



## Význam zvýšení účinnosti elektrických strojů

► Co je to účinnost ?

$$\eta = P' / P \quad - \text{kde } P' \text{ je výkon, } P \text{ je příkon.}$$

Práce - energie dodaná stroji je vždy větší než práce - energie strojem vykonaná.

Proč ?

**Kvůli ztrátám** - přeměně energie na neúčinné druhy (např. z důvodu se mění mechanická energie na teplo). Proto je účinnost stroje vždy menší než 100 %.

► Rozdělení ztrát elektrického stroje

Příklady:

**Synchronní generátor GSH950L20U5,5**

výkon 1800 kW; 5,5 kV; 300 ot/min; hmotnost 23 t

účinnost (při 100 % výkonu a  $\cos \phi = 1,0$ ) **96,1 %**

**Asynchronní motor MAK400M8**

výkon 440 kW; 500 V; 742 ot/min; hmotnost 3,5 t

účinnost (při 100 % výkonu a  $\cos \phi = 0,886$ ) **95,5 %**

Rozdělení ztrát	GSH950L20		MAK400M8	
Mechanické	8 kW	0,45 %	2,3 kW	0,5 %
Mag. obvod	22,7 kW	1,26 %	4,2 kW	0,9 %
Vinutí statoru	22,3 kW	1,24 %	6,2 kW	1,3 %
Vinutí rotoru	16,3 kW	0,9 %	3,8 kW	0,8 %
Buzení	1,3 kW	0,07 %		
Dodatkové (přídavné) ztráty	9 kW	0,5 %	4,6 kW	1,0 %
<b>Celkem</b>	<b>77,6 kW</b>	<b>3,9 %</b>	<b>20,1 kW</b>	<b>4,5 %</b>

## Význam zvýšení účinnosti

**Ekologický**

**Finanční**

## Ekologický význam

30 % spotřeby elektrické energie v EU je spotřebováváno elektrickými motory.

V roce 2011 bylo spotřebováno EU přibližně 3.100 TWh (3.100.000.000 MWh) elektrické energie.

To znamená:

pokud budeme používat motory s účinností o 2 % vyšší, potom ušetříme produkci 18,6 TWh elektrické energie.

A z tohoto plyne že:

- nemusíme provozovat více než jednu jadernou elektrárnu o výkonu 1850 MW (Dukovany)
- nebo nemusíme provozovat 2,5 tepelných elektráren 800MW(Chvaletice) nespálíme 7,4 mil. tun nekvalitního uhlí a nevyprodukujeme tak 6,7 mil. tun CO<sub>2</sub>

## Finanční význam

Účinnost a její dopad na návratnost investice

**Příklad:**

**Malá vodní elektrárna**

Generátor: jmenovitý výkon 3MW a lepší účinnost + 0,5 %, 20 let provozu a výkupní cena elektřiny 2,50 Kč/kWh,

$3000 \text{ kW} \times 0,5 \% \times 24 \text{ hodin} \times 365 \text{ dnů} \times 20 \text{ roků} \times 2,50 \text{ Kč} = 6.570.000,- \text{ Kč}$   
(262.800,- EUR)

(když tento generátor pojede na 50 % výkonu vydělá za 20 let cca 250 mil. Kč)

Opakuji: 0,5 % zlepšení účinnosti činí 6.570.000,- Kč (262.800,- EUR) bez dalších druhotných nákladů na provoz a údržbu. (Tato hodnota může být cena až dvou takových generátorů).

**Tzn. návratnost investice při výměně starého generátoru za nový je v tomto případě cca 10 let.**

Rozdíl mezi nejlepším možným a standardním generátorem (s rozdílem v účinnosti kolem 0,3 až 0,7 % podle možností daného stroje) znamená pro investora rozdíl 20 až 35 % v ceně generátoru.

## Finanční význam

Účinnost a její dopad do spotřeby el. energie

**Příklad:**

**továrna s linkou**

30 x ASM jmenovitý výkon 3 kW a lepší účinnost nových motorů o 3 %, počítáme náklady na energii za 1 rok provozu při ceně elektřiny 2,50 Kč/kWh,

$$30 \text{ ks} \times 3 \text{ kW} \times 3 \% \times 24 \text{ hodin} \times 365 \text{ dnů} \times 2,50 \text{ Kč} = 59.130,- \text{ Kč} \\ (2.300,- \text{ EUR})$$

(celkový roční náklad na energii pro linku 3,5 mil Kč)

Cenový rozdíl mezi motorem IE1 (4200,- Kč, menší účinnost) a IE2 (5200,- Kč vyšší účinnost) je 20 %. Z toho plyne návratnost investice při výměně každého starého motoru za nový je v tomto případě 2,6 roku.

