



Rozšíření kapacity datacentra Kralupy nad Vltavou



VŠCHT PRAHA

předkladatel:

ALTRON, a.s.
Novodvorská 994/138
142 21 Praha 4
<http://www.altron.net>

V Praze, únor 2020

Obsah

1	Cíle dokumentu	3
2	O společnosti.....	3
3	Řízení dokumentu	4
3.1	Projekt.....	4
3.2	Oprávnění k dokumentu	4
3.3	Verze	4
3.4	Distribuce klientovi.....	4
4	Manažerské shrnutí	5
5	Aktuální situace	6
5.1	Prostorové uspořádání	6
5.2	Systém odvodu tepla	8
5.3	Systém elektrického napájení.....	8
5.4	Výkonové bilance.....	10
5.5	Stávající stav – vyhodnocení.....	10
6	Doporučení pro rozšíření.....	11
6.1	Výkonové bilance po rozšíření	11
6.2	Prostorové uspořádání po rozšíření	13
	Příloha 1: Chladicí jednotka Conteg – vnitřní část	14
	Příloha 2: Kondenzační jednotka Mitsubishi	15
	Příloha 3: UPS ABB UPScale	16

1 Cíle dokumentu

Cílem předkládaného dokumentu je vyhodnotit stav podpůrné infrastruktury datového centra v Kralupech nad Vltavou s přihlédnutím k možnosti kapacitního navýšení o dva datacentrové rozvaděče.

Auditní šetření na jmenované lokalitě proběhlo za běžného provozu 16. ledna 2019. Výsledky auditu tedy odpovídají stavu datového centra v uvedeném období a nezohledňují případné změny, které proběhly po ukončení šetření.

2 O společnosti

Společnost Altron dodává komplexní technologickou infrastrukturu pro zajištění dostupnosti a bezpečnosti kritických aplikací z oblasti IT, telekomunikací, výrobních technologií, zdravotnictví, technologií pro logistiku a dopravu. Technologická infrastruktura zahrnuje napájení elektrickou energií, teplo, chlazení a ventilaci, ochranu proti požáru, zabezpečení a řízení přístupu, monitoring a řízení technologií a prostředí.

Jako kritické aplikace chápeme provoz klíčových technologií, zajišťujících předmět podnikání daného subjektu.

Působnost společnosti Altron je zaměřena na firemní klientelu, a to jak na EBS (Enterprise Business – velké firmy a státní správa), tak i na SMB (Small and Medium Business - malé a střední firmy).

Projektový tým

Jméno	Funkce

3 Řízení dokumentu

3.1 Projekt

Název projektu:	Rozšíření kapacity datacentra Kralupy n./Vlt.
Číslo projektu:	Z02776

3.2 Oprávnění k dokumentu

Zodpovědnost	Jméno	Kontakt

3.3 Verze

Číslo verze	Popis změny	Platnost	Stránky	Změněno kým
0.1	Draft	leden 2020	vše	Altron
1.0	Finální verze	únor 2020	vše	

3.4 Distribuce klientovi

Jméno	Organizace
xxxxxxxxx	VŠCHT
xxxxxxxxx	VŠCHT

4 Manažerské shrnutí

Altron posoudil možnost rozšíření datového centra Kralupy nad Vltavou o dva datacentrové rozvaděče.

Dle provedeného místního šetření lze konstatovat, že rozšíření je realizovatelné, je však nutné ověřit možnosti hlavních napájecích přívodů a hlavních napájecích komponent, zda mají dostatečnou kapacitu pro zamýšlené rozšíření. Tento údaj nebylo možné při místním šetření zjistit.

Současný stav se čtyřmi datacentrovými rozvaděči poskytuje při průměrném zatížení 2,4 kW/stojan možnost instalace až 9,6 kW ICT výkonu při úrovni dostupnosti dle standardu Tier III, dle společností Uptime Institute - tj. servisovatelnosti jakékoliv výkonové nebo distribuční komponenty za provozu.

