

Maximální výkon a výjimečná hospodárnost provozu

Technický článek / Thermia Mega (IVAR.HPMEGA) tepelné čerpadlo země – voda

Tepelná čerpadla získávají v rezidentním sektoru (byty a rodinné domy) na popularitě a vzrůstá v poslední době i zájem investorů z oblasti větších nemovitostí – komerční sféra. Vytápění pomocí obnovitelných zdrojů energie tím přináší významné úspory energetické i finanční. Hotely, obchodní centra, sklady, atd. se často nacházejí na hranicích městských částí a mnohdy se zde investoři potýkají s limitovaným přístupem k inženýrským sítím, jako jsou přípoje plynu.

Použití tepelného čerpadla je výhodné zejména když má investor omezený nebo žádný přístup ke zdrojům tepla jako je zemí plyn, LPG nebo olej. Tepelné čerpadlo je komplexní technologie, která pracuje podobným způsobem jako chladnička s tím rozdílem, že základní funkce je vytápění a doplňková je chlazení. V následujících řádcích nastíníme a vyhodnotíme kritéria pro komerční zemní tepelná čerpadla a zdůvodníme proč je Thermia Mega (IVAR.HP MEGA) lídrem v této oblasti.

Vyjděte vstříc potřebám vytápění 21. století

Moderní komerční a veřejné budovy vybavené rozsáhlými skleněnými plochami místo zdí nebo velkými okny a konferenčními místnostmi vyžadují vytápění v zimě a chlazení v létě z důvodů významné tepelné zátěže. Není to pouze vytápění a příprava teplé vody, ale také chlazení, což je nezbytností u moderních tepelných čerpadel instalovaných do moderních budov.

U velkých moderních budov s centrálním řízením se navíc objevuje nutnost spolupráce tepelného čerpadla s nadřazenou regulací BMS (building management system). Další potřeba je možnost vytvoření skupiny jednotek pracujících společně pro dosažení potřebného výstupního topného výkonu s přirozenou možností modulace výkonu skupiny TČ, tzv. master – slave. V případě potřeby se zde nabízí i možnost ovládní pomocného externího ohřevu řídicím systémem tepelného čerpadla master. Inženýři z jedné z nejpřednějších laboratoří hledali řešení na základě následujícího zadání:

Navrhnout a vyvinout zemní tepelné čerpadlo pro komerční sféru s následujícími vlastnostmi:

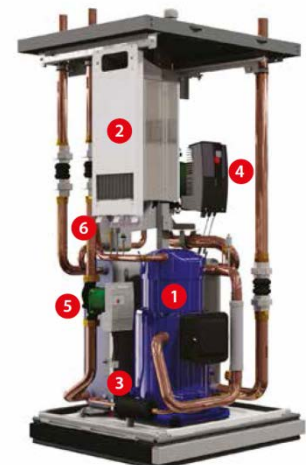
- Vysoký roční topný faktor (SPF), resp. sezónní topný faktor (SCOP)
- Inteligentní řídicí systém (PID) s možností propojení s nadřazenou regulací BMS
- Nízká hladina hluku
- Bezkonkurenční roční topný faktor (SPF, SCOP) díky inovativní technologii.

Hlavní částí tepelného čerpadla je chladicí okruh, který můžeme nazvat srdcem tepelného čerpadla.

3 hlavní kritéria charakterizující kvalitní chladicí okruh jsou:

- Provedení (technický návrh)
- Druh chladiva
- Kvalita komponentů

Obr. 1: Tepelné čerpadlo země – voda Thermia Mega (IVAR.HP Mega) disponuje špičkovými technologiemi jako je proměnný topný výkon až do 88 kW na jednu jednotku a nový kompletně inovovaný řídicí systém. 1/ Scroll kompresor 2/ Invertor 3/ Elektronický expanzní vnetil 4/ Oběhové čerpadlo nemrznoucí kapaliny 5/ Oběhové čerpadlo vytápění 6/ Výměník přehřátých par



Výzkumné a vývojové centrum švédského výrobního závodu využilo nejmodernější technologii pro optimalizaci výše zmíněných klíčových bodů. Výsledkem je vysoce účinné zemní tepelné čerpadlo pracující s ekologickým chladivem (R410A).

