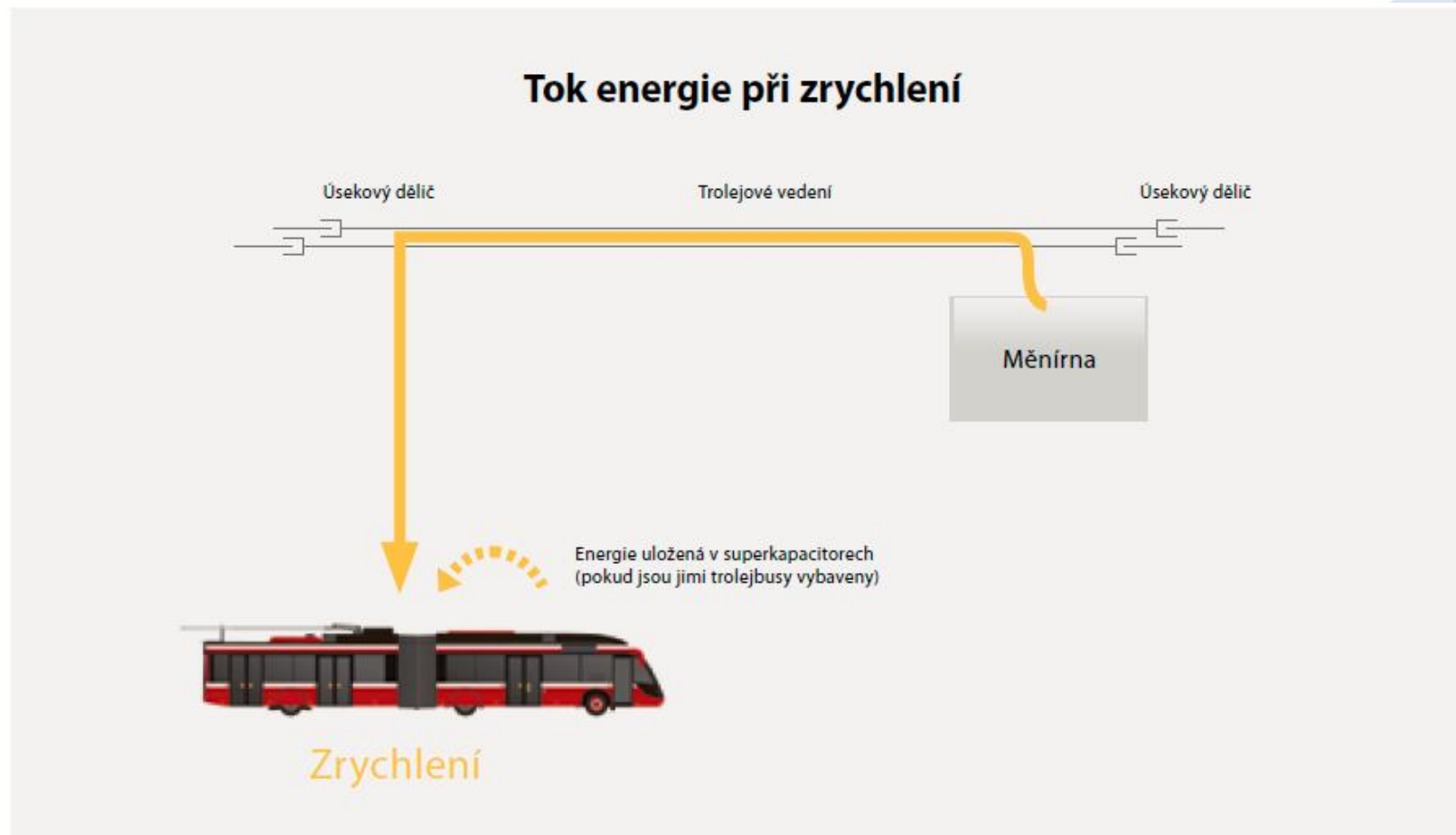
- Motor pojezdu a elektrické odpory splňují zákonné požadavky jako trvalá brzda
- **způsobné získávání energie** při brzdění
- přebytková energie, kterou vozidlo nepoužije pro vedlejší spotřebiče, se vrací do trolejového vedení
- elektrická brzda **se neopotřebovává a nevyžaduje údržbu**