Pro zachování této úrovně dostupnosti je nutné adekvátně posílit všechny kritické systémy podpůrné infrastruktury. Zejména se jedná o:

- systém elektrického napájení
- systém odvodu tepla
- systém monitoringu

Rozšíření bude zahrnovat následující úkony:

- úpravu zdvojené podlahy
- úpravu zakrytování teplé uličky
- úpravu kabelových žlabů nad datacentrovými rozvaděči
- dodávku a montáž 2 ks 600 mm širokých datacentrových rozvaděčů
- dodávku a montáž 1 ks in-row chladicí jednotky, venkovní kondenzační jednotky a chladičového izolovaného dvojpotrubí
- dodávku a montáž 1 ks výkonového modulu UPS s bateriemi dle stávající konfigurace
- úpravu zabezpečovacího systému
- úpravu a rekonfiguraci systému monitoringu

Rozšířením podpůrné infrastruktury o výkonové modulární komponenty dojde k navýšení průměrné hodnoty na 3,4 kW/stojan, tj. možnost instalovat celkem až 20,4 kW ICT výkonu při úrovni dostupnosti dle standardu Tier III.

Detailní popis řešení rozšíření včetně cenové kalkulace bude zpracován v separátní obchodní nabídce.

5 Aktuální situace

5.1 Prostorové uspořádání

Datové centrum se nachází v posledním patře budovy technologického parku ve vyhrazené místnosti bez oken.

Datové centrum je tvořeno pěti datacentrovými rozvaděči širokými 800 mm.

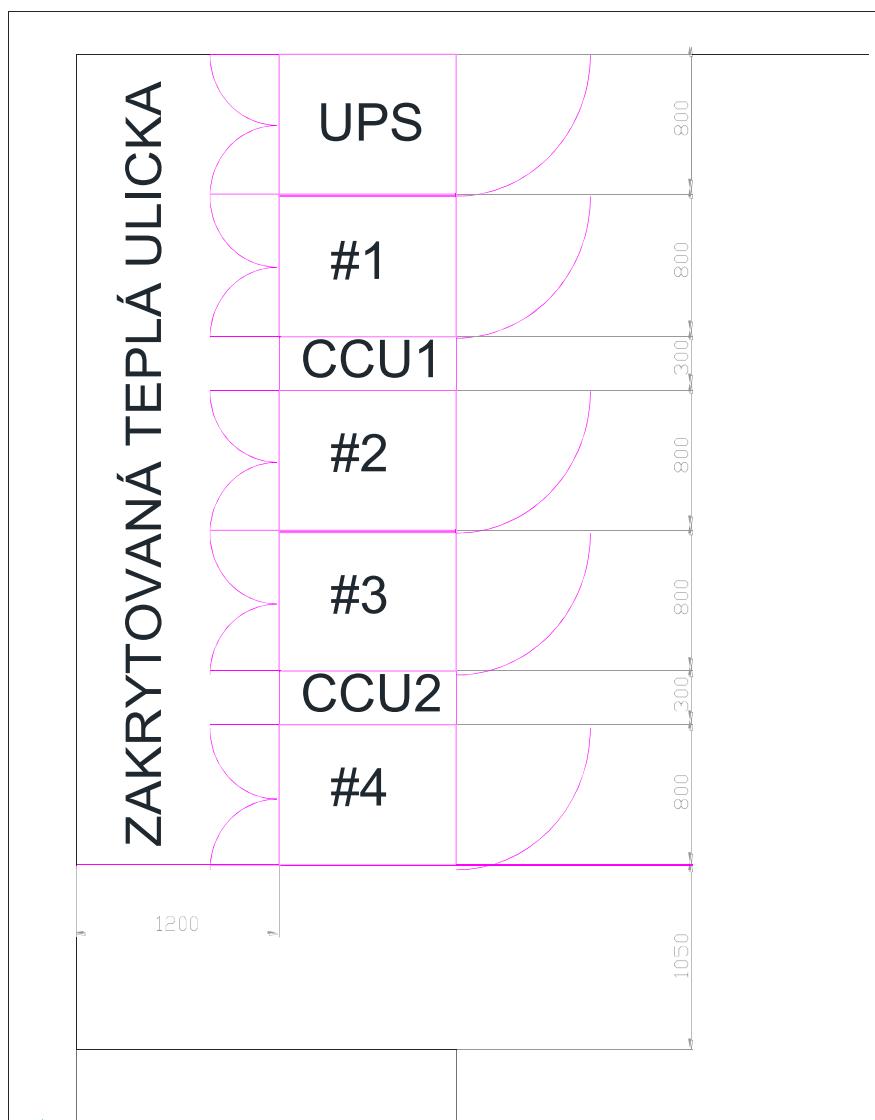
Součástí instalace rozvaděčů je plně zakrytovaná teplá ulička – viz. Obrázek 5-1: Zakrytovaná teplá ulička.



