

Jak dimenzovat tepelná čerpadla vzduch/voda

Proč předimenzovanému tepelnému čerpadlu dříve klekne kompresor?

Ing. Richard Beber - beber@gt-energy.cz

Pokud jste tuto přednášku neviděli on-line, doporučujeme jí shlédnout ze záznamu i s komentářem pro lepší pochopení prezentovaných grafů.

<https://www.projektuj-tepelna-cerpadla.cz/cz/skoleni-bleskova-nalejvarna>

Jak přesně dimenzovat zdroj tepla?

- Co se stane, když předimenzujete kotel na plyn nebo elektřinu?
 - Většinou vůbec nic
- A když předimenzujete tepelné čerpadlo?
 - Podstatně zkrátíte životnost kompresoru
 - Zvýšíte spotřebu elektřiny
 - Může nastat přetápění nebo nedotápění objektu
- Tepelné čerpadlo je na přesné dimenzování **mnohem citlivější** než jiné zdroje tepla
 - Předimenzování ničí kompresor a zhoršuje topný faktor
 - Poddimenzování ničí kompresor a zhoršuje topný faktor



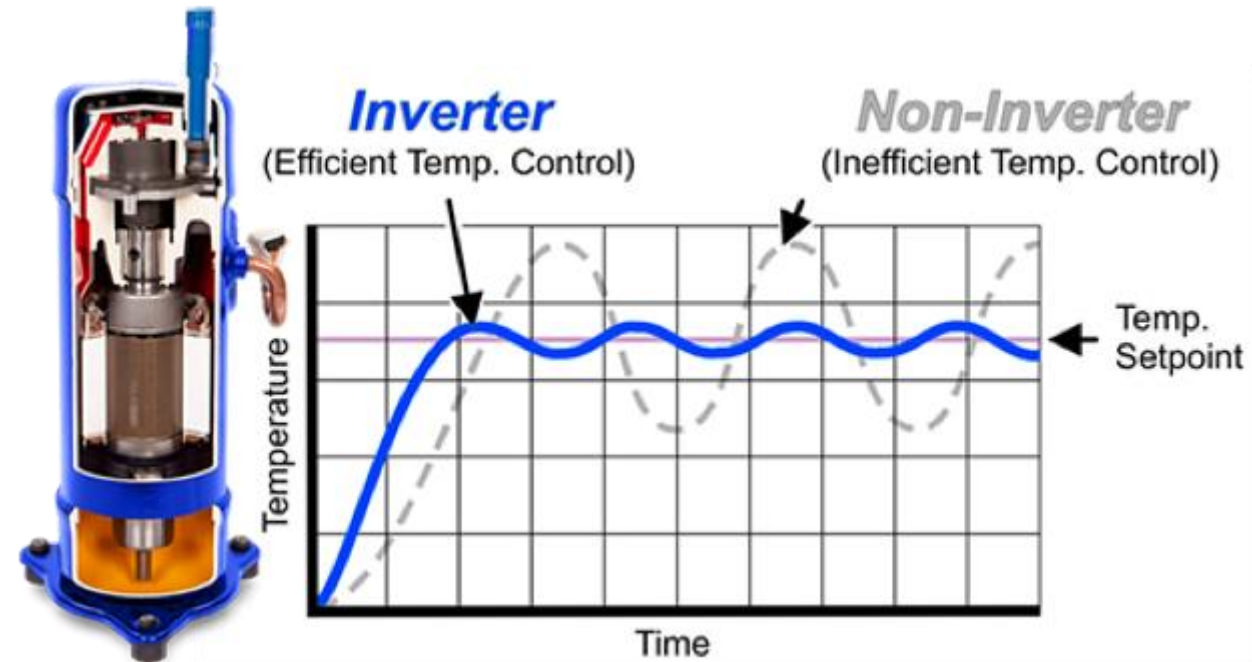
U plynulého řízení na dimenzování nezáleží?