Invertorový scroll kompresor

Hlavní komponent chladicího okruhu – kompresor – je použit nově vyvinutý scroll Danfoss Performer VZH inverter. Díky využití frekvenčního měniče může kompresor měnit svoje otáčky, tím i měnit výstupní topný výkon a přizpůsobovat ho aktuálnímu požadavku. Výstupní topný výkon je udržován na nejnižší dostatečné úrovni, aby byla dosažena maximální hospodárnost provozu tepelného čerpadla. Díky proměnné frekvenci je výstupní dodávaný topný výkon možno udržovat mezi 25 % až 100 % maxima.

Tepelná čerpadla s invertorovými scroll kompresory mají dvě hlavní výhody pro své uživatele.

Tepelné čerpadlo přizpůsobuje svůj výstupní topný výkon aktuální potřebě tepla- aktuálnímu požadavku, který je vázán na poskytnutí maximálního komfortu pro uživatele při současném dodržení minimální spotřeby energie. Využití invertorového tepelného čerpadla navíc umožňuje v instalaci vynechání pomocného ohřevu a akumulární nádrže (buffer tanku), což snižuje investiční náklady na instalaci a poskytuje jednoduché řešení vytápění. Tepelné čerpadlo s modulací výkonu přináší tu výhodu, že zákazník platí pouze za aktuální potřeby vytápění nebo chlazení, ne více.

Invertorové scroll kompresory pro tepelná čerpadla vysokých výkonů jsou cca o 30 % účinnější ve srovnání s jednorýchlostními on/off kompresory a o 10–15 % účinnější ve srovnání s tepelným čerpadlem vybaveným dvěma kompresory zvanými tandem, nebo duo.

Další výhoda invertorového kompresoru je nižší rozběhový proud ve srovnání s jednorýchlostním kompresorem. Využitím invertorové technologie je možno snížit rozběhový proud o 70 %, to má vysokou důležitost pokud narazíme na omezení v rozvodné síti elektrické energie.



Obr. 2: Scroll kompresor Danfoss Performer VZH s invertorem 1/ Scroll 2/ Bezolovnatá polymerová ložiska 3/ Vstřikování oleje 4/ Motor s permanentními magnety 5/ Olejový filtr.

VZH scroll kompresor přináší další inovativní konstrukční prvky zlepšující ochranu a účinnost. Větší aplikační obálka dovoluje vyšší kondenzační teploty při nízkých vypařovacích teplotách (vysoké teploty v otopné soustavě při nízkých teplotách v okruhu nemrznoucí kapaliny během zimních období).

Spirály kompresoru jsou přizpůsobeny vlastnostem chladiva R410A. Výsledkem je menší axiální vůle zmenšující podbíhání chladiva při kompresi a vyšší účinnost kompresoru.