Obrázek 5-1: Zakrytovaná teplá ulička

Datové rozvaděče jsou umístěny na zdvojené podlaze výšky přibližně 20 cm.

Rozmístění datových rozvaděčů a podpůrné technologie odvodu tepla a nepřerušitelného zdroje napájení – viz. Obrázek 5-2: Rozmístění technologií v serverovně.



Obrázek 5-2: Rozmístění technologií v serverovně

5.2 Systém odvodu tepla

Odvod tepla ze serverovny zajišťují dvě in-row přesné klimatizační jednotky Conteg na principu přímého výparu chladiva pracující v režimu redundance 1+1. Tyto in-row jednotky jsou v půdorysném obrázku označeny jako „CCU“.

Každá in-row jednotka je propojena nezávisle s venkovní, vzduchem chlazenou kondenzační jednotkou Mitsubishi izolovaným chladivovým dvojpotrubím – viz. Obrázek 5-3: Kondenzační jednotky. Kondenzační jednotky jsou umístěny na střeše nad prostorem serverovny.



 MITSUBISHI ELECTRIC AIR-CONDITIONER		  
MODEL PUHZ-P125YHA		<G>
SERVICE REF. PUHZ-P125YHAR2.UK		T1 (IS05151/13253) <COOLING/HEATING>
RATED CURRENT (OUTDOOR ONLY)		6.18/6.09 A
MAX. CURRENT (OUTDOOR ONLY)		13 A
3N~	400V 50Hz	R410A 4.5 kg (30m)
101	kg IP24	
HP PS	4.15MPa	SERIAL NO. 4E01237
LP PS	2.3MPa	YEAR OF MANUFACTURE 05.2014

Obrázek 5-3: Kondenzační jednotky

5.3 Systém elektrického napájení

Elektrické napájení ICT zařízení je dvouvětvové – jedna větev je trvale napojena na zdroj UPS. UPS zdroj je modulární s redundancí v modulech 1+1.

V datovém rozvaděči označeném „UPS“ je umístěn modulární zdroj nepřerušitelného napájení ABB osazený dvěma 20 kW moduly – viz. Obrázek 5-4: Modulární zdroj ABB – a bateriemi s typickou kapacitou pro překlenutí doby od výpadku síťového napájení do doby, kdy záložní motorgenerátor naskočí a plně převeze požadovanou zátěž.



Obrázek 5-4: Modulární zdroj ABB

Aktuální zatížení zdrojů UPS je – viz. Obrázek 5-5: Displej modulů UPS:

Modul #1: 1,2 kW

Modul #2: 1,2 kW



Obrázek 5-5: Displej modulů UPS

5.4 Výkonové bilance

Maximální průměrný ICT příkon je limitován chladicím výkonem přesných klimajednotek – viz. Tabulka 5-1: Bilance elektrického výkonu a Tabulka 5-2: Bilance chladicího výkonu – tj do 2,4 kW na datacentrový rozvaděč.

