

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Identifikátor materiálu: VY_32_INOVACE_355

Anotace	Výuková prezentace .Na jednotlivých snímcích jsou postupně odkrývány informace, které žák zapisuje či zakresluje do sešitu.
Autor	Ing. Vadim Starý
Jazyk	Čeština
Očekávaný výstup	Žák zná základní zapojení a parametry trojfázové soustavy
Speciální vzdělávací potřeby	- žádné -
Klíčová slova	Trojfázová soustava, sdružené napětí, fázové napětí, střídavý proud
Druh učebního materiálu	Prezentace
Druh interaktivity	Výklad podpořený vizualizací a práce se zápisem do sešitu.
Cílová skupina	Žák
Stupeň a typ vzdělávání	Střední Vzdělávání - SOŠ
Typická věková skupina	15 - 17 let / 2. ročník
Celková velikost	VY_32_INOVACE_355.ppt 795 648kB
Škola, projekt:	VŠŠ a VOŠ MO, Moravská Třebová ; Virtuální studovna, reg. č. CZ.1.07/1.5.00/34.0525
Vzdělávací oblast	Odborné vzdělávání
Vzdělávací obor:	Elektrotechnický základ
Téma:	Trojfázová soustava II
Zdroje:	Uvedeny na poslední straně
Datum vytvoření materiálu:	15.2.2014
Datum pilotního ověření:	24. 3. 2014

Trojfázová soustava II

Opakování:

Vysvětli princip vzniku trojfázového proudu (napětí).

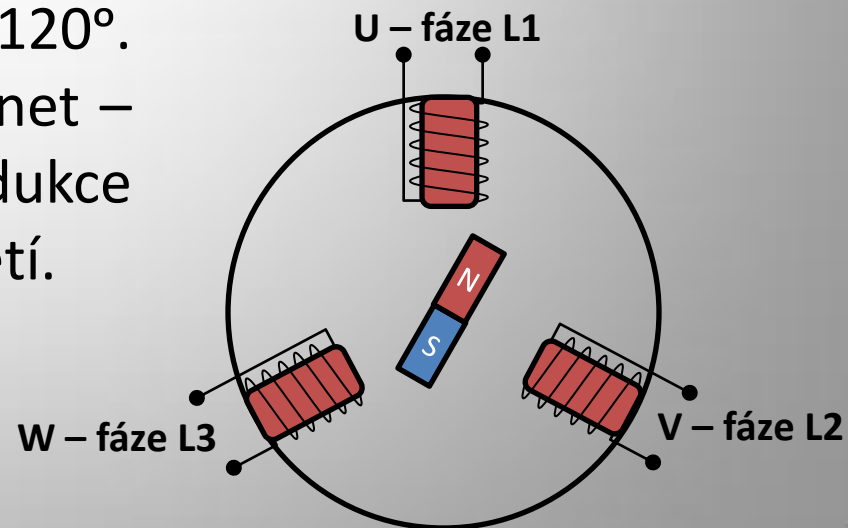
Jedná se o tři jednofázová vedení, u kterých je vzájemný fázový posuv proudu 120° ($2\pi/3$)

Tento posuv $3f$ proudu vzniká při výrobě, kdy jsou v generátoru střídavého proudu (alternátoru) umístěny na statoru (pevné části) tři vinutí cívek s označením U, V, W, které jsou vzájemně posunuty o 120° . Uvnitř generátoru se poté otáčí magnet – rotor, a vlivem elektromagnetické indukce dochází ke vzniku indukovaného napětí.