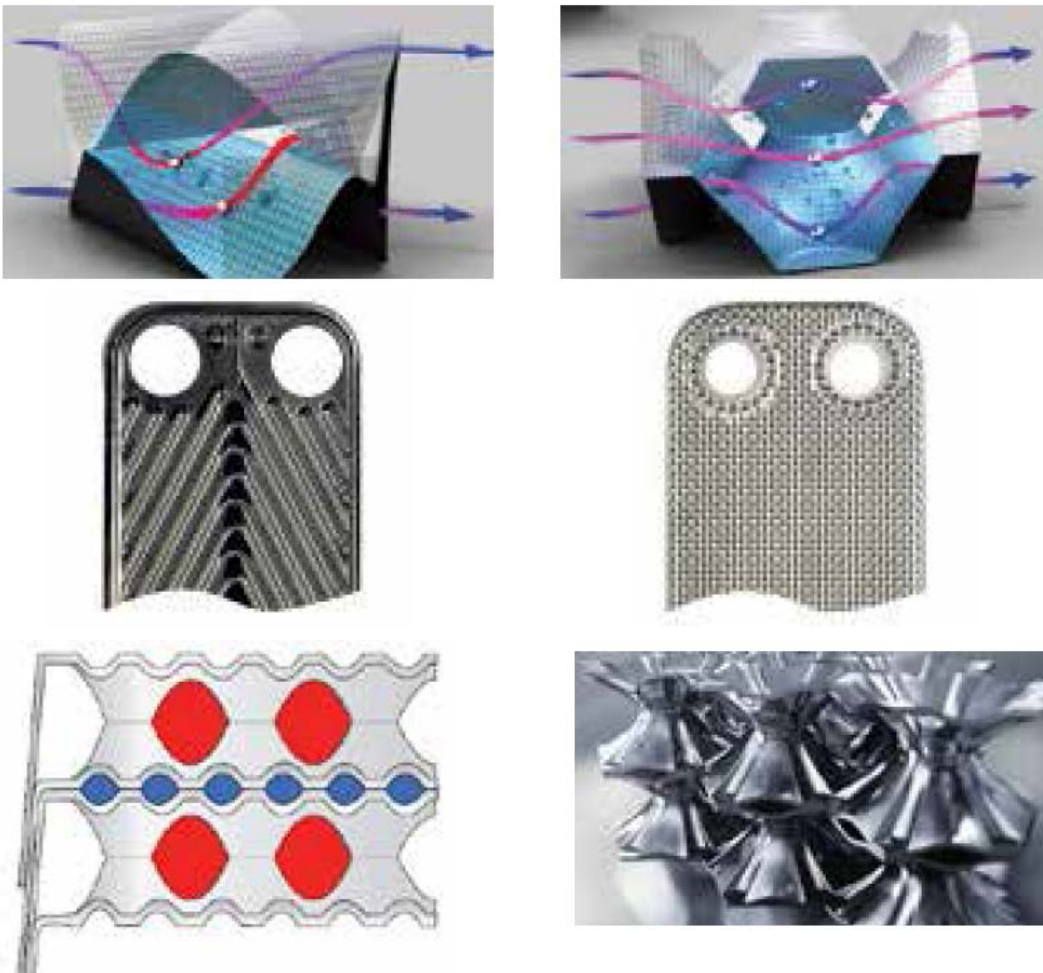
Patentovaná technologie TIP SEAL použitá na spirálách kompresoru VZH vytváří dynamický kontakt mezi spirálami a poskytuje vynikající těsnění. TIP SEAL je jediná dostupná technologie, která zaručuje účinné těsnění celé dlouhé axiální styčné plochy spirál u scroll kompresorů vysokého výkonu. Technologie TIP SEAL přináší nejvyšší objemovou účinnost kompresoru, minimální tření a přímo přispívá ke zvýšení topného faktoru (COP).

Polymerová bezolovnatá ložiska nabízející excelentní provozní parametry v nejrůznějších provozních situacích vylepšují chování kompresoru během podmínek zhoršeného mazání. Patentovaný systém vstřikování oleje zajišťuje správnou separaci oleje a chladiva. Vysoce účinný motor s permanentními magnety zajišťuje v celém rozsahu otáček vysokou účinnost, což znamená méně tepla předaného chladivu z motoru a tím lepší příhodnější průběh komprese přispívající k lepší účinnosti kompresoru.

Motory s permanentními magnety mají cca o 5 % vyšší účinnost, než asynchronní motory. Díky použití frekvenčního měniče je kompresor netečný na změnu sledu fází.

Deskový výměník tepla typu MPHE

Chladicí okruh tepelného čerpadla Mega využívá výměník tepla známý jako MPHE (Mikro Plate Heat Exchanger). V aplikacích tepelných čerpadel je správný poměr objemu ve výměníku nemrznoucí kapaliny/chladiva⁹* 10:1. To znamená, že výměníky tepla s poměrem 1:1 mají problémy s přizpůsobením proměnným aktuálním podmínkám.



Obr. 3 Porovnání tradičního deskového výměníku tepla s MPHE (zaručující lepší přenos tepla díky usměrněnému proudění teplotnosné látky).