Zařízení				Typ	Počet zařízení	Jednotkový výkon [kW]	Celkový instalovaný výkon [kW]	Koeficient současnosti	Současný výkon [kW]	Redundance
TRANSFORMÁTOR	MOTORENERGÁTOR	ICT UPS	Datacentrový rozvaděč		4	2.40	9.60	1.00	9.6	4+0
			Ztráty ve vedení a rozvaděčích - 2%	1	0.19	0.19	1.00	0.19	1+0	
			Celkem			9.79		9.79		
			Jmenovitý výkon	ABB DPA Upscale M20	2	20	40.00	0.50	20.0	1+1
			Využití zdroje			24%		49%		
			Bilance			30.21		10.21		
		UPS ICT - ztráty a nabíjení - 15%	ABB DPA Upscale M20	2	1.76	3.5	1.00	3.5	2+0	
		CRAC - Datasál	Conteg DX12	2	0.25	0.5	1.00	0.5	2+0	
		CRAC - venkovní jednotka	Conteg DX12	2	4.09	8.2	1.00	8.2	2+0	
		Jiná spotřeba		1	5.00	5.0	1.00	5.0	1+0	
		Min. požadavek na motorgenerátor & transformátor					27.0		27.0	

Tabulka 5-1: Bilance elektrického výkonu

Datový sál	Typ zařízení	Počet jednotek	Jednotkový výkon [kW]	Celkový inst. výkon [kW]	Koeficient současnosti	Současný výkon [kW]	Tepelná zátěž [kW]	Redundance
Datacentrový rozvaděč		4	2.40	9.6	1.00	9.6	9.6	4+0
Ztráty ve vedení, rozvaděčích a UPS - 7%		1	0.67	0.672	1.00	0.7	0.7	1+0
Osvětlení		1	0.50	0.5	1.00	0.5	0.5	1+0
Tepelné zisky budovy		1	1.00	1	1.00	1.0	1.0	1+0
Příkon ventilátoru klima jednotky	Conteg DX12	2	0.25	0.5	0.50	0.3	0.3	1+1
Celková tepelná zátěž				12.3		12.0	12.0	
Citelný chladicí výkon jednotky ¹⁾	Conteg DX12	2	12.10	24.2	0.50	12.1		1+1
Celkový citelný chladicí výkon				24.2		12.1		
Využití				50%		99%		
Tepelná bilance				11.9		0.08		

¹⁾ citelný chladicí výkon při teplotě vzduchu na sání jednotky 35 °C, venkovní teplota 35 °C

Tabulka 5-2: Bilance chladicího výkonu

Bilance jsou sestaveny na základě veřejně dostupných zdrojů. Chladicí výkon in-row jednotku přesné klimatizace – viz. Příloha 1: Chladicí jednotka Conteg – vnitřní část a Příloha 2: Kondenzační jednotka Mitsubishi. Výkon UPS modulu – viz. Příloha 3: UPS ABB UPScale.

5.5 Stávající stav – vyhodnocení

V současné době je fyzický prostor datacentrových rozvaděčů zaplněn přibližně z 90%. Zdroje elektrického napájení – UPS a zdroje odvodu tepla – CCU – jsou zatíženy minimálně.

Nízké zatížení zdrojů elektrického napájení a chlazení je však zejména proto, že ICT zařízení není ještě kompletně zprovozněno. Po plném spuštění instalovaného HW se očekává zatížení zdrojů na úrovni 40%-45%, tzn. stále v bezpečném pásmu zajišťujícím redundanci výkonových komponent.

Jakékoliv rozšíření o další přidání HW vyžaduje instalaci výkonových komponent jak v systému elektrického napájení, tak chlazení.

6 Doporučení pro rozšíření

Zadavatel požaduje rozšíření o dva datacentrové rozvaděče za předpokladu zachování dostupnosti na úrovni Tier III, tj. servisovatelnost za provozu.

Takto definované zadání znamená najít fyzické prostory pro umístění požadovaného množství HW (definovaného počtem rack units (RU)) a dále pro instalaci výkonových a distribučních komponent systémů elektrického napájení a chlazení.

Vzhledem k prostorovému omezení doporučujeme instalovat 2x datacentrový rozvaděč šíře 600 mm stejné hloubky jako již instalované datové rozvaděče.

Systém zakrytované teplé uličky zůstane zachován - nové rozvaděče budou instalovány v řadě se stávajícími rozvaděči. Dveře zakrytované teplé uličky se posunou o přibližně 1500 mm blíže ke vstupním dveřím do místnosti. Kabelové žlaby a strop zakrytování uličky budou muset být adekvátně prodlouženy.