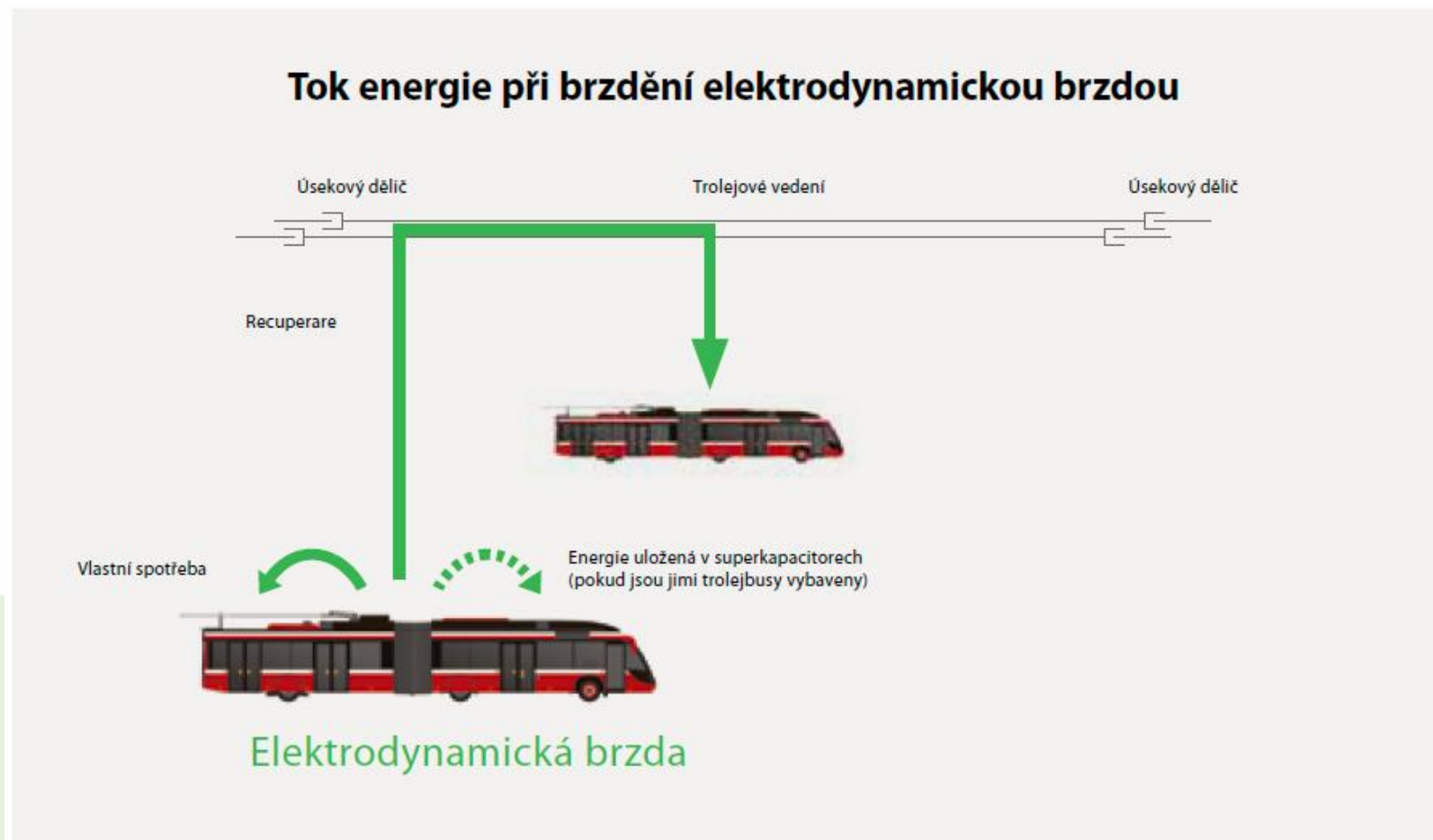
## Tok energie v trolejbusu



## Tok energie při zrychlování

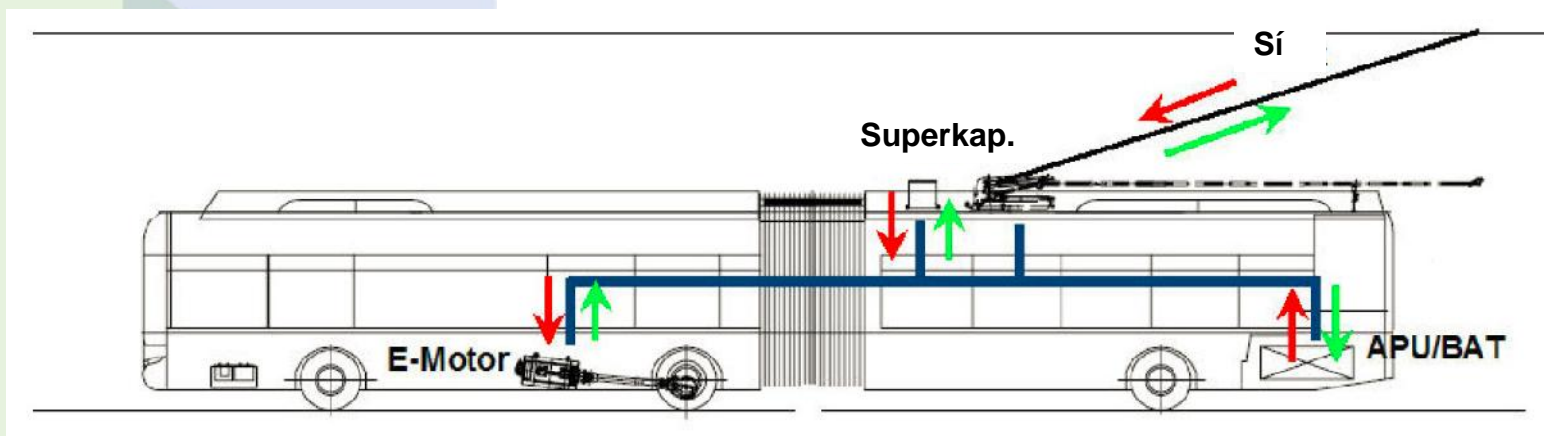


## Tok energie při elektrickém brzdění



## Tok energie při zrychlování a elektrickém brzdění (se superkapacitorem)

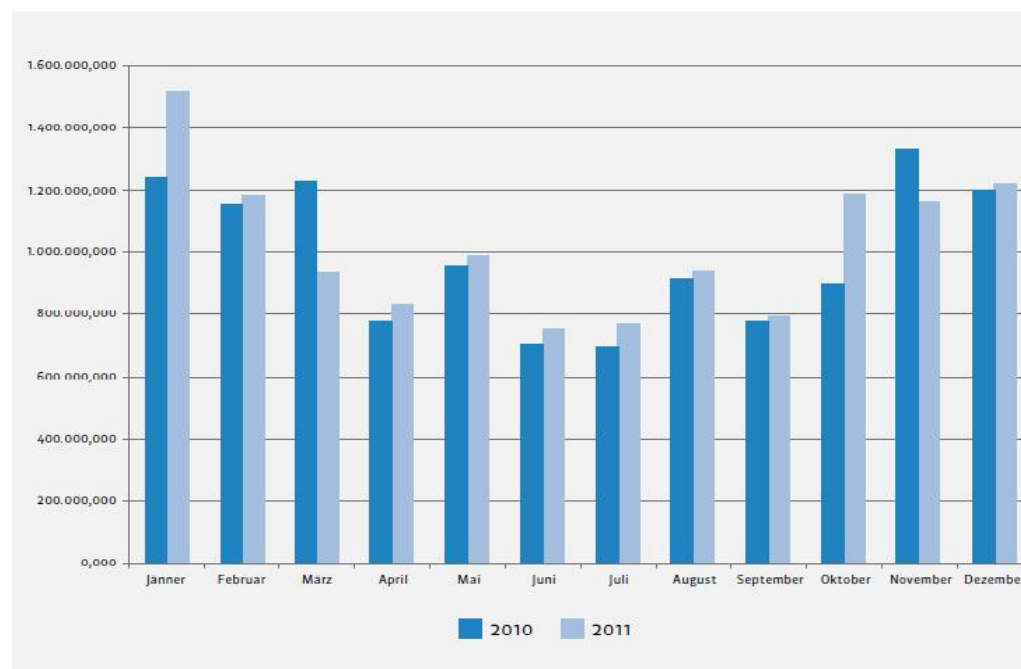
- Při zrychlování odebírá trolejbus proud nejprve z nabitých superkapacitorů a po jejich vybití z trolejového vedení.
- Při brzdění elektrickou brzdou je rekuperovaný proud veden do superkapacitorů (a případně i do baterie) a zde je akumulován.





