



*stavba*

## **CENTRUM OBNOVITELNÝCH ZDROJŮ ENERGIE**

program Od myšlenky k výrobku 2

*oddíl*

### **D.2.2 TECHNOLOGICKÁ ZAŘÍZENÍ**

*zadavatel*

**Kraj Vysočina**

Žižkova 57/1882  
587 33 Jihlava

#### **D. 2.2.1 Technická zpráva**

- VOŠ a SPŠ Žďár nad Sázavou -

## *Areál VOŠ a SPŠ Žďár nad Sázavou*

### **a) Úvod:**

Projektová dokumentace Centrum obnovitelných zdrojů energie (program Od myšlenky k výrobku 2) v části D.2.2 Technologická zařízení, vybudovaných na třech středních školách kraje Vysočina, řeší návrh zapojení a propojení vybraných technologických zařízení využívajících OZE v rozsahu pro provedení stavby.

Jedná se o tyto střední školy:

- areál VOŠ a SPŠ Žďár nad Sázavou ul.Studentská 761
- areál Střední škola stavební Třebíč ul.Kubišova 1214/9
- areál Střední škola stavební Jihlava ul.Žižkova 1939/20

Navržený soubor technologií využívající OZE sestává z:

- solárně termických panelů
- solárně fotovoltaických panelů (řešeno v části D.2.3 technologická elektroinstalace)
- hybridního tepelného čerpadla
- tepelného čerpadla země/voda (s vrtem)
- kogenerační jednotky
- akumulačních nádob
- centrálního rozvaděče MaR (řešeno v části D.2.3 technologická elektroinstalace)

Budovaný Centrum OZE je umístěn v samostatné místnosti a umožní provádět jak simulaci, tak i reálná požadovaná měření, automatickou archivaci jednotlivých výkonů a ostatních sledovaných ukazatelů. Provozní stavy bude možné uměle ovlivňovat, modifikovat a simulovat jak u jednotlivých zařízení samostatně, tak i v jejich kombinacích. Měřitelná budou zejména tato vstupní a výstupní data: vstupní a výstupní teploty primárních a sekundárních médií, jejich průtoky, příkony, intenzita slunečního záření, spotřeby, množství vyprodukované elektrické a tepelné energie a množství spalín. Data budou měřena při různých provozních stavech a venkovních klimatických podmínkách.

Celkové jednotlivé tepelné a elektrické výkony jsou navrženy dle zadání. Navrhovaný topný systém musí být v souladu s požadavky investora, s platnými technickými normami, bezpečnostními požadavky a předpisy platnými na území České republiky.

### **b) Podklady pro zpracování projektu:**

- Stavební dokumentace
- Požadavky zadavatelů
- Obhlídka na místě

Při zpracování projektu byly použity tyto technické normy a vyhlášky:

ČSN 06 0310	- <i>Tepelné soustavy v budovách, projektování a montáž</i>
ČSN 06 1008	- <i>Umístění plynových zařízení do 50kW a jejich instalace z hlediska požární bezpečnosti</i>
ČSN EN 12 831	- <i>Výpočet tepelných ztrát budov při ústředním vytápění</i>
ČSN 73 0540/2011	- <i>Tepelná ochrana budov</i>
ČSN 06 0830	- <i>Tepelné soustavy v budovách – zabezpečovací zařízení</i>
Vyhl. MPO č 193/2007 Sb.	- <i>kterou se stanoví podrobnosti účinnosti užití energie při rozvodu tepelné energie a vnitřním rozvodu tepelné energie a chladu</i>
Vyhl. ČÚBP č.91/1993 Sb.,	- <i>k zajištění bezpečnosti práce v nízkotlakých kotelnách</i>
Vyhl. ČÚBP č.48/1982 Sb.,	- <i>kterou se stanoví zákl.požadavky k zajištění bezpečnosti práce a technických zařízení včetně všech změn a doplňků provedených vyhl. č.324/1990Sb., č.207/1991Sb., č.352/2000Sb.,č.192/2005Sb.</i>
Nařiz.vlády č.591/2006 Sb.,	- <i>o bližších požadavcích na bezpečnost a ochranu zdraví při práci na staveništích</i>