Systém monitoringu bude nutné rozšířit o minimálně jeden teplotně/vlhkostní snímač, aby správce datového centra měl dostatečné informace o teplotním rozložení na datovém sále.

Všechny nově instalované technologie se zintegrují do monitorovacího systému a tento systém bude nutno znovu nakonfigurovat.

6.1 Výkonové bilance po rozšíření

Pro zachování úrovně dostupnosti na úrovni Tier III dle Uptime Institute je nutné doplnit výkonové zdroje nepřerušitelného zdroje elektrického napájení a odvodu tepla.

Protože je užito modulární UPS ABB DPA UPScale, je vhodné tento systém rozšířit o další M20 modul s výkonem 20 kW. Prostor v rozvaděči označeném na půdorysném plánu jako UPS je dostatečný pro instalaci 20 kW modulu a baterií je dostatečný.

Obdobně chladicí systém lze rozšířit o stejnou chladicí in-row jednotku s vnější kondenzační částí – vnitřní jednotka bude umístěna v jedné řadě s datacentrovými rozvaděči a venkovní část bude ve stejných místech jako již stávající kondenzační jednotky. Na střeše je dostatek místa pro přidání další kondenzační jednotky. Chladivové izolované dvojpotrubí bude instalováno ve zdvojené podlaze.

Nově přidané výkonové komponenty chlazení a elektrického napájení budou zapojeny do systému řízení a monitoringu tak, aby docházelo k pravidelnému střídání mechanických komponent z důvodu rovnoměrného opotřebení.

Taktéž je nutné upravit monitorovací systém, aby pracoval s maximální hodnotou instalovaných výkonů.

Průměrný ICT příkon po rozšíření stoupne z 2,4 kW na 3,4 kW na datacentrový rozvaděč – viz. Tabulka 6-1: Balance elektrického výkonu po rozšíření a Tabulka 6-2: Balance chladicího výkonu po rozšíření.

Zařízení				Typ	Počet zařízení	Jednotkový výkon [kW]	Celkový instalovaný výkon [kW]	Koeficient současnosti	Současný výkon [kW]	Redundance
TRANSFORMÁTOR	MOTORGENERÁTOR	ICT UPS	Datacentrový rozvaděč		6	3.40	20.40	1.00	20.4	4+0
			Ztráty ve vedení a rozvaděčích - 2%		1	0.41	0.41	1.00	0.41	1+0
			Celkem				20.81		20.81	
			Jmenovitý výkon	ABB DPA Upscale M20	3	20	60.00	0.67	40.0	1+1
			Využití zdroje				35%		52%	
			Bilance				39.19		19.19	
		UPS ICT - ztráty a nabíjení - 15%	ABB DPA Upscale M20	3	3.75	11.2	1.00	11.2	3+0	
		CRAC - Datasál	Conteg DX12	3	0.25	0.8	1.00	0.8	3+0	
		CRAC - venkovní jednotka	Conteg DX12	3	4.09	12.3	1.00	12.3	3+0	
		Jiná spotřeba		1	5.00	5.0	1.00	5.0	1+0	
		Min. požadavek na motorgenerátor & transformátor						50.1		50.1

Tabulka 6-1: Balance elektrického výkonu po rozšíření

Datový sál	Typ zařízení	Počet jednotek	Jednotkový výkon [kW]	Celkový inst. výkon [kW]	Koeficient současnosti	Současný výkon [kW]	Tepelná zátěž [kW]	Redundance
Datacentrový rozvaděč		6	3.40	20.4	1.00	20.4	20.4	6+0
Ztráty ve vedení, rozvaděčích a UPS - 7%		1	1.43	1.4	1.00	1.4	1.4	1+0
Osvětlení		1	0.50	0.5	1.00	0.5	0.5	1+0
Tepelné zisky budovy		1	1.00	1	1.00	1.0	1.0	1+0
Příkon ventilátoru klima jednotky	Conteg DX12	3	0.25	0.75	0.67	0.5	0.5	2+1
Celková tepelná zátěž				24.1		23.8	23.8	
Citelný chladicí výkon jednotky ¹⁾	Conteg DX12	3	12.10	36.3	0.67	24.2		2+1
Celkový citelný chladicí výkon				36.3		24.2		
Využití				66%		98%		
Tepelná bilance				12.2		0.37		