## Spotřeba energie a vlivy (příp. Salcburk)

- kolísavá spotřeba energie při různém využívání topného, klimatizačního a ventilačního zařízení při různých se venkovních teplotách
- zvláště vysoká spotřeba energie od listopadu do února, nebo zde se musí zvláště silně topit
- při teplotách mezi  $-4^{\circ}\text{C}$  a  $+4^{\circ}\text{C}$  vyplývá průměrná spotřeba energie 13,5 kW



## Rozdíly mezi trolejbusem a autobusem na naftu

- získávání energie spalováním nafty
- účinnost naftového motoru maximálně 35 %
- přenos síly v hnacím ústrojí
  - se silovým stykem s automatickou převodovkou (hydraulický měnič, těcící kotouč apod.)
  - s tvarovým stykem s mechanickou převodovkou (ozubená kola)
- přenos síly s tvarovým stykem je bezztrátový, ale je nutné jej přerušovat kvůli řazení stupňů
- přenos síly se silovým stykem je zatížen ztrátami
- u trolejbusu je přenos síly s tvarovým stykem



# Praktická jízda – část 1



Co-funded by the Intelligent Energy Europe  
Programme of the European Union

actuate



# Pokyny k praktické části dalšího vzdělávání I

- výběr „reálné“ jízdní trasy/linky
- stanovení konkrétního pořadí idi / idiek
- použití „normálního stylu jízdy“
- co nejrealističtější rámcové podmínky (jet například za n kterým linkovým autobusem pro simulování situace, která je co nejbližší realitě při rozjíždění, zastavování a vyjíždění z autobusových zastávek)
- nepřetržitě měření energie při jízdě





# Hospodárný styl jízdy s trolejbusem



Co-funded by the Intelligent Energy Europe  
Programme of the European Union

actuate



## Vlivy na spotřebu energie





## Ovlivnitelné faktory

- jelikož intenzitu provozu, vedení trasy a náklad (váha) nelze v linkovém provozu ovlivnit, získávají faktory
  - Styl jízdy
  - pedvídavý způsob jízdy
  - regulace topení a klimatizacena významu
- tlak v pneumatikách a stav trolejbusu lze vizuálně zkontrolovat



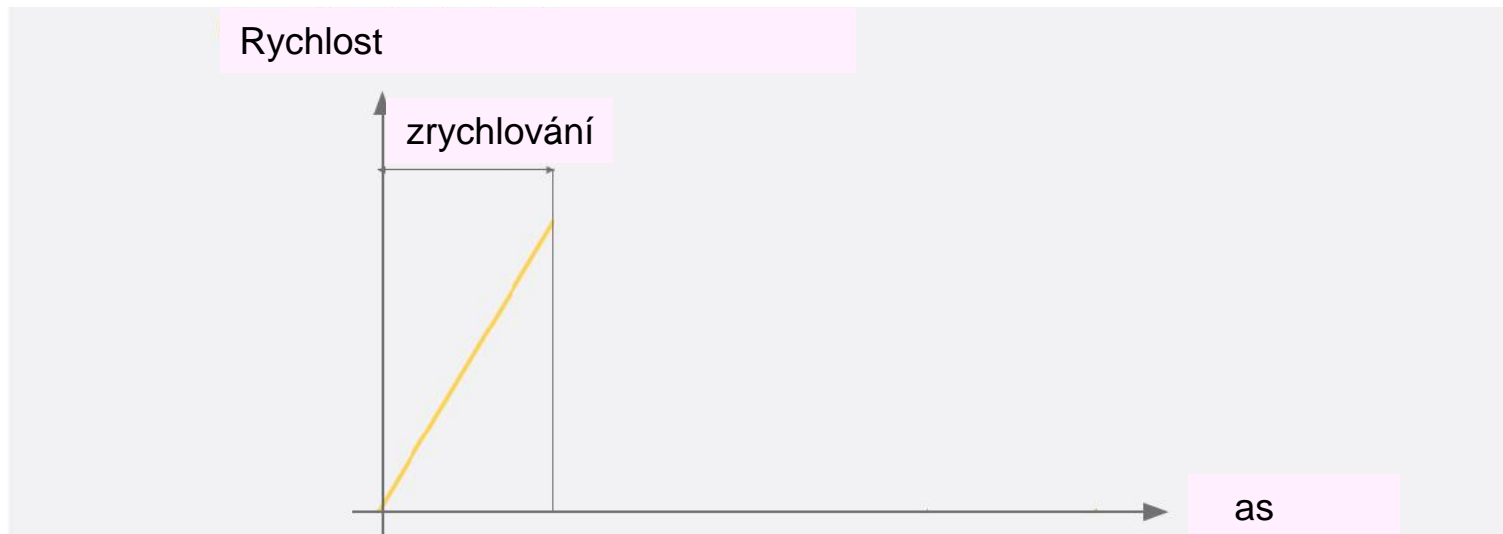
## Různé jízdní stavy

- Při pohybu vozidel jsou možné různé jízdní stavy
- bezprostřední souvislost mezi jízdním stavem a spotřebou energie
- 4 různé jízdní stavy
  - zrychlování
  - setrvání
  - dojíždění
  - brzdění