■ Plynulé řízení výkonu kompresoru

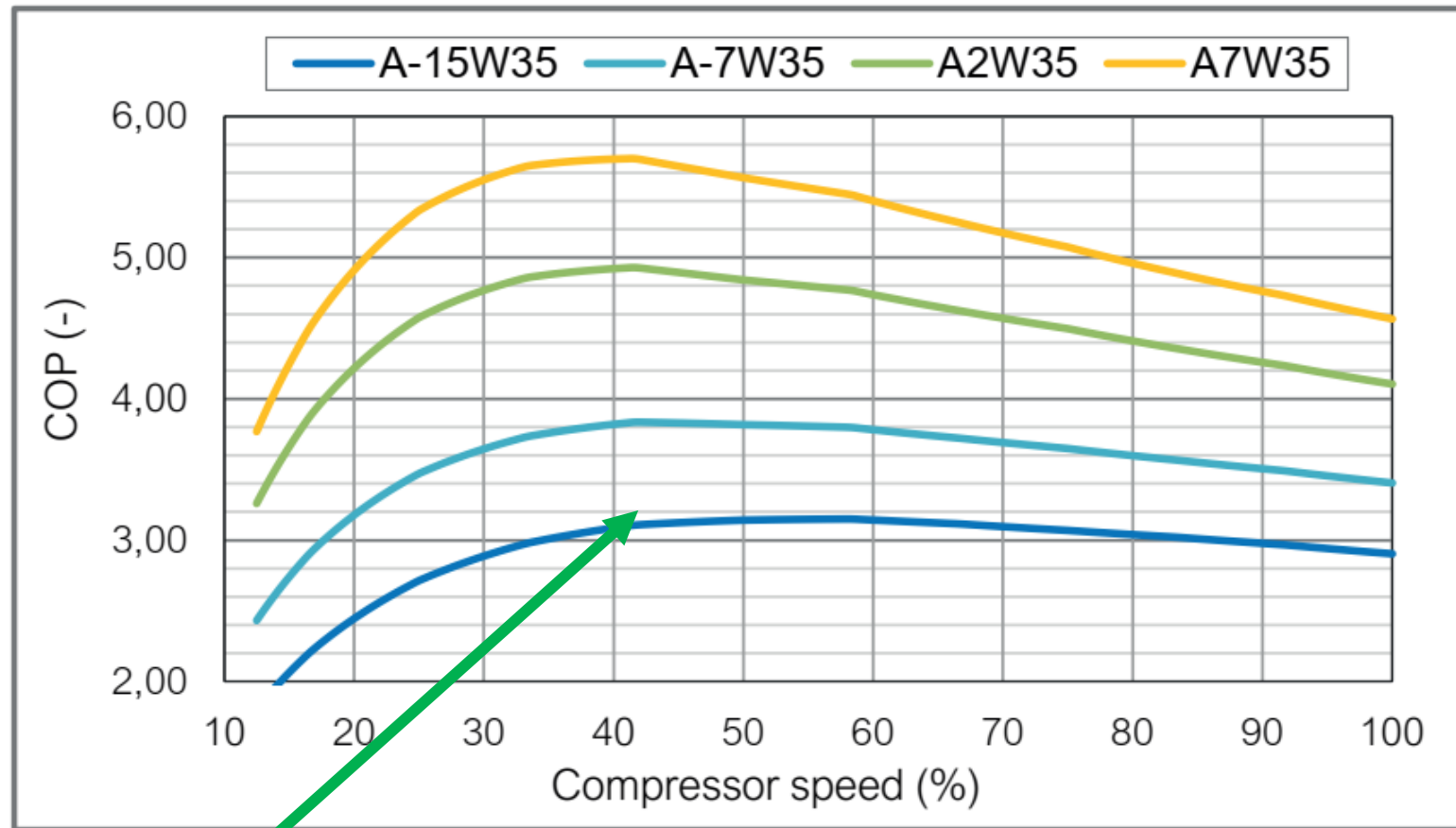
- Regulace výkonu od 15 % do 100 %
- Výkon se sám přizpůsobí potřebě domu
- Není potřebný akumulátor topné vody
- VŠE VYPADÁ KRÁSNĚ A JEDNODUŠE 😊

■ Ale pozor!

- Optimální otáčky kompresoru jsou mnohem užší než uváděné rozpětí
- Dlouhodobý provoz mimo optimální režim ničí kompresor a zvyšuje spotřebu elektřiny