¹⁾ citelný chladicí výkon při teplotě vzduchu na sání jednotky 35 °C, venkovní teplota 35 °C

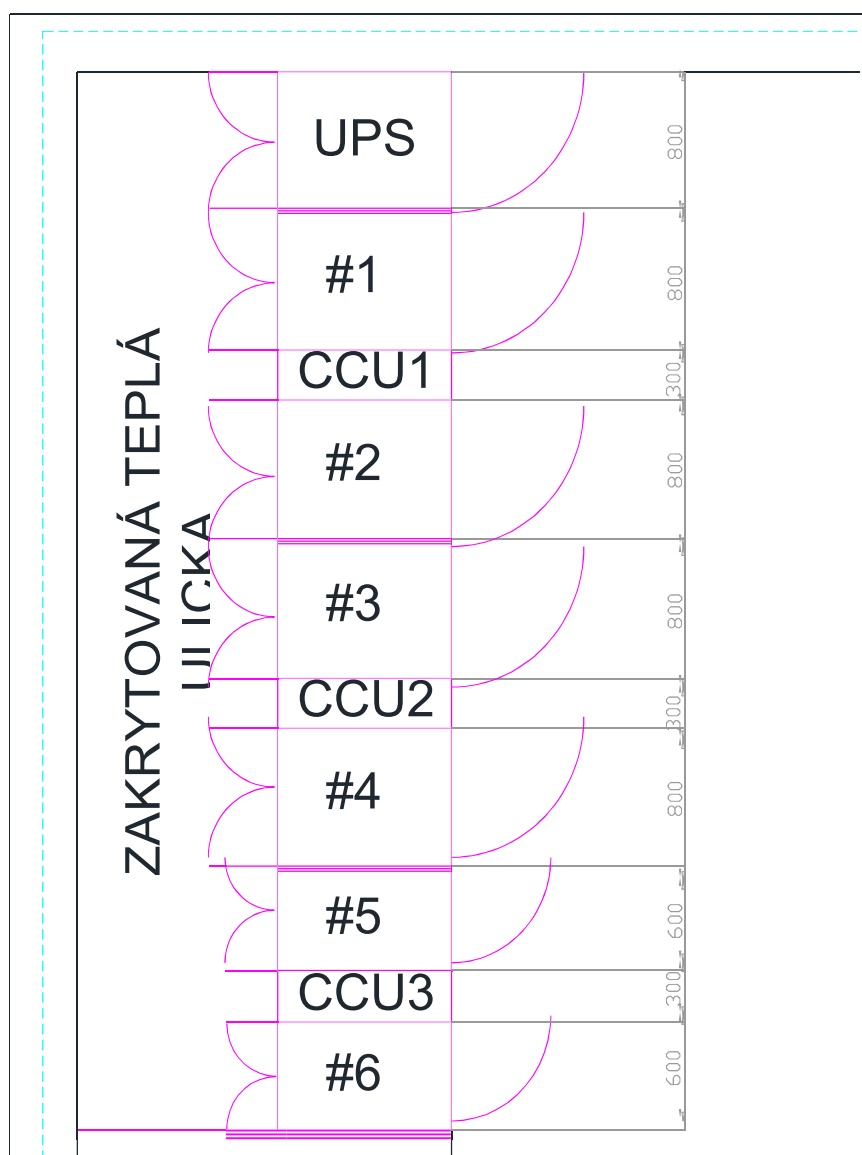
Tabulka 6-2: Balance chladicího výkonu po rozšíření

Doporučujeme prověřit možnosti napájecího přívodu a hlavních kapacitních komponent nacházejících se mimo datové centrum pro trvalý odběr všech technologií datového centra 55 kW!