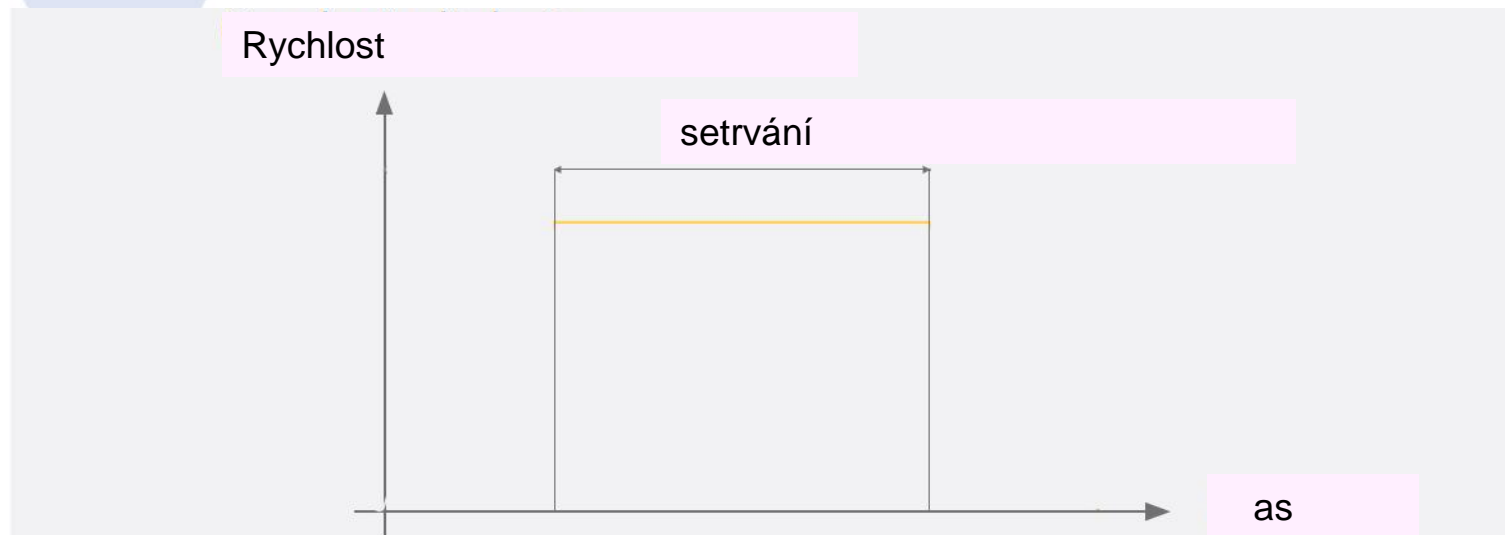
# Zrychlování

- znamená zvyšování rychlosti v dle sledku pívád ní energie
- hnací síla trolejbusu musí být pítom v tší, než jízdní odpory p sobící proti sm ru jízdy



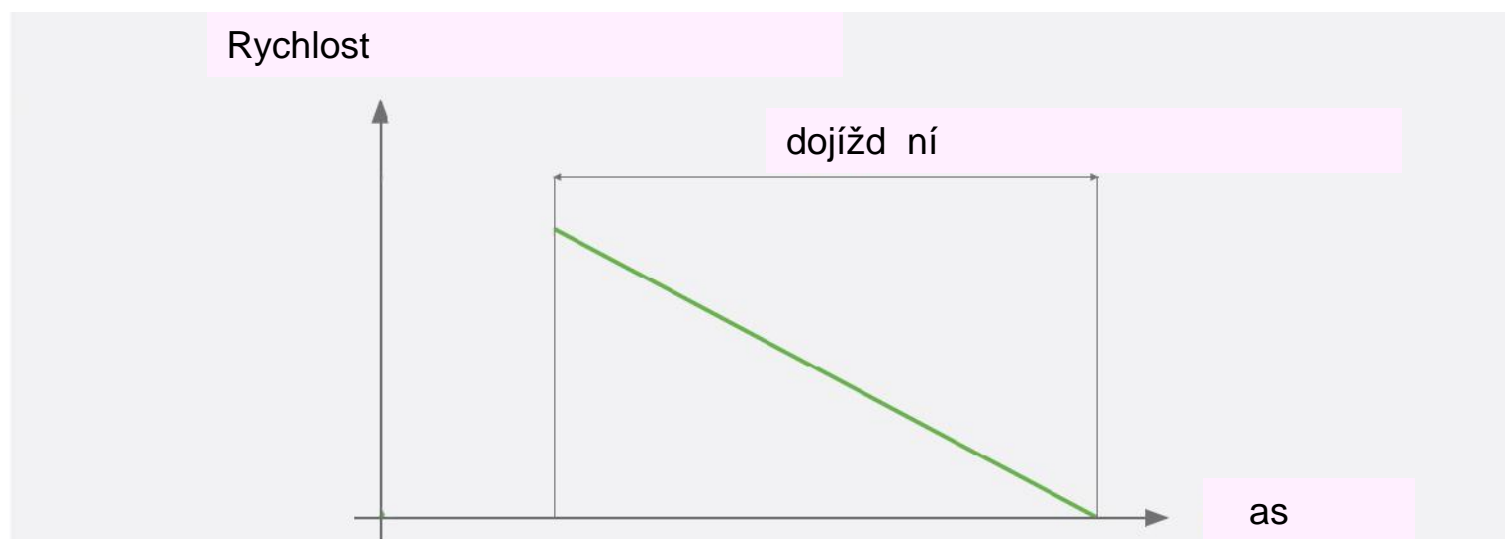
# Setrvání

- znamená udržování rychlosti
- k tomu musí být vynaloženo přesně tolik energie, kolik odpovídá jízdním odporům působícím proti pohybu