$$u_{L1} = U_{max} \sin(2\pi ft) [V]$$

$$u_{L2} = U_{max} \sin(2\pi ft + 120^\circ) [V]$$

$$u_{L3} = U_{max} \sin(2\pi ft + 240^\circ) [V]$$

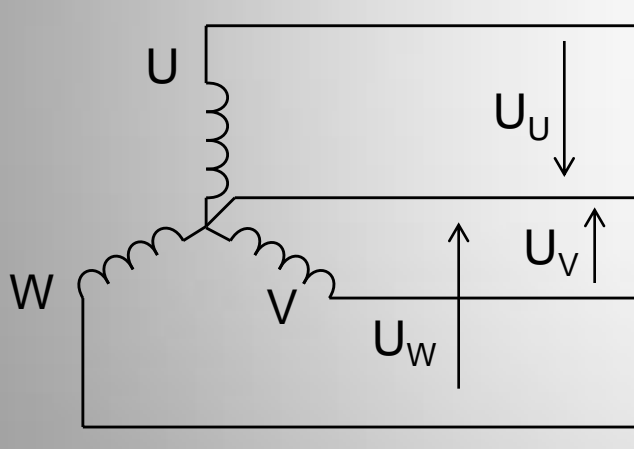


Trojfázová soustava II

Opakování:

Nakresli a popiš zapojení do hvězdy

Toto zapojení vznikne, spojíme-li jeden konec všech cívek dohromady. Vznikne nám tedy jeden společný uzel, tzv. nulový bod, ze kterého můžeme vyvést střední vodič N.



- L1 Znázorněná napětí mezi jednotlivými fázovými vodiči a středním vodičem
- N označujeme jako fázová napětí
- L2 V ČR je fázové napětí $230\text{V} \pm 10\%$ s frekvencí 50 Hz
- L3

Sdružená napětí $U_S = U_{UV} = U_{VW} = U_{WU}$

Jeho velikost je stanovena z fázového posuvu mezi fázovými napětími, který je 30° , kdy po úpravě dostáváme vztah:

$$U_S = U_f \sqrt{3} \text{ [V]}$$

Trojfázová soustava II

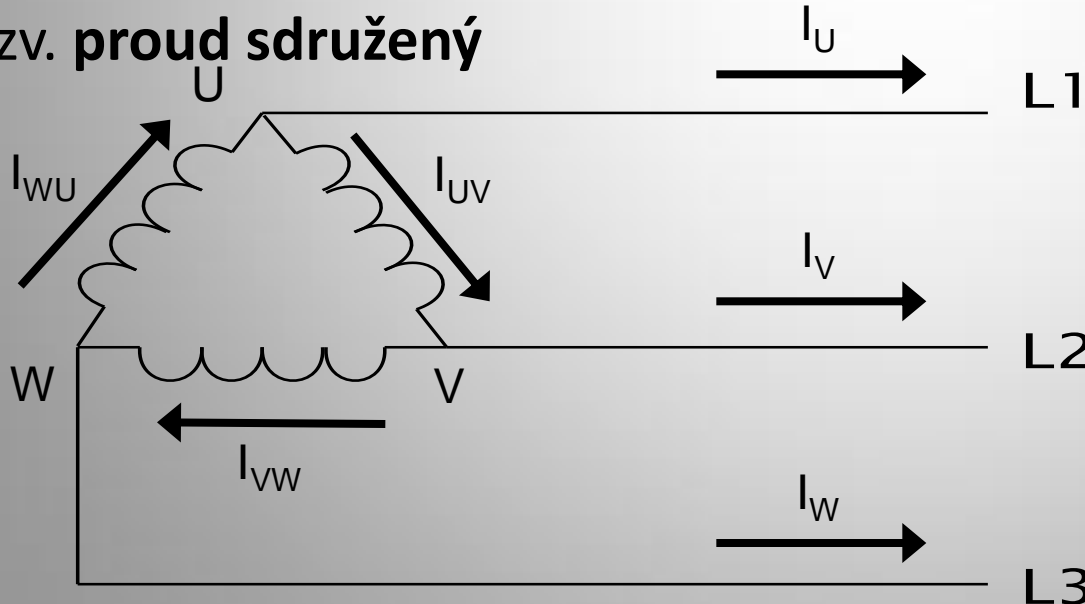
Opakování:

Nakresli a popiš zapojení do trojúhelníka

Toto zapojení vznikne, spojíme-li jeden konec jedné cívky se začátkem cívky další tak, že vznikne uzavřená smyčka. Nemáme nulový bod.

U tohoto zapojení máme pouze jeden druh napětí a to **napětí fázové**, které **je rovno napětí sdruženému**.