6.2 Prostorové uspořádání po rozšíření

Prostor serverovny umožňuje rozšíření o dva 600 mm široké datacentrové rozvaděče, jednu 300 mm širokou jednotku přesného chlazení DX a instalaci modulu UPS – viz. Obrázek 6-1: Návrh rozšíření serverovny.

Instalovanou zdvojenou podlahu bude nutné rozšířit o přibližně 500 mm, čímž dojde k jejímu posunu blíže ke vstupním dveřím.



Obrázek 6-1: Návrh rozšíření serverovny

Příloha 1: Chladicí jednotka Conteg – vnitřní část

CoolTeg Plus DX				
		DXsmall	DX12	DX20
Indoor unit code	Unit	AC-TDS-42-30/XX-XXX	AC-TDX-42-30/XX-XXX	AC-TDX-42-30/XX-XXX
Connected outdoor unit code		AC-PUHZ-ZRP71V	AC-PUHZ-ZRP125Y	AC-PUHZ-ZRP200Y
BASIC DATA				
Cooling system	–	Direct expansion		
Architecture ¹	–	Open or closed	Open or closed	Open or closed
Nominal cooling capacity ²	kW	7.0	12.1	19.0
Nominal net cooling capacity ³	kW	6.8	11.9	18.0
Power supply	V/ph/Hz	230/1/50	230/1/50	230/1/50
Running current	A	0.7	1.2	4.2
Maximum current	A	6	6	6
Nominal power consumption	W	150	250	770
Nominal airflow ⁴	m³/h	2100	2500	3800
Number of fans	Pcs	3	5	5
Motor fan technology	–	EC		
Refrigerant type	kg/h	R410A		
Filter class ⁵	–	G4		
DIMENSIONS				
Height ⁶	mm (U)	1978 (42U), 2111 (45U), 2245 (48U)		
Width	mm	300	300	300
Depth ⁷	mm	1000 or 1200		
Weight – depth 1000 mm, height 42/45/48U	kg	153/158/163	163/168/173	163/168/173
Weight – depth 1200 mm, height 42/45/48U	kg	163/169/175	173/179/185	173/179/185
PIPING CONNECTION				
Supply pipe diameter and type	–	10 mm braze	10 mm braze	10 mm braze
Return pipe diameter and type	–	16 mm braze	22 mm braze	22 mm braze

¹ CoolTeg units can be used either independently (in rack rows) or integrated in Modular Closed Loop (MCL) – closed architecture rack systems and cooling units; Code changed as per ordering matrix

² Cooling capacity is changed by controller; nominal cooling capacity is calculated at return hot air temperature of 35 °C without condensation (air humidity below dew-point), outdoor temp. +35 °C, clean filters

³ Net cooling capacity is the cooling capacity minus fan heat load - the actual unit cooling capacity available to the IT equipment

⁴ Airflow is changed by the controller; nominal airflow matches nominal cooling capacity

⁵ Units in Modular Closed Loop architecture (MCL) are delivered without filters

⁶ Without plinth or transport trolley

⁷ Units for Modular Closed Loop architecture (MCL) are available in 1200 mm depth only

Příloha 2: Kondenzační jednotka Mitsubishi



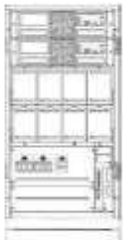
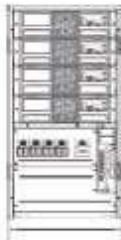
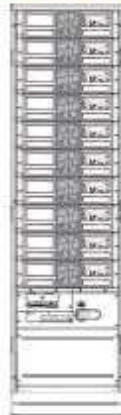
Podstropní jednotka