S výměníky MPHE jsou poměry kanálů výměníku optimalizovány pro tepelné čerpadlo země / voda. MPHE má vroubkovaný povrch zlepšující obtékání povrchu, čímž se zvyšuje i teplosměnná plocha výměníku. To vede i k rovnoměrnějšímu rychlostnímu profilu proudění. Navíc desky výměníku MPHE mají širší a ploché pájecí plochy, které snižují namáhání a činí MPHE odolnějším komponentem.

Výsledek tohoto vylepšení je vedle zvýšené životnosti i vyšší účinnost. Výměníky jsou navrženy pro zvýšení COP, tomu přispívají minimální tlakovou ztrátou a schopností pracovat v rychle se měnících podmínkách. MPHE byly navrženy pro menší objem náplně chladiva a tím přispívají k zlepšení životního prostředí. Ve stručnosti MPHE s asymetrickou geometrií kanálů v kombinaci s chladivem R410A zlepšuje sdílení tepla a tlakovou ztrátu. Ve výsledku významnou měrou přispívá k vytvoření špičkového tepelného čerpadla.

EEV Elektronický expanzní ventil

Průtok chladiva chladicím okruhem vedle kompresoru určuje elektronický expanzní ventil. U zemního tepelného čerpadla nenastává tolik výrazných změn teploty okruhu nemrznoucí kapaliny. Nicméně elektronický expanzní ventil má dvě výhody: široký rozsah výkonu a přesnost během modulace průtoku chladiva. Teplota nemrznoucí kapaliny se mění ve vztahu k teplotě venkovního vzduchu a k ročnímu období. Elektronický expanzní ventil dává chladivo do výparníku a tím přizpůsobuje výkon kompresoru měnící se teplotě nemrznoucí kapaliny.

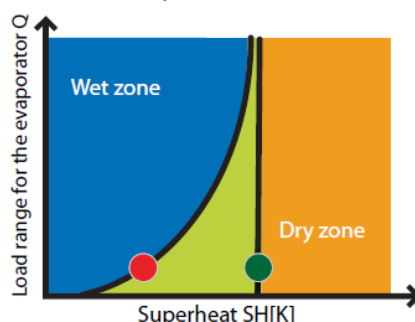
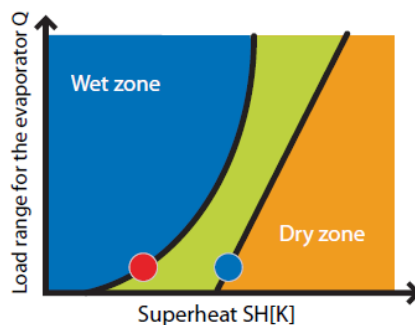
Elektronický expanzní ventil spolu s kompresorem s proměnnými otáčkami tedy přizpůsobuje množství chladiva protékajícího přes výparník a tím se i adaptuje vypařovací tlak na optimální úroveň a zároveň se tímto způsobem i reguluje kondenzační tlak.

Jedna z klíčových výhod, kterou poskytuje Mega je přesná a průběžná regulace elektronického expanzního ventilu, která pracuje v souladu s měnící se rychlostí resp. otáčkami kompresoru, a také s měnícím se průtokem chladiva. Navíc je díky této přesné regulaci průtoku chladiva chladicím okruhem možno i zabránit tvorbě nežádoucích kondenzovaných par chladiva v chladicím okruhu a tím se mimo jiné šetří náklady na provoz. Elektronický expanzní ventil v tepelném čerpadle Mega má nejen špičkovou konstrukci, ale jeho správná funkce je podpořena i způsobem řízení přehřátí. Díky adaptivnímu řízení přehřátí je množství chladiva dodaného do výparníku regulováno na základě skutečného požadavku na dodávku tepla. To maximalizuje topný faktor chladicího okruhu a tím i ve výsledku úspory.

Průtok chladiva chladicím okruhem vedle kompresoru určuje elektronický expanzní ventil. U zemního tepelného čerpadla nenastává tolik výrazných změn teploty okruhu nemrznoucí kapaliny. Nicméně elektronický expanzní ventil má dvě výhody: široký rozsah výkonu a přesnost během modulace průtoku chladiva.

