Modelování vlivu spolupracujících obnovitelných zdrojů na síť

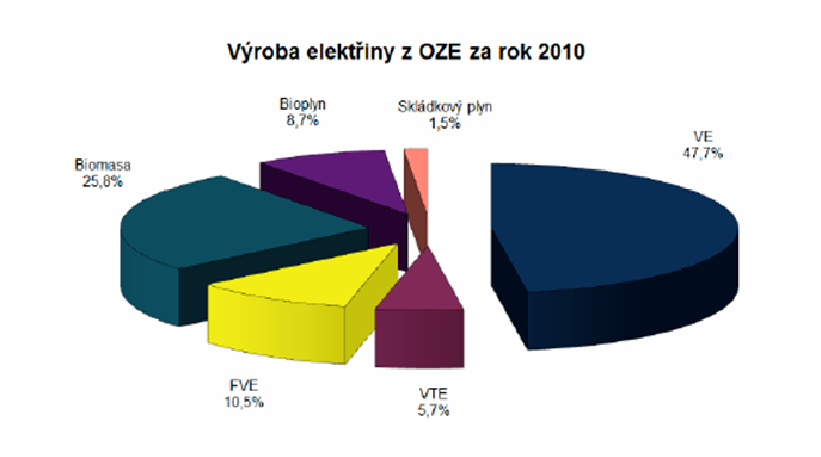
Ing. Milan Bělík, Ph.D.
Ing. Petr Jindra, Ph.D.

Katedra elektroenergetiky a ekologie
Elektrotechnická fakulta
Západočeská univerzita v Plzni

1

Úvod

- Mezinárodní snaha o zvýšení podílu obnovitelných zdrojů



2

Výhody biomasy

- Možnost další výstavby v rámci ČR
- Ekologicky přijatelný zdroj
- Zdroj s vysokou spolehlivostí
- Možnost nasazení v rámci SMART Grids

3

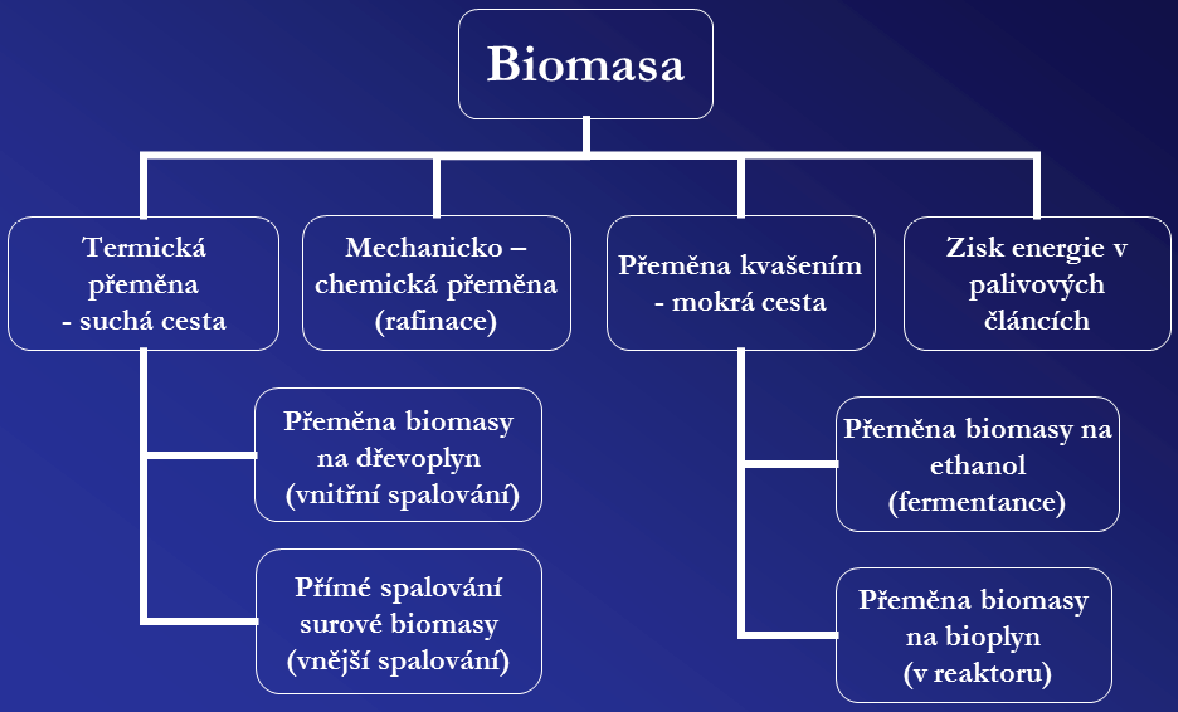
Energie biomasy

x

Fosilní paliva

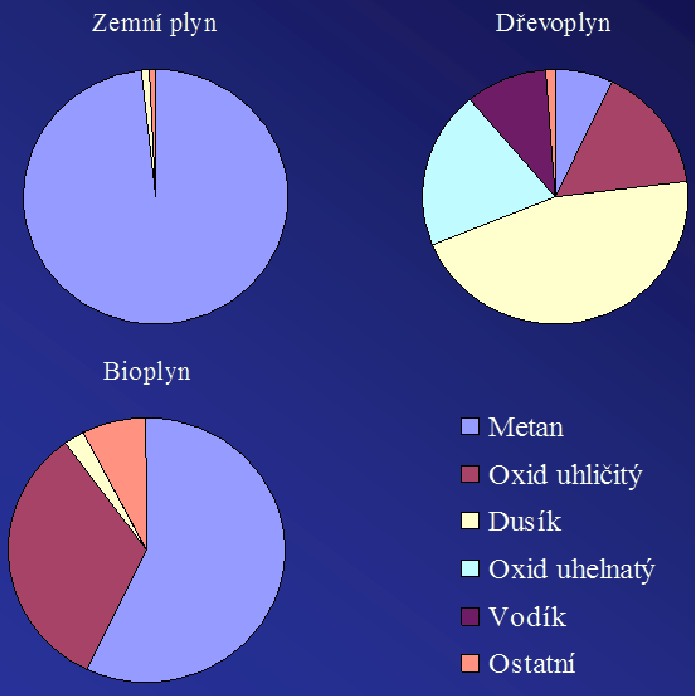
4

Energie z biomasy



5

Složení přírodních plynů

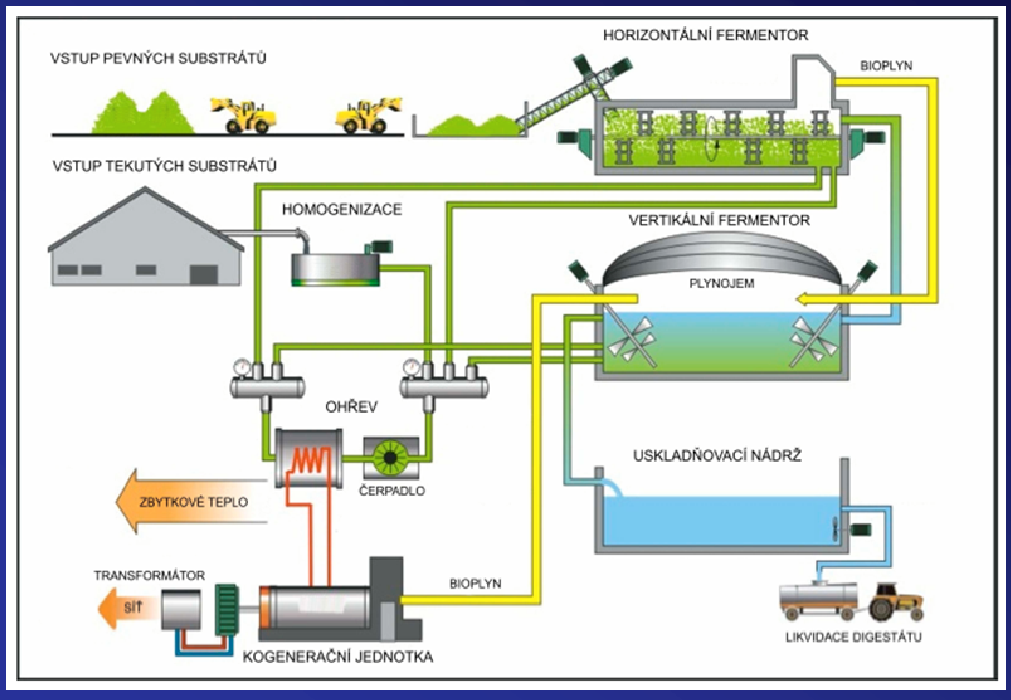


6

Parametr	Bioplyn (skládky odpadů)	Bioplyn (ČOV)	Bioplyn (prasečí kejda)
Výhřevnost (MJ/m^3)	16,9	21,1	24
H_2 (%)	1	1	-
CO (%)	1	-	-
O_2 (%)	3	-	-
N_2 (%)	-	-	-
Cl-, F- (mg/m^3)	-	-	-
NH_3 (mg/m^3)	-	-	40
CO_2 (%)	48	38	41
CH_4 (%)	49	61	69
H_2S (mg/m^3)	350	1000	2300

7

Bioplynová jednotka



8

Bioplynová jednotka Vejprnice

9

Jednotka STKO Chotíkov

10

Jednotka STKO Chotíkov

- Plocha skládky je 15 ha, 60 tisíc tun odpadu ročně
- Plyn je jímán z rekultivované kazety K1. Objem je zhruba 570 tisíc m^3. Odběr je 55 až 60 m^3 bioplynu za hodinu.
- Po vyčerpání plynů z K1 se mobilní zařízení přemístí ke kazetě K2.

11

- Stará skládka
- Kazeta K1
- Kazeta K2

12

Jednotka STKO Chotíkov

- Motor:
  - 6-ti válec (v řadě), 12 l, přeplňovaný
  - otáčky 1500 min^{-1}
- Generátor:
  - synchronní
  - výkon 120 kWe

13

Optimalizace provozu jednotek

- Optimalizace využití tepla
  - Vytápění administrativních budov
  - Odpar skládkové vody
- Optimalizace spolupráce se sítí
  - Optimalizace pomocí vyrovnávacího zásobníku
  - Optimalizace pomocným zdrojem metanu
- Spolupráce s jiným OZE

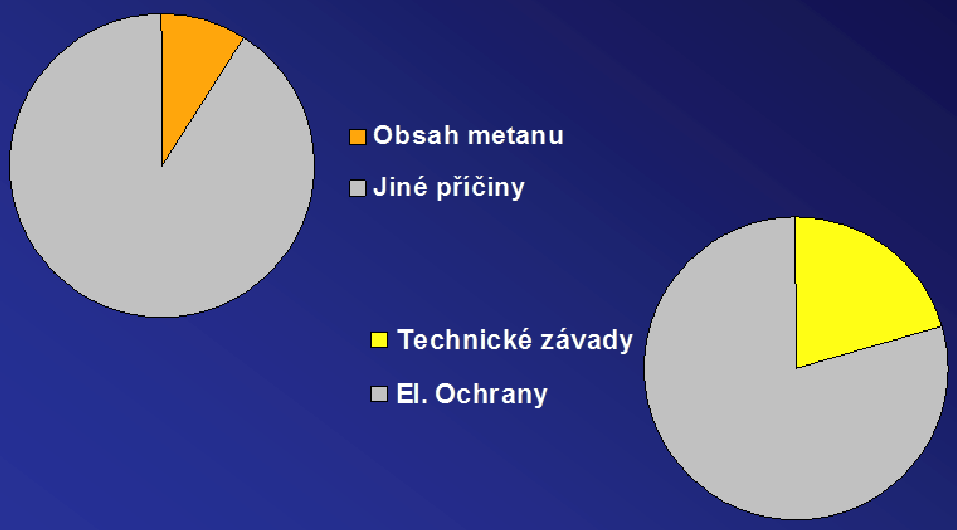
14

Výpadky jednotky

Příčina poruchy	Počet poruch		
	2008	2009	SUMA
Zpětná wattová	54	11	65
Podpětí	1	0	1
Podfrekvence (SW signál)	1	0	1
Přetížení generátoru z JMO	15	0	15
Generátorový vypínač	3	0	3
Vnitřní ochrana gen. Vypínače	3	0	3
Sumární porucha sítě z JMS	45	39	84
Teplota spalin za turbodmychadlem	14	9	23
Nouzové vypnutí rozvaděče DT1	1	1	2
Obsah metanu ve skládkovém plynu	15	6	21
Únik skládkového plynu v prostoru ČS	0	1	1
Problémy s chladící vodou	0	1	1
Problémy s čerpáním plynu	0	1	1
Zkrat generátoru	2	0	2
Zkrat generátoru z JMO	0	3	3
Činný elektrický výkon generátoru	3	0	3
SUMA	157	72	229

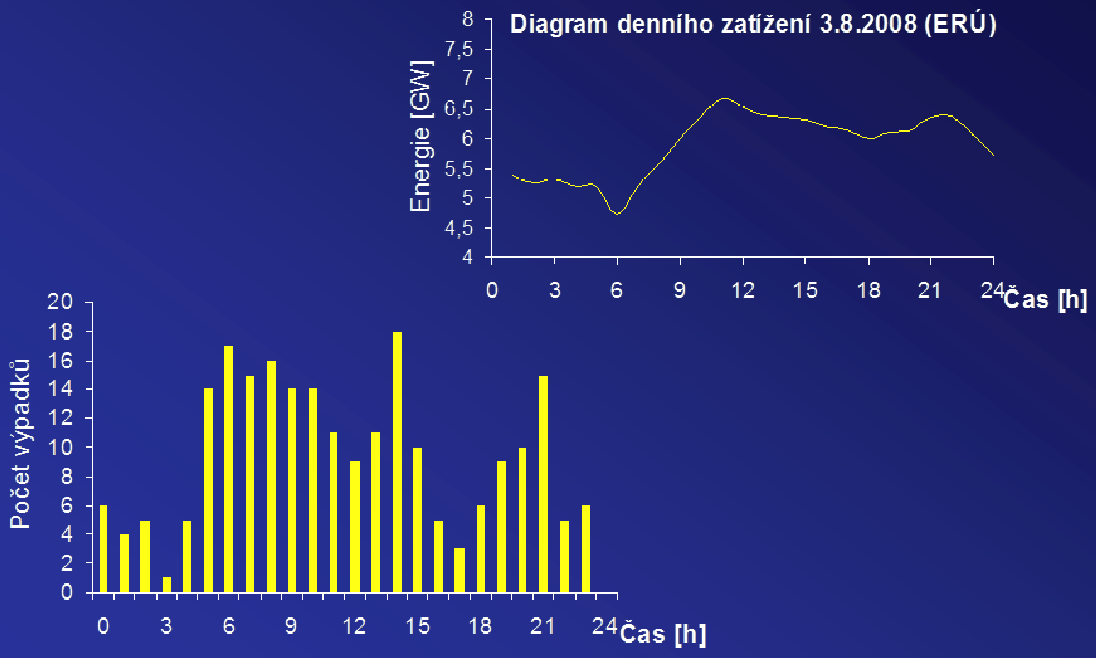
15

Výpadky jednotky



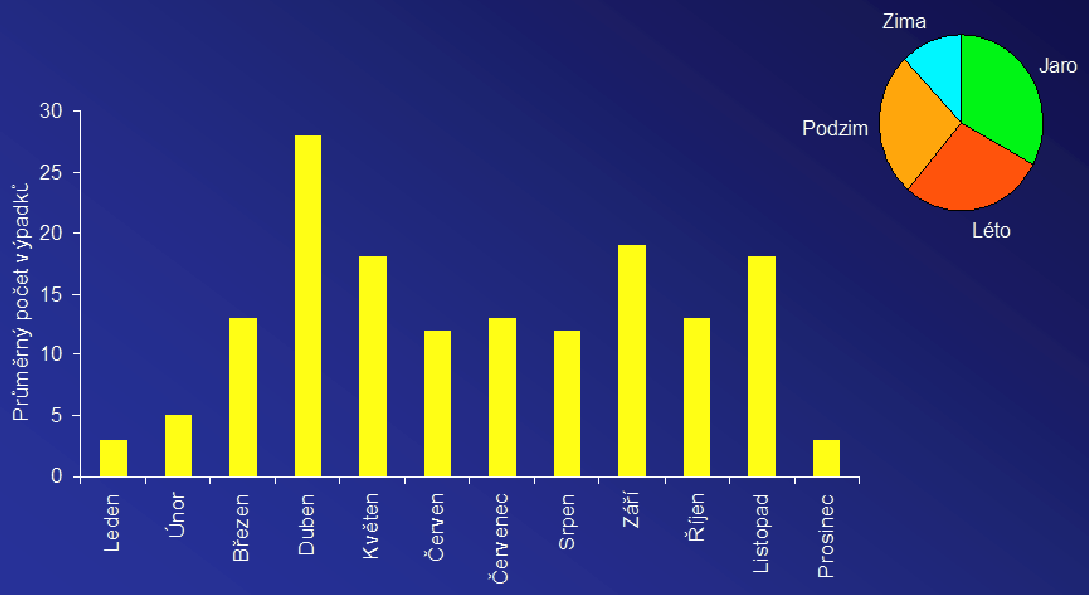
16

Průběh výpadků – denní diagram



17

Průběh výpadků – roční diagram



18

Spolupráce s jiným OZE

- Nutná změna ochran
- Dostatečně rychlá změna výkonu
- Malé ztráty při regulaci
- Spolupráce s větrnou a fotovoltaickou elektrárnou

19

- 2007 – staré normy – jednostupňové ochrany
- Jednostupňuvá ochrana FUV 23024
- Výměna za dvoustupňovou – lepší stabilita

Číslo	Parametr	Nastavení	Rozměr
A7	Mez nadfrekvence	51	[Hz]
A8	Zpoždění nadfrekvence	0,1	[s]
A9	Mez podfrekvence	49	[Hz]
A10	Zpoždění podfrekvence	0,1	[s]
A11	Mez přepětí L1	253	[V]
A12	Mez přepětí L2	253	[V]
A13	Mez přepětí L3	253	[V]
A14	Zpoždění přepětí	0,1	[s]
A15	Mez podpětí L1	207	[V]
A16	Mez podpětí L2	207	[V]
A17	Mez podpětí L3	207	[V]
A18	Zpoždění podpětí	0,1	[s]
A19	Mez napěťové nesymetrie	30	[V]
A20	Zpoždění napěťové nesymetrie	0,5	[s]
A21	Mez vektrového skoku	8	[°]
A22	Zpoždění vyhodnocení vektorového skoku po připojení fázových napětí	0,2	[s]

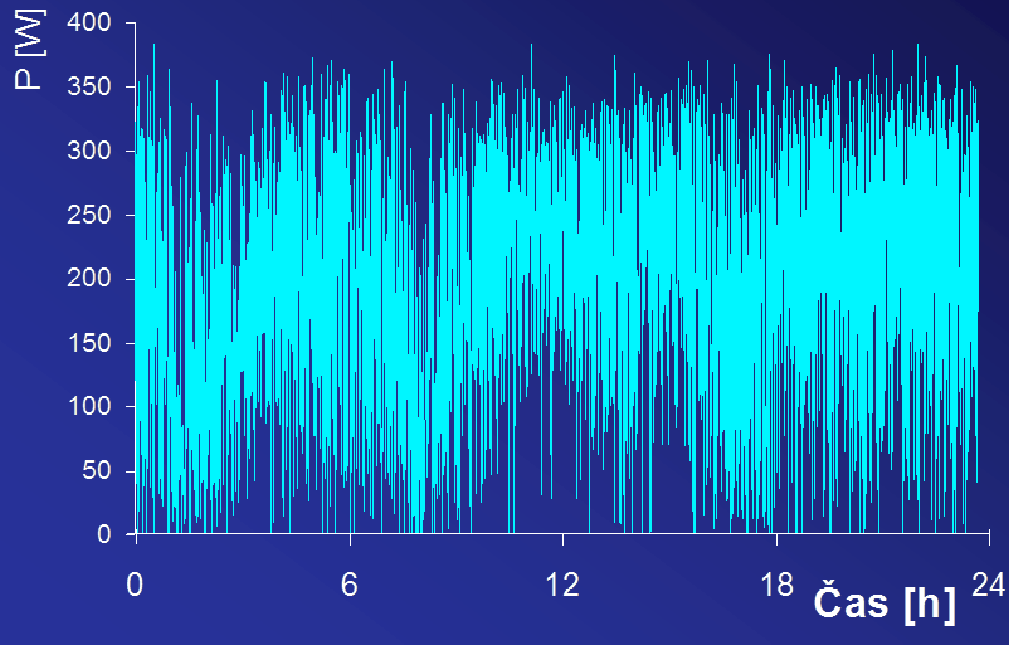
20

Spolupráce s jiným OZ - VTE

21

Spolupráce s jiným OZ - VTE

Průběh výkonu větrné elektrárny 500W (větrný den)



22

Spolupráce s jiným OZE - VTE

- Nevhodná lokalita
- Značná nestabilita

- Nemožnost regulace BPS

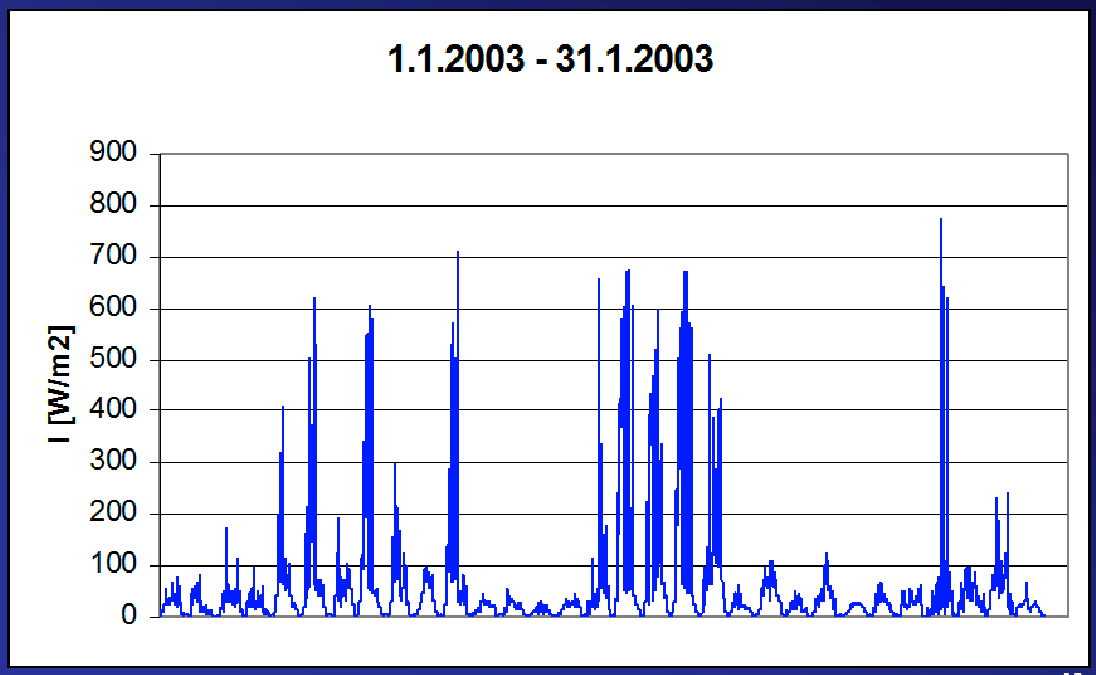
23

Spolupráce s jiným OZ - FVE

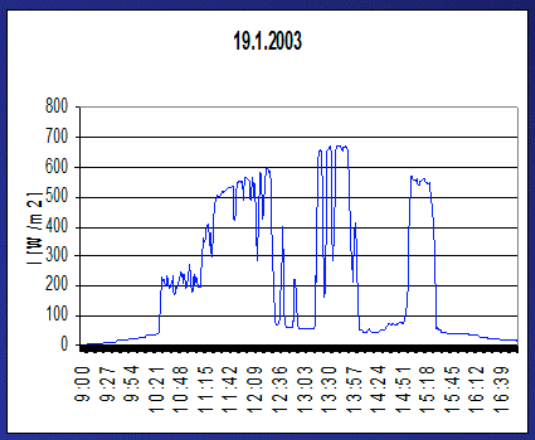
- Rekultivovaná plocha bez vegetace 48000m2
- Jihozápadní sklon plochy
- Absence stínu
- Dostatečně pevné podloží
- Zabezpečení, připojení…

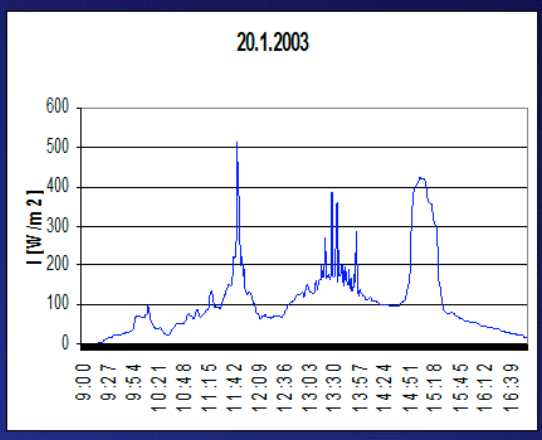
24

Využitelná energie v zimním období



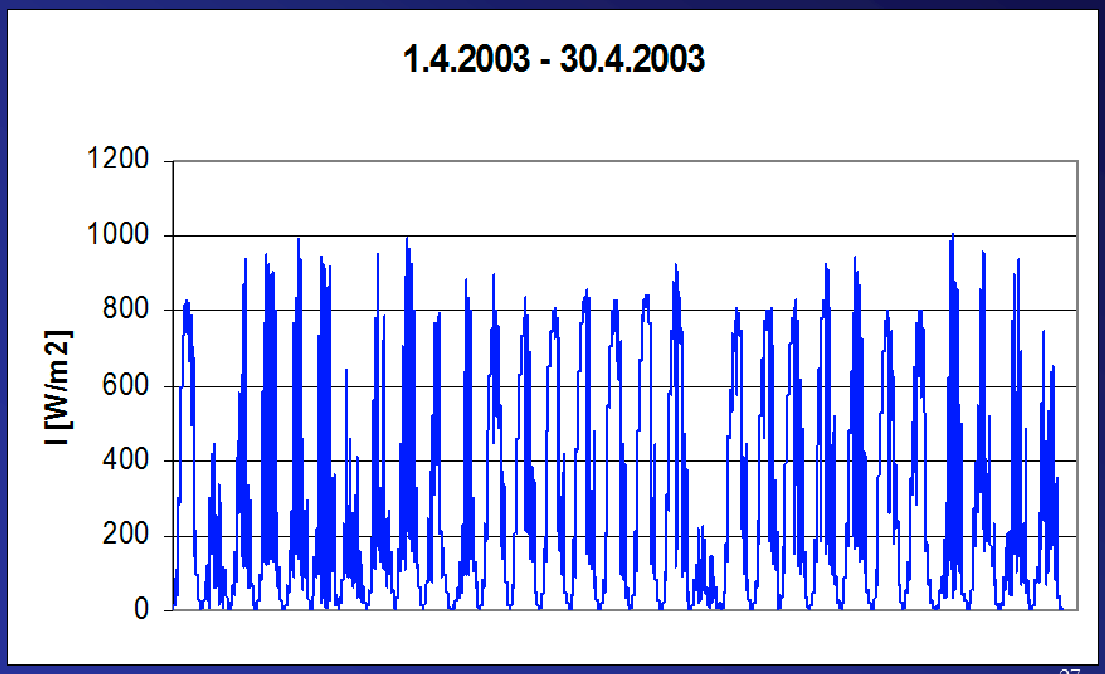
25



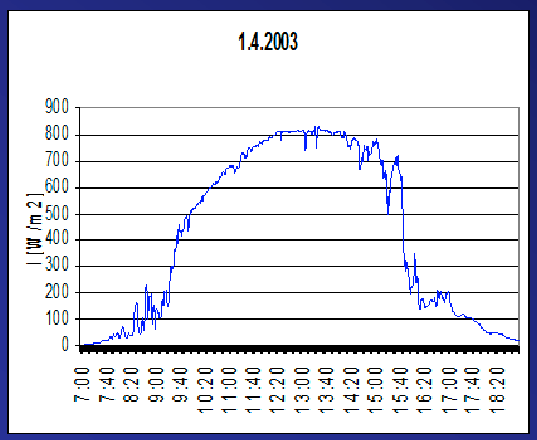


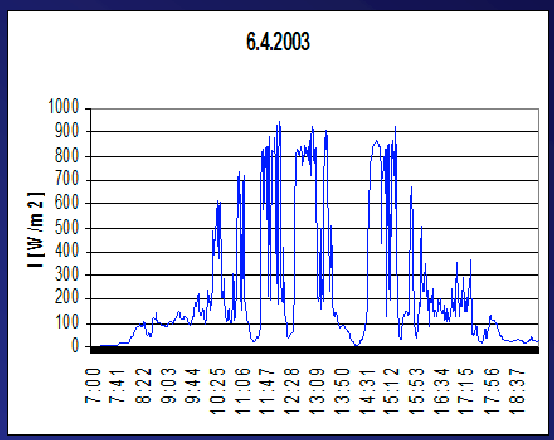
26

Využitelná energie v jarním období



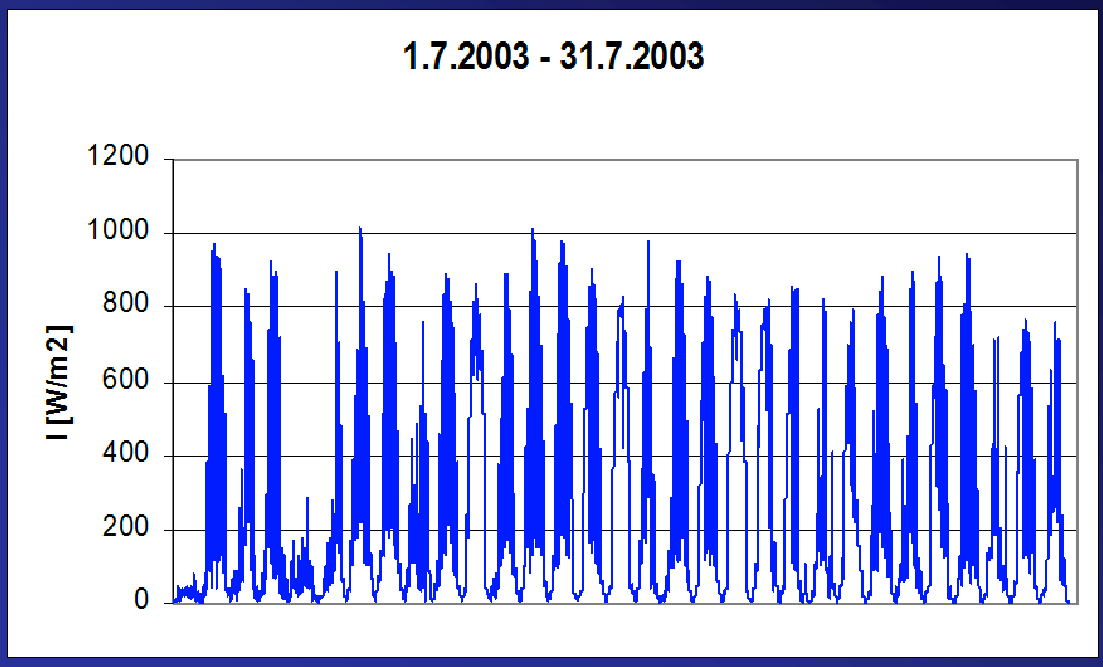
27



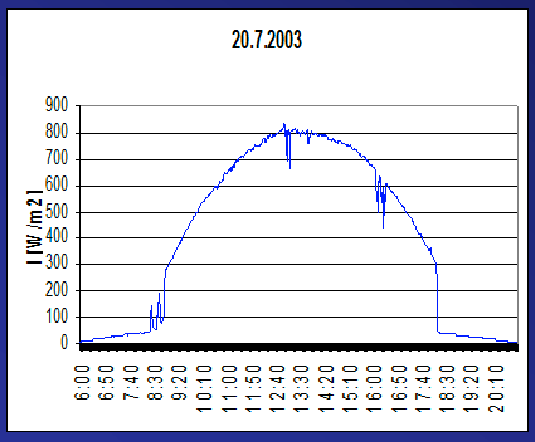


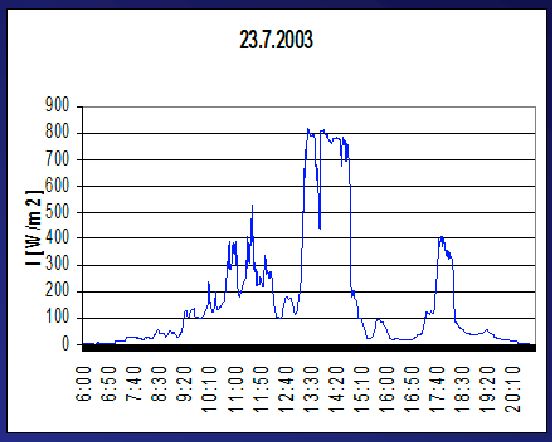
28

Využitelná energie v letním období



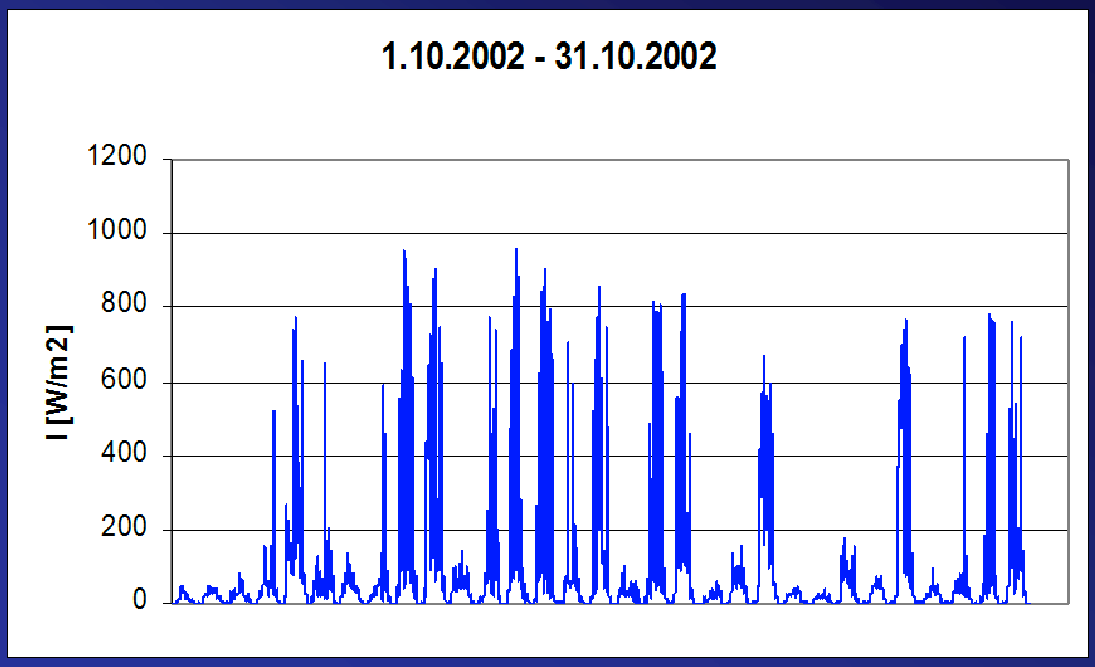
29



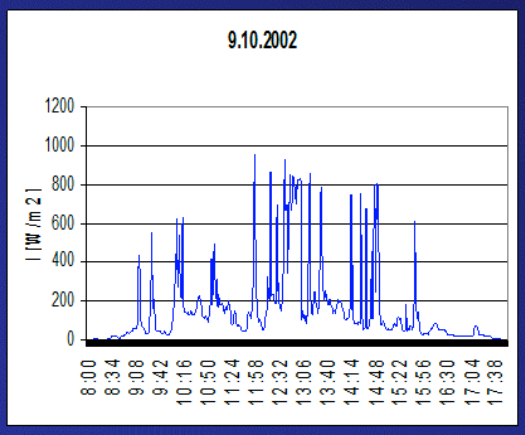


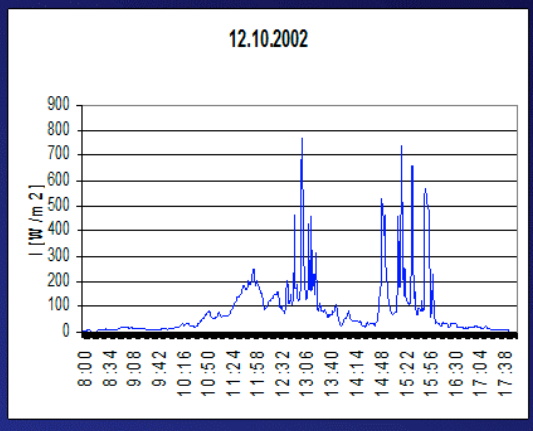
30

Využitelná energie v podzimním období



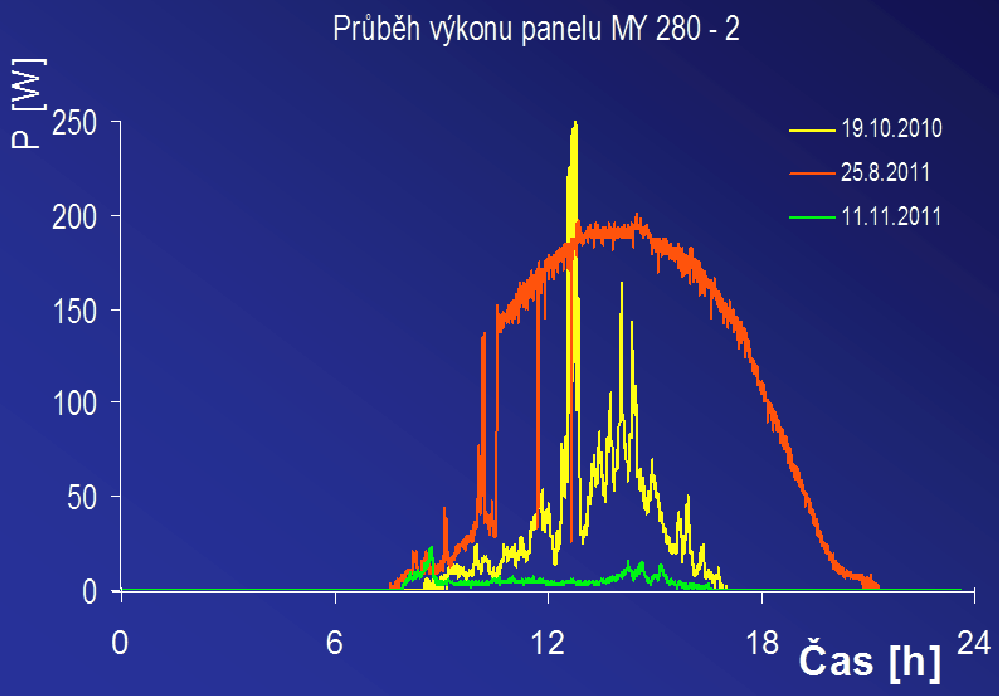
31





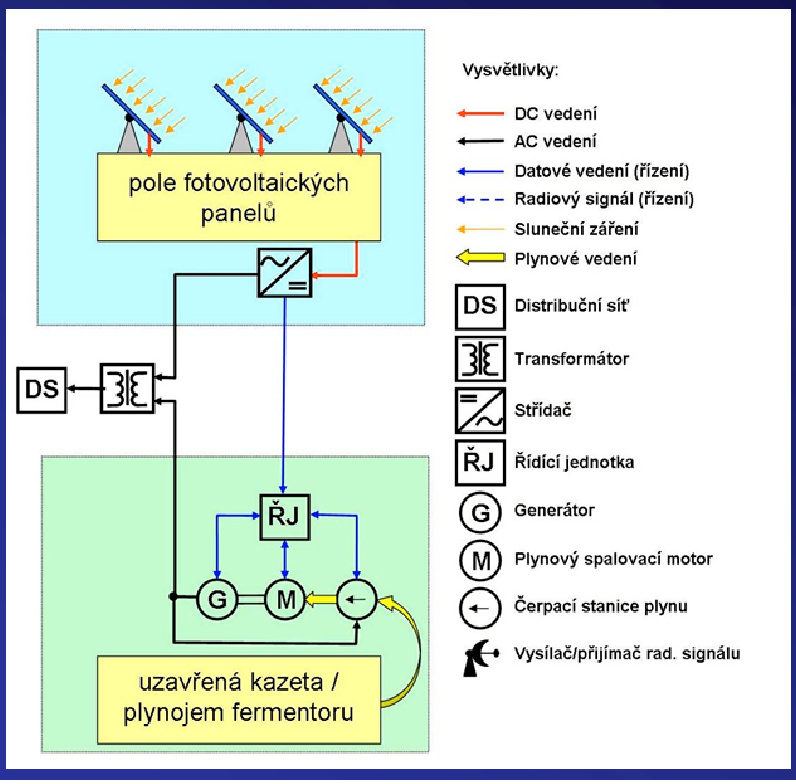
32

Spolupráce s jiným OZ - FVE



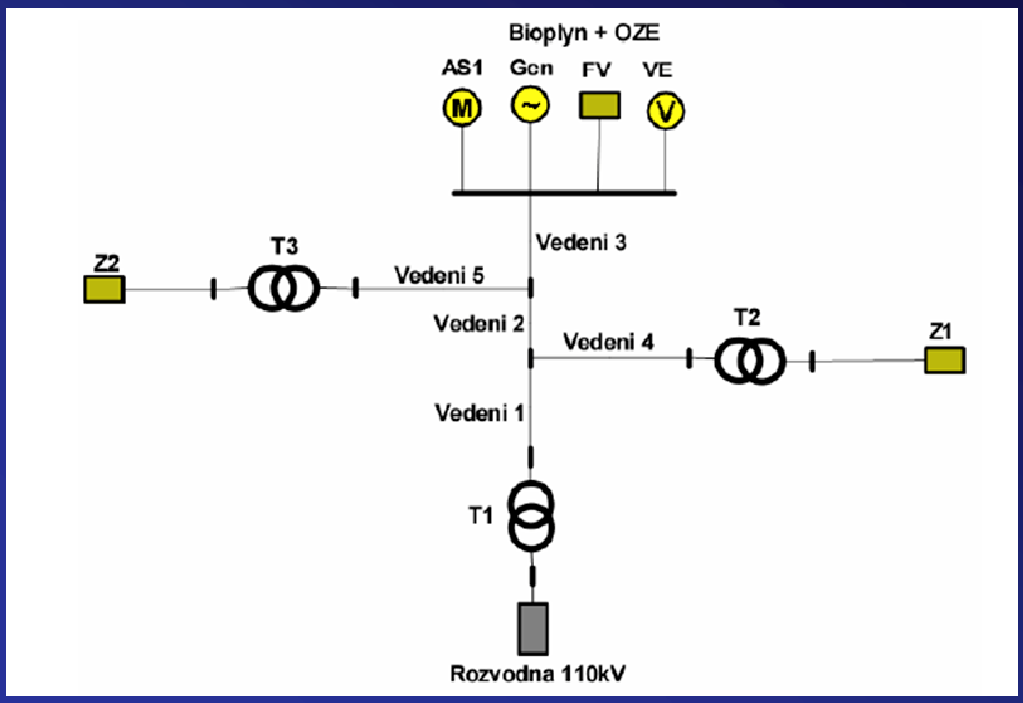
33

Spolupráce s FVE

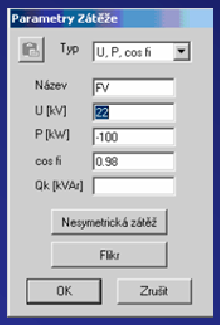


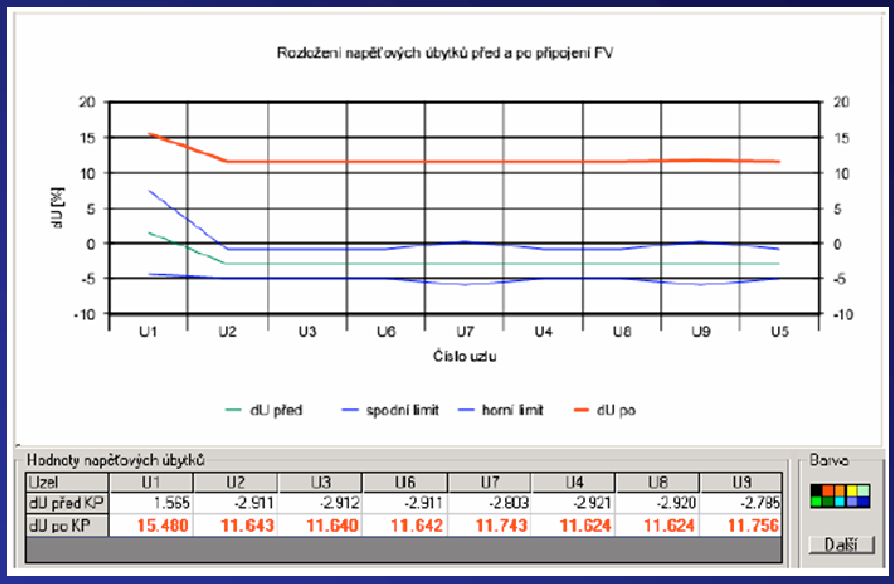
34

Model sítě



35





36

Možnosti regulace spojených zdrojů

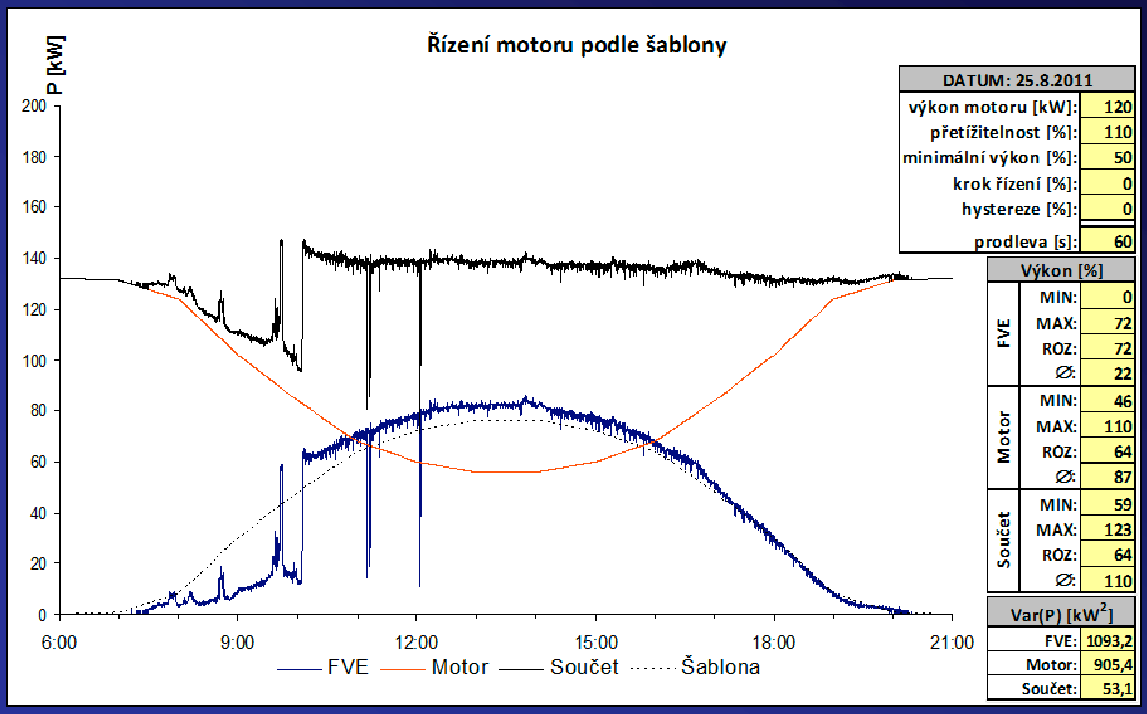
- Udržení výkonu generátoru bioplynové jednotky mezi 10 % a 130 % jmenovitého výkonu
- Respektovat omezení rychlosti změny výkonu v čase (skoková změna)
- Respektovat reakční dobu řídící jednotky a motoru (minimum 30 s)
- Vytvořit regulaci co nejjednodušší na řídící prvky
- Snížit objem dat v signálu na minimum
- Výrazně nezměnit množství spáleného plynu za 24 hodin
- Maximálně využít stroje (maximální zisk z prodeje elektřiny)

37

Řízení motoru podle šablony

- **Výhody:**
  - Nepřenáší se žádná data, opadá vyhodnocování
  - Pomalé a plynulé změny výkonu motoru
- **Nevýhody:**
  - Schopnost reagovat jen na standardní typy průběhů
  - Potřeba vytvořit sadu šablon

38

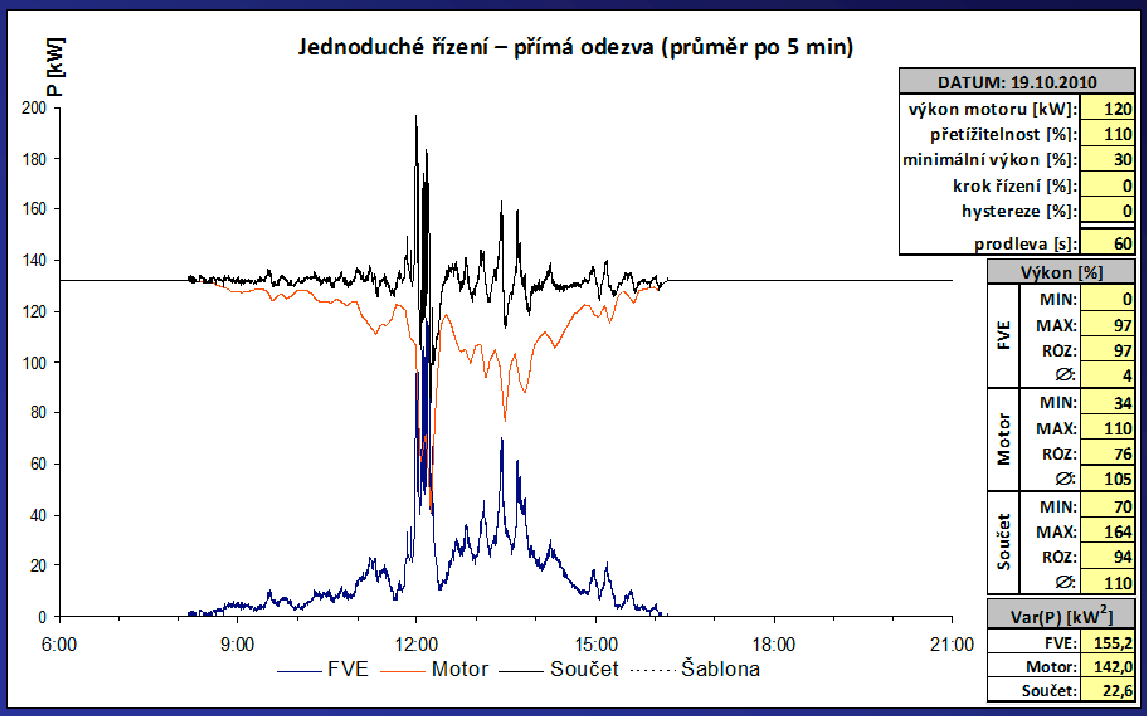


39

Jednoduché řízení – přímá odezva

- **Výhody:**
  - Dobrá stabilizace celkového výkonu
  - Schopnost reagovat na všechny typy průběhů
  - Systém řízení nepotřebuje paměťovou jednotku
- **Nevýhody:**
  - Velké množství přenášených dat
  - Rychlé a velké změny výkonu motoru

40

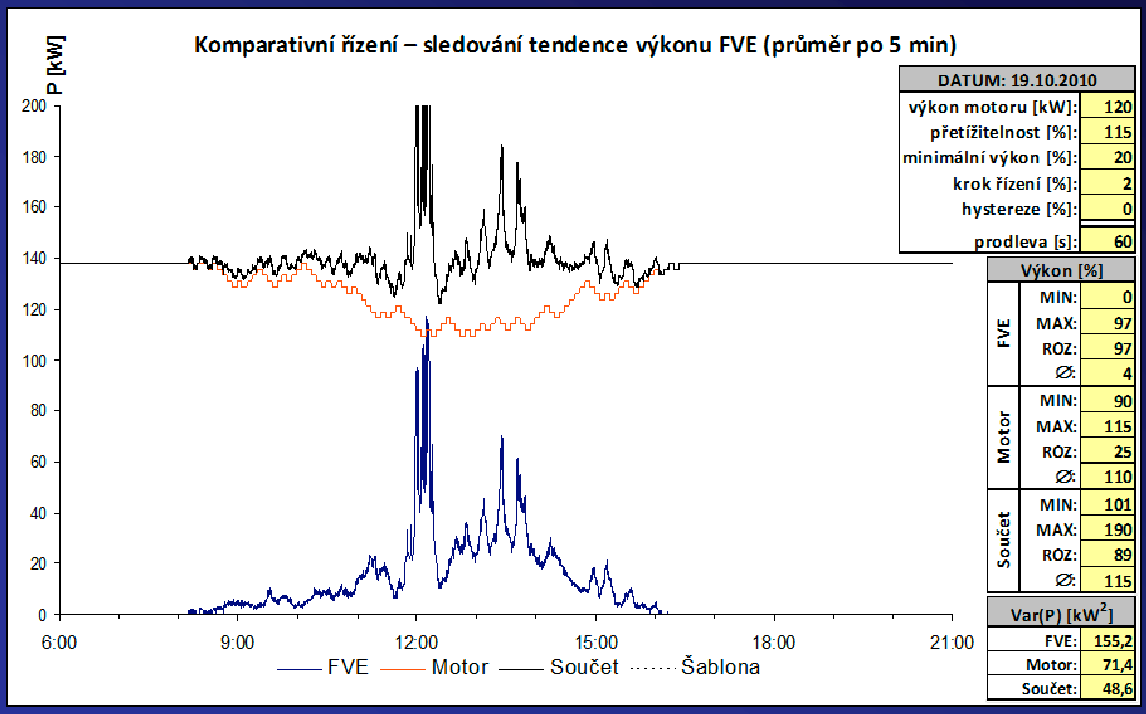


41

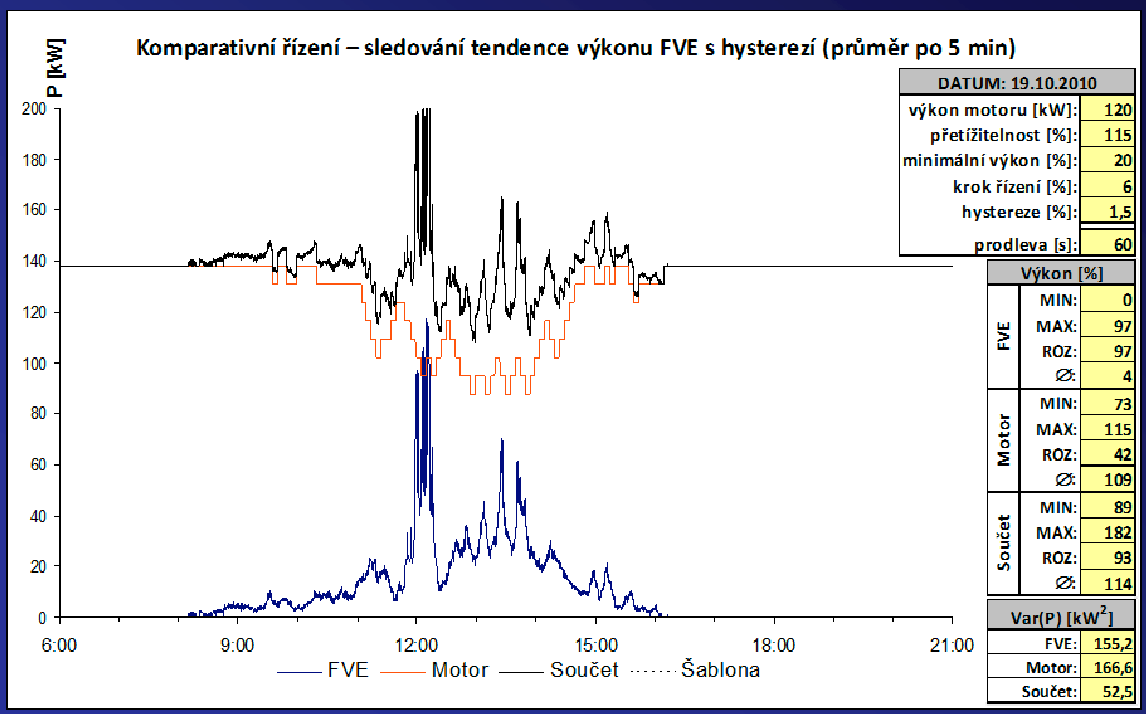
Komparativní řízení – tendence výkonu FVE

- **Výhody:**
  - Schopnost reagovat na všechny typy průběhů
  - Pomalé změny výkonu
  - Výkon motoru neklesá pod 50 %
  - Bez velkých skoků ve výkonu motoru
- **Nevýhody:**
  - Menší stabilizace celkového výkonu
  - Systém řízení potřebuje paměťovou jednotku
  - Velké množství přenášených dat

42


Komparativní řízení – sledování tendence výkonu FVE (průměr po 5 min)
P [kW]
200
180
160
140
120
100
80
60
40
20
0
6:00
9:00
12:00
15:00
18:00
21:00
FVE
Motor
Součet
Šablona
DATUM: 19.10.2010
výkon motoru [kW]: 120
přetížitelnost [%]: 115
minimální výkon [%]: 20
krok řízení [%]: 2
hystereze [%]: 0
prodleva [s]: 60
Výkon [%]
FVE MIN: 0
FVE MAX: 97
FVE ROZ: 97
FVE ∅: 4
Motor MIN: 90
Motor MAX: 115
Motor ROZ: 25
Motor ∅: 110
Součet MIN: 101
Součet MAX: 190
Součet ROZ: 89
Součet ∅: 115
Var(P) [kW²]
FVE: 155,2
Motor: 71,4
Součet: 48,6

43

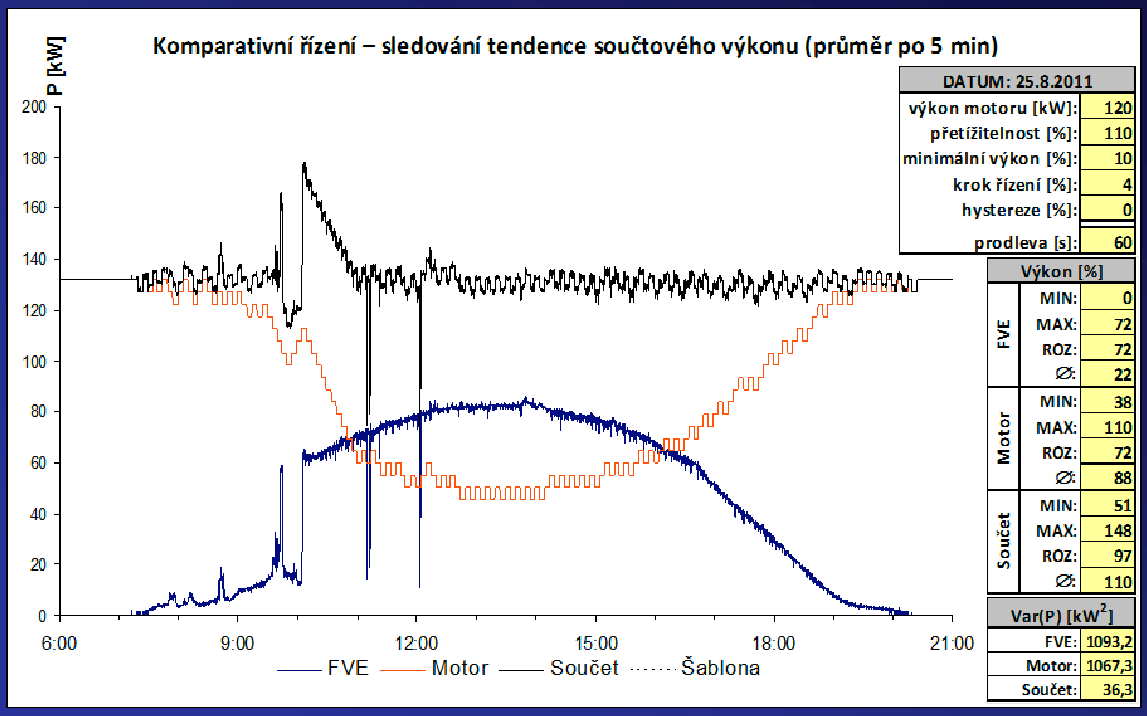

Komparativní řízení – sledování tendence výkonu FVE s hysterezí (průměr po 5 min)
P [kW]
200
180
160
140
120
100
80
60
40
20
0
6:00
9:00
12:00
15:00
18:00
21:00
FVE
Motor
Součet
Šablona
DATUM: 19.10.2010
výkon motoru [kW]: 120
přetížitelnost [%]: 115
minimální výkon [%]: 20
krok řízení [%]: 6
hystereze [%]: 1,5
prodleva [s]: 60
Výkon [%]
FVE MIN: 0
FVE MAX: 97
FVE ROZ: 97
FVE ∅: 4
Motor MIN: 73
Motor MAX: 115
Motor ROZ: 42
Motor ∅: 109
Součet MIN: 89
Součet MAX: 182
Součet ROZ: 93
Součet ∅: 114
Var(P) [kW²]
FVE: 155,2
Motor: 166,6
Součet: 52,5

44

Komparativní řízení – tendence součtového výkonu

- **Výhody:**
  - Dobrá stabilizace celkového výkonu
  - Schopnost reagovat na všechny typy průběhů
  - Pomalé a pozvolné změny výkonu motoru
  - Výkon motoru neklesá pod 50 %
- **Nevýhody:**
  - Systém řízení potřebuje paměťovou jednotku
  - Složitější zpracování signálu
  - Velké množství přenášených dat

45



46

Závěr

- Změna ochran, nikoliv paliva
- Změna legislativních podmínek
  - „zelené" teplo
  - lepší výkupní cena za regulaci
- Tvorba inteligentních sítí
  - zdroje reagující na potřeby sítě
  - zdroje reagující na potřeby spotřebitelů

47