Singlesplit / standardní inverter / chlazení a vytápění

Označení vnitřních jednotek		PCA-RP35KAQ	PCA-RP50KAQ	PCA-RP60KAQ	PCA-RP71KAQ	PCA-RP100KAQ	PCA-RP125KAQ
Označení venkovních jednotek 230 V		SUZ-KA35VA	SUZ-KA50VA	SUZ-KA60VA	SUZ-KA71VA	PUHZ-P100VHA	PUHZ-P125VHA
Označení venkovních jednotek 400 V		–	–	–	–	PUHZ-P100YHA	PUHZ-P125YHA
Chlazení	Chladicí výkon (kW)	3,6 (1,4–3,9)	5,0 (2,3–5,6)	5,7 (2,3–6,3)	7,1 (2,8–8,1)	9,4 (4,9–11,2)	12,3 (5,5–14,0)
	Příkon (kW)	1,05	1,55	1,72	2,06	3,13	4,09
	SEER	5,9	5,7	6,0	6,0	5,1	–
	Třída energetické účinnosti	A+	A+	A+	A+	A	–
	Oblast použití (°C)	–10 ~ +46	–15 ~ +46	–15 ~ +46	–15 ~ +46	–15 ~ +46	–15 ~ +46
Vytápění	Topný výkon (kW)	4,1 (1,7–5,0)	5,5 (1,7–6,6)	6,9 (2,5–8,0)	7,9 (2,6–10,2)	11,2 (4,5–12,5)	14,0 (5,0–16,0)
	Příkon (kW)	1,13	1,52	1,91	2,18	3,28	4,12
	SCOP	4,1	4,0	4,0	4,0	3,8	–
	Třída energetické účinnosti	A+	A+	A+	A+	A	–
	Oblast použití (°C)	–10 ~ +24	–10 ~ +24	–10 ~ +24	–10 ~ +24	–15 ~ +21	–15 ~ +21
Označení vnitřních jednotek		PCA-RP35KAQ	PCA-RP50KAQ	PCA-RP60KAQ	PCA-RP71KAQ	PCA-RP100KAQ	PCA-RP125KAQ
Hladina akustického tlaku dB(A)	N/V	31 / 39	32 / 40	33 / 40	35 / 41	37 / 43	39 / 45
Rozměry (mm)	Š/H/V	960 / 680 / 230	960 / 680 / 230	1280 / 680 / 230	1280 / 680 / 230	1600 / 680 / 230	1600 / 680 / 230
Označení venkovních jednotek		SUZ-KA35VA	SUZ-KA50VA	SUZ-KA60VA	SUZ-KA71VA	PUHZ-P100VHA/YHA	PUHZ-P125VHA/YHA
Hladina akustického tlaku chlazení vytápění dB(A)		49 / 50	52 / 52	55 / 55	55 / 55	50 / 54	51 / 55
Rozměry (mm)	Š/H/V	800 / 285 / 550	840 / 330 / 880	840 / 330 / 880	840 / 330 / 880	950 / 330 / 943	950 / 330 / 1350

Hladina akustického tlaku u vnitřní jednotky, měřená 1 m před a 1 m pod zařízením.

Příloha 3: UPS ABB UPScale

DPA UPScale S2		ST40	ST60	ST80	ST120	ST200
DPA UPScale ST S2 frames						
System power rating	kW	40	60	80	120	200
Max power modules per frame	-	2 modules	3 modules	4 modules	6 modules	10 modules
Internal battery blocks 12 V VRLA		up to 80 x 7 Ah	up to 240 x 7 Ah	-	-	-
Dimensions (WxHxD)	mm	550x1135x775	550x1975x775	550x1135x775	550 x 1975 x 775	
Weight empty frame w/o modules w/o batteries	kg	92	173	82	133	174
Weight of frame with modules and w/o batteries	kg	130 - 136	229 - 238	157 - 169	245 - 263	360 - 389
Audible noise at 1 m from front, 100% / 50% load, 20 kW modules	dBA	66 / 60 [†] [†] approx.	66 / 60 [†]	68 / 62 [†]	68 / 62 [†]	70 / 64 [†]
Color	-	RAL 9005				
Access		Front access				
Cable entry		From bottom				
Protection class		IP20				

Module type		UPScale M 10	UPScale M 20
Module rated power	kW	10	20
Dimensions (WxHxD)	mm	488 x 132 x 540 (3HU)	
Weight	kg	18.6	21.5
Colors		RAL 9005	



UPScale M10/M20 module