

Sledování energetických toků nezbytný krok k hospodárnosti budov

Ing. Jaroslav Smetana

Co je energie?

- Energie je měřena v Joule (j).
- energii nelze vyrobit, lze pouze přeměnit její jednu formu do jiné.
- Při této přeměně se část originální energie přemění v tepelnou.
- Říkáme že došlo ke ztrátě části energie.
- Velikost těchto ztrát nazýváme efektivitou přeměny.



Měřitelné formy energie:

- Teplo
- Elektrická energie
- Tlak
- Mechanická síla

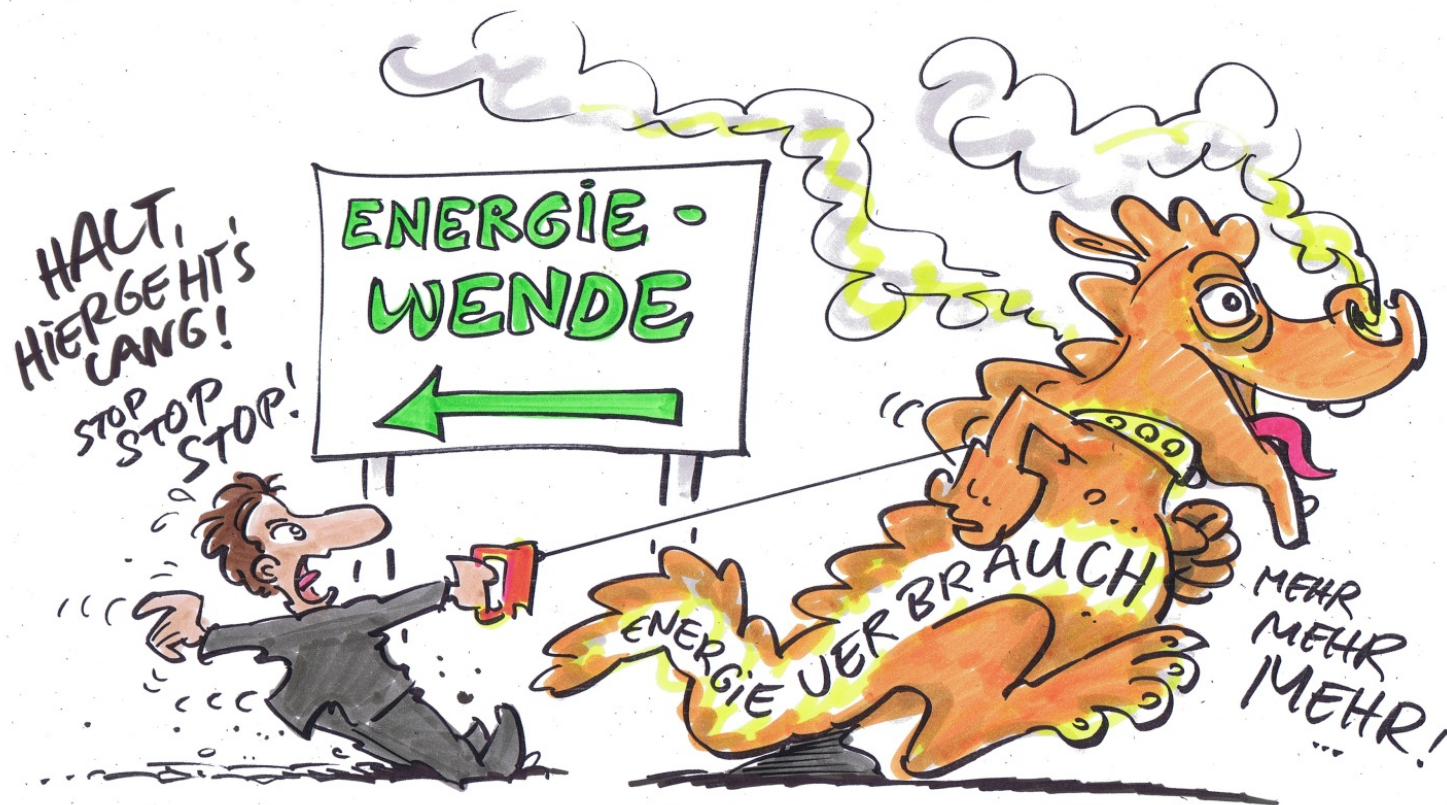
Proč je důležité se zabývat měřením energie?



Údaje z měření podporují rozhodování a aktivity, které vedou ke snížení spotřeby energie a nákladů



Proč je důležité se zabývat měřením energie?



© Ilustrace Michael Hüter (Německo)

Jak se projevuje plýtvání?



Elektrické

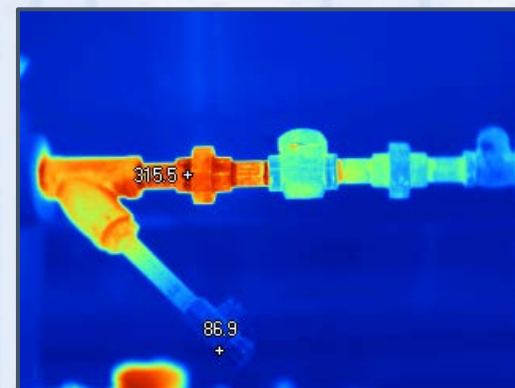
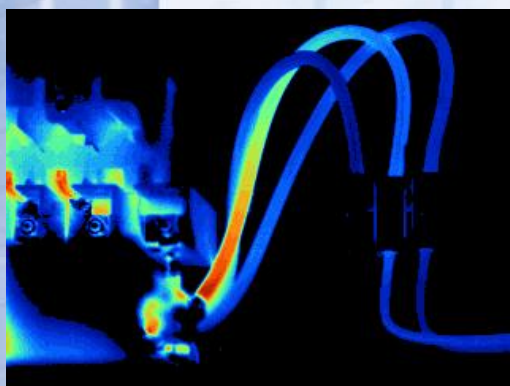
- Zvýšená spotřeba
- Nekvalita energie
- Přehřívání

Mechanické

- Zvýšené vibrace
- Přehřívání
- Zvýšený hluk

Vstupy -výstupy

- Pokles tlaku
 - Klimatizovaný vzduch
 - Stlačený vzduch
- Pokles teploty
 - Pára
 - Klimatizovaný vzduch



Jak lze kvantifikovat plýtvání energií?



- Elektrická energie
 - kWh
 - Harmonické
 - Nevyvážení
 - Účíník
 - Špičkový výkon
- Tlak
- Teplo
- Teplotní rozdíl



Místa s nejvyšší příležitostí úspor

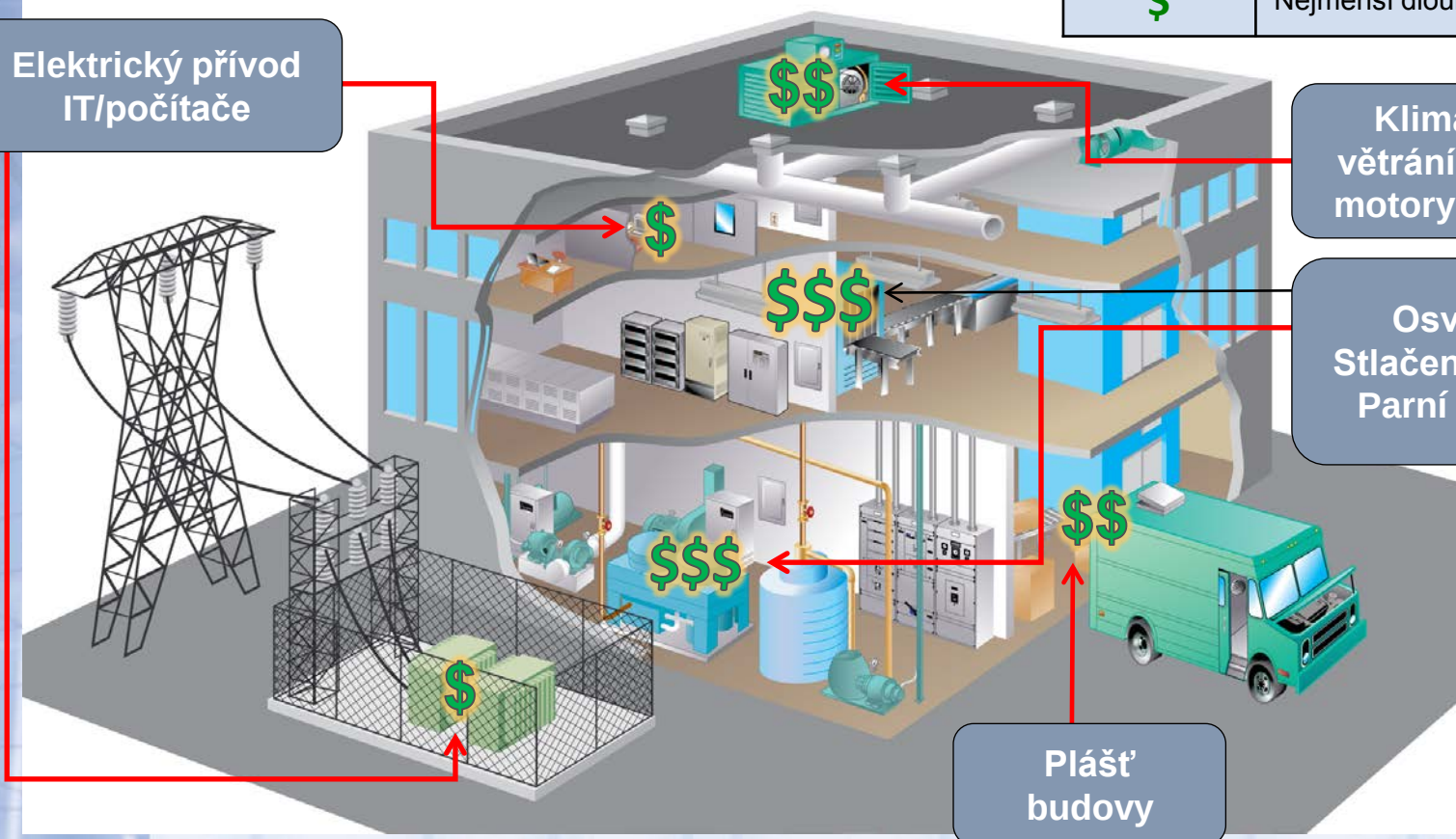
Úspory	
\$\$\$	Největší příležitost
\$\$	Střední příležitost
\$	Nejmenší dlouhodobé příležitosti

Elektrický přívod
IT/počítače

Klimatizace,
větrání, vytápění
motory a pohony

Osvětlení,
Stlačený vzduch,
Parní systémy

Plášť
budovy



Co je elektrická energie?

Výkon, kW

skutečná práce – např. běžící motor.

Odběr, kVA

Napětí a celkový proud odebíraný od dodavatele, bez ohledu na efektivnost.

Účíník, PF

Když obvod pracuje se 100% efektivitou, odběr = výkon., kW/kVA je účíník.

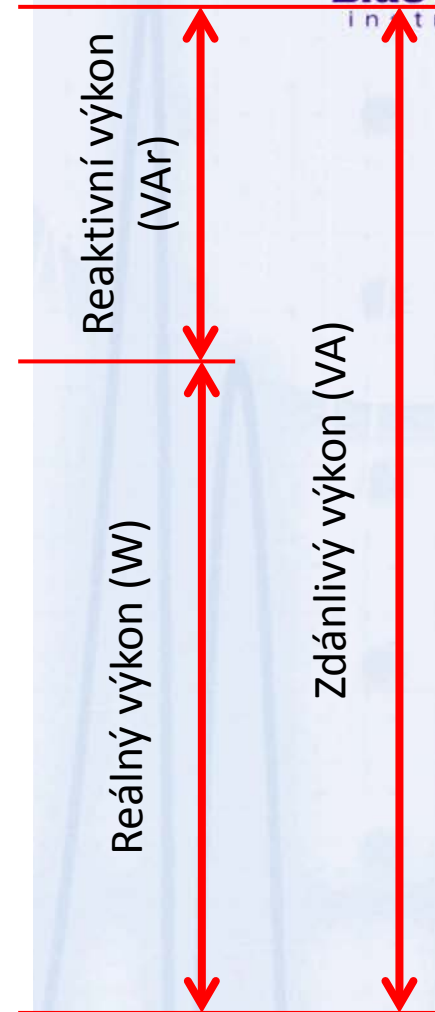
Harmonické složky a nevyvážení

Další vlivy vedoucí k neefektivitě a vyššímu odběru

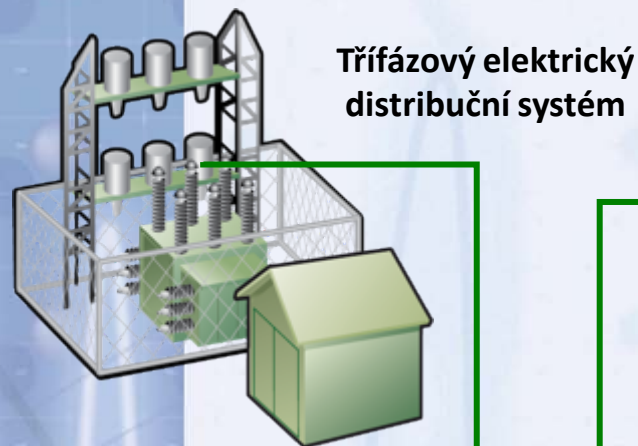


Power & Energy				
	FUND DEMO	0:02:12		
	A	B	C	Total
kW	32.5	29.3	31.3	93.2
kVA	32.8	30.4	31.3	94.6
kVAR	4.4	7.9	0.2	12.5
PF	0.98	0.96	0.99	0.98
Cosφ	0.99	0.97	1.00	
kWh	1.196	1.078	1.151	3.425
kVAh	1.207	1.116	1.151	3.474
kVARh	0.163	0.290	0.007	0.460
START 08/04/08 15:19:26 0:02:12				
	PULSE CNT	CLOSE	MANUAL	RESET
	ON OFF	ENERGY	COUNT	ENERGY

Co je elektrický výkon?



Zaměření na tři systémy budov



Třífázový elektrický distribuční systém

Elektrický subsystém

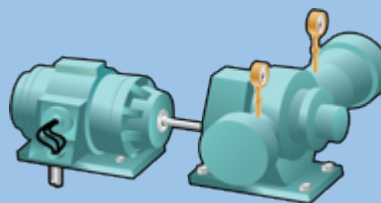
Účet za elektřinu



Infrastruktura distribuce elektřiny v budově



Systémy výrobních procesů

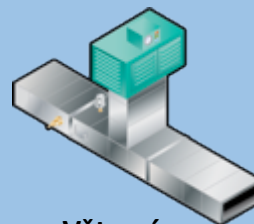


Mechanické zátěže

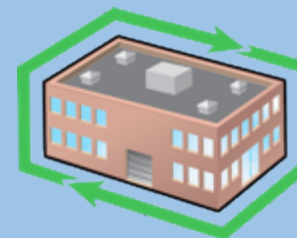


Media: tlakový vzduch, pára

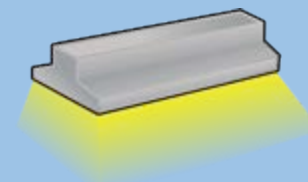
Infrastruktura budovy



Větrání,
vytápění, chlazení

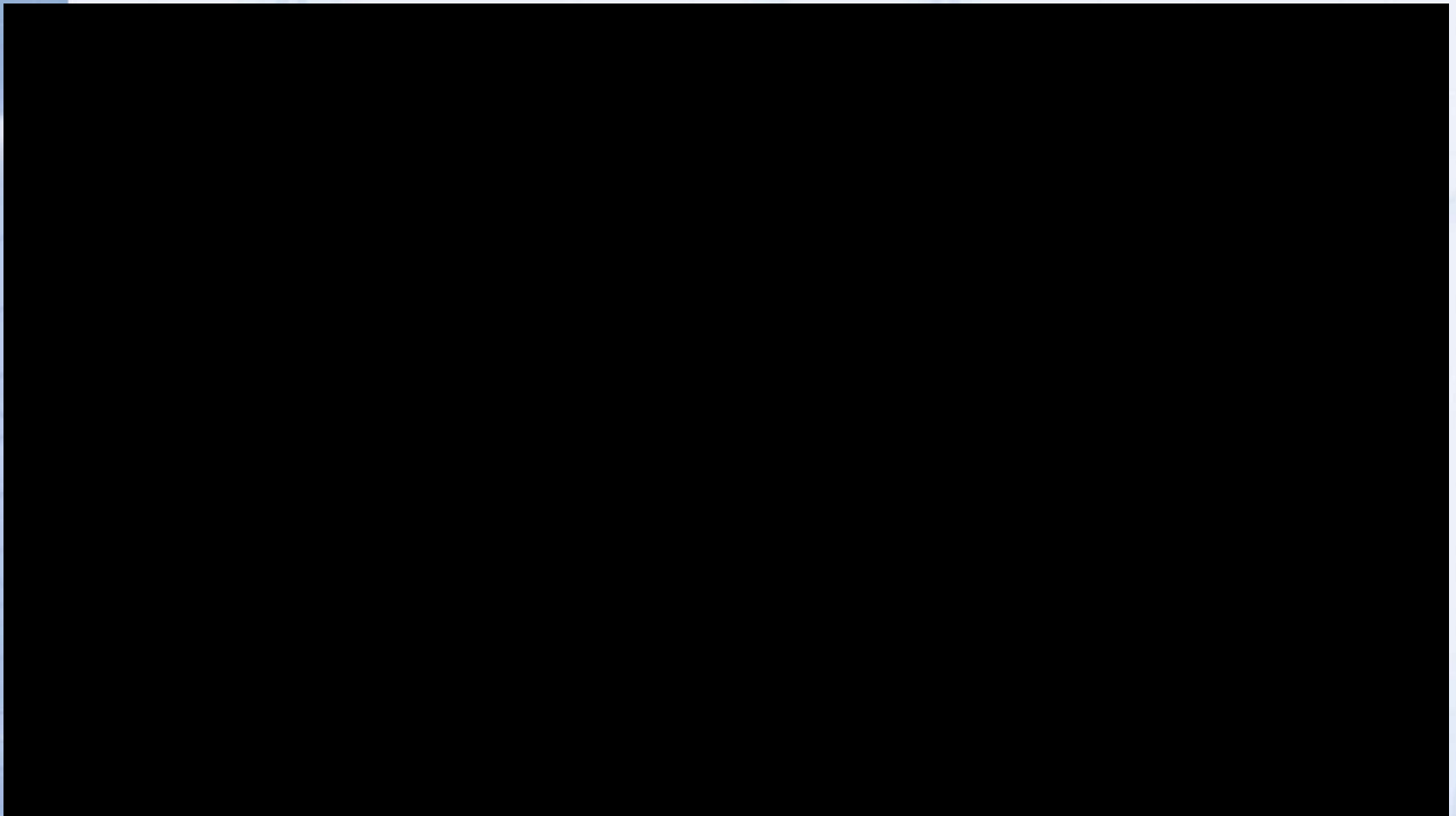


Plášť budovy



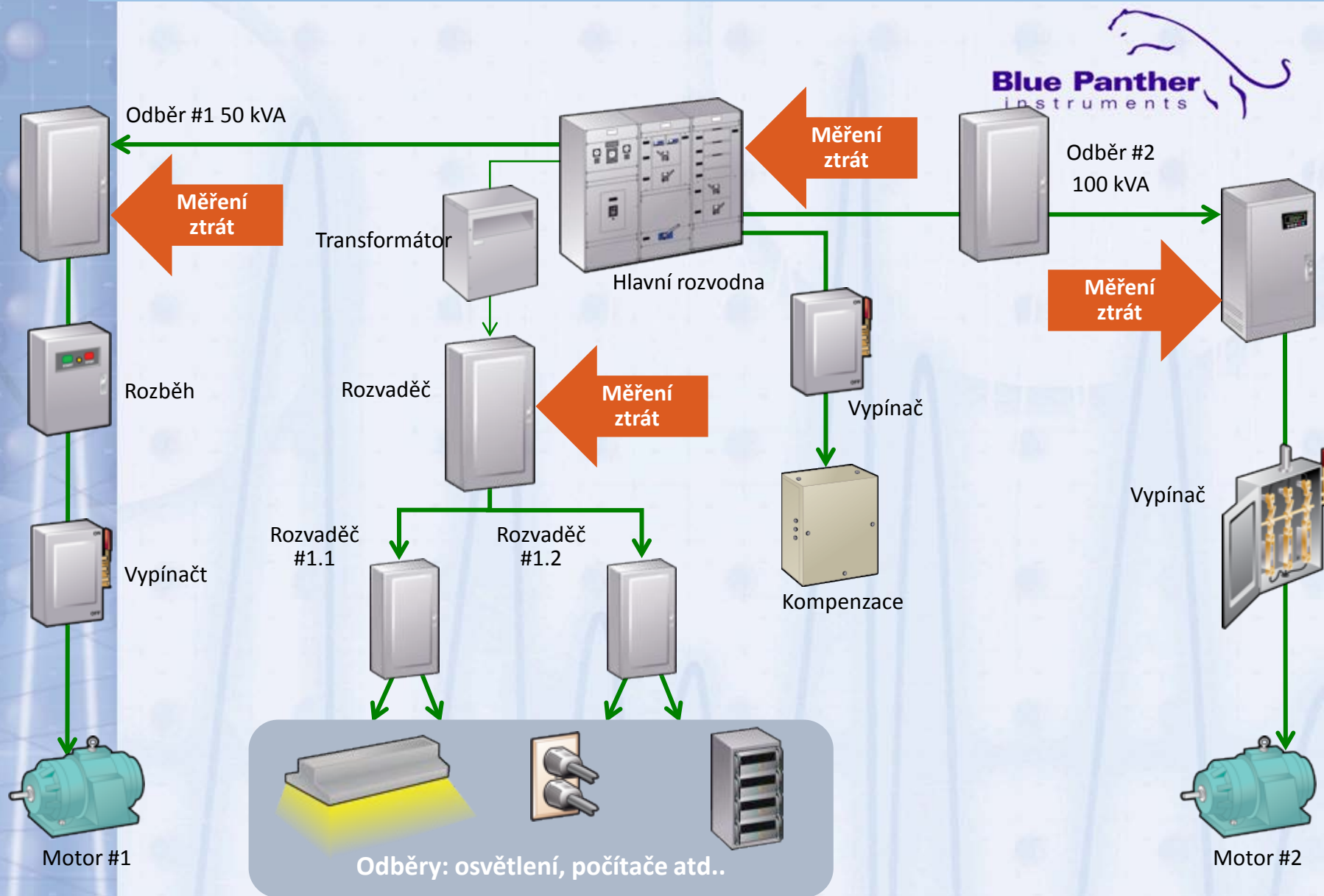
Osvětlení

Proč zaznamenávat spotřebu?



Laskavostí Essent (Komerční)

systemu



Záznam energie: proč a kde

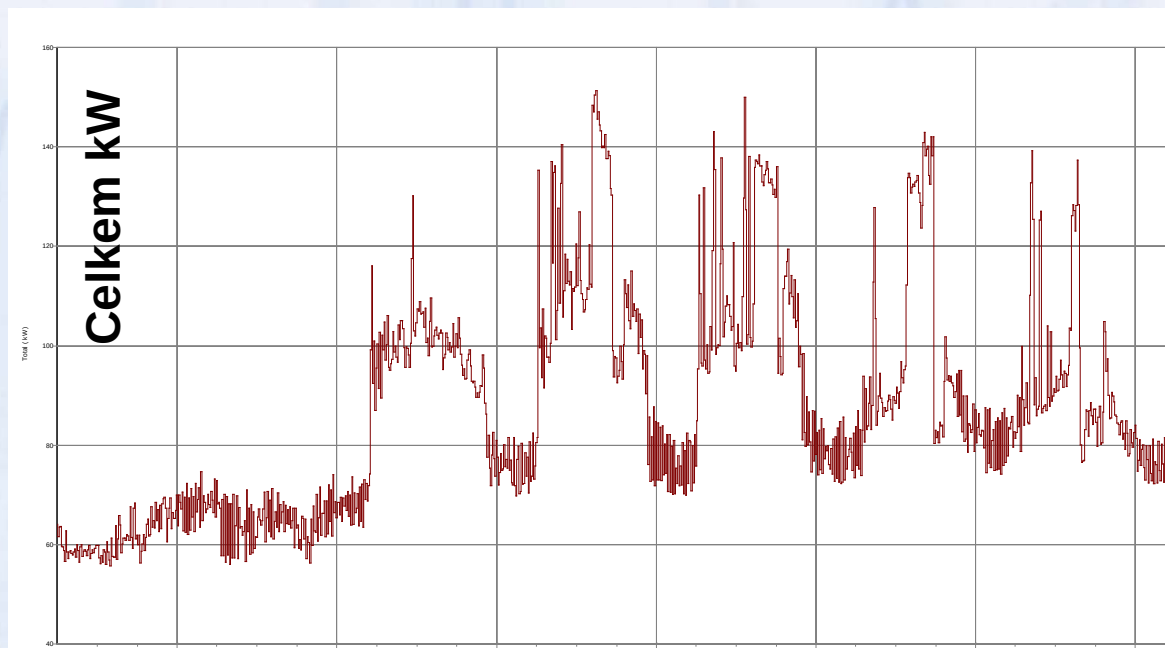


Proč: potřebujete zmapovat kam jde vaše spotřeba

- Porovnat s měřením a účtem dodavatele energie
- Ověřit špičkové spotřeby a změny účinníku

Kde:

1. Záznam spotřeby na hlavním rozvaděči, na podružných a hlavních spotřebičích
2. zaznamenávat kW, kWh, a účinník
3. Identifikovat jakoukoliv špičku
4. Učit zda-li je možné spotřebu regulovat a jak snížit cenu



Nástroje pro záznam



Ruční a pevné záznamníky

- Vyhodnocení stavu
 - Kvantifikujte spotřebu před a po zlepšeních pro zdůvodnění zařízení pro úsporu energie
- Monitorujte maximální potřebný odběr
- Funkce záznamníku energetických ztrát:
 - kWh
 - Harmonické
 - Nevyvážení
 - Účinník/PF
 - Špičkový odběr



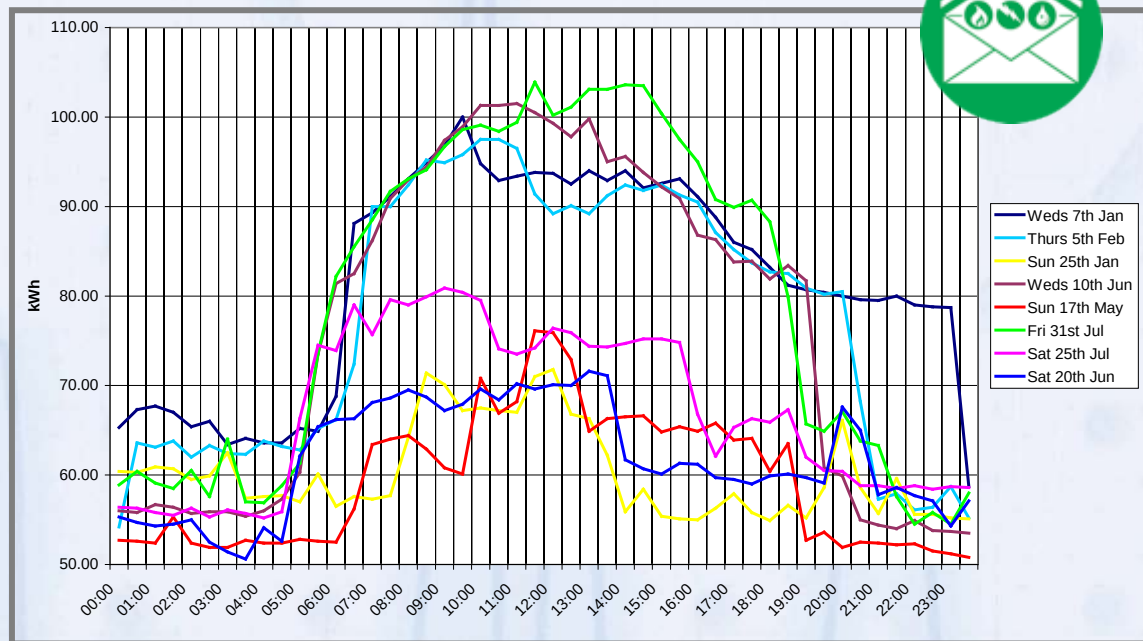
Trvalý monitoring na vstupu a hlavních odběrech



Identifikace možností úspory ceny

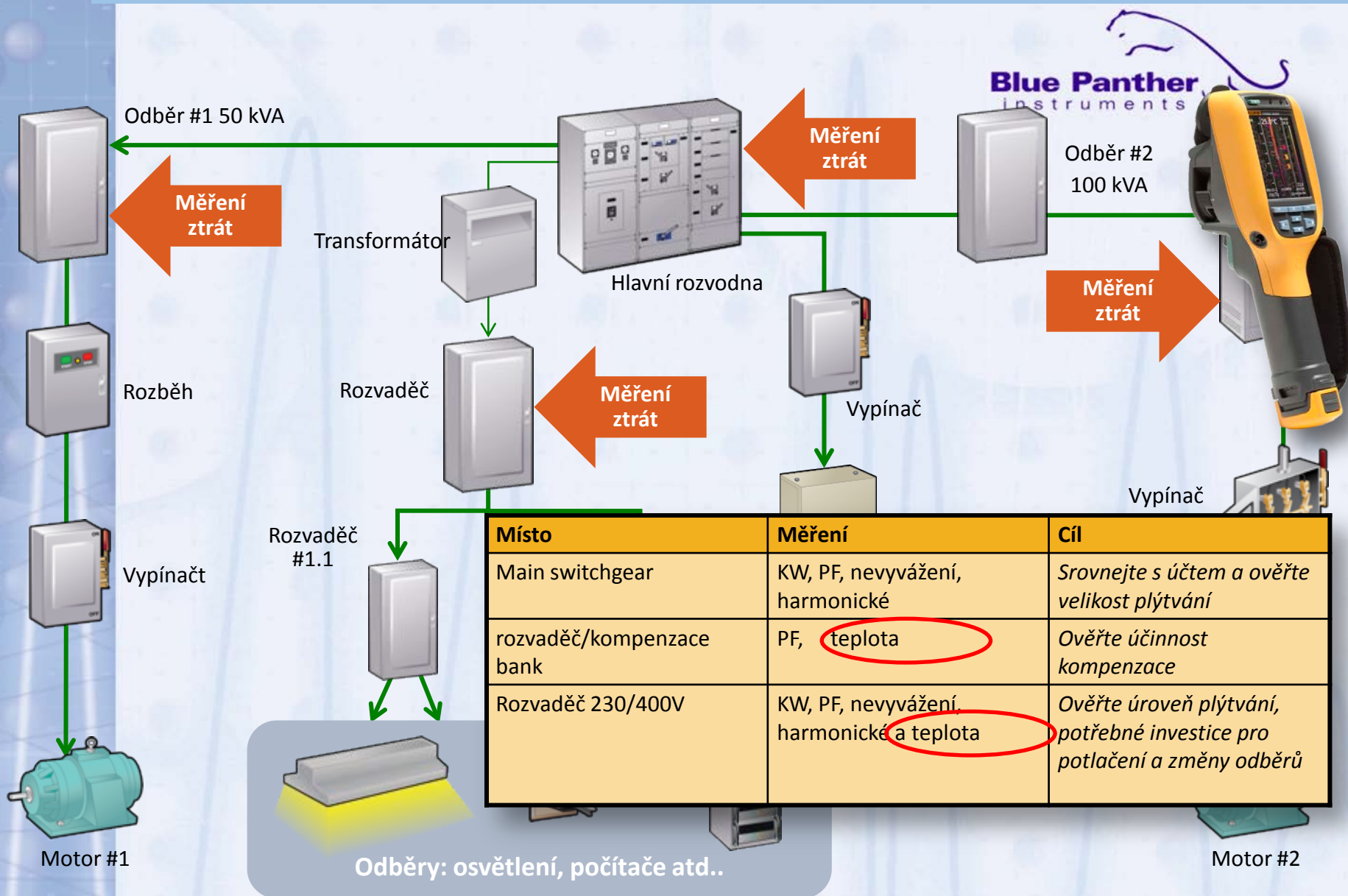
1. Porovnejte výrobní postup s časovými tarify distributora
2. Upravte postup aby využíval výhody:
 - Nejnižší ceny energie za den
 - Čas kdy lze stroje vypnout
 - Čidla a řízení, které umožní vypnout systémy když nejsou třeba
3. Rozdělte infrastrukturu zařízení aby je bylo možné zapínat/vypínat po skupinách priorit

Příklad záznamu energie

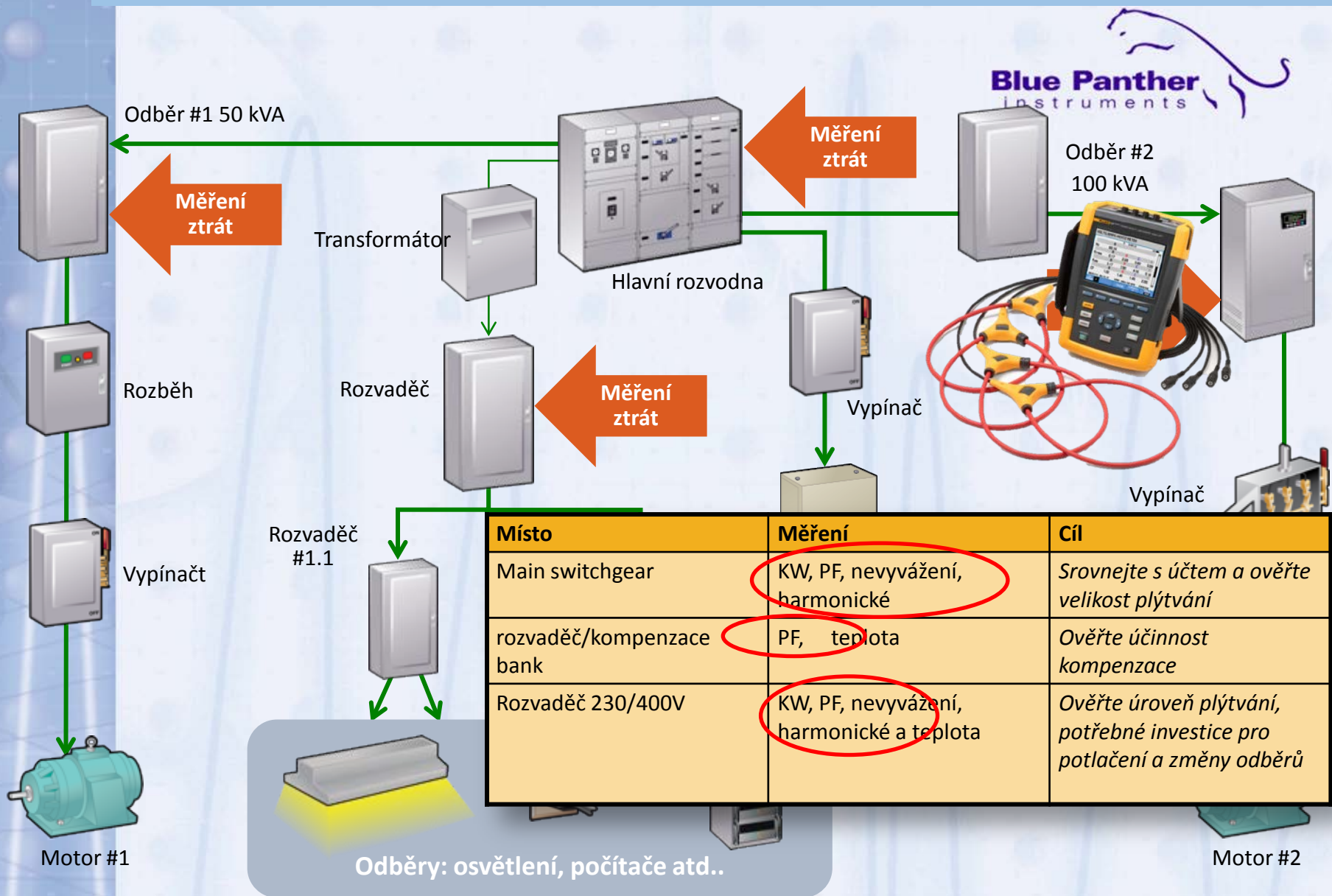


4. Na vrchol zařadte zařízení s největší spotřebou v 15minutách pro zabránění odběrovým špičkám
5. Instalujte ŘP pro velké motory a nahraďte stávající špatné motory za motory s vysokou efektivitou

systemu



systemu



Co je elektrický výkon?



Reaktivní výkon
(VAR)

Reálný výkon (W)

Zdánlivý výkon (VA)

Blue Panther
instruments



Kde se plýtvá s elektřinou?

Harmonické – zvýšená spotřeba, vibrace

Nevyvážení – průtok proudu neutrálem

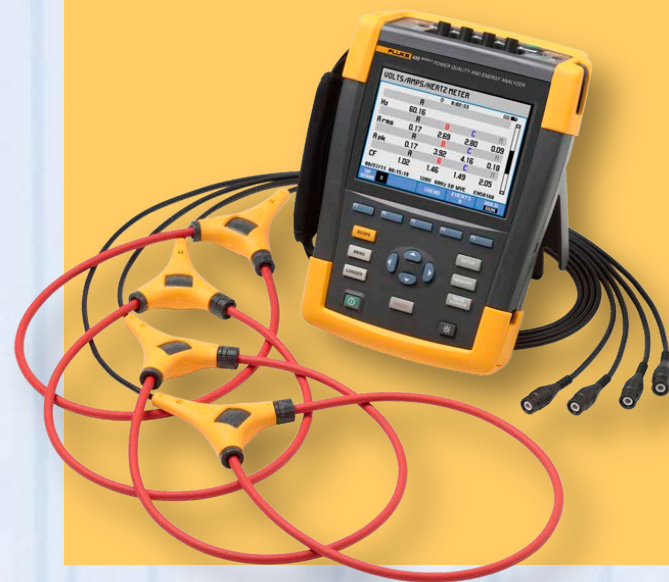
Účíník – vyšší než potřebný proud

**Ke ztrátám dochází při přenosu energie –
ve vodičích: ztráty = $I^2 R$**

- Jouleuv první zákon
- Produkce tepla průchodem proudu vodiči je úměrní druhé mocnině velikosti proudu a velikosti odporu



$$Q = I^2 R t$$



Automatický kalkulátor podílu ztrát



Analyzátor Fluke 435 lze použít pro měření a výpočet jak spotřeby tak i k výpočtu plýtvání.

Lze vyčíslit jak mnoho se plýtvá a kolik ztrát přichází z kterého faktoru využitím patentované metody

Unified Power.

Rozdělení celkového výkonu na složky

Napětí: $u(t) = u_+(t) + u_U(t) + u_H(t)$

Proiud: $i(t) = i_+(t) + i_R(t) + i_U(t) + i_H(t)$

Vákon: $p(t) = u(t).i(t) = p_E(t) + p_R(t) + p_U(t) + p_H(t)$



Kde;

index U = Nevyvážení

index H = Harmonické

index R = Reaktivní

index E = Efektivní

Efektivní
(Aktivní)

Reaktivní

nevyvážení

harmonické

Kalkulátor ztrát Fluke



Identifikuje, vyčísluje a oceňuje úplné ztráty energie, včetně harmonických, nevyvážení, účinníku a kabeláže

Užitečný výkon v kilowatech

Reaktivní (jalový) výkon kVAR

Výkon spojený s nevyvážením

Výkon spojený s harmonickými

Proud nulovým vodičem

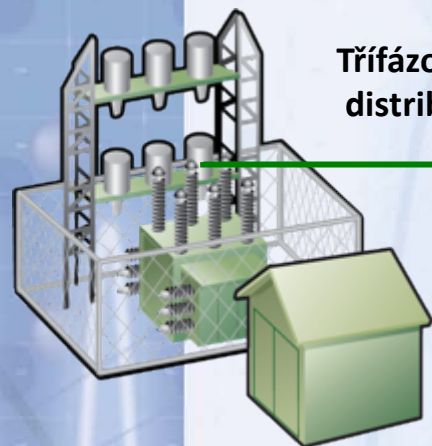
Celková cena ztrát v kilowatthodinách za rok

ENERGY LOSS CALCULATOR

DEMO		0:02:13			
		Total	Loss	Cost	
Effective	kW	187	kW 15.6	Eur	2.33 /hr
Reactive	kvar	25	kW 0.3	Eur	0.04 /hr
Unbalance	kVA	22	kW 0.4	Eur	0.07 /hr
Distortion	kVA	35	kW 1.6	Eur	0.24 /hr
Neutral	A	38.0	kW 0.1	Eur	0.01 /hr
Total				kEur 23.64/y	
10/28/12 13:41:08		230V 50Hz 3Ø WYE		EN50160	
LENGTH	DIAMETER	METER		RATE	HOLD
200 m	50 mm2			0.15 /kWh	RUN

Délka a průřez kabelu je zabudována do výpočtu ztrát

Podsytémy výrobních procesů



Třífázový elektrický
distribuční systém

Elektrický subsystém

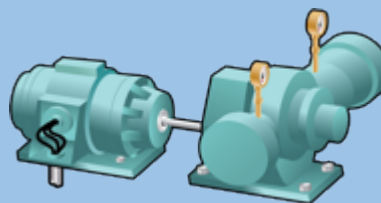
Účet za elektřinu



Infrastruktura distribuce
elektřiny



Systémy výrobních procesů

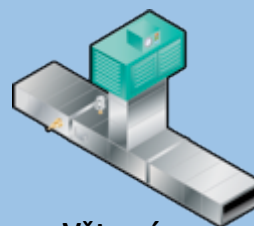


Mechanické zátěže

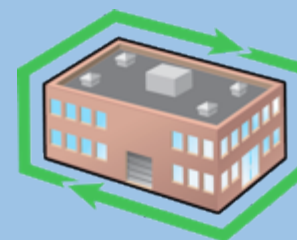


Media: tlakový vzduch, pára

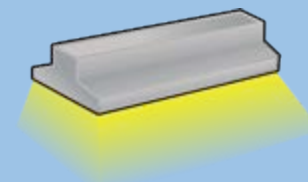
Infrastruktura budovy



Větrání,
vytápění, chlazení

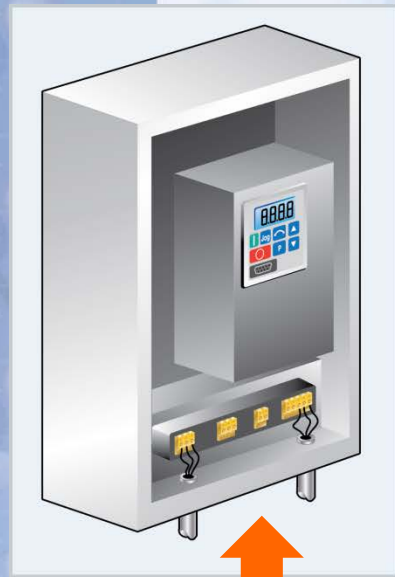


Plášť budovy



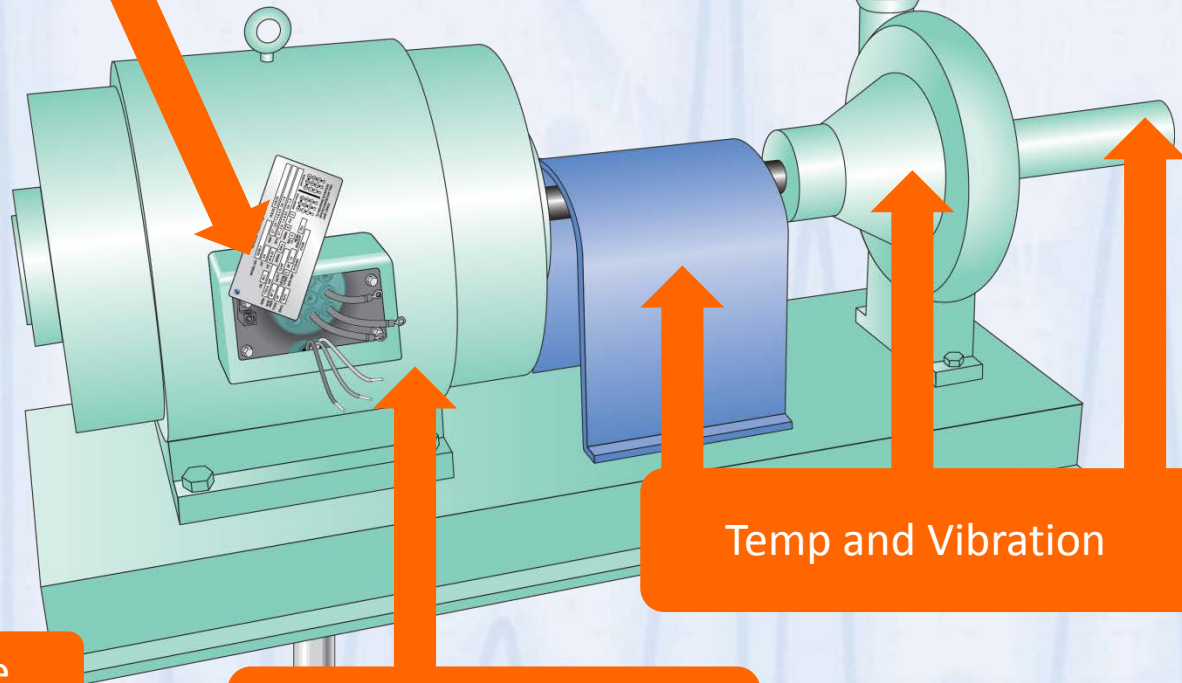
Osvětlení

Elektro-mechanické zátěže



Kvalita energie

Teplota



Insulation resistance
And Unbalance

Temp and Vibration

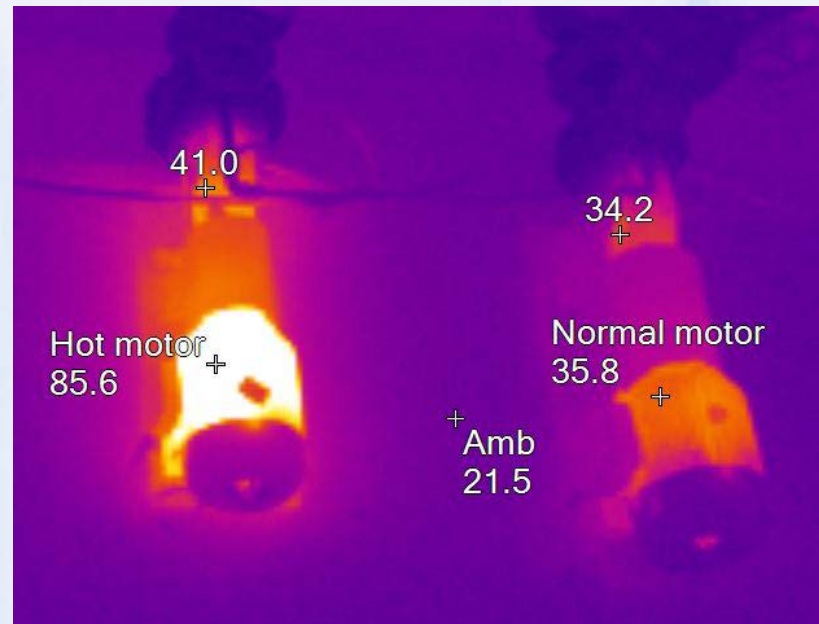
Elektro-mechanická měření



Aspekt	Měření
Mechanický	Vibrace, teplota
Electrický	Napětí, proud, nevyvážení
Údržba	Uzemnění, spoje, inzolace



Měření teploty



Cena přehřívání motorů	
Překročení max. provozní teploty	Redukce životnosti izolace
+10°C)	-50%
+20°C	-75%
+30°C	-88%

Elektro-mechanické zátěže cena plýtvání

Klíčový parametr pro úsporu v mechanické části:

kWh, špičková spotřeba

Metoda:

záznam spotřeby velkých spotřebičů po dobu jednoho jejich výrobního cyklu (obecně týden)



Service Category	Peak	KWh Usage
Power Factor Rate		
KVARH	General	1763483
Large General Service		
kW	ON PK	2032
	OFF PK	214
Maximum Demand for Billing Period		
kWh	ON PK	593445
	OFF PK	1224546
Standing Demand Charge		
Total kWh Consumption		3583720

Kalkulátor ztrát

ENERGY LOSS CALCULATOR

		DEMO	0:02:13		
		Total	Loss	Cost	
Effective	kW	187	kW 15.6	Eur	2.33 /hr
Reactive	kvar	25	kW 0.3	Eur	0.04 /hr
Unbalance	kVA	22	kW 0.4	Eur	0.07 /hr
Distortion	kVA	35	kW 1.6	Eur	0.24 /hr
Neutral	A	38.0	kW 0.1	Eur	0.01 /hr
Total			kEur	23.64/y	

10/28/12	13:41:08	230V	50Hz	3Ø	WYE	EN50160
LENGTH	DIAMETER	METER	RATE	HOLD		
200 m	50 mm2		0.15 /kWh	RUN		

Unbalance

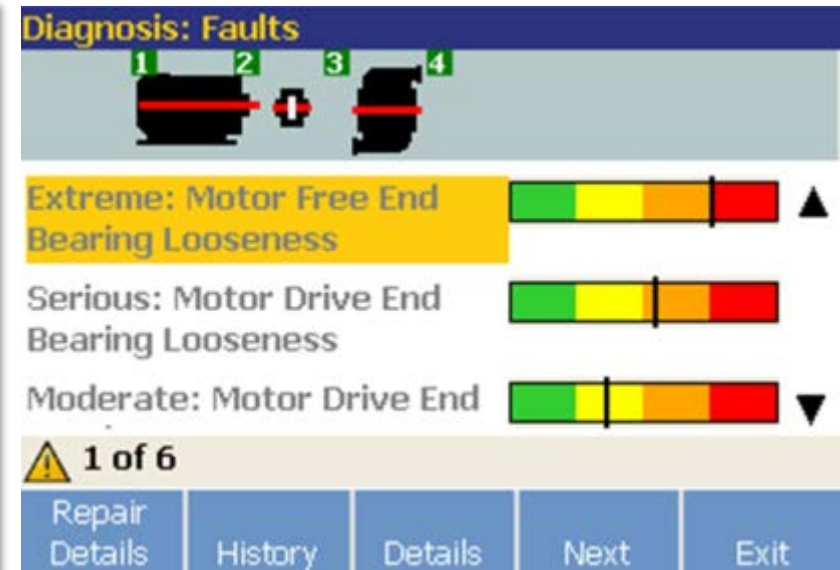
		DEMO	0:01:15		
	Uneg.	Uzero	Aneg.	Azero	
Unbal.(%)	9.1	8.4	15.7	1.7	
	A	B	C	N	
Vfund	114.0	88.4	88.7	0.5	
Hz	60.16				
ΔV(°)	0	-122	-241	-125	
ΔA-V(°)	- 8	- 15	- 0	0	
	A	B	C	N	
Rfund	278	216	223	0	
01/08/03 06:56:50		120V 60Hz 3Ø WYE		EN50160	

		TREND		HOLD RUN	
--	--	-------	--	----------	--

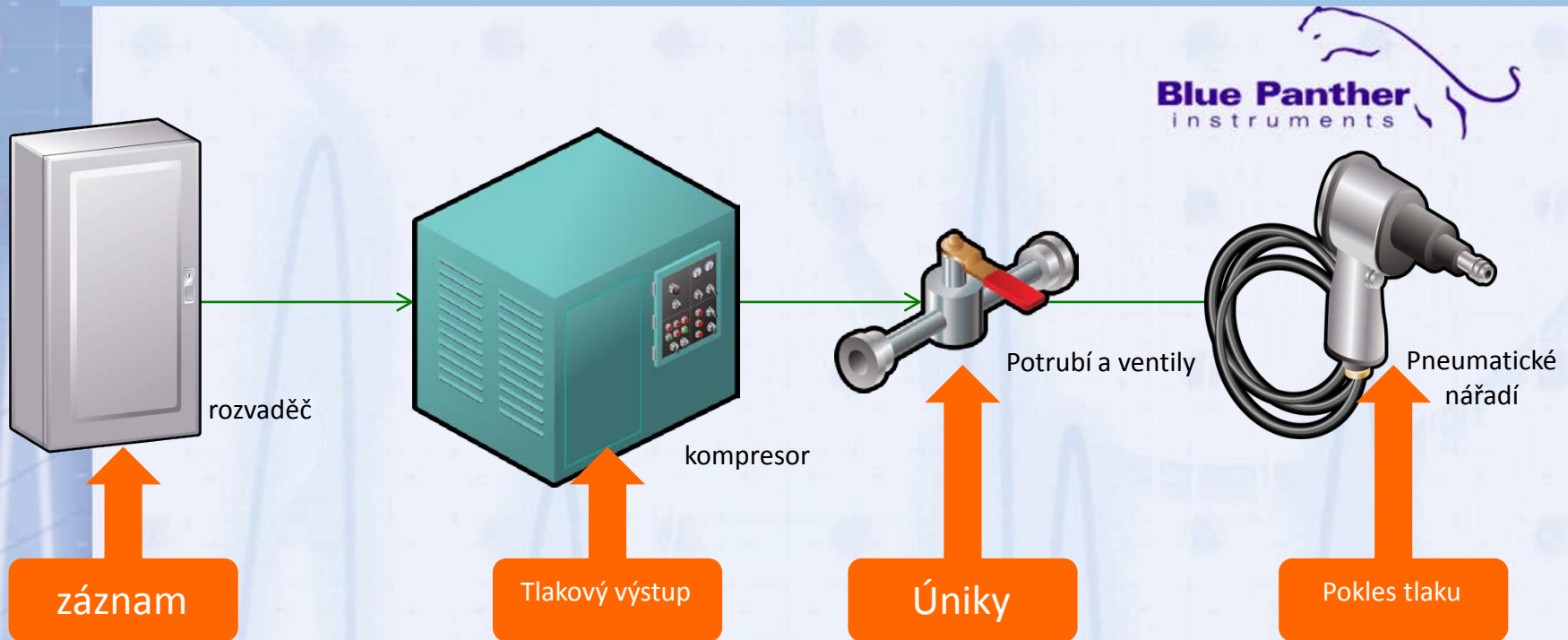
Elektro-mechanické – tření a vibrace



**Tření a vibrace jsou neefektivitou elektro-mechanického zařízení
= plýtvání energií**



Výrobní subsystémy: stlačený vzchuch



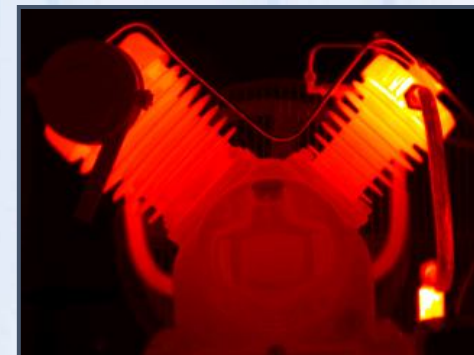
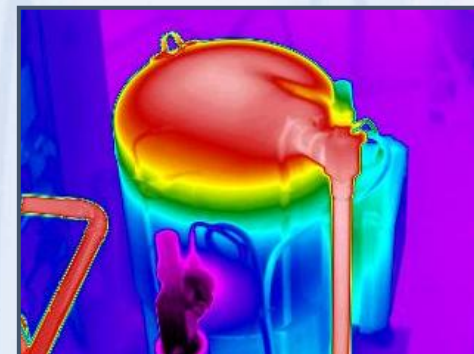
Primární zdroj plýtvání:

Nadvýroba z důvodu neefektivního rozvodu (úniky) a využití usage

Spotřebu elektřiny lze snížit až o 20%-40% detekcí a opravou úniků

Měření na tlakovém vzduchu

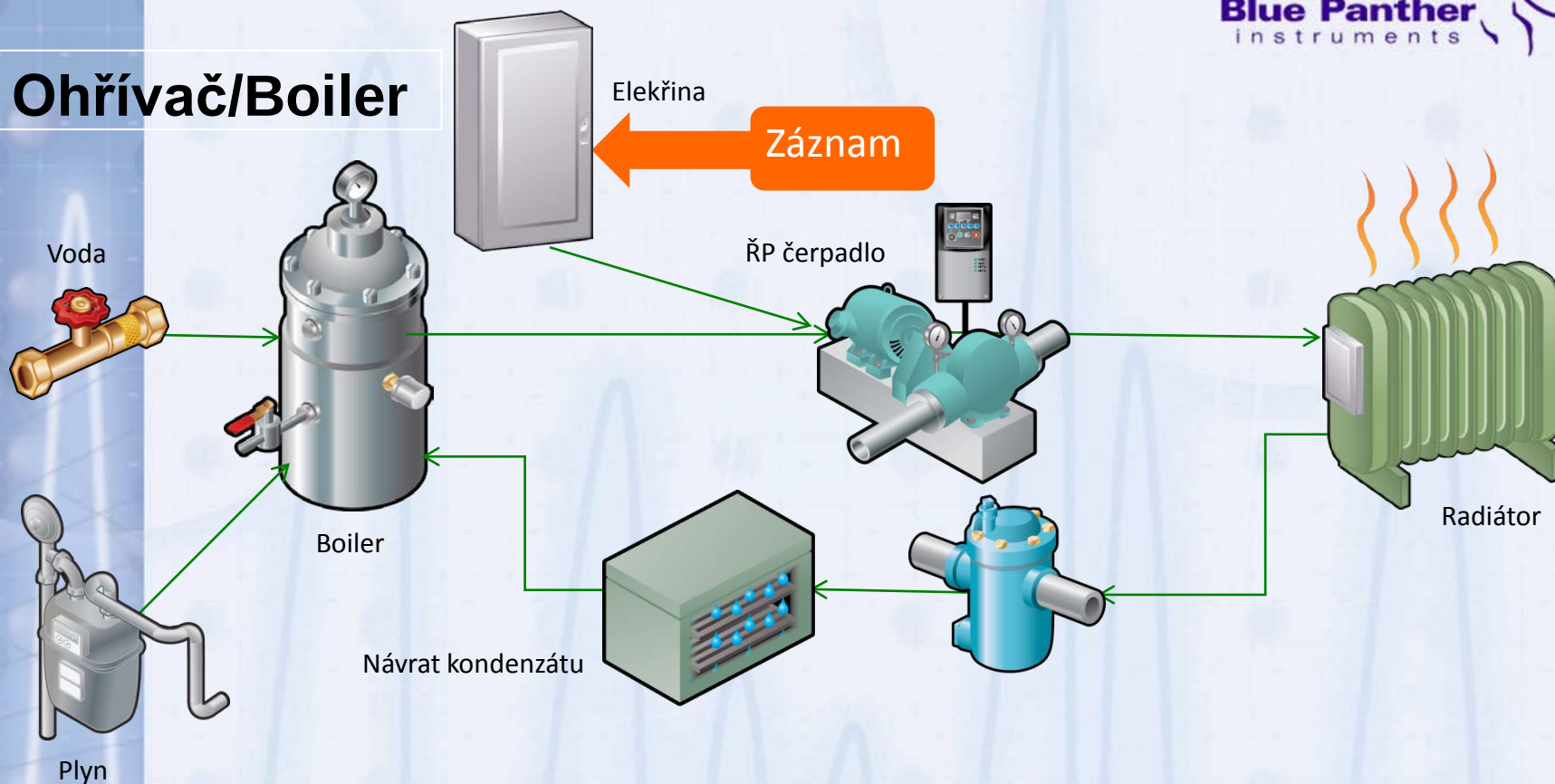
Jednotka	Měření
Teplotní	Nádrž, rozvod, ventily, hlava kompresoru
Electrická	Napětí, proud, kW
Rozdíl tlaku	Napříč součástmi systému
Proudění	Spotřeba vzduch během operace / spotřeba bez produkce



Výrobní subsystémy: Horká pára



Ohřivač/Boiler



Měřicí body:

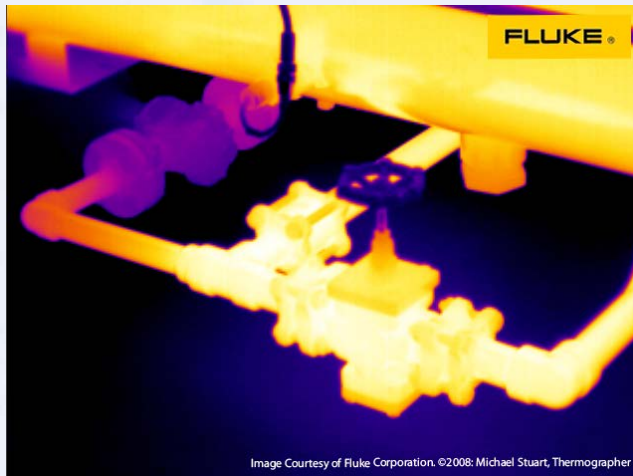
Izolace, potrubí, ventily ...

Měření na parním systému



Místo	Měření
Boiler	<i>Teplota, proud, napětí, průtok vody</i>
Rozvaděč	<i>proud, napětí, kW</i>
ŘP nebo kontrolér	<i>proud, napětí</i>
Čerpadla a pohony	<i>Teplota a teplotní spád, proud, napětí, průtok vody</i>
Potrubí (rozvody)	<i>Teplota a teplotní spád</i>
Pomocná čerpadla	<i>Teplota, proud, napětí, průtok vody</i>
Kohouty	<i>Teplota</i>
Výrobní zařízení	<i>Teplota vody, páry nebo media; tlak</i>

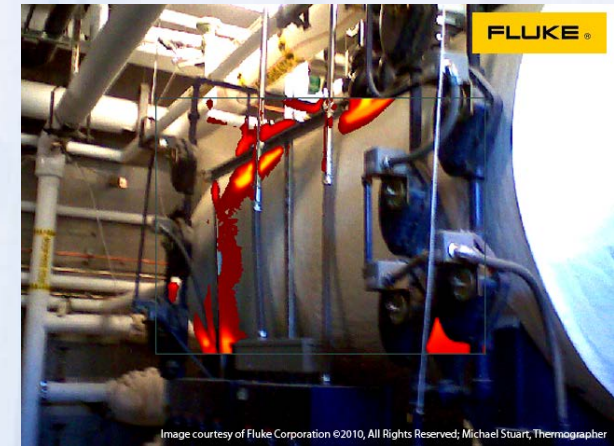
Identifikace plýtvání špatnou izolací



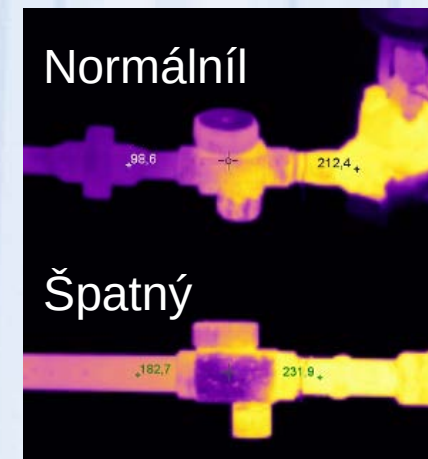
Neizolovaný ventil



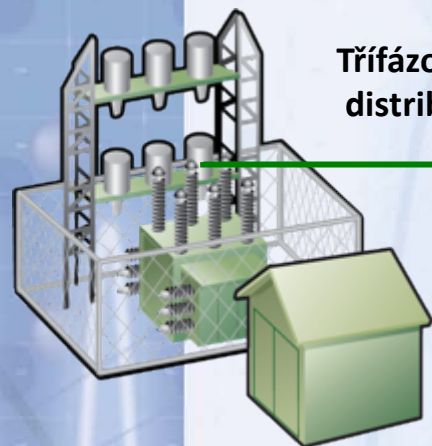
Izolace ventilů



Mezery v izolaci boileru



Infrastruktura budovy



Třífázový elektrický
distribuční systém

Elektrický subsystém

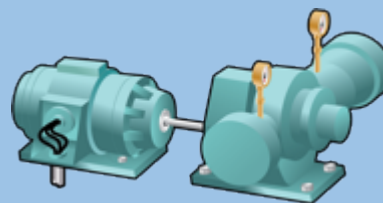
Účet za elektřinu



Infrastruktura distribuce
elektřiny



Systémy výrobních procesů

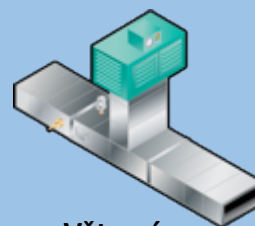


Mechanické zátěže

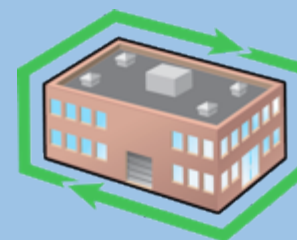


Media: tlakový vzduch, pára

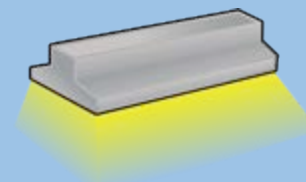
Infrastruktura budovy



Větrání,
vytápění, chlazení

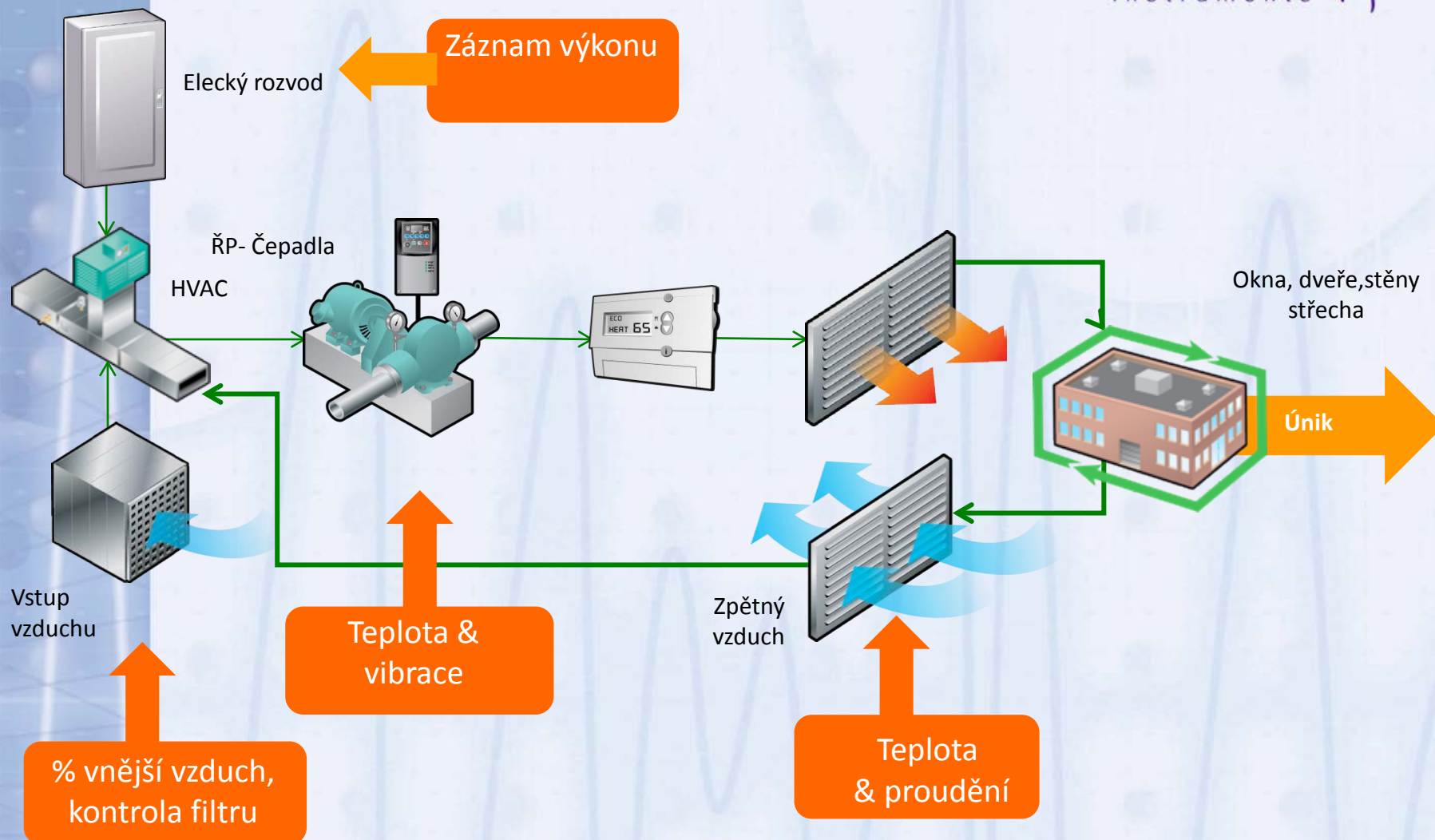


Plášť budovy



Osvětlení

Infrastruktura budovy: Větrání



Zdroje úspor ve větrání

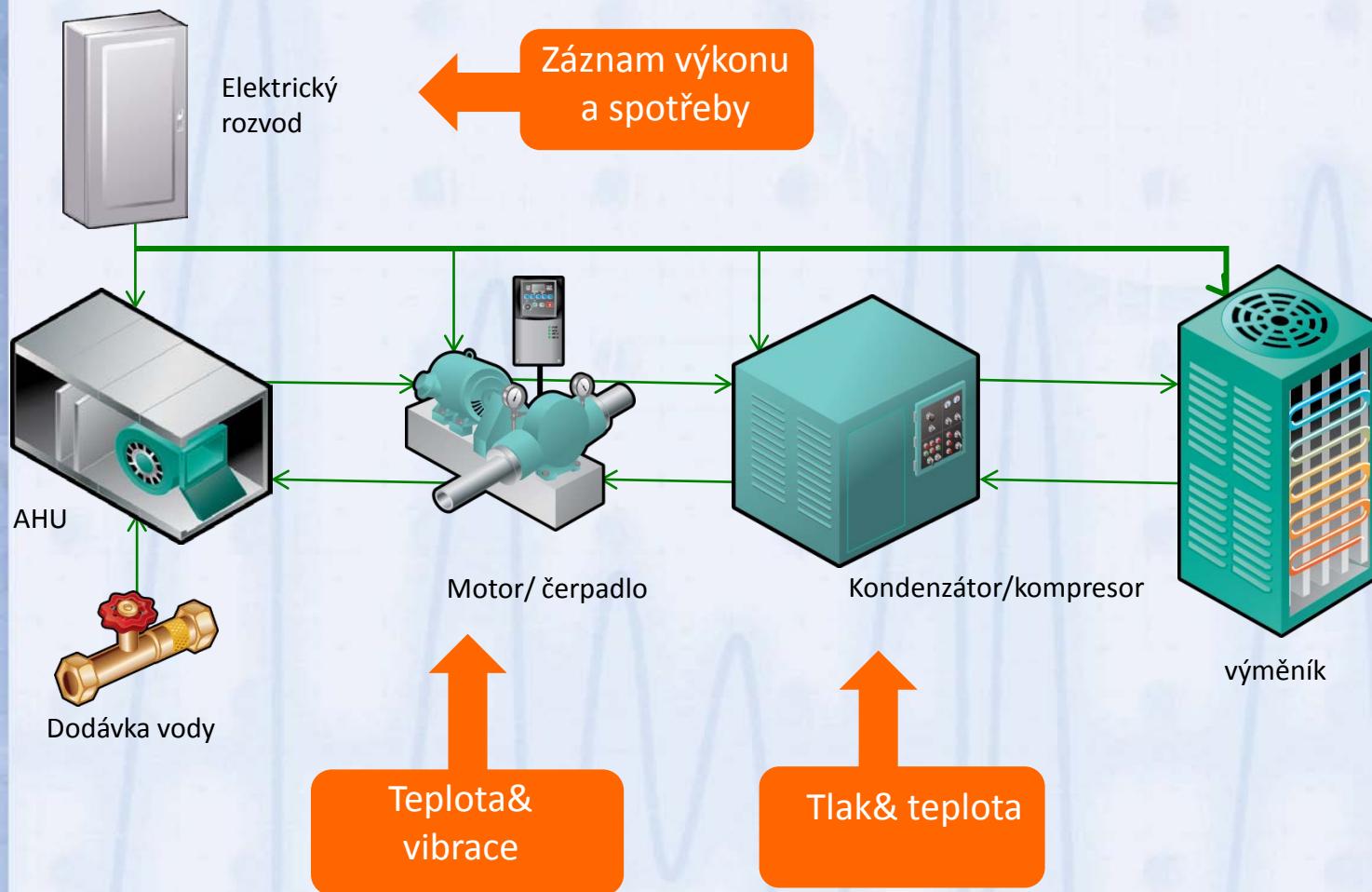


	Teplota & Vlhkost	Vnější poměry	Proudění	Elekrický příkon
Rekalibrace termostatů	\$			
Optimalizace větrání		\$	\$	\$
konstantní/proměnná hodnota			\$	\$
Řízené pohony			\$	\$
Vhodná velikost ventilátorů			\$	\$

Infrastruktura budovy: chlazení



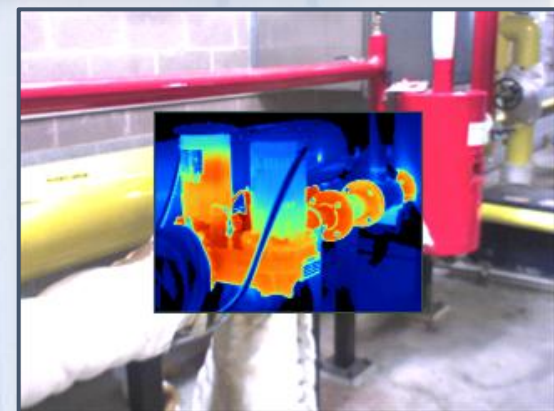
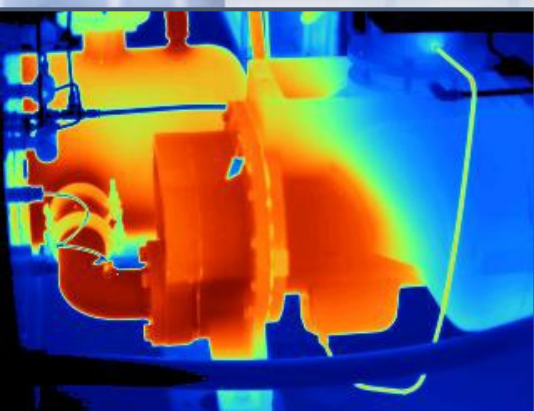
Chlazení / klima



Měření na chladicím systému



Části systému	Měření
Řídicí panel	Řídicí signály
Rozvaděč	Teplota, proud, napětí, harmonické, účinník, nevyvážení
Motor/ložiska	Teplota, vibrace, izolace
kondenzátor	Tlak a rozdíl teploty



Infrastruktura budovy: plášť



Příležitosti k úsporám:

Redukce nákladů na topení, ventilaci a klimatizaci!

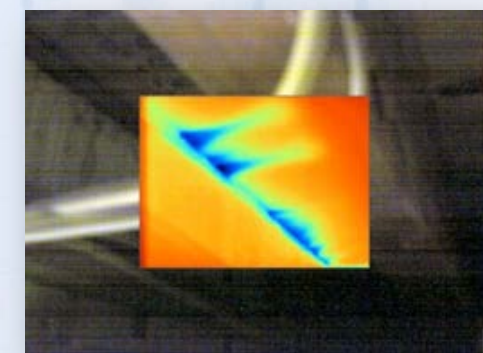
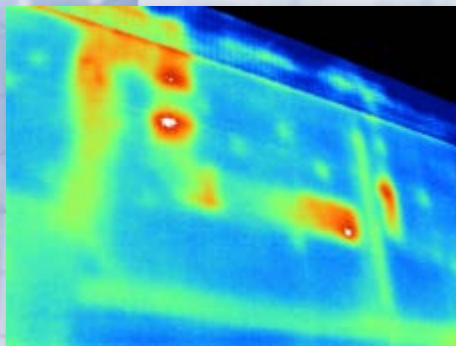
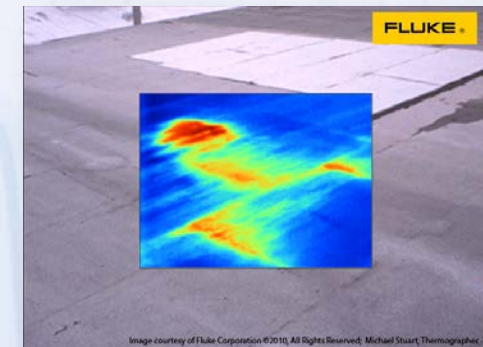
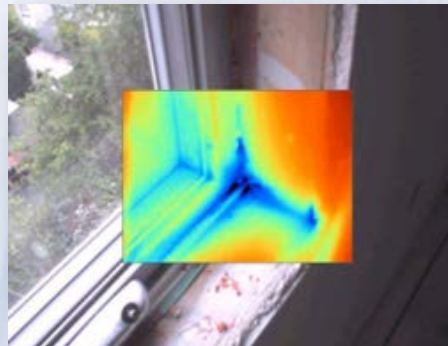
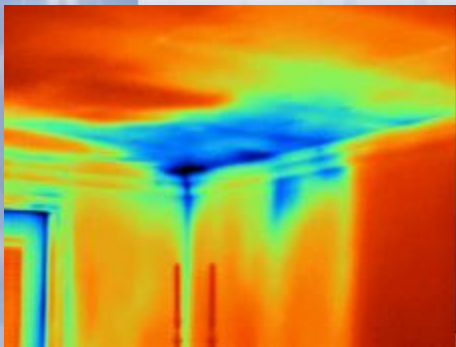
Lokalizace nechtěných přenosů tepla (ztrát nebo oteplení):

- Defekty střechy a nebezpečí vlhkosti
- Potrubí a průchody
- Okna a dveře
- Praskliny a tepelné mosty
- Poškozená nebo nedostatečná izolace zdí

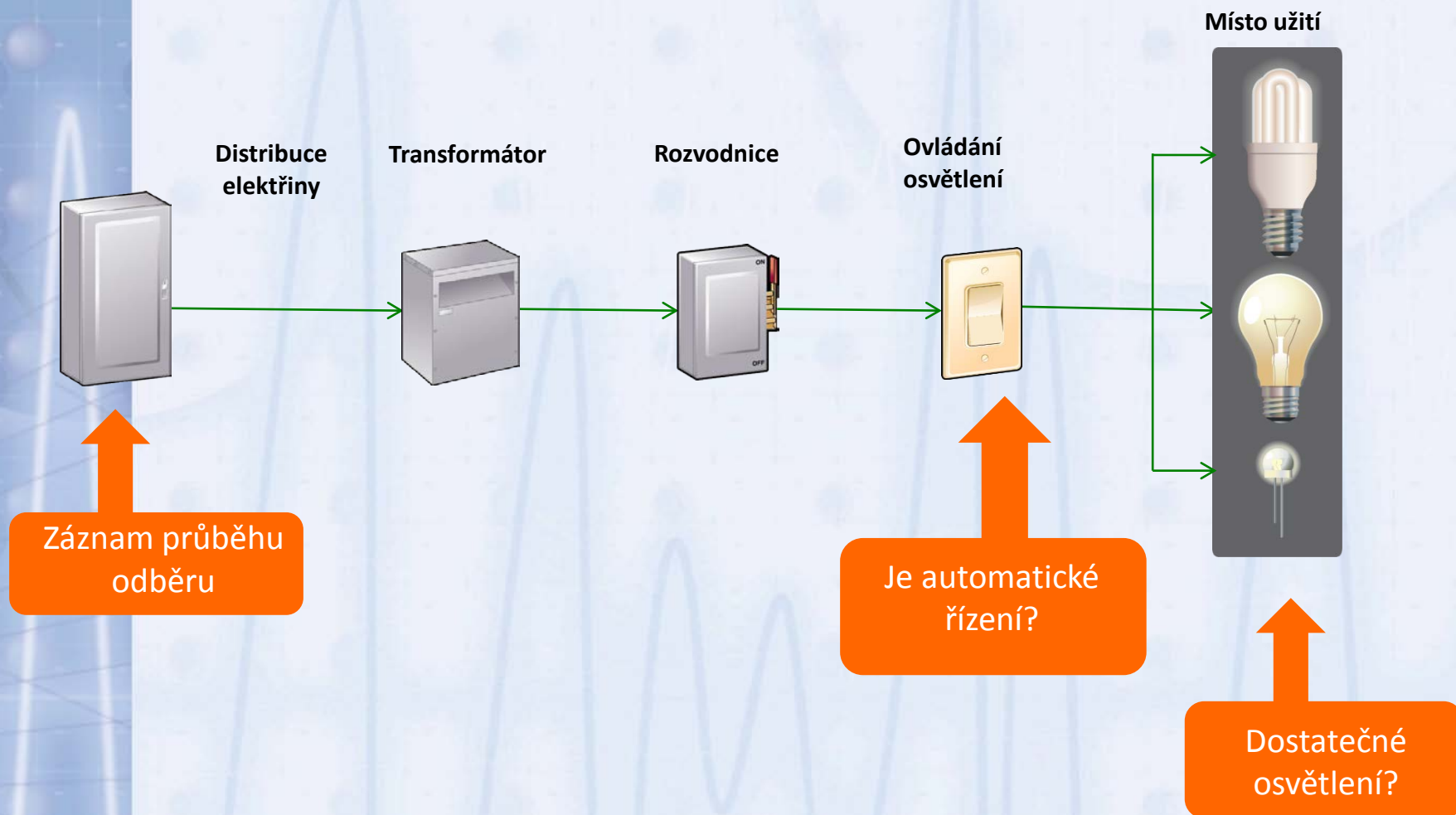
Identifikace plýtvání v plášti budov



Termosnímky mohou identifikovat oblasti na plášti budovy, která umožňují nežádané přenosy tepla, včetně ztrát upraveného vzduchu.



Infrastruktura budovy : osvětlení



Infrastruktura budovy - osvětlení



V některých budovách jsou náklady na osvětlení až 30% celkových nákladů na provoz budovy.

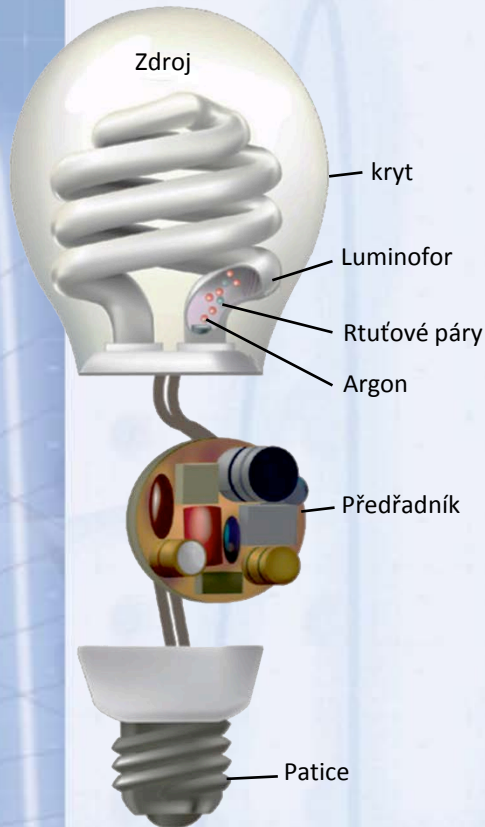
- **Příležitost snížit spotřebu**
- **Riziko:** neuvážené náhrady odporových zdrojů světla zdroji s vysokým reaktivním výkonem.

Standardní postup:

1. Provést měření spotřeby před změnou
2. Měřit osvětlení před změnou a přizpůsobit normě
3. Ověřit použité předřadníky a jističe před náhradou zdrojů světla – nenahrazovat zdroje bez uvážení
4. Rozdělit ovládání svítidel po vhodných sektorech
5. Doplnit o automatické řízení



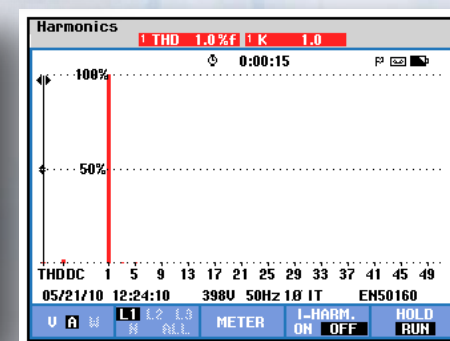
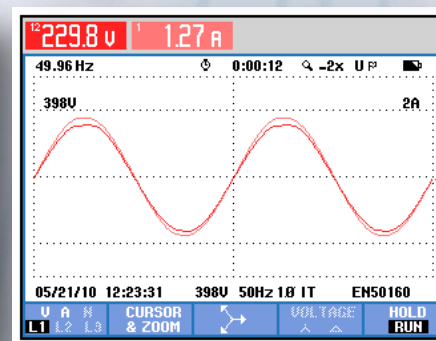
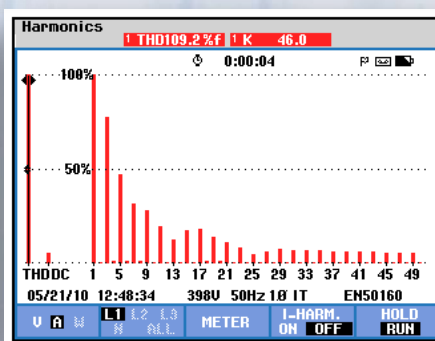
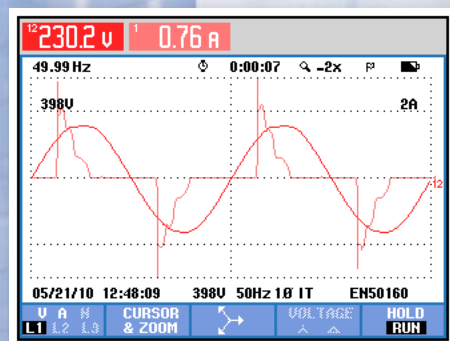
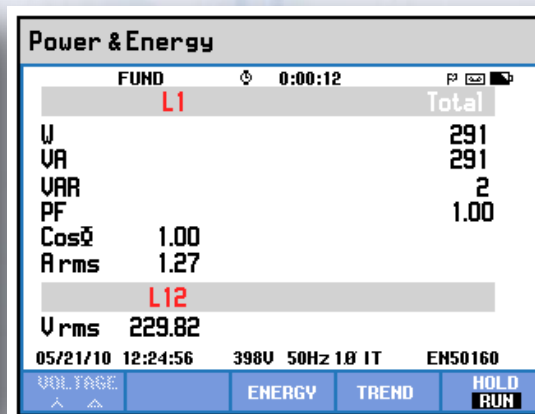
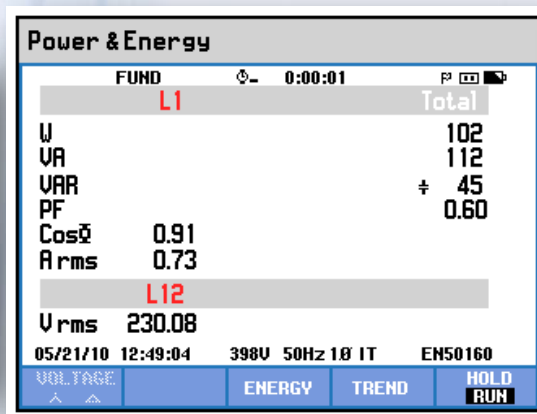
Pozor na problémy s napájením



Většina elektroluminiscenčních zdrojů používá předřadníky, které pracují na vysokých frekvencích a chová se jako nelineární zátěž a generuje harmonické proudy.

1. Použití pokročilých zdrojů má vedlejší efekty, které snižují jejich skutečnou efektivitu !!!
2. Vytvoření nebo úprava osvětlovacích zón a použití chytrých kontrolérů může přinést snížení nákladů až o polovinu.

Nové zdroje snižují spotřebu ale vnášejí do elektrické sítě mnoho harmonických, které vytvářejí ztráty.



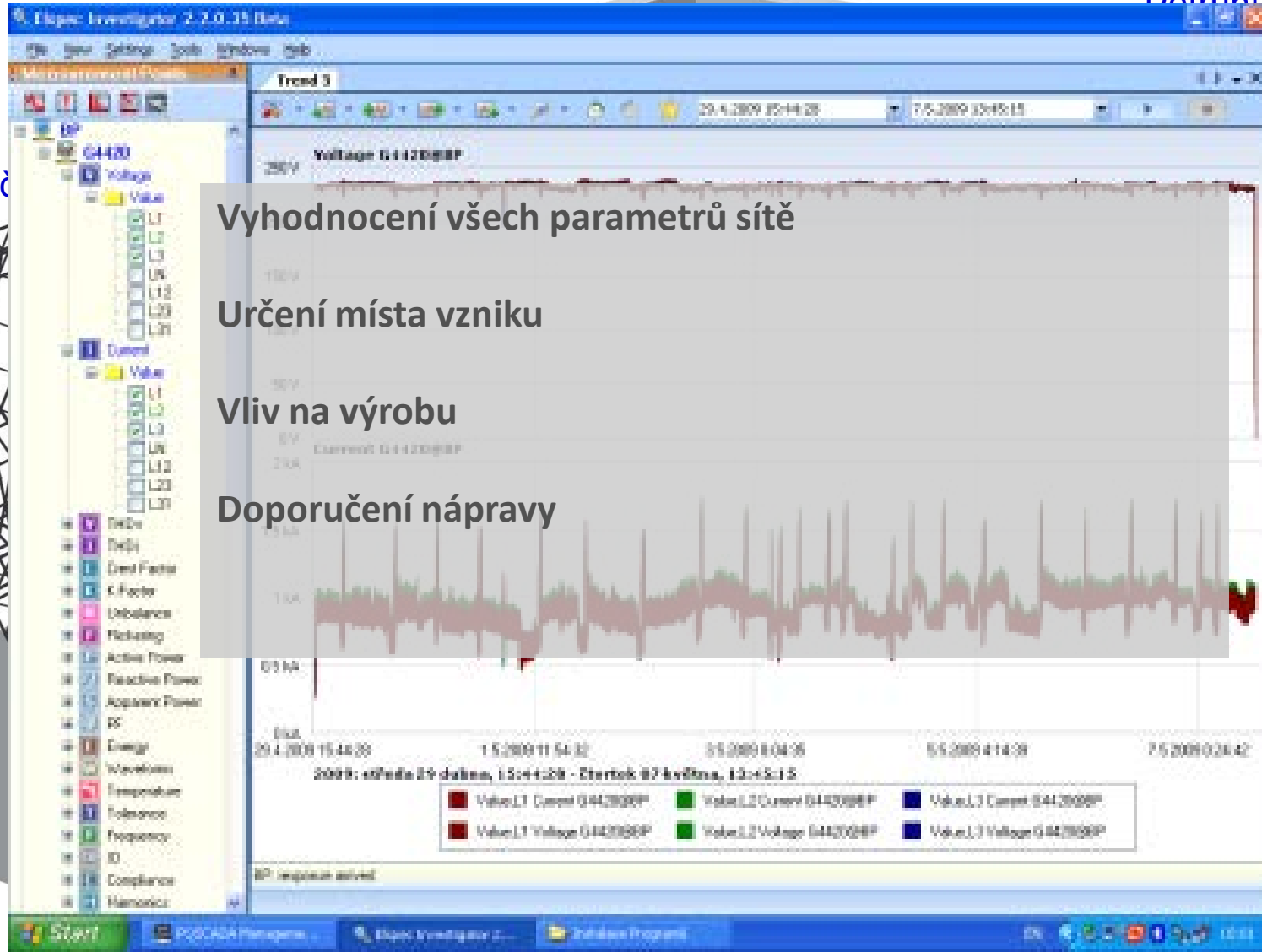
práci



Audit kvality elektrické energie

Dotrubní ventilace

Klimatizace

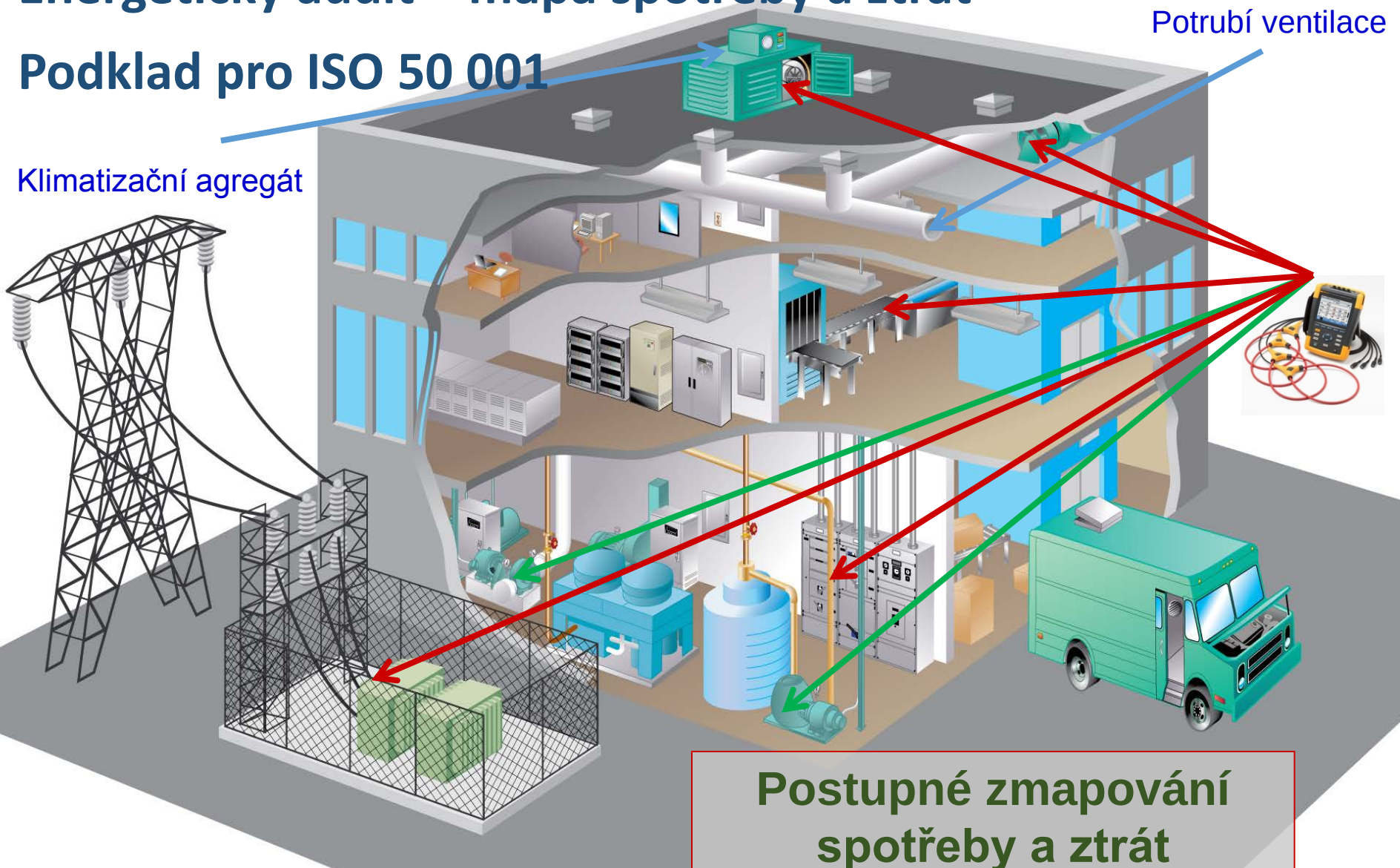


Záznam všech parametrů sítě na vstupu do závodu

Energetický audit mapa spotřeby a ztrát

Energetický audit – mapa spotřeby a ztrát

Podklad pro ISO 50 001



Elektrický systém a mapa spotřeby a ztrát



Mapa spotřeby – skutečná spotřeba

Mapa ztrát (možných úspor)

Určení druhů ztrát

- Účinník
- Harmonické
- Nevvyvážení
- Proud středním vodičem

Doporučení nápravy



Dekuj za pozornost

Ing. Jaroslav Smetana