Vzhledem k tomu, že odebíráme proud vždy ze dvou fází, dostáváme tzv. **proud sdružený**



$$I_S = I_f \sqrt{3} [A]$$

Na trojfázovou soustavu se připojují zařízení, která jsou **výkonově náročná**, mají tedy zpravidla velký odběr (příkon). Jedná se především o různé druhy **elektromotorů** nebo jiných strojů.

Obdobně jako zdroje (alternátory) střídavého proudu, můžeme do soustavy připojovat i zátěž.

- **do trojúhelníka**
- **do hvězdy**

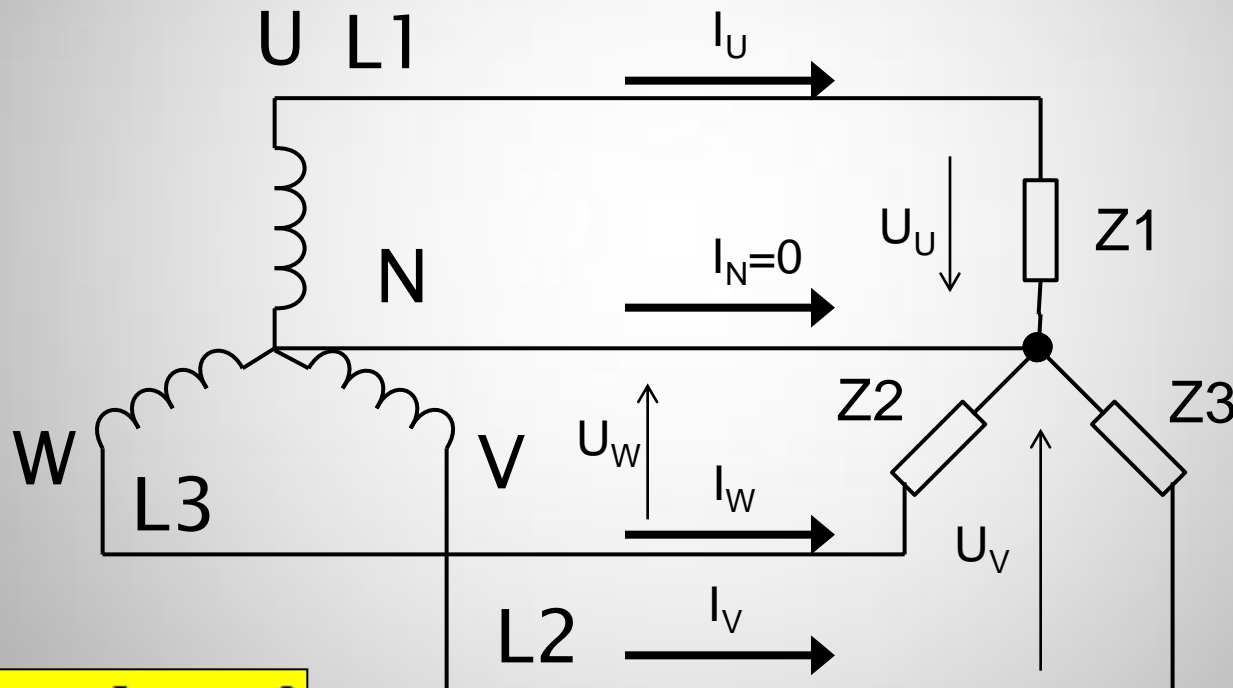
U zátěže navíc rozlišujeme, zda zatěžuje každou fázi stejně, potom hovoříme o tzv. **souměrném (symetrickém) zatížení**, nebo zatěžuje každou jinak, poté se jedná o **nesouměrné (nesymetrické) zatížení**.

