

Realizovaná úspora elektrické energie

při dodávce nízkotlakého vzduchu



Kompresorová stanice

Komplexní systém pro výrobu tlakového vzduchu o 8, 12 nebo 15 bar



- off topic

Aplikace využívající nízkotlaký vzduch

Přeprava sypkých materiálů – Přetlaková pneumatická doprava



Vzduch vytváří silný proud, který způsobuje posuv sypkého materiálu. Přetlak je budován strukturou a množstvím dopravovaného materiálu a dopravní vzdáleností.

- off topic

Aplikace využívající nízkotlaký vzduch

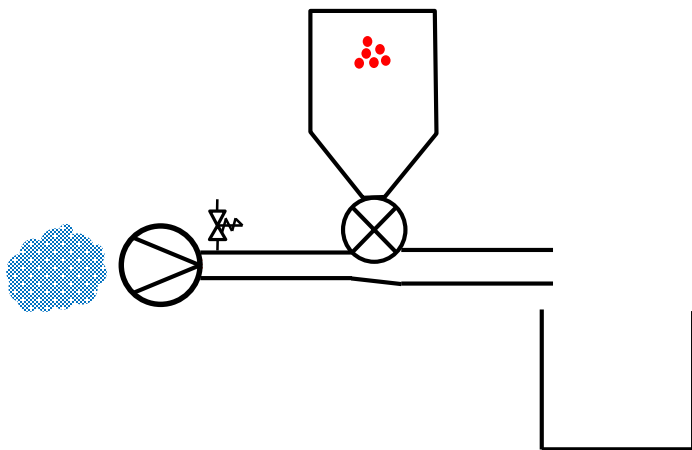
Přeprava sypkých materiálů – Přetlaková pneumatická doprava kompresorem

Compressor	
Types:	ESD 445 (8 bar)
n_{block}	1386
V_1^p free air delivery	42,1 m ³ /min
P^c blower shaft	241,6 kW
P^d total machine	256,3 kW
p^e specific	6,09 kWmin/m ³
Hybritec	
Types:	DTI 668/902 (10 bar / 66 %)
P^d total machine	10,46 kW
Types:	ESD + DTI
P^d total	266,8 kW
t operation per shift	5,0 hr
t shifts per day	2
t days per week	7 days
t weeks per year	50 weeks
t operation per year	3 500 hr/year
P^d total per year	933 660 kWh

- off topic

Aplikace využívající nízkotlaký vzduch

Přeprava sypaných materiálů – Přetlaková pneumtická doprava



Nicméně přetlak v systému se pohybuje do cca 1 bar.
 Dmychadlo, které pracuje jako samostatná vzduchová pumpa a generuje pouze provozní tlak systému, spotřebuje řádově méně energie.

- off topic

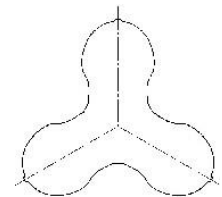
Aplikace využívající nízkotlaký vzduch

Porovnání spotřeby elektrické energie kompresoru a dmychadla

	Blower	Compressor
Types:	EBS 410M (0,95 bar)	ESD 445 (8 bar)
n_{block}	7745	1386
\dot{V}_1^p free air delivery	35,0 m ³ /min	42,1 m ³ /min
P^c blower shaft	53,1 kW	241,6 kW
P^d total machine	56,9 kW	256,3 kW
P^e specific	1,61 kWmin/m ³	6,09 kWmin/m ³
Energy savings nominal:	73,6%	
	Dehumidifier DST	Hybritec
Types:	RLZ 82	DTI 668/902 (10 bar / 66 %)
P^d total machine	38,9 kW	10,46 kW
	Celkově	
Types:	EBS + RLZ	ESD + DTI
P^d total	95,8 kW	266,8 kW
t operation per shift	6,0 hr	5,0 hr
t shifts per day	2	2
t days per week	7 days	7 days
t weeks per year	50 weeks	50 weeks
t operation per year	4 200 hr/year	3 500 hr/year
P^d total per year	402 360 kWh	933 660 kWh
Estimated energy savings per year:	-531 300 kWh	
Energy price:	3,80 Kč/kWh	
Estimated cost savings per year:	-2 018 940,00 Kč	

Rotační piškotová dmyhadla

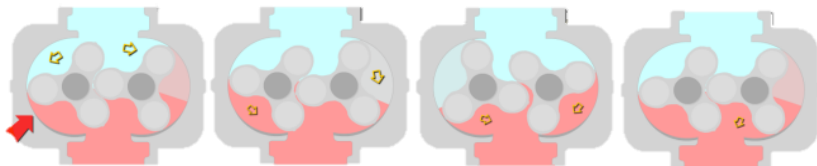
Starý systém ČOV Velké Popovice



Rotační šroubová dmychadla

Isochorická/Omega a polytropická/Sigma komprese

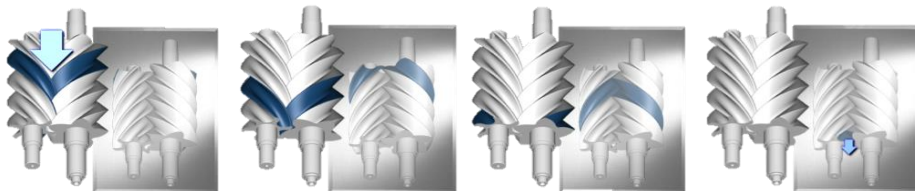
Rotory s OMEGA profilem – Rotační piškotová dmychadla:



Objem vzduchu procházející blokem je konstantní.
 = isochorická komprese.