Elektronický expanzní ventil umožňuje dosažení správné úrovně přehřátí par chladiva za každých okolností a zaručuje efektivnější využití primárního zdroje tepla, snížení jeho teplotní setrvačnosti a umožnění regulace systému na lepší úrovni.

Obr. 4: Svislá osa: Výkonové zatížení výparníku, vodorovná osa: Přehřátí (Superheat), červeně: Adaptivní řízení přehřátí s elektronickým expanzním ventilem, modře: Termostatický ventil, zeleně: Pevně nastavené přehřátí s elektronickým expanzním ventilem, světle zeleně: Ušetřená energie.



- Adaptive SH with electronic expansion valve
- Thermostatic expansion valve
- Fixed SH with electronic expansion valve
- Saved energy

Podle předpisu evropského parlamentu mají od 1. 8. 2015 všechna oběhová čerpadla vestavěná do tepelných čerpadel mít EEI (Energy Efficient Index) nižší nebo rovno hodnotě 0,23. Tepelné čerpadlo Mega tuto třídu oběhových čerpadel již splňuje. Oběhová čerpadla s proměnnými otáčkami jsou o 5-6 % účinnější než krokově modulovaná oběhová čerpadla.

Příprava teplé vody pomocí přehřátých par chladiva

Za posledních 10–20 let se dramaticky zvýšila spotřeba teplé vody. Je to nejvíce patrné například v hotelech, kde se stále více využívají bazény, SPA a vířivky.

Ve standardních chladicích okruzích jsou dva výměníky tepla: výparník a kondenzátor. Mega má jeden výměník navíc - výměník přehřátých par. Je umístěn za kompresorem, před kondenzátorem. V tomto speciálním výměníku dochází k předávání tepla přehřátých par chladiva otopné vodě a následně teplé vodě na mytí. Teplota přehřátých par za kompresorem může být vyšší než 100 °C a může ohřát otopnou vodu až na 95 °C za výměníkem přehřátých par. To znamená kvalitu přípravy teplé vody na nové a vyšší úrovni.



Obr. 5: Tepelné čerpadlo Mega, konfigurace jeho dílů a umístění výměník přehřátých par pro přípravu TV během vytápění.

Během topné sezóny, kdy tepelné čerpadlo vytápí a připravuje teplou vodu, můžou být dvě funkce zajišťovány paralelně, což většina jiných tepelných čerpadel nedokáže. Stejně tak během léta pokud je požadavek ohřevu bazénové vody.

Navíc teplá voda je ohřívána při nejnižších možných nákladech - za cenu vytápění. Pro investora představuje technologie přehřátých par o 13 % efektivnější přípravu teplé vody a tím i vyšší úspory každým rokem. Tepelné čerpadlo Mega díky speciálním technologiím TWC (cirkulace teplé vody) a WCS (nabíjení zásobníků teplé vody) je schopno splňovat i ty nejnáročnější požadavky kladené na tepelná čerpadla pro komerční sektor.

Vysoká spolehlivost

Důležitá část zajištění efektivity a spolehlivosti tepelného čerpadla Mega je to, že chladicí okruh je plněn a hermeticky uzavřen již na výrobní lince továrny za téměř laboratorních podmínek. Každé tepelné čerpadlo je na konci výrobní linky označeno unikátním sériovým číslem a nakonec testováno a neopustí výrobní závod, pokud testy nejsou beze zbytku splněny. Toto je jasný rozdíl v kvalitě mezi zemními tepelnými čerpadly a splitovými vzduchovými tepelnými čerpadly.

Inteligentní řízení

Klíčový komponent zodpovědný za správný provoz celého tepelného čerpadla je hlavní řídicí jednotka. Nový řídicí systém v tepelném čerpadle Mega je vybavený intuitivním barevným dotykovým displejem se symboly a ikonami, které usnadňují orientaci a ovládání.