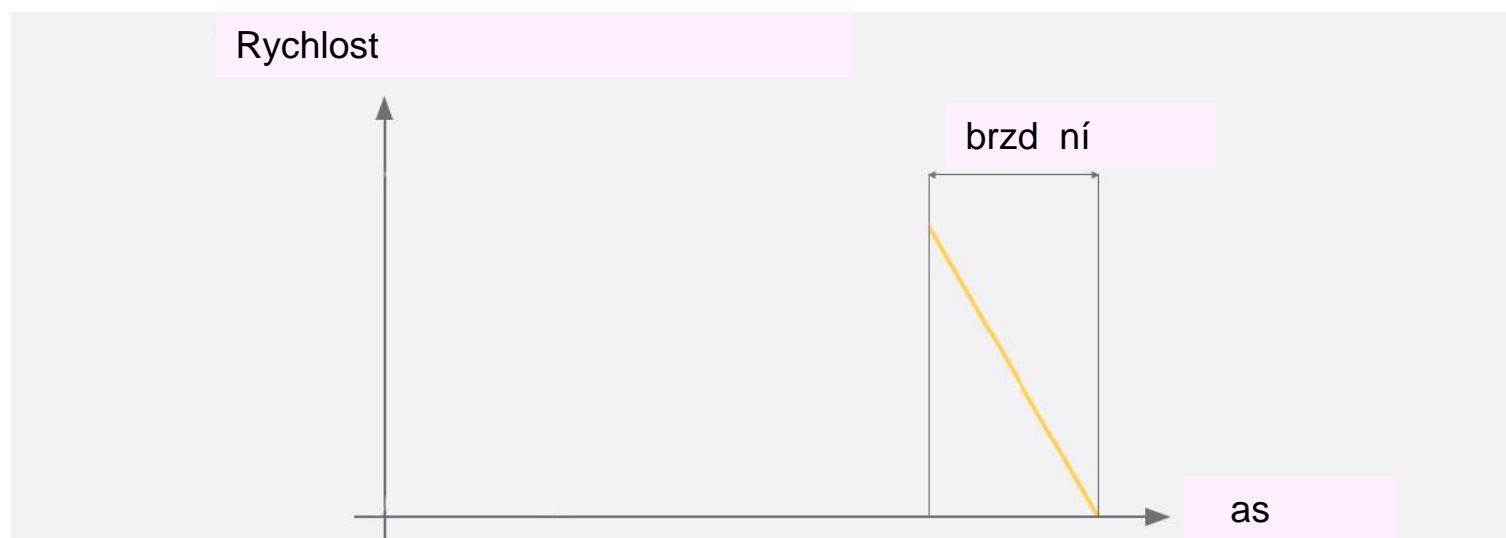
## Dojíždění

- při dojíždění není plynový pedál stisknutý a k doplnění pohybu není již třeba žádná energie
- vedlejší spotřebiče jsou napájeny energií prostřednictvím automatické regulace motoru
- při dojíždění klesá rychlost v důsledku jízdních odporů



# Brzdění

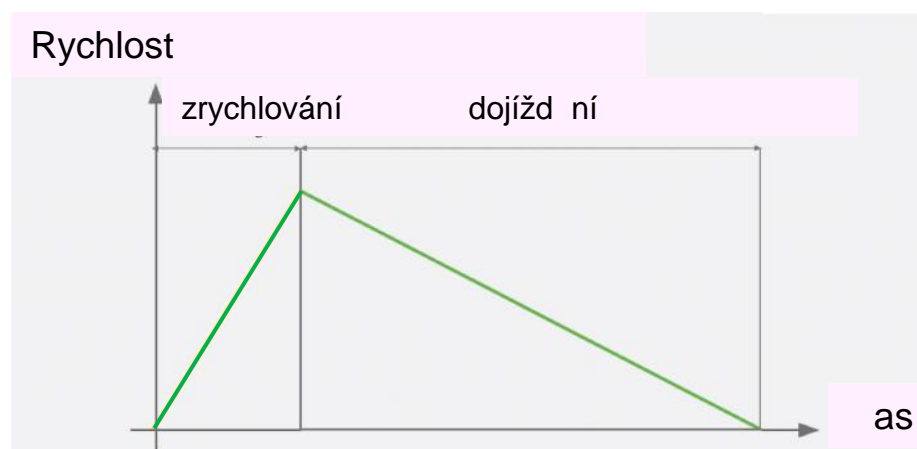
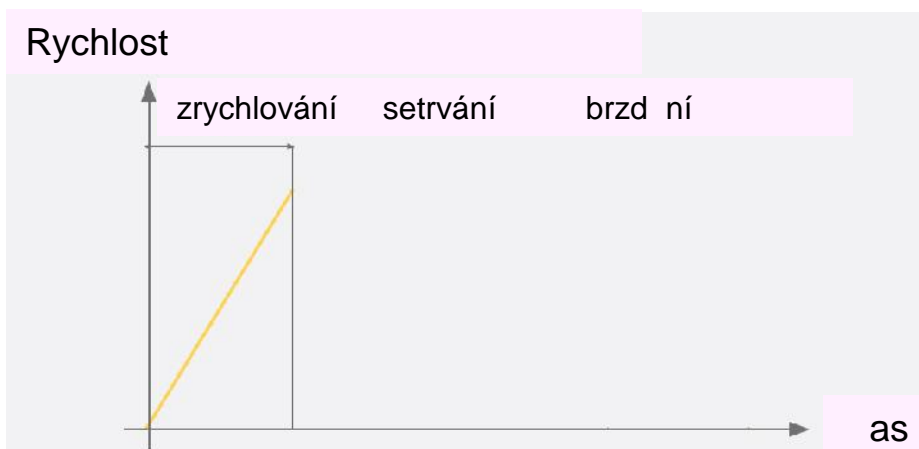
- brzdění znamená snižování rychlosti
- zpětné získávání energie používáním elektrické brzdy
- při brzdění vzduchovými brzdami se veškerá brzdná energie mezi brzdovým kotoučem a brzdovým obložením přeměňuje na teplo a ztratí se