Vytlačení plného objemu vzduchu proti
 vzrůstajícímu protitlaku v potrubním rozvodu
 = externí komprese.

Rotory se SIGMA profilem – Rotační šroubová dmychadla:



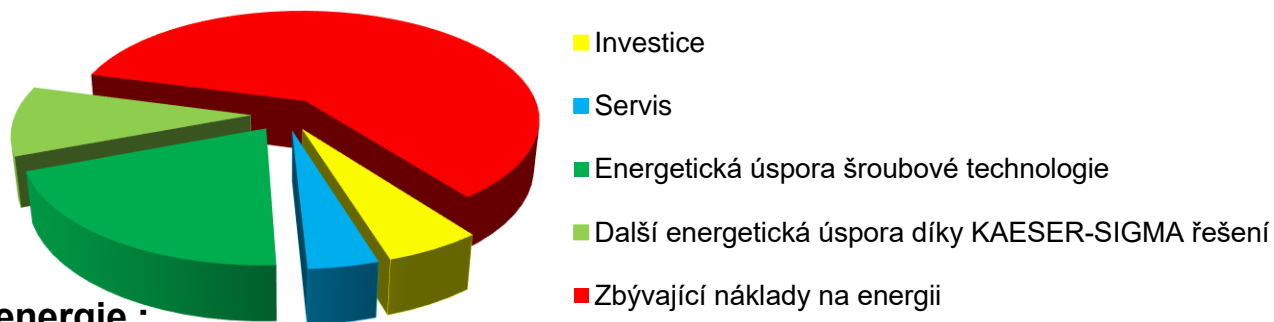
Postupné otáčení rotorů plynule zmenšuje objem
 vzduchu uzavřeného v komoře šroubovice
 = **interní komprese**
 = polytropická komprese.

Vytlačení malého objemu vzduchu proti zpětnému
 tlaku v potrubním rozvodu
 = nižší nároky na vykonanou práci.

Rotační šroubová dmychadla

Náklady v průběhu životnosti nízkotlakého kompresoru – motivace k růstu

Náklady na energii \approx 90% celkových provozních nákladů
 v provozním cyklu 6000 h/rok po dobu 10 let



- **Potenciální úspory energie :**
 - **AŽ 35%** ve srovnání s konvenční rotační piškotovou technologií
 - **AŽ 10%** ve srovnání s ostatními šroubovými dmychadly dostupnými na trhu
- Investice i údržba činí přibližně 5 % z celkových nákladů v závislosti na kvalitě zařízení a provedení náhradních dílů

Výpočet požadavků pro kompletní stanice

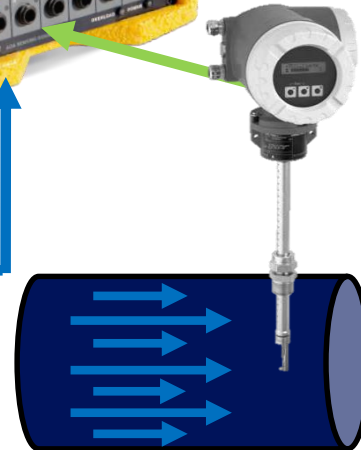
Instalace měřicího zařízení

Analýza dat přes Air Demand Analysis (ADA) a KAESER Energy Saving System (KESS)