Obr. 6: Panel řídicího systému TČ Mega s příkladem zobrazení dotykového displeje

Vylepšený řídicí systém v TČ IVAR.HP MEGA poskytuje funkce jako:

- Výpočet potřeby tepla založený na algoritmu podobném jako PID regulace (proporční, integrální, derivační).
- Kompresor vždy pracuje při optimálních podmínkách (uvnitř pracovní obálky).
- Elektronický expanzní ventil je řízen přímo hlavním řídicím systémem tepelného čerpadla – účinnost je maximalizována soustavnou komunikací se zpětnou vazbou mezi řídicím počítačem a samotným chladicím okruhem.
- Inteligentní adaptivní řízení, které rozeznává okamžité teplotní výkyvy počasí popřípadě sezónní změny, je standardním vybavením tepelného čerpadla IVAR.HP MEGA, na rozdíl od konkurenčních tepelných čerpadel, jež mají zpoždění v reakční době při změnách počasí.
- Plný a důkladný přehled o chladicím okruhu umožňuje rychlou diagnózu.
- U ekvitermní křivky definované pro řízení tepelného čerpadla může být vybráno 7 bodů pro přesnější definici potřeby tepla a navíc obdobných 7 bodů může být vybráno pro definování křivky u směšovacích okruhů.
- Každý směšovaný okruh může být vybaven vlastním prostorovým termostatem.

- Technologie WCS (Water Charging System) ovládá nabíjení zásobníku teplé vody pomocí deskového oddělovacího výměníku.
- Technologie TWC (Tap Water Control) zajišťuje dodávku teplé vody o správné teplotě, správnou cirkulaci teplé vody a dezinfekční ohřev proti Legionelle.
- Možnost dálkového ovládání pomocí internetu.
- Možnost komunikace s BMS (Building Management System) – s nadřazenou regulací budovy pomocí Mod Bus protokolu.
- HDO (Hromadné Dálkové Ovládání) umožňuje dálkové vypnutí a zapnutí tepelného čerpadla poskytovatelem elektrické energie podle přiřazeného tarifu.
- Během provozu je možno odečítat spotřebu elektrické energie a množství dodané tepelné energie.

Řídicí systémy používané v tepelných čerpadlech Thermia jsou určeny pro aplikace s tepelnými čerpadly samostatně pracujícími nebo spolupracujícími s pomocným ohřevem. Na panelu řídicího počítače tepelného čerpadla Mega pod displejem je možno využít USB port k aktualizaci softwaru.

Chlazení

Pasivní chlazení (odebírání nadbytečného tepla bez chodu kompresoru) využívá ke své funkci jen primární oběhové čerpadlo.

Aktivní chlazení může odvádět přebytečné teplo do okruhu nemrznoucí kapaliny anebo do zásobníkového ohříváče teplé vody (freecooling). Může za jistých okolností pracovat souběžně s vytápěním.

Nízké hladiny hluku

V zimním období je tepelné čerpadlo v chodu mnoho hodin denně, a proto je důležité, aby bylo tiché.

Ve většině komerčních budov je vždy strojovna tepelného čerpadla situována tak, aby nerušila uživatele objektu. V takových objektech jako jsou hotely nebo mateřské školy případně školy (nízké hlukové pozadí) může přesto emitovaný hluk být důležitým faktorem při výběru.

TČ Mega má všechna připojení provedena tak, aby bylo zabráněno šíření hluku dále do budovy.

Zdroje mohou být:

1. Vibrace od kompresoru
2. Hluk od kompresoru

Prevence vibrací se zakládá na minimalizaci vibrací přímo na zdroji – kompresoru.

VZH scroll kompresory jsou vyvinuty s důrazem na minimální produkci hluku a vibrací při jejich chodu. Použití pryžových silentbloků pro odpružení základové desky je velice efektivní způsob zabránění přenosu vibrací z kompresoru do jednotky tepelného čerpadla. Jakmile jsou jednou silentbloky nainstalovány, je přenos vibrací minimalizován.

Pro hluk z kompresoru šířící se vzduchem platí pravidlo, že vzduch je prostředí kde se zvuk šíří do všech stran od zdroje a může se odrážet od okolních předmětů. VZH kompresor je konstruován tak, aby byl tichý, a emitovaná oktávová pásma jsou ty vyšší z celého rozsahu slyšitelného spektra. Tyto vyšší frekvence nejenže je snazší tlumit, ale zároveň neprostupují bariérami tak snadno jako nižší frekvence hluku. Použitím zvukové izolace z vnitřní strany krycích panelů jednotky tepelného čerpadla dochází k zabránění šíření hluku ven z jednotky.