Trojfázová soustava II

Souměrné zatížení do hvězdy

$$Z_1 = Z_2 = Z_3$$

Musí se rovnat nejen velikost odporu, ale i velikost fázového posuvu, tedy **impedance**.



$$I_U + I_V + I_W = 0$$

$$I_N = 0$$

$$I_U = \frac{U_U}{Z_1}$$

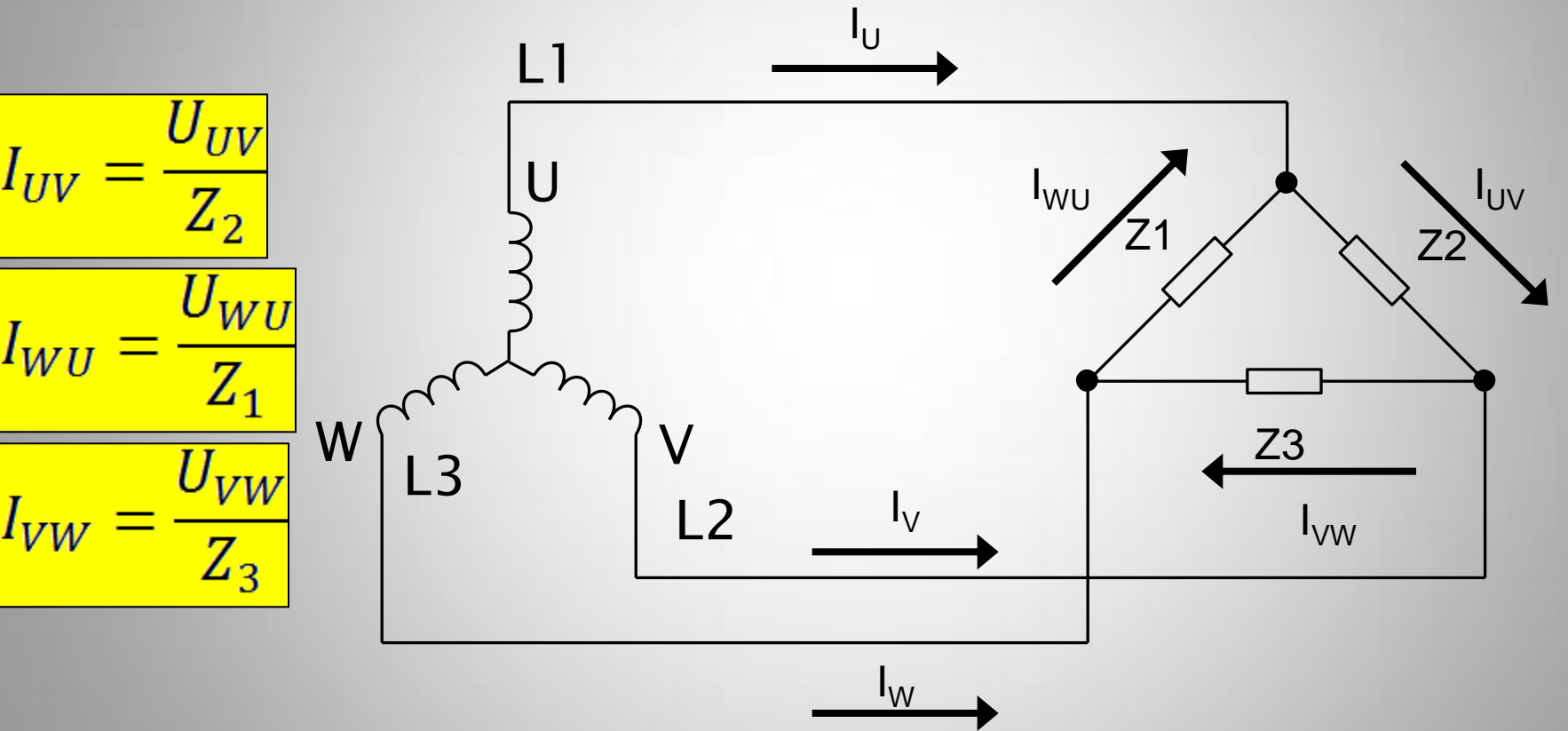
$$I_V = \frac{U_V}{Z_3}$$

$$I_W = \frac{U_W}{Z_2}$$

Trojfázová soustava II

Souměrné a nesouměrné zatížení do trojúhelníka

Pro zapojení zátěže do trojúhelníka platí stejné vztahy jak pro symetrickou, tak nesymetrickou zátěž.