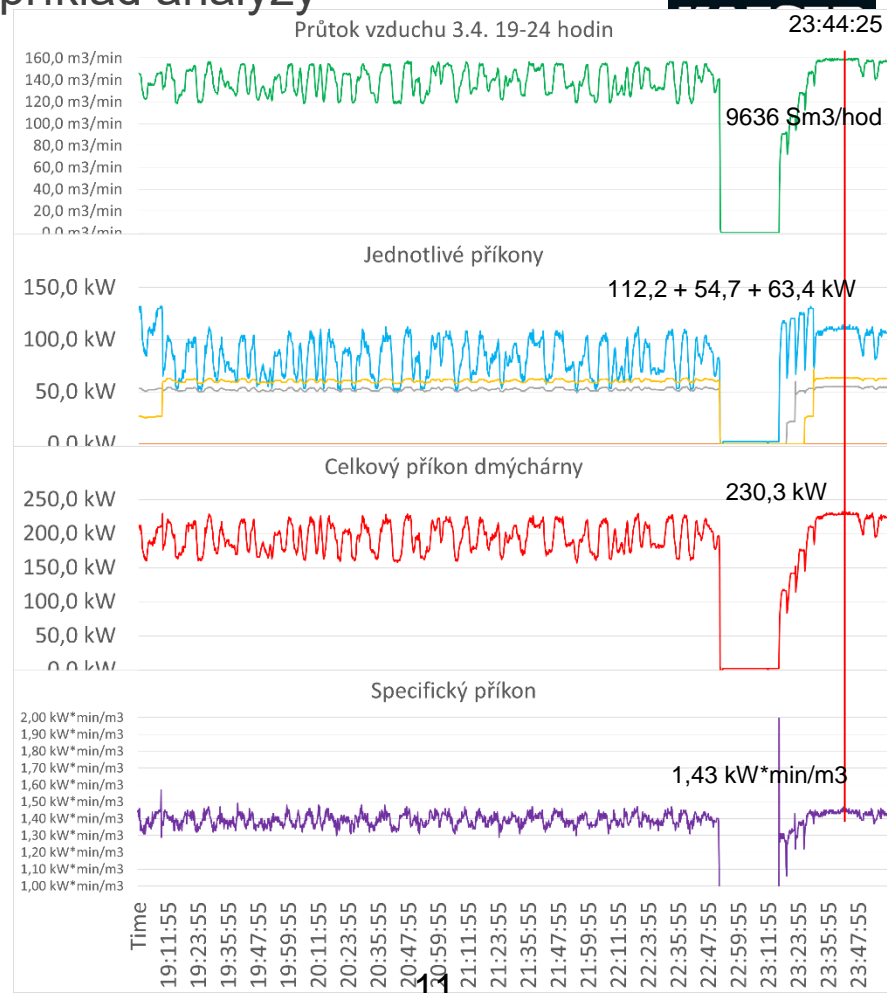
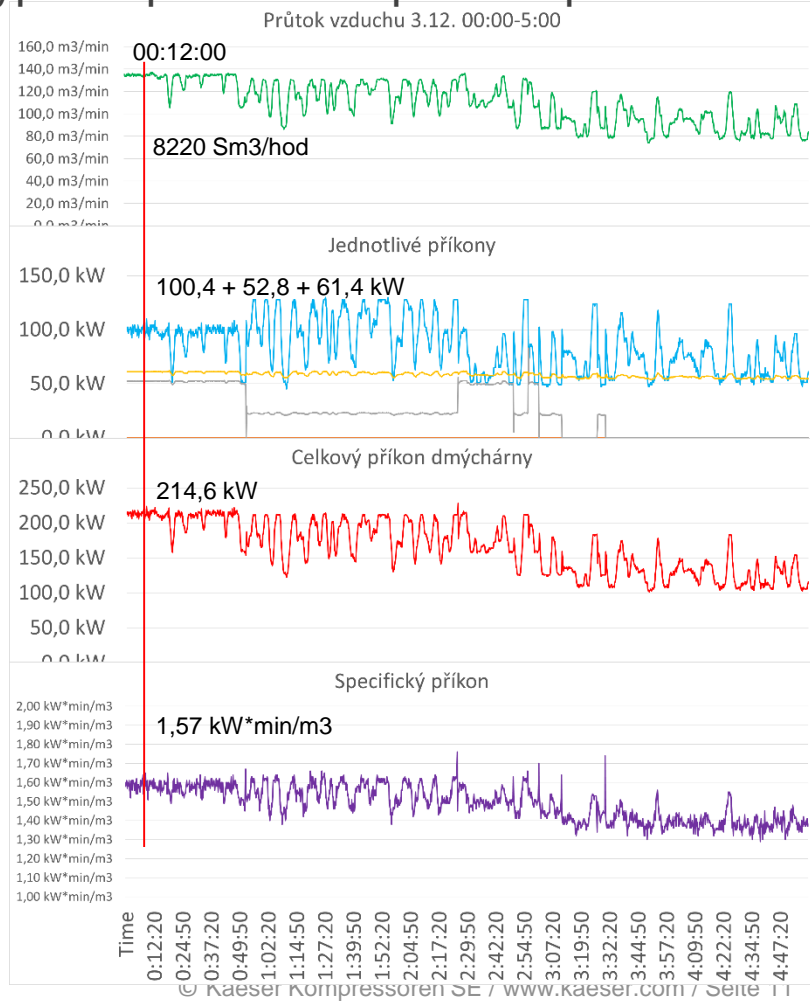
Měření příkonu

DATA logger



Měření průtoku vzduchu

Výpočet požadavků pro kompletní stanice – příklad analýzy



Výpočet požadavků pro kompletní stanice – příklad návrhu



Energy cost (el. tariff)