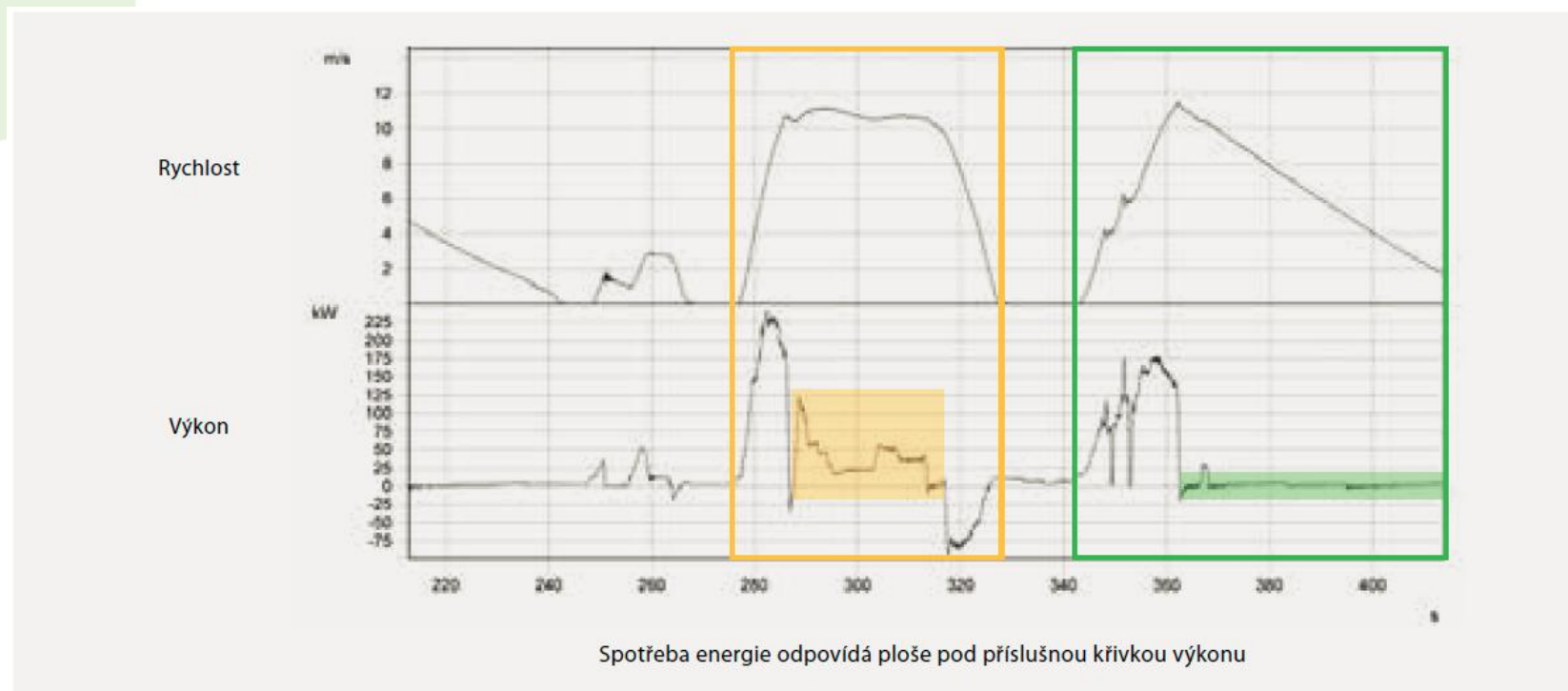
## Různé jízdní cykly

- jízdní stavy se azené za sebou tvo í jízdní cykly
- idealizované zobrazení jízdních cyklů se
  - složkou „setrvání“
  - složkou „dojíždění“



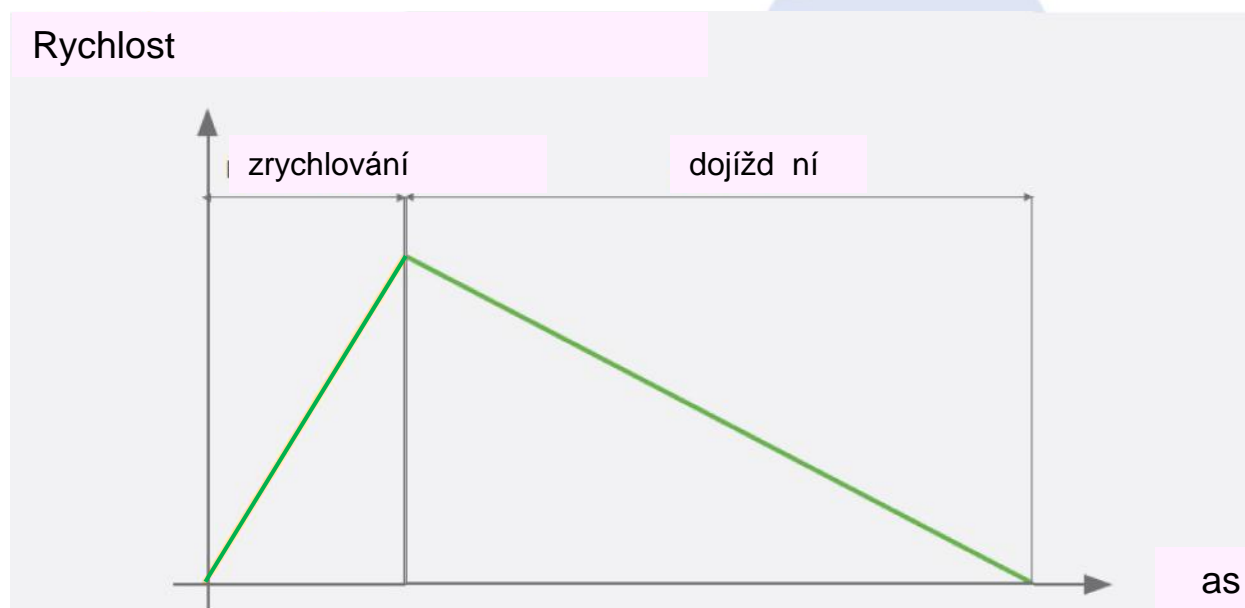
## Reálné jízdní cykly

- zobrazení spotřeby energie jako plochy pod výkonovou křivkou
- během setrvávání (žlutá) vyšší spotřeba energie než při dojíždění (zelená)