$$I_{UV} = \frac{U_{UV}}{Z_2}$$

$$I_{WU} = \frac{U_{WU}}{Z_1}$$

$$I_{VW} = \frac{U_{VW}}{Z_3}$$

$$I_{UV} = I_U - I_V$$

$$I_{WU} = I_W - I_U$$

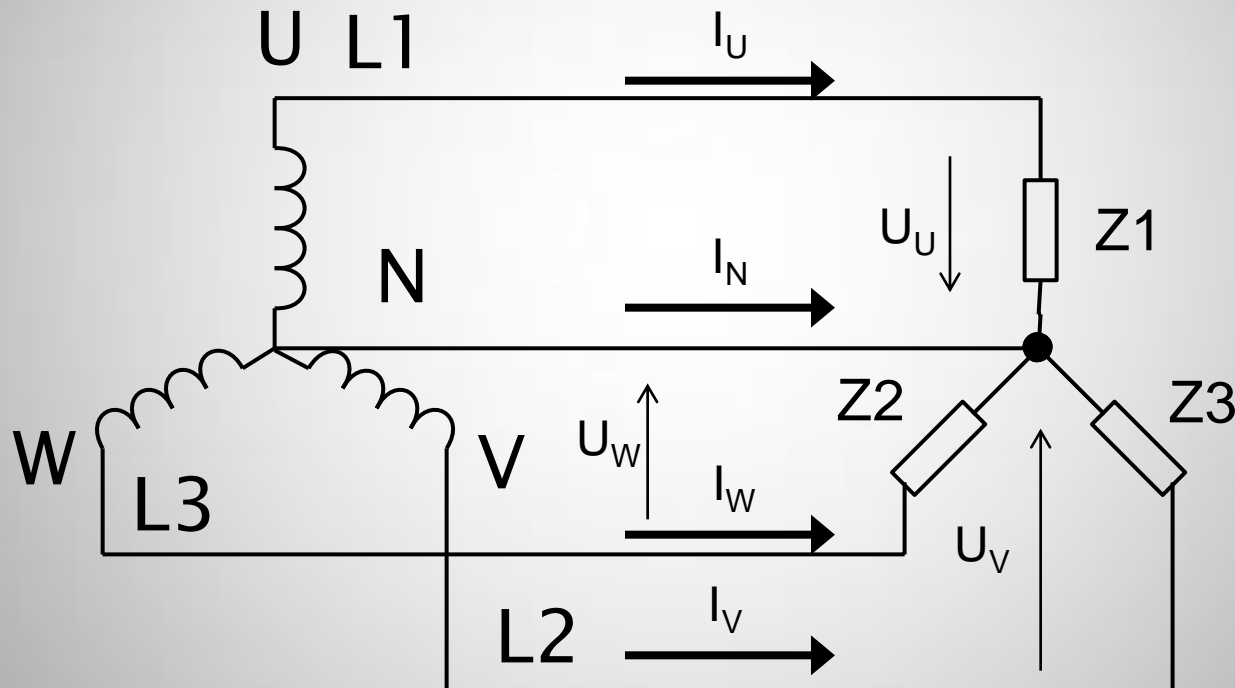
$$I_{VW} = I_V - I_W$$

Trojfázová soustava II

Nesouměrné zatížení do hvězdy

$$Z_1 \neq Z_2 \neq Z_3$$

Vzniká zpravidla připojením několika různých 1f zátěží na různé fáze sítě, např. v bytech s 1f rozvodem apod.



$$I_U + I_V + I_W = I_N$$

$$I_U = \frac{U_U}{Z_1}$$

$$I_V = \frac{U_V}{Z_3}$$

$$I_W = \frac{U_W}{Z_2}$$

Výkon trojfázového proudu

Obdobně jako u 1f proudu, i zde rozlišujeme 3 druhy výkonů. **Činný, zdánlivý a jalový**. Vztahy pro výpočet a definice se liší jen v tom s jakým počítáme napětím nebo proudem (**fázový nebo sdružený**).