Nařiz.vlády č.272/2011 Sb., - o ochraně zdraví před nepříznivými účinky hluku a vibrací  
a ostatní související normy a předpisy

**c) Územní charakteristika stavby a klimatické podmínky:**

místo stavby	Žďár nad Sázavou
klimatická oblast	3
zimní výpočtová venkovní teplota	-15°C (ČSN EN 12 831/2005)
letní výpočtová venkovní teplota	+28°C
nadmořská výška	+572 m n.m.
počet dnů v topném období	252
průměrná teplota v topném období	+2,4°C
roční průměrná teplota	+4,7°C

**d) Základní technické údaje:**

Objekt vyhovuje požadavkům	ČSN 73 0540/2011
výpočty tepelných ztrát provedeny dle	ČSN EN 12 831 (SW Protech)
Větrání strojovny OZE uvažováno jako	nucené
Vytápění	celodenní na +18 až +20°C

Zdroje tepla:

**1.) Solární termické deskové panely**

2ks (L=5948, š=915, tl.=90mm, m=120kg,  
abs.plocha 5,44m<sup>2</sup>)  
min.50mm izolace z minerální vaty,  
požadavek vysoceselektivní  
solární absorpce min.95%  
termická emise 5%  
max.provozní teplota 230°C, max.provozní přetlak 6bar  
objem kapaliny 0,8 l./m<sup>2</sup> (monopropylenglycol 1:1)  
požadovaný průtok 35-70 l./m<sup>2</sup>/h

**2.) Solární termické trubicové panely**

7ks (V=1970, š=1350, tl.=141mm, m=60kg,  
abs.plocha 1,4m<sup>2</sup>)  
Konstrukční typ vakuový, izolace z minerální vaty 20mm,  
Materiál trubek absorbéru měď, borosilikátové sklo  
Pohltivost slunečního záření 92%  
Trubky absorbéru 15 x pr.8 x 0,5mm  
Materiál rámu hliníková slitina  
max.provozní teplota 120°C, max.provozní přetlak 6bar  
stagnační teplota 223°C  
objem kapaliny 2,4 l./panel (monopropylenglycol 1:1)  
požadovaný průtok 60-120 l./panel

**3.) Hybridní tepelné čerpadlo**

Rozměry	(L=2,3m, š=1,15m, h=1,5m, m=195kg)
Kompresor	spirální Scroll

Použití	monovalentní
Topný faktor COP	4,2 (A7/W35)
El.příkon (A7/W35)	2,4kW (400V/max.7,4A)
Topný výkon (A2/W35)	8,5kW
Chladicí výkon (A7/W35)	8,0kW
Průtok vzduchu	5 500 m <sup>3</sup> /h
Průměr ventilátoru	450mm
Náplň chladiva	R 407C
Akustický výkon	72 dB(A)
Akustický tlak v (3m)	54 dB(A)
Max.tepelný spád:	60/55°C
průtok vody oběh.čerp.	1,69m <sup>3</sup> /h

#### 4.) Tepelné čerpadlo s reverzní funkcí

	1ks typ země/voda vnitřní provedení
Rozměry	(L=0,49m, š=0,52m, h=1,1m, m=138kg)
Kompresor	spirální Scroll
Použití	monovalentní
Topný faktor COP	4,4 (B0/W35)
Topný faktor COP	3,0 (B0/W55)
El.příkon (B0/W35)	2,0kW (400V/max.6,5A)
El.příkon (B0/W55)	3,0kW
Topný výkon (B0/W55)	8,8kW
Chladicí výkon (B0/W35)	6,7kW
Náplň chladiva	R 407C
Akustický tlak v (1m)	42 dB(A)
<i>Výparník:</i>	
Teplotní rozdíl	3 K
Průtok nemrznoucí směsi	2,05m <sup>3</sup> /h
Tlaková ztráta	27kPa
Min.teplota nemrznoucí směsi	-8°C
<i>Kondenzátor:</i>	
Teplotní rozdíl	5 K
Průtok topné vody	1,48m <sup>3</sup> /h
Tlaková ztráta	11kPa
Max.teplota topné vody	+62°C
<i>Geotermální hlubinný vrt:</i>	
Hloubka	140m
Vystrojení	sonda GEROtherm PE-RT 4x32mm (pro teplotní odolnost až do 95°C), průměr sondy do 110mm pro duplexní d 32mm