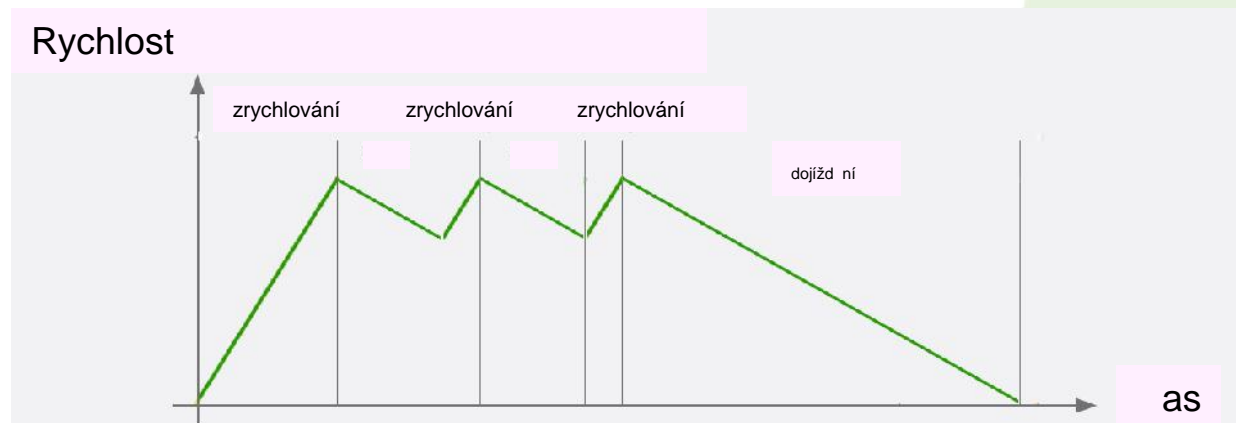
## Ideální jízdní cyklus

- v ideálním jízdním cyklu následuje po zrychlení dojezdová složka až do zastavení v požadovaném místě
- lze jej zobrazit jako trojúhelník v diagramu závislosti rychlosti a času



## Způsob jízdy pro ideální jízdní cyklus

- zrychlování pokud možno jemné a plynulé
- setrvávání zcela vynechat
- udržování přibližné rychlosti ve tvaru pily (zrychlování – dojíždění)



- podíl dojezdové složky co nejvyšší při dodržování jízdního řádu
- brzdní ideálně elektrickou brzdou



## Dopady na napětí v trolejovém vedení

- každé **zrychlování** vede v důsledku spotřeby proudu k **poklesu napětí v trolejovém vedení**
- každé **brzdění elektrickou brzdou** vede k **nárůstu napětí v trolejovém vedení**
- Při používání **superkapacitor** je tento pokles resp. nárůst napětí **výrazně nižší**



## P ednosti dojezdové fáze

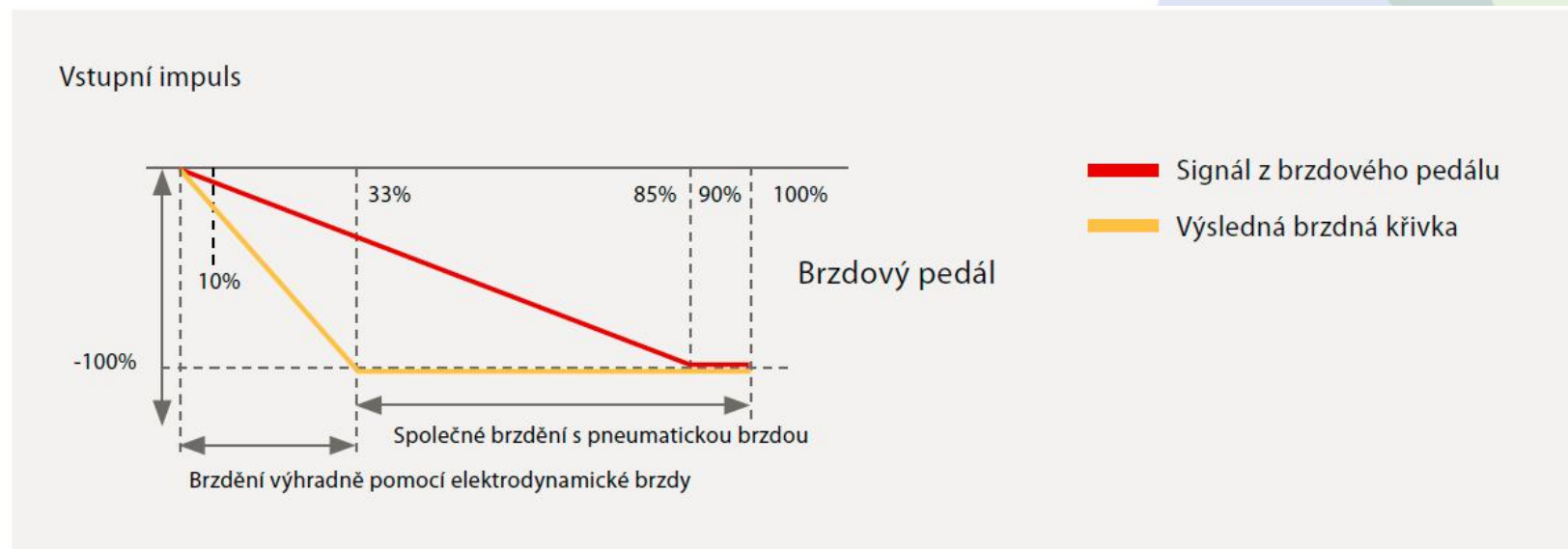
- žádný odběr energie z trolejového vedení a napájení  
vedlejších spotřebičů – prostřednictvím automatické regulace motoru
- šetření mechanické vzduchové brzdy díky snížené rychlosti při blízkování k dalšímu bodu zastavení
- rovnoměrná jízda s vysokým komfortem pro cestující a řidiče
- vysoký podíl dojezdové složky je ovšem možný jen při předvídatelném způsobu jízdy a dobře vymezené vzdálenosti od vozidla