Činný výkon

$$P = \sqrt{3}U_f I_f \cos\varphi [W]$$

Výkon na reálné složce impedance (odporu). Pozor počítáme s fázovými hodnotami napětí (u hvězdy) a proudu (u trojúhelníka)

Jalový výkon

$$Q = \sqrt{3}U_f I_f \sin\varphi [var]$$

Výkon na imaginární (zdánlivé) složce impedance (reaktanci)

Zdánlivý výkon

$$S = \sqrt{3}U_f I_f [VA]$$

Celkový (vektorový součet) výkon na impedanci.

Učinitel ($\cos \varphi$) a jeho kompenzace

Abychom dosáhli co nejvyšší účinnosti el. výkonu, tedy aby byl poměr činné ku jalové složce co nejvyšší ve prospěch činné složky.

Realizujeme tzv. kompenzaci účinitku, tedy snažíme se minimalizovat jalovou složku výkonu.

Využíváme znalosti chování zapojení ideální cívky a kondenzátoru (viz VY_32_INOVACE_352), kdy při paralelním zapojení RL je dán celkový jalový proud rozdílem proudu cívkou a kondenzátorem.

V praxi toto realizujeme tak, že k indukční zátěži připojíme paralelní kapacitní zátěž (kondenzátor), tím dojde ke zmenšení jalového proudu (i výkonu) a zvýšení účinnosti.

Pozor, pro přenos výkonu nesmí nastat rezonance ($\cos\varphi=1$). Proto kompenzujeme do hodnot cca $\cos\varphi=0,95$.

Shrnutí a praktické využití

- 3f soustava je efektivnější na výrobu, přenos a využití el. energie
- V ČR je značení nízké napětí v domácnosti běžně **3 x 400/230 V** tedy 3 fázové vodiče s fázovým napětím 230V a sdruženým napětím 400V, tolerance je 10%
- 3f soustavu (sdružené napětí) používáme pro napájení výkonově náročných spotřebičů, např. velké elektromotory (výtah, soustruh...)
- zapojení do hvězdy má výhodu v získání 2 různých napětí a možnosti připojení 1f zátěže.
- zapojení do trojúhelníku má výhodu ve větším dodávaném proudu
- v reálných aplikacích využíváme tzv. přepínač hvězda-trojúhelník, kdy rozbíháme motor při zapojení na hvězdu – malý odběr proudu a po rozběhu, je přepnuto na zapojení do trojúhelníka k získání max. výkonu. V případě rozběhu rovnou do trojúhelníka dojde k vyhození jističe (skokově velký proud).
- pro zlepšení účinnosti realizujeme tzv. kompenzaci účiníku, tedy k induktivní zátěži připojíme paralelně kondenzátor.

Trojfázová soustava II

Opakování:

1. Jaké druhy zátěže 3f soustavy znáte?

Odpověď

2. Jaké druhy výkonu 3f soustavy znáte?

Odpověď

3. Co je kompenzace účinníku a proč se provádí?

Odpověď

4. Proč se používá přepínač trojúhelník x hvězda?

Odpověď

Použité materiály

- BLAHOVEC, Antonín. Elektrotechnika II. 2. nezměň.vyd. Praha: Informatorium, 1997, 153 s. ISBN 80-860-7319-X.
- ZAPLATÍLEK, Karel. Základy elektrotechniky ZELí. User.unob.cz [online]. [cit. 2013-09-17]. Dostupné z: <http://user.unob.cz/zaplatilek/ZEL/Index.htm>
- Střídavý proud. In: *Wikipedia: the free encyclopedia* [online]. San Francisco (CA): Wikimedia Foundation, 2001- [cit. 2013-10-31]. Dostupné z: http://cs.wikipedia.org/wiki/St%C5%99%C3%ADdav%C3%BD_proud#Trojf.C3.A1zov.C3.A1_soustava
- KRATOCHVÍL, Filip. <i>Trojfázové obvody</i> [online]. Plzeň, 2006 [cit. 2013-10-31]. Dostupné z: http://home.zcu.cz/~karban/teaching/te1/3f/kratochvil_3f.pdf. Učební text. Západočeská univerzita v Plzni.

Použité obrázky

1. Schémata byly vytvořeny programem profiCAD, licence: VSŠ a VOŠ Moravská Třebová <http://www.proficad.cz/>