Výplň vrtu

speciální injektáží směs s vylepšenou  
tepelnou vodivostí**5.) Kogenerační jednotka**

	1ks v kompaktním vnitřním provedení s protihlukovým krytem
Rozměry	(L=1,3m, š=1,12m, h=1,35m, m=400kg)
Jmenovitý el.výkon	7,0kW (400V)
Max.tepelný výkon	17,2kW
Otáčky motoru	1 500 min <sup>-1</sup>
Účinnost elektrická	27,0%
Účinnost tepelná	66,3%
Účinnost celková (využití paliva)	93,3%
Spotřeba zemního plynu při 100% výk.	2,7 m <sup>3</sup> /h (34MJ/m <sup>3</sup> ) tlak 2 až 6,5kPa
Emise (při 5% O <sup>2</sup> ve spalínách)	CO=300mg/Nm <sup>3</sup> , NOX=250mg/Nm <sup>3</sup>
Jmenovitý průtok hydraul.okruhu	0,76m <sup>3</sup> /h
Tlaková ztráta hydraulického okr.	30kPa
Jmenovitý teplotní spád	90/70°C
Max.teplota vratné vody	70°C
Max.pracovní tlak	6bar
Akustický tlak v (1m) protihl.kryt	58 dB(A)
Akustický tlak v (1m) vývod spalin	55 dB(A)
Max.tepelný spád:	60/55°C
Množství spalovacího vzduchu	26,3Nm <sup>3</sup> /h
Množství spalin	28,9Nm <sup>3</sup> /h (spalinovodem nad střechu)
Vodou chlazený el.generátor	

**6.) Akumulační nádoby**

	2ks ocelové stojaté s tepelnou izolací 100mm
	Provozní teplota max.95°C PN3
<b>V = 5m<sup>3</sup></b>	typ F, hrdla 100° H=2,8m pr.1,8m s izolací, m=717kg, hrdla 1" - 8ks, 6/4" – 2ks, 1/2" – 4ks + odvz.a vypouš.
<b>V = 2,5m<sup>3</sup></b>	typ F, hrdla 100° H=2,65m pr.1,35m s izolací, m=408kg, hrdla 1" - 8ks, 6/4" – 2ks, 1/2" – 4ks + odvz.a vypouš.

**7.) Oběhová čerpadla**

	mokroběžná elektronická vysoce výkonná tř.A (EC motor s automatickým přizpůsobováním výkonu)
Regulace	konstantní diferenční tlak
Technologie	ECM rozšířena o přídavný komunikační mosul Modbus
Připojení	závit

Síťová přípojka	1~230V
Teplotní rozmezí	-10°C až +110°C

**8.) Oddělovací deskové výměníky**

	vyrobený z ušlechtilé oceli (316 L) pájené CU
Izolace	izolované
Typ proudění medií	protiproud
Teplotní spád	5K

**9.) Úpravna a doplňování vody**

	automatický změkčovací filtr AZ200 s mechanickým filtrem
Objem změkčené vody při tvrdosti 1mmol/l	14m <sup>3</sup>
Průtok upravené vody	2m <sup>3</sup> /h
Objem náplně katexu	20 l.
Spotřeba soli na regeneraci	3kg
Ovládací ventil	objemové řízení s regenerací v nočních hodinách