Další způsob jak zabránit šíření vibrací je užití pryžového kompenzátoru vibrací instalovaného přímo na potrubí primárního a sekundárního okruhu jak na přívodním, tak na zpátečním potrubí (viz obr. č. 10).

Hladiny akustického výkonu tepelného čerpadla Mega XL se pohybují od 55 dB (A) při 1500 ot/min do 63 dB (A) při 6000 ot/min. Tyto hodnoty dělají z Mega jedno z nejtichších komerčních tepelných čerpadel na trhu.

Přidaná hodnota pro investora – náš cíl

Mnoho investorů na počátku projektu zvažuje použití tepelného čerpadla. Zejména pokud je nemovitost situována v místě, kde není k dispozici přípojka plynu nebo dálkového vytápění. Mnoho investorů si klade otázku: Jaké tepelné čerpadlo mám pro svou nemovitost zvolit? Jakého výrobce oslovit?

Tepelná čerpadla tohoto segmentu jsou si docela podobná a je těžké se ve výběru zorientovat nebo dokonce objektivně porovnat jednotlivé modely.

Proto nás nechte přesvědčit Vás – Tepelné čerpadlo Thermia Mega distribuované na český a slovenský trh společností IVAR CS je pro Vás volba číslo jedna.

- Honosí se jednou z nejvyšších hodnot SPF (ročního topného faktoru) na trhu - to přináší nižší účty za spotřebovanou energii.

Od roku 2015 zákazníci a investoři mohou najít na tepelných čerpadlech, topných zařízeních a dalších energetických spotřebičích energetické štítky stejně jak tomu bylo na pračkách, chladničkách, žárovkách atd. Zásadní věc je ta, že zařízení jsou rozříděna do kategorií a tím okamžitě porovnatelná. Hodnocení rozděluje tepelná čerpadla do kategorií od A++ (nejlepší) do G (nejhorší). Tepelné čerpadlo Mega je v nejspornější kategorii A++.

V nabídce jsou 3 modely Mega M, Mega L a Mega XL. Nabízí se možnost kaskádování jednotek až do celkového počtu 16 ks v jedné aplikaci řízené master – slave. To dovoluje sestavit aplikaci až do celkového výstupního výkonu cca 1400 kW.

3 funkce jednoho zařízení: vytápění, příprava TV a chlazení, řízení až 5-ti směšovaných uzlů jsme na samém vrcholu použitých technologií a technologických inovací v oblastech přípravy TV speciálně v řízení a celkovém dodaném objemu.

- Inteligentní řízení PID, dálkové ovládání, a volitelná možnost BMS přes Modbus.
- Řízení jakéhokoli externího pomocného ohřevu
- Kompatibilní zdroj k podlahové otopné soustavě i k otopným tělesům do teploty přívodu 65 °C!
- Extrémně nízké hladiny hluku
- Výrobce tepelných čerpadel s dlouholetou tradicí a rozsáhlými zkušenostmi s energeticky efektivními způsoby řešení vytápění a dlouholetou produkcí komponentů pro chlazení.

Thermia vyrábí tepelná čerpadla více než 40 let. Díky použití zkušeností a odbornosti máme více než 50 druhů systémového řešení, která mohou být přizpůsobena k nasazení do množství rozličných aplikací a budov. Tato řešení nejsou pouze ve formě dokumentace, ale samozřejmě byla i testována a použita ve velkém množství komerčních instalací situovaných v severském klimatu.

Tepelné čerpadlo Thermia Mega (IVAR.HP MEGA) by mělo být Vaší první volbou, pokud chcete mít jistotu, že zařízení bude správně dimenzováno a zprovozněno. Po správném uvedení do provozu zaručujeme také ekonomický, bezpečný a komfortní provoz zařízení po dalších mnoho let.



Obr. 7: Příklady referenčních instalací, Švédsko

Za společnost IVAR CS spol. s r.o.
Ing. Jan Jokeš, technický zástupce