## P ednosti a funkce elektrické brzdy

- zpětné získávání brzdné energie
- neopotřebovává se a nevyžaduje údržbu
- vysoký komfort pro řidiče a cestující
- až do polohy cca 33 % zdvihu pedálu působí elektrická brzda samostatně



## Uv dom lé používání topení a klimatizace

- p i topení nebo chlazení neotvírat okna a dve e
- p i delších pobytech v zastávkách a otá ení na terminálu udržovat dve e zav ené pomocí deaktivace otvírání resp. vypnout topení nebo klimatizaci
- topný výkon iní 13,5 kW p i venkovních teplotách mezi -4°C a +4 °C (p íklad Salcburk)
- u nových trolejbus se používá automatizované topení a klimatizace



# Praktická jízda – část 2



Co-funded by the Intelligent Energy Europe  
Programme of the European Union

actuate



## Pokyny k praktické části dalšího vzdělávání II

- stejná jízdní trasa jako v části 1
- stejné pořadí jízdy jako v části 1
- vytvořit podobné realistické rámcové podmínky jako v části 1 (je-li to možné)
- zopakování jízdy s využitím informací zprostředkovaných v teoretické části
- opakování měření energie kvůli porovnání možného snížení spotřeby energie oproti 1. praktické jízdě





# Bezpečnostní hlediska u trolejbus



Co-funded by the Intelligent Energy Europe  
Programme of the European Union

actuate



# Chování při vykolejení trolejových sbíračů

- neprodleně zastavte, pochopitelně s ohledem na cestující
- před vystoupením z trolejbusu je nutné si obléknout výstražnou vestu
- trolejové sbírače a trolejové vedení je nutné podrobit vizuální kontrole
- je zakázáno
  - dotýkat se tyče trolejového sbírače, zatímco druhý je ještě nahozený
  - dotýkat se částí vozidla a trolejového vedení pod napětím
  - vystupovat na střeše trolejbusu
- před nahozením trolejových sbíračů se musí vypnout hlavní vypínač
- v každém případě se musí vyrozumět podnikový dispečink, při jakýchkoli škodách je nutné vytkat na pokyny podnikového dispečinku a vyhotovit písemné hlášení





## Chování při poškození trolejového vedení

- zvláštní pozor na spadlé trolejové vedení!
- řidič trolejbusu, který projíždí první, je povinen zajistit nebezpečné místo, pokud hrozí nebezpečí jiným účastníkům silničního provozu
- dotýkání se visících částí je zakázáno
- pokud je některé vozidlo v kontaktu se svými částmi trolejového vedení, je nutné zařadit přes podnikový dispečink nouzové vypnutí
- cestující se případně musí až do příchodu opravárenské služby zdržet ve vozidle
- Při vypuknutí požáru je nutné prostřednictvím dispečinku zařadit nouzové vypnutí trolejového vedení: Pokud to není možné, musí cestující z trolejbusu vyskočit, aby nedošlo k přeskoku napětí a je nutné zajistit, aby vozovka při vystupování byla izolována například vhodnými prostředky (např. suchý oděv)



## Výpadek a přetížení elektrického napájení

- pokud výpadek napájení znemožní pokračovat v jízdě, je zapotřebí podle možnosti využít vlastní rychlost, tedy setrvačný pohyb, a trolejbus odstavit tak, aby nepředstavoval výraznější překážku silničního provozu
- trolejbus se musí zajistit proti rozjetí zatažením parkovací brzdy
- trolejové sbírače se musí případně stáhnout
- trolejbusy s pomocným pohonem pokračují v jízdě s alternativním pohonem
- při opakujících se přerušeních napájení v krátkých intervalech se musí počítat s přetížením sítě
- jezdit zvláště opatrně, vyhýbat se souasnému zrychlování
- je třeba vypnout topení a klimatizaci
- postupovat v souladu s možnou koordinací odjezdů prostřednictvím podnikového dispečinku



# Co je dležitě v d t!



Co-funded by the Intelligent Energy Europe  
Programme of the European Union

actuate



## 3 zásad pro hospodárnou jízdu

- **Zásada bezpečnosti**

zásada bezpečnosti se musí podílet všechny další zásady

- **Zásada přesnosti**

přesnost je v linkovém provozu předpokladem a znamená nevyjíždět ze zastávky ani dříve ani později

- **Zásada hospodárnosti**

hospodárná jízda znamená minimalizaci spotřeby energie a šetření vozidla s přihlédnutím k zásadě bezpečnosti a přesnosti



# Energeticky efektivní styl jízdy s trolejbusem

■ 5 zlatých pravidel pro energeticky efektivní jízdu

(1) zrychlování má být rychlé

(2) setrvání by se m lo zcela vynechat

(3) podíl dojezd p i dodržování jízdního ádu má být co nejvyšší

(4) nem lo by docházet ke zbyte nému brzd ní a brzdít by se m lo ideáln jen elektrickou brzdou, která se neopot ebovává a rekuperuje energii

(5) uv dom lé používání topení, klimatizace a ventilace, pokud již nejsou optimáln automaticky regulované





Konec



# D kujeme za vaši pozornost!



Co-funded by the Intelligent Energy Europe  
Programme of the European Union

56

actuate