**10.) Freecooling**

	suchý chladič s oddělovacím deskovým výměníkem
Rozměry chladiče	(L=1,855m, š=1,255m, h=1,22m, m=200kg)
Chladicí výkon	20kW
Teplota vzduchu	+32°C
Teplotní spád chlad.media	55/35°C
Chladicí medium	monoethylenglycol 35%
Průtok kapaliny	1,0m <sup>3</sup> /h
Tlaková ztráta kapaliny	3,5kPa
El.příkon	0,4kW (400V/0,8A)
Typ motoru ventilátoru	EC motor
Otáčky ventilátoru	900/min
Akustický výkon	74 dB(A)
Akustický tlak v (10m)	42 dB(A)

**11.) Ostatní technické parametry**

tlakové pásmo	PN6
min.hydrostatický přetlak	p <sub>min</sub> = 100 kPa
max.hydrostatický přetlak v UT	p <sub>maxUT</sub> = 300 kPa (nastaven pojistný ventil na Tč a KJ)
expanze topného systému řešena pomocí	2ks tlakové expanzní nádoby s membránou nebo vakem o objemu 100 l.
expanze solárních okruhů řešena pomocí	2ks tlakové expanzní nádoby s membránou nebo vakem o objemu 18 l.
expanze okruhu vrtu řešena pomocí	1ks tlakové expanzní nádoby s membránou nebo vakem

	o objemu 25 l.
topný systém	dvoutrubková soustava s protiproudým rozvodem
otopná soustava	víceokruhová
topná přípojková trubka:	měď (Superman apod.) / plast GEROtherm PE-RT
doplňování topné vody	z vodovodu přes automatický změkčovací filtr

#### **e) Vliv na životní prostředí:**

Navržená technologická zařízení OZE jsou typová a nebudou mít negativní vliv na životní prostředí. Provoz vnitřních i venkovních technologických zařízení nebude vykazovat nadlimitní hygienické hodnoty hluku v daném prostoru. KJ je vybavena protihlukovým krytem a emise CO a NO<sub>x</sub> jsou v povolených hodnotách. Jako medium je použita čistá upravená vody a pro solární okruhy typizovaná nemrznoucí směs dle výrobce solárních panelů. Vypouštění této směsi do kanalizace bude provedeno dle návodu výrobce, popřípadě ekologická likvidace.

#### **f) Stavební úpravy:**

Pro profesi Technologická zařízení se nepředpokládají větší stavební úpravy. Jedná se o zhotovení prostupů zdí a stropů.

#### **g) Bezpečnost práce:**

Projektová dokumentace je zpracována dle platných ČSN, hygienických a bezpečnostních předpisů. Veškeré práce při montáži je třeba provádět v souladu s ČSN 06 0310 při dodržování předpisů o bezpečnosti práce. Montážní práce budou prováděny v souladu s platnými bezpečnostními vyhláškami a nařízeními vlády. Dále provádět školení o bezpečnosti práce.

Připojovat lze jen spotřebiče schválené státní zkušebnou a jejich instalace a umístění musí z hlediska požární bezpečnosti odpovídat ČSN 06 1008.

#### **h) Zabezpečovací zařízení:**

Zabezpečovací zařízení jednotlivých technologických zařízení je navrženo v souladu s ČSN 06 0830 a H 13 196 (tlaková expanzní nádoba s membránou nebo s vakem). Zdroje tepla jsou vybaveny pojistným ventilem nastaveným na otevírací přetlak 300 kPa.

#### **i) Regulace:**

Automatickou regulaci jednotlivých technologických zařízení zabezpečí profese MaR.

#### **j) Dilatace:**

Dilatace na potrubí je řešena přirozenými záhyby na trase.

#### **k) Úprava vody:**

Dopouštění surové vody z vodovodu do systému UT je automatická (pomocí automatické doplňovací armatury NK 295C-1/2A) a to při poklesu min. přetlaku pod 1,0bar. Dopouštění nemrznoucí směsi do solárních okruhů bude manuální při poklesu min. přetlaku pod 1,3bar.

## I) Popis zařízení:

V místnosti Centrum OZE jsou navržena výše uvedená technologická zařízení využívající OZE a primárně budou sloužit jako experimentální pracoviště pro výuku OZE. Systém umožní provádět jak simulaci, tak i reálná požadovaná měření, automatickou archivaci výkonů a ostatních sledovaných parametrů. Pro možnost měření jednotlivých výkonů výše uvedených technologických zařízení využívající OZE a to pomocí průtoků topných medií s rozdílem teplot na přívodu a zpátečce jsou navrženy ultrazvukové měřidla tepla s komunikačním výstupem M-BUS.

### **Kogenerační jednotka**

Kogenerační jednotka (dále jen KJ) je kombinovaný energetický zdroj produkující teplo a elektřinu spalováním plynu. KJ vyrábí elektrickou energii a teplo tj. výstupem je teplá voda a elektrická energie.

Tato KJ bude napojena na akumulaci nádobu sekundárního okruhu systému, pro možnost plynulého samostatného provozu. KJ (plynový motor určený ke spalování zemního plynu) na zemní plyn o tepelném výkonu 17,2 kW a elektrickém výkonu 7 kW. Náplň mazacího oleje v motoru činí 4 l.

KJ se skládá z modulu motorgenerátoru obsahující soustrojí motoru s generátorem a opatřené protihlukovým krytem. Další částí je technologický modul se spalínovým výměníkem, ovládací elektrický rozváděč, dále plynová trasa určená k zástavbě do plynovodu. KJ je určena pro spalování zemního plynu, v provedení AP s asynchronním generátorem určená pro paralelní provoz se sítí: 400V/50Hz. Teplovodní okruhy jsou přizpůsobeny teplotnímu spádu 90/70°C. KJ je dodávána včetně samostatného tlačítka NOUZOVÉ ZASTAVENÍ odstavující kogenerační jednotku z provozu manuálně.

KJ bude jištěna zařízením pro detekci plynů a par ovládací samočinné odstavení kogenerační jednotky z provozu. Toto jištění je součástí dodávky technologie kogenerační jednotky.

### **Solární termické panely**

Solární termické panely, budou, pro možnost porovnání, v deskovém a trubicovém provedení. Vyprodukovaná energie ukládána do akumulaci nádob sekundární části systému a do velkoobjemového zásobníku sloužícího jako primární zdroj hybridního tepelného čerpadla. Zásobník má optimální stratifikaci i díky vyloučení dobře tepelně vodivých materiálů a tepelných mostů z konstrukce nádrže a zabránění míchání obsahu nádrže. Vyprodukovanou energii bude také možné využít pro regeneraci vrtu tepelného čerpadla země/voda a vyhodnocování přínosu tohoto systému v daném zapojení s trojcestnými přepínacími ventily.

Solární termické panely budou umístěny na nové ocelové konstrukci viz stavební projekt.

### **Hybridní tepelné čerpadlo**

Hybridní tepelné čerpadlo se dvěma primárními okruhy zvýší efektivitu solárního systému s pomocí akumulaci nádob solárního termického systému, kdy pracuje jako tepelné čerpadlo voda/voda. Druhým primárním okruhem je vzduchový výparník – vzduch/voda. Je osazeno vlastní řídicí jednotkou, která bude kompatibilní s nadřazeným systémem. Řídicí jednotka porovnává teploty zdrojů a vyhodnocuje, se kterým bude v danou chvíli nejefektivnější.

Tepelné čerpadlo bude v kompaktním vnitřním provedení. Vzduch na výparník bude přiváděn vzduchotechnickým potrubím vyústěným vně objektu a bude zajištěno, aby hlučnost splňovala hygienické limity. Tepelné čerpadlo bude také možno provozovat pouze jako tepelné čerpadlo vzduch/voda, aby bylo možné porovnání se systémem země/voda, protože tyto dva typy se v praxi vyskytují nejčastěji.

HTČ bude napojeno na akumulaci nádobu sekundárního okruhu systému, pro možnost plynulého samostatného provozu.

### **Tepelné čerpadlo země voda**

Tepelné čerpadlo země/voda bude využívat geotermální energii pomocí vertikální zemního výměníku. Vrt bude možné regenerovat, viz. solární termické panely. Systém také bude moci pracovat v režimu chlazení, například při pasivním nebo aktivním chlazení, nebo maření přebytečného tepla. Pro odpovídající porovnání bude mít zařízení stejný typ kompresoru jako hybridní tepelné čerpadlo.

Na sekundární straně bude využívat akumulaci nádobu sekundárního okruhu systému, pro možnost plynulého samostatného provozu.

### **Sekundární okruh systému s chlazením**

Všechny zdroje budou na sekundární straně napojeny na akumulaci nádobu. Nádobu zajistí možnost provozu a práce na jednotlivých systémech a to jak samostatně, tak i v různých kombinacích. Prováděno bude měření rozvrstvení teplot a vliv různých provozních stavů. K akumulacím nádobám bude napojen

suchý chladič, který bude zajišťovat ochlazování vody v systému tak, aby nemohlo dojít k jejich přehřátí a ohrožení bezpečnosti a funkčnosti systému.

Akumulační nádrž bude též instalována v technické místnosti centra OZE. Suchý chladič bude osazen na samostatný základ vně objektu.

#### **m) Rozvod potrubí:**

Rozvody potrubí jsou navrženy horizontální, dvoutrubkové, protiproudové. Spojovací potrubí je navrženo jako měděné vedené pod stropem a plastové PE-RT pro okruh vrtu. Spojování potrubí bude provedeno lisováním a pájením na měkko a šroubováním.

#### **n) Provedení:**

Montážní práce musí být provedeny dle všech platných předpisů a norem, při dodržování zásad bezpečnosti práce s přihlédnutím k jejich povaze.

Topenářské práce budou provedeny v souladu s ČSN 06 0310 při dodržení předpisů o bezpečnosti práce.

#### **o) Upevnění:**

Rozvody jsou vedené v tepelné izolaci pod stropem a budou upevněna typizovanými úchytkami a závěsy. PE-RT potrubí je vedené v zemi.

#### **p) Vyspádování, odvzdušnění, vypouštění:**

Hlavní horizontální potrubí bude vyspádováno pro možnost vypouštění a odvzdušnění. Spádování 0,3% je vyznačeno na výkrese, systém bude odvzdušněn pomocí automatických odvzdušňovacích ventilů instalovaných v nejvyšším místě potrubí. Vypouštěcí kulové kohouty budou instalovány ve všech nejnižších bodech rozvodů.

#### **q) Tepelné izolace, Nátěry:**

Nadzemní rozvody CU budou izolovány potrubní kaučukovou izolací typ HT tl.19mm s dovolenou teplotou 95°C. Upevňovací materiál bude použit galvanizovaný (Hilti).

Výpočet tloušťky tepelné izolace dle vyhl.193/2007 Sb.

#### **r) Zkoušky zařízení:**

Dle ČSN 06 0310 bude provedeno odzkoušení zařízení. Před vyzkoušením a uvedením do provozu musí být každé zařízení propláchnuto a naplněno upravenou vodou. Propláchnutí systému během topné zkoušky zařízení se provádí při 24 hodinovém provozu oběhových čerpadel za pravidelného odkalování. Všechny zkoušky se provádí za účasti investora a zapisí se do stavebního deníku.

- Zkouška těsnosti (za provozního tlaku 300 kPa)
- Zkoušky provozní (dilatační a topná)

#### **s) Obsluha a uvedení do provozu:**

Uvedení do provozu jednotlivých technologických zařízení smí provést pouze odborná firma, která následně zaučí uživatele.

**Pozn.:**

**Prostor Centra OZE bude vytápěn ze stáv.systému UT školy.**

OZE_legenda zařízení										
Pozice	Název zařízení	Parametry UT	Parametry čerpadla		Parametry ventilu		Parametry elektro			Způsob ovl.
		Topný výkon	Průtok	Výtl.výška	DN vent.	Kv vent.	El.příkon	El.proud	El.napětí	
		[kW]	[m³/h]	[m]	[mm]	[m³/h]	[kW]	[A]	[V]	
10.0	7ks trubic.solární termické panely 1,4m²	9,0	0,85							
10.1	oddělovací deskový výměník									
10.2	čerpadlová skupina solár.trubic.panellů		0,84	4,0			0,087	0,7	230	MaR
10.3	trojcestný směš.ventil s pohonem 230V		0,84		20	4			230/24	MaR
10.4	cirk. čerpadlo s FM		1,0	3,5			0,051	0,41	230	MaR
10.5	měřič tepla ultrazvukový DN15 Qp1,5		1,0							MaR
10.7	exp. nádoba 18l;10bar									
11.0	2ks desk.solární termické panely 5,44m²	9,0	0,75							
11.1	deskový výměník									
11.2	čerpadlová skupina solár.desk.panellů		0,6	4,5			0,087	0,7	230	MaR
11.3	trojcestný směš.ventil s pohonem 230V		0,6		20	4			230/24	MaR
11.4	cirk. čerpadlo s FM		1,0	3,5			0,051	0,41	230	MaR
11.5	měřič tepla ultrazvukový DN15 Qp1,5		1,0							MaR
11.7	exp. nádoba 18l;10bar									
12.1	oddělovací deskový výměník									
13.1	akum.nád.oc. 5m³ PN3 iz=0,1m Hmax=2,8m									
13.3	2ks elektrická patrona 4,5kW na závit 6/4"	9,0							400	MaR
13.7	exp. nádoba 140l;6bar									
14.1	akum.nád.oc.2,5m³ PN3 iz=0,1m Hmax=2,65m									
14.2	cirk. čerpadlo s FM		1,9	1,5			0,034	0,32	230	MaR
14.3	2ks elektrická patrona 4,5kW na závit 6/4"	9,0							400	MaR
14.7	exp. nádoba 100l;6bar									
15.1	oddělovací deskový výměník									
15.2	cirk. čerpadlo s FM		2,1	3,5			0,051	0,41	230	MaR
15.5	měřič tepla ultrazvukový DN20 Qp2,5		2,1							MaR
16.1	hybridní tepelné čerpadlo	9,8					2,3	7,2	400	MaR
16.2	cirk. čerpadlo s FM		1,69	3,5			0,092	0,7	230	MaR
16.3	cirk. čerpadlo s FM		1,69	3,5			0,092	0,7	230	MaR
16.5	měřič tepla ultrazvukový DN20 Qp2,5		1,2							MaR
17.1	tepelné čerpadlo země/voda s reverz.funkcí	8,8					3,0	6,5	400	MaR
17.2	cirk. čerpadlo s FM		2,05	12,0			0,188	1,5	230	MaR
17.3	cirk. čerpadlo s FM		1,48	4,0			0,092	0,7	230	MaR
17.4	zemní geoterm.vrt pro TČ H=140m									
17.5	měřič tepla ultrazvukový DN20 Qp2,5		1,1							MaR
17.6	měřič tepla ultrazvukový DN20 Qp2,5		1,21							MaR
17.7	exp. nádoba 33l;10bar									
17.8	aut. změkčovací filtr AZ200 s mech.filtrem						0,01		230	vlastní
17.9	plnicí tlakový ventil NK 295C-1/2A									
18.1	kogenerační jednotka 7kWel.	17,0						10,5	400	MaR
18.2	cirk. čerpadlo s FM		0,75	5,5			0,128	1	230	MaR
18.3	trojcestný směš.ventil s pohonem 230V		0,75		20	4			230/24	MaR
18.5	měřič tepla ultrazvukový DN15 Qp1,5		0,75							
19.1	oddělovací deskový výměník									
19.2	cirk. čerpadlo s FM		1,1	3,4			0,092	0,7	230	MaR
19.3	cirk. čerpadlo s FM		1,2	3,8			0,092	0,7	230	MaR
19.4	suchý chladič	21,89					0,4	0,8	400	MaR
19.5	měřič tepla ultrazvukový DN15 Qp1,5		1,2							MaR
19.7	exp. nádoba 8l;6bar									
19.9	ventilátor axiální 1100m³/h pr.250mm		1100				0,06	0,3	230	MaR