Při výběru motorů pro novou linku se zvýšená investice do motorů IE2 vrátí zpět cca za 6 měsíců.

## Postup EU:

- dle Směrnice EU 2009/125/ES a následně dle ČSN EN (IEC) 60034-30 nesmí být v zemích EU vyráběny motory s nižší účinností než IE2.

Nové třídy účinnosti s označením (International efficiency - IE)

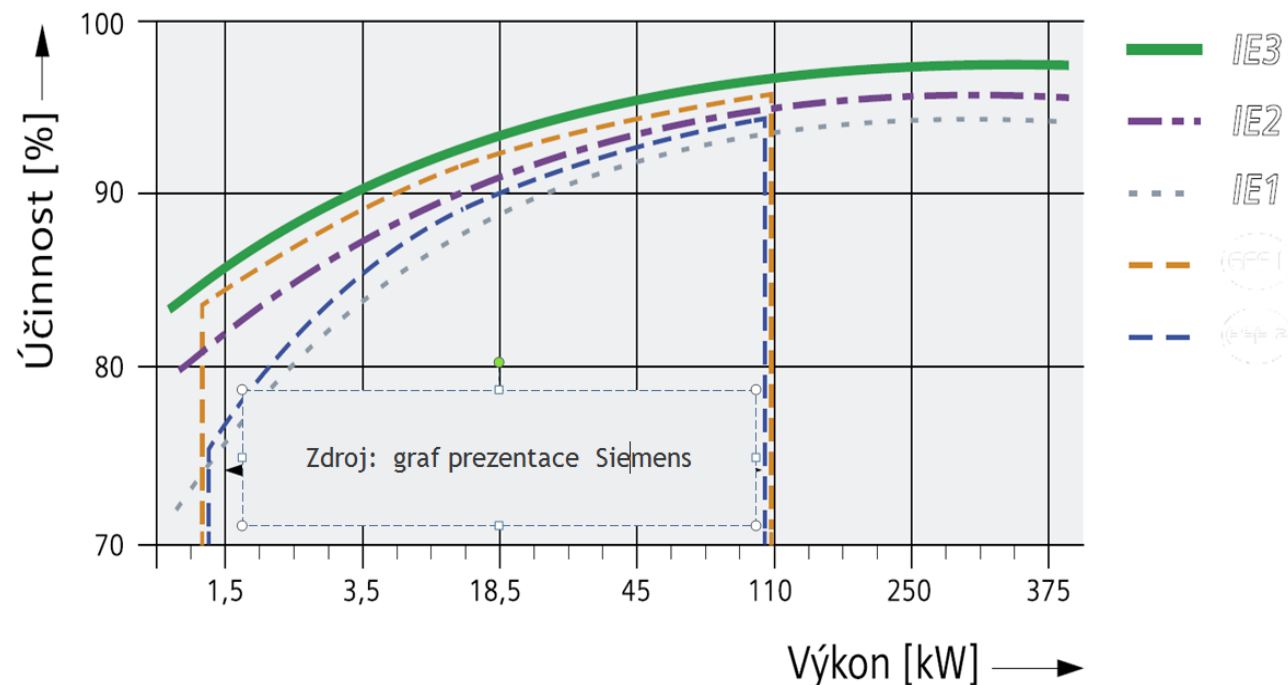
IE1 standardní účinnost (Standard),

IE2 zvýšená účinnost (High),

IE3 vysoká účinnost (Premium)

IE4 velmi vysoká účinnost  
(Super-Premium)

- platí pro: pro jednotáčkové, trojfázové ASM nakrátko;  
2,4, a 6 pólové; 50 Hz, 60 Hz;  
UN do 1000 V; PN od 0,75 do 375 kW



Rozdíl v účinnosti daných motorů je mezi jednotlivými třídami až 8 % u malých motorů a až 2 % u velkých motorů.



## Postup výrobců elektrických strojů

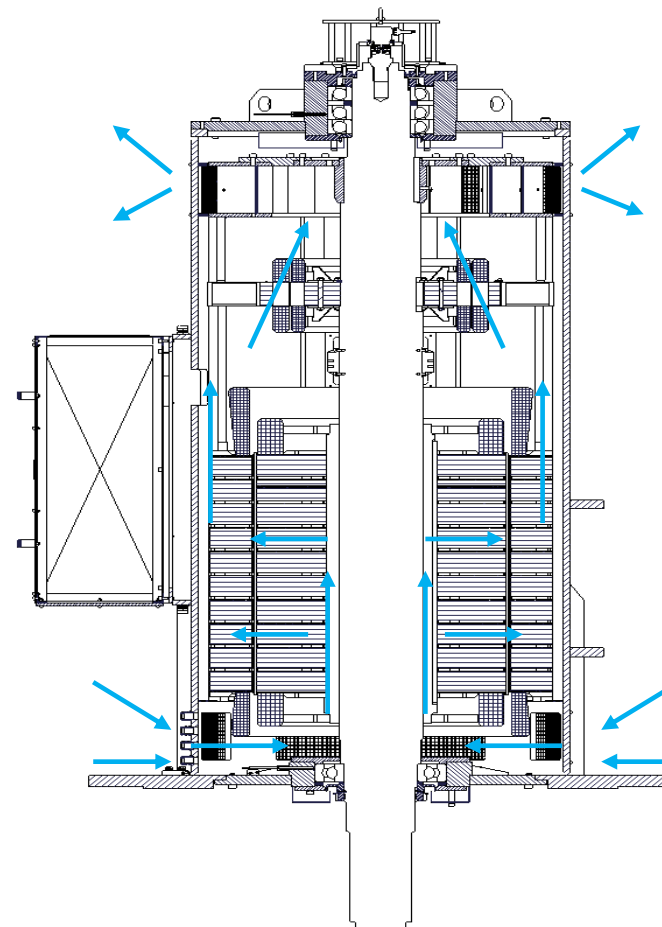
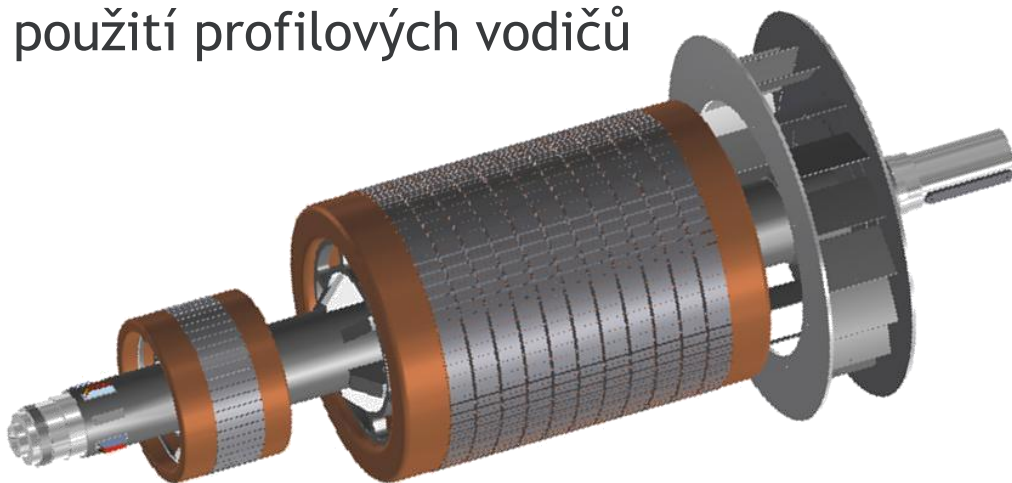
Zlepšení účinnosti je na prvním místě vývoje nových strojů.

### Mechanické ztráty:

- použití nízkoztrátových ložisek
- optimalizace ventilátorů a ventilačního systému strojů

### Ztráty ve vinutí:

- zmenšování délky cívek
- jiné tvarování cívek
- zvýšení chlazení cívek
- použití profilových vodičů



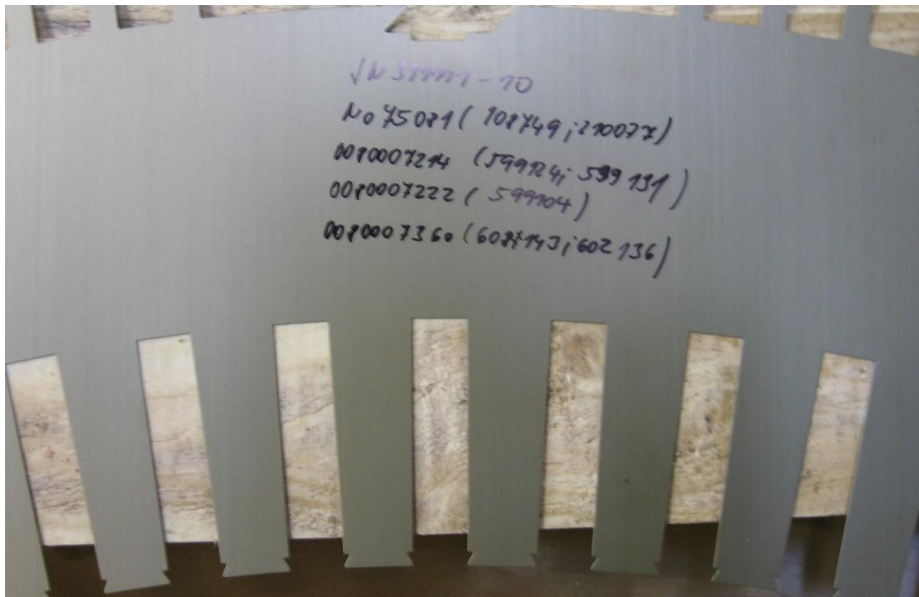
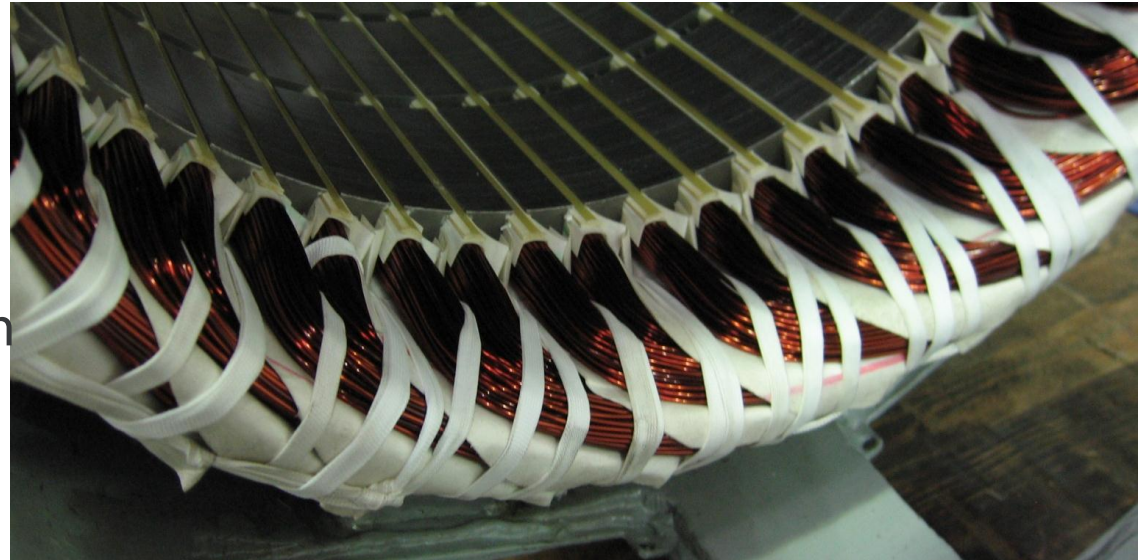
### Ztráty v buzení:

- cizí buzení
- změna návrhu budiče (PM)

## Postup výrobců elektrických strojů

### Dodatkové ztráty:

- optimalizované umístění cívek v drážkách
- optimalizace vzduchové mezery a tvaru zubu statorových a rotorových paketů
- nový tvar a poloha vinutí
- umístění přívodních vodičů a optimalizace svorkovnic



### Ztráty v magnetickém obvodu:

- použití nových materiálů pro pakety strojů (lepší izolace, menší ztrátové číslo)
- výkonnostní, hmotnostní a tvarová optimalizace plechů

## Závěr

Účinnost je po výkonu nejdůležitější parametr stroje.

Dbejme na to, aby byla na našich strojích co nejvyšší.

# DĚKUJI ZA VAŠI POZORNOST

**Ing. Ladislav Jabůrek**  
Inženýr kvality

**Robert ŠVAJKA**  
Řízení kvality a servisu

TES VSETIN s.r.o., Jiraskova 691, 755 01 Vsetin, Czech  
Republic [www.tes.cz](http://www.tes.cz)