3

Kč/kWh

currency

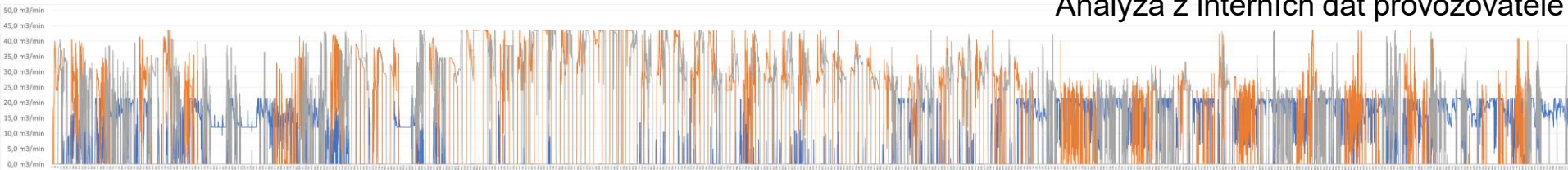
Kč



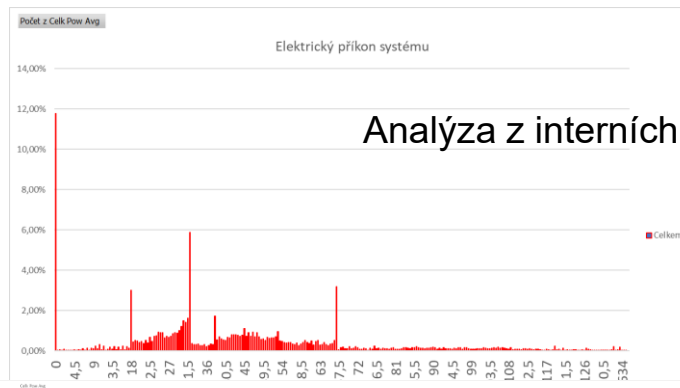
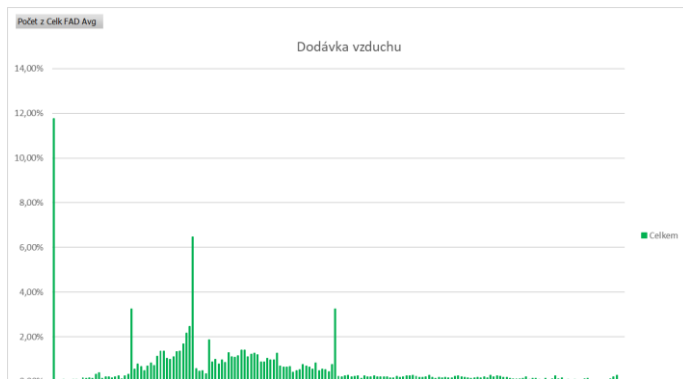
Volume flow m ³ /min	Time h	HBS 1600 L SFC 160 kW		ČOV		3x FBS 660L 75 kW	
		P_Machine kW	W_electric kWh	P_Machine kW	W_electric kWh	P_Machine kW	W_electric kWh
70,2	325	63,8	20711	94,7	30745	70,9	23040
74,4	1675	67,4	112864	101,7	170303	75,1	125774
78,6	476	71,1	33838	100,0	47598	79,3	37744
93,0	474	84,3	39990	124,1	58841	93,8	44457
98,9	1323	90,1	119109	143,7	190100	99,8	131991
111,5	1408	102,8	144844	166,2	234120	112,6	94917
115,8	843	107,4	90500	162,8	137216	117,0	98626
120,9	1034	112,9	116664	183,4	189550	122,2	126381
142,0	543	136,9	74388	208,1	113033	144,0	78209
153,0	547	150,3	82312	227,4	124473	155,5	85060
Summe:	8648 h						
	Total [kWh] per year:	835221	A	1295979	B	846199	A
	Energy cost per year [Kč]:	2 505 661,-	A	3 887 939,-	B	2 538 597,-	A
	Δ Energy cost per year (A-B) [Kč]:			-1 382 278,-		-1 349 342,-	

Analýza dodávky vzduchu na ČOV Velké Popovice

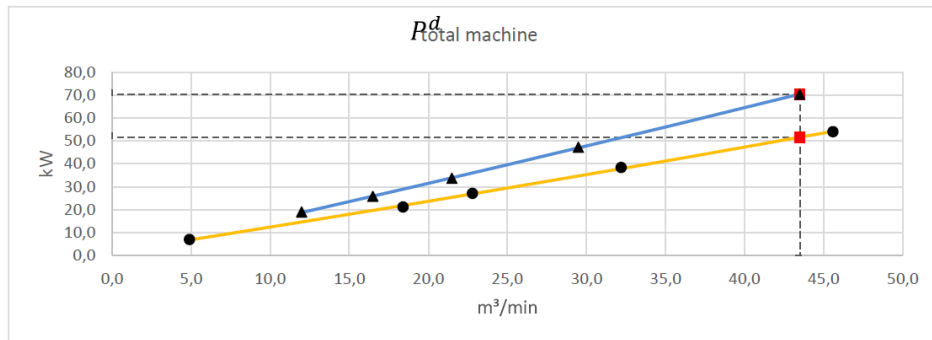
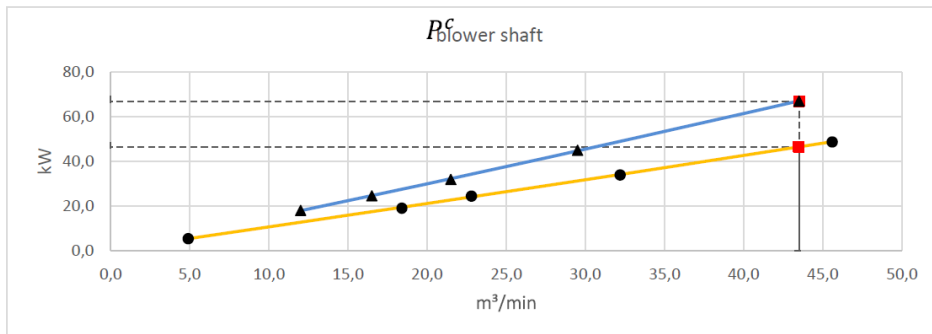
Analýza z interních dat provozovatele



Analýza z interních dat provozovatele



Příkony dmyhadla na hřídeli bloku a celková spotřeba energie kompletního zařízení při stanovených hodnotách průtoku. Modrá křivka ukazuje příkon stávajících strojů, žlutá křivka ukazuje příkon šroubových dmyhadel Kaeser.



Výpočet předpokládané roční spotřeby elektrické energie a nákladů na energii v pěti nejčastějších provozních bodech a v extrapolaci naměřených provozních hodin.

Energy cost (el. tariff) Kč/kWh currency

Calculation of the annual work in the following with:

Types:

Volume flow m³/min	Time h	P_Machine kW	W_electric kWh	P_Machine kW	W_electric kWh
12	593	14,5	8622	18,7	11103
17	1545	19,6	30281	25,9	39953
22	1901	25,3	48115	33,9	64416
29	1416	34,1	48221	46,1	65301
44	2215	51,6	114215	70,4	155974

Summe: 8760 h

Total [kWh] per year:	<input type="text" value="249455"/> A	<input type="text" value="336746"/> B
Energy cost per year [Kč]:	<input type="text" value="673 528,-"/> A	<input type="text" value="909 214,-"/> B
Δ Energy cost per year (A-B) [Kč]:	<input type="text" value="-235 686,-"/>	
(Δ) Investment (A-B) [Kč]:	<input type="text" value="1 084 000,-"/>	
ROI (A v B) [Years]:	<input type="text" value="4,6"/>	

Realizace:



Energy cost (el. tariff) Kč/kWh currency

Calculation of the annual work in the following with:

		Types: <input type="text" value="2x DBS 221 L"/>		<input type="text" value="Systém 3 DM"/>	
Volume flow m ³ /min	Time h	P_Machine kW	W_electric kWh	P_Machine kW	W_electric kWh
12	593	14,5	8622	18,7	11103
17	1545	19,6	30281	25,9	39953
22	1901	25,3	48115	33,9	64416
29	1416	34,1	48221	46,1	65301
44	2215	51,6	114215	70,4	155974

Summe:	8760 h				
Total [kWh] per year:	<input type="text" value="249455"/>	A	B	<input type="text" value="336746"/>	
Energy cost per year [Kč]:	<input type="text" value="673 528,-"/>	A	B	<input type="text" value="909 214,-"/>	
Δ Energy cost per year (A-B) [Kč]:				<input type="text" value="-235 686,-"/>	
(Δ) Investment (A-B) [Kč]:				<input type="text" value="1 084 000,-"/>	
ROI (A v B) [Years]:				<input type="text" value="4,6"/>	

Úspora 25,9 %

Provedeno garanční měření instalovaných strojů

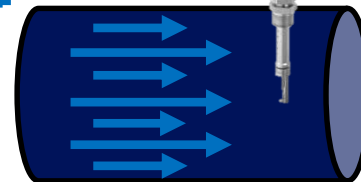
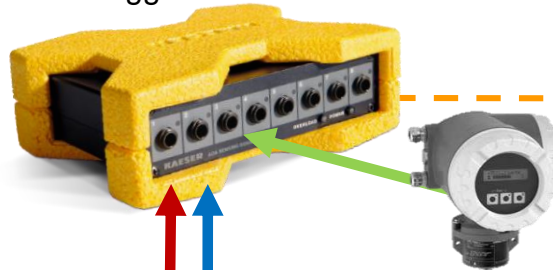
Instalace měřicího zařízení

Analýza dat přes Air Demand Analysis (ADA) a KAESER Energy Saving System (KESS)



Měření příkonu

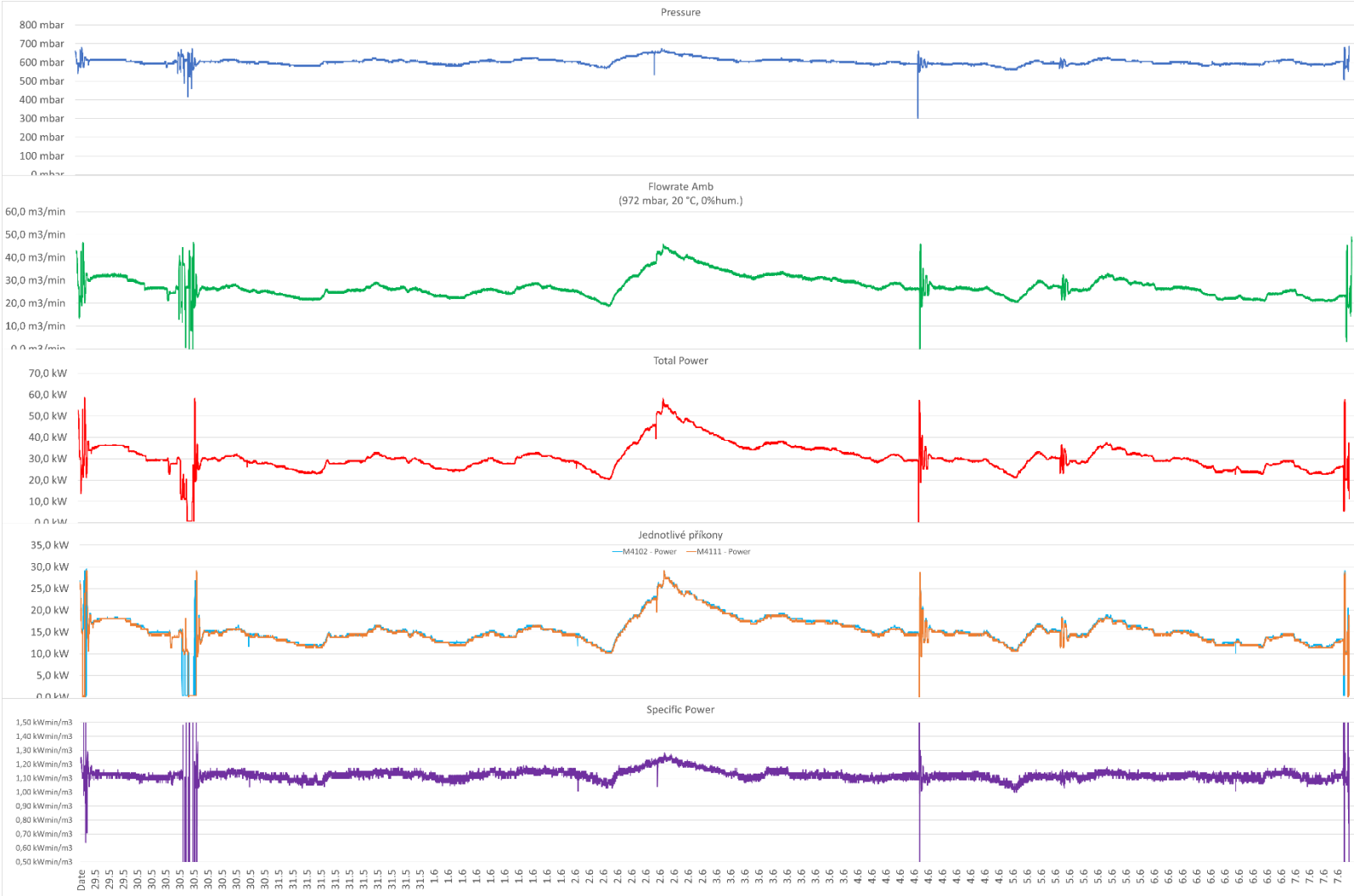
DATA logger

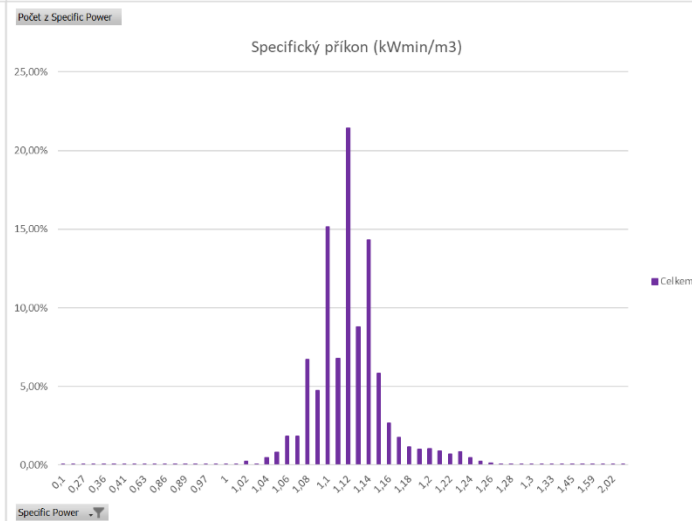
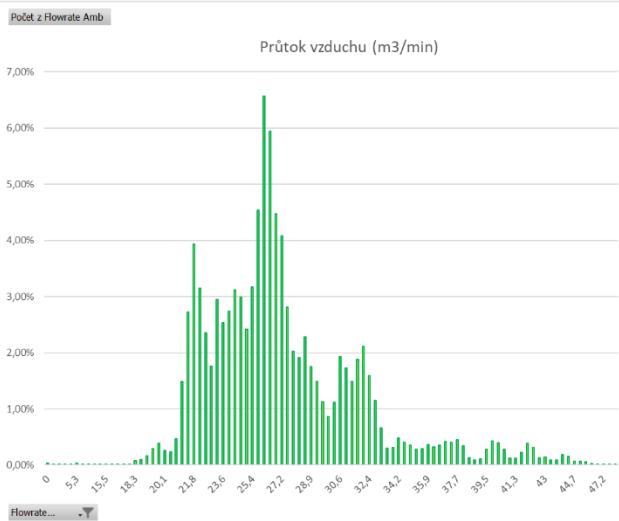
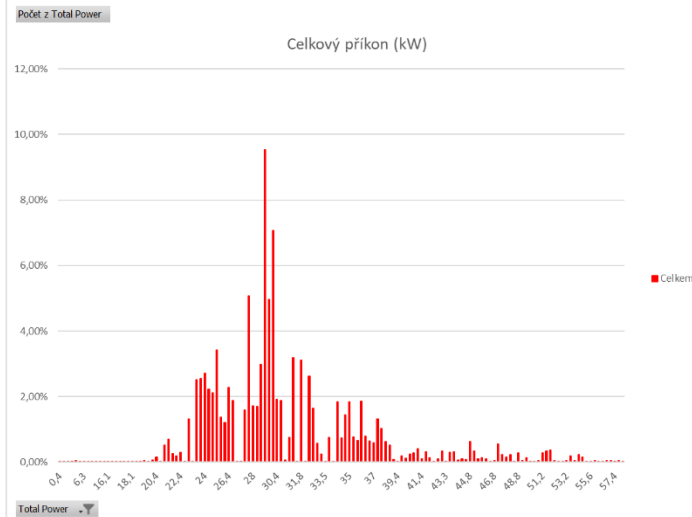
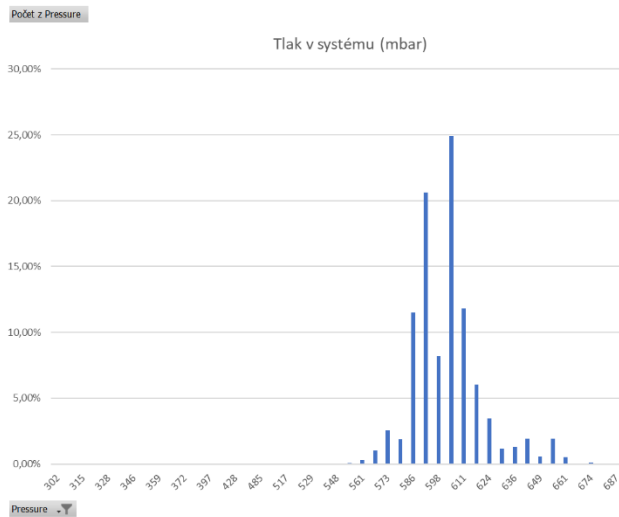


Měření průtoku vzduchu

Graf 1 - tlak v aktivaci
Graf 2. - průtok v aktivaci
Graf 3. - příkon dmyháčny
Graf 4. - příkon jednotlivých dmychadel
Graf 5. - specifický příkon jednotlivých dmychadel

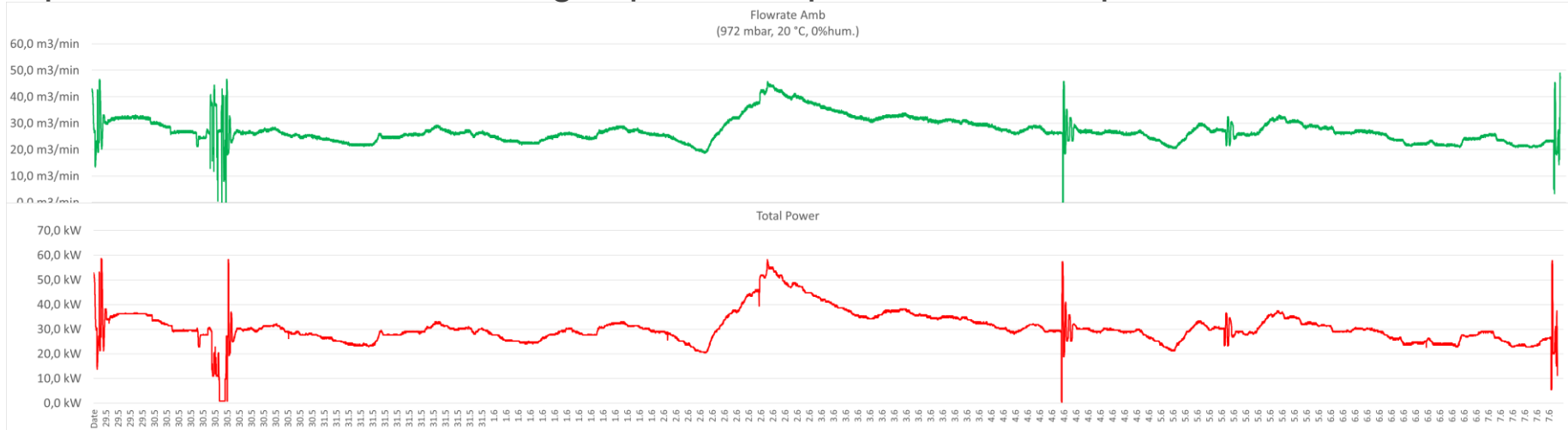
Úsek od: po 29.5.2023 11:00
Úsek do: st 7.6.2023 10:00





Graf 1 – četnost výskytu hodnoty tlaku
 Graf 2 – četnost výskytu hodnoty průtoku vzduchu
 Graf 3 – četnost výskytu hodnoty příkonu
 Graf 4 – četnost výskytu hodnoty specifického příkonu

Výpočet celkového množství vyrobeného tlakového vzduchu a spotřebované elektrické energie, plus extrapolace na 1 rok provozu



Date	Time	Pressure	Flowrate Norm (1013 mbar, 0 °C, 0%hum.)	Flowrate Amb (972 mbar, 20 °C, 0%hum.)	M4102 - Power	M4111 - Power	Total Power	Specific Power
7.6	10:11:07	611 mbar	24,3 Nm3/min	27,2 m3/min	15,0 kW	18,5 kW	33,5 kW	1,23 kWmin/m3
7.6	10:11:22	605 mbar	23,6 Nm3/min	26,4 m3/min	15,0 kW	15,0 kW	30,0 kW	1,14 kWmin/m3
7.6	10:11:37	605 mbar	23,6 Nm3/min	26,4 m3/min	15,0 kW	14,6 kW	29,6 kW	1,12 kWmin/m3
7.6	10:11:52	605 mbar	23,9 Nm3/min	26,7 m3/min	15,0 kW	14,6 kW	29,6 kW	1,11 kWmin/m3
7.6	10:12:07	605 mbar	23,6 Nm3/min	26,4 m3/min	15,0 kW	14,6 kW	29,6 kW	1,12 kWmin/m3
7.6	10:12:22	605 mbar	23,3 Nm3/min	26,1 m3/min	15,0 kW	14,6 kW	29,6 kW	1,14 kWmin/m3
7.6	10:12:37	605 mbar	23,3 Nm3/min	26,1 m3/min	15,0 kW	14,6 kW	29,6 kW	1,14 kWmin/m3
7.6	10:12:52	605 mbar	23,6 Nm3/min	26,4 m3/min	15,0 kW	14,6 kW	29,6 kW	1,12 kWmin/m3
7.6	10:13:07	605 mbar	23,9 Nm3/min	26,7 m3/min	15,0 kW	14,6 kW	29,6 kW	1,11 kWmin/m3
7.6	10:13:22	605 mbar	23,6 Nm3/min	26,4 m3/min	15,0 kW	14,6 kW	29,6 kW	1,12 kWmin/m3
7.6	10:13:37	605 mbar	23,6 Nm3/min	26,4 m3/min	15,0 kW	14,6 kW	29,6 kW	1,12 kWmin/m3
178,28 hodin							5 463,5 kWh	
8 760,00 hodin					14 307 385 m3		268 456,6 kWh	

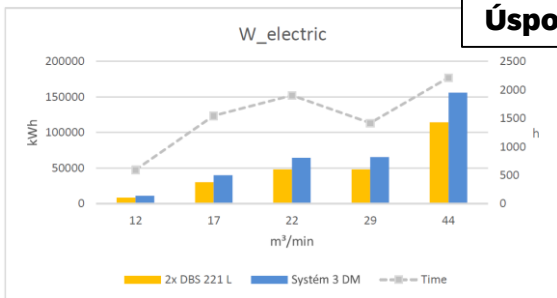
Odhad 1/2022

2x DBS 221 L Systém 3 DM

Volume flow m³/min	Time h	P_Machine kW	W_electric kWh	P_Machine kW	W_electric kWh
12	593	14,5	8622	18,7	11103
17	1545	19,6	30281	25,9	39953
22	1901	25,3	48115	33,9	64416
29	1416	34,1	48221	46,1	65301
44	2215	51,6	114215	70,4	155974

Summe: 8760 h

Total [kWh] per year: **249455** A B **336746**



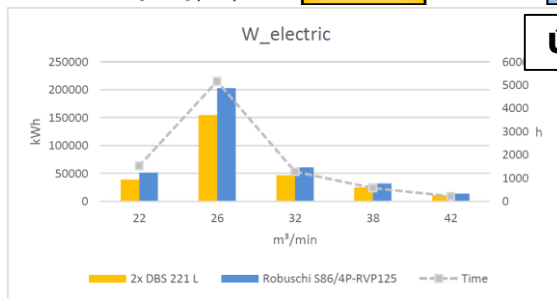
Odhad 6/2023

2x DBS 221 L Robuschi S86/4P-RVP125

Volume flow m³/min	Time h	P_Machine kW	W_electric kWh	P_Machine kW	W_electric kWh
22	1528	25,4	38769	33,6	51352
26	5161	30,0	154573	39,3	202872
32	1272	36,8	46758	47,7	60626
38	571	43,6	24871	55,9	31906
42	218	48,9	10668	62,3	13583

Summe: 8760 h

Total [kWh] per year: **275640** A B **360340**



Porovnání odhadu provedení na základě dat předložených zákazníkem s aktuálními provozními údaji (úprava provozního profilu strojovny) a s reálně změřenými hodnotami.

Realita 6/2023

Date	Time	Pressure	Flowrate Norm (1013 mbar, 0 °C, 0%hum.)	Flowrate Amb (972 mbar, 20 °C, 0%hum.)	M4102 - Power	M4111 - Power	Total Power	Specific Power
7.6	10:11:07	611 mbar	24,3 Nm3/min	27,2 m3/min	15,0 kW	18,5 kW	33,5 kW	1,23 kWmin/m3
7.6	10:11:22	605 mbar	23,6 Nm3/min	26,4 m3/min	15,0 kW	15,0 kW	30,0 kW	1,14 kWmin/m3
7.6	10:11:37	605 mbar	23,6 Nm3/min	26,4 m3/min	15,0 kW	14,6 kW	29,6 kW	1,12 kWmin/m3
7.6	10:11:52	605 mbar	23,9 Nm3/min	26,7 m3/min	15,0 kW	14,6 kW	29,6 kW	1,11 kWmin/m3
7.6	10:12:07	605 mbar	23,6 Nm3/min	26,4 m3/min	15,0 kW	14,6 kW	29,6 kW	1,12 kWmin/m3
7.6	10:12:22	605 mbar	23,3 Nm3/min	26,1 m3/min	15,0 kW	14,6 kW	29,6 kW	1,14 kWmin/m3
7.6	10:12:37	605 mbar	23,3 Nm3/min	26,1 m3/min	15,0 kW	14,6 kW	29,6 kW	1,14 kWmin/m3
7.6	10:12:52	605 mbar	23,6 Nm3/min	26,4 m3/min	15,0 kW	14,6 kW	29,6 kW	1,12 kWmin/m3
7.6	10:13:07	605 mbar	23,9 Nm3/min	26,7 m3/min	15,0 kW	14,6 kW	29,6 kW	1,11 kWmin/m3
7.6	10:13:22	605 mbar	23,6 Nm3/min	26,4 m3/min	15,0 kW	14,6 kW	29,6 kW	1,12 kWmin/m3
7.6	10:13:37	605 mbar	23,6 Nm3/min	26,4 m3/min	15,0 kW	14,6 kW	29,6 kW	1,12 kWmin/m3
178,28 hodin							5 463,5 kWh	
8 760,00 hodin							268 456,6 kWh	

Úspora 25,5 %

Děkuji za Vaši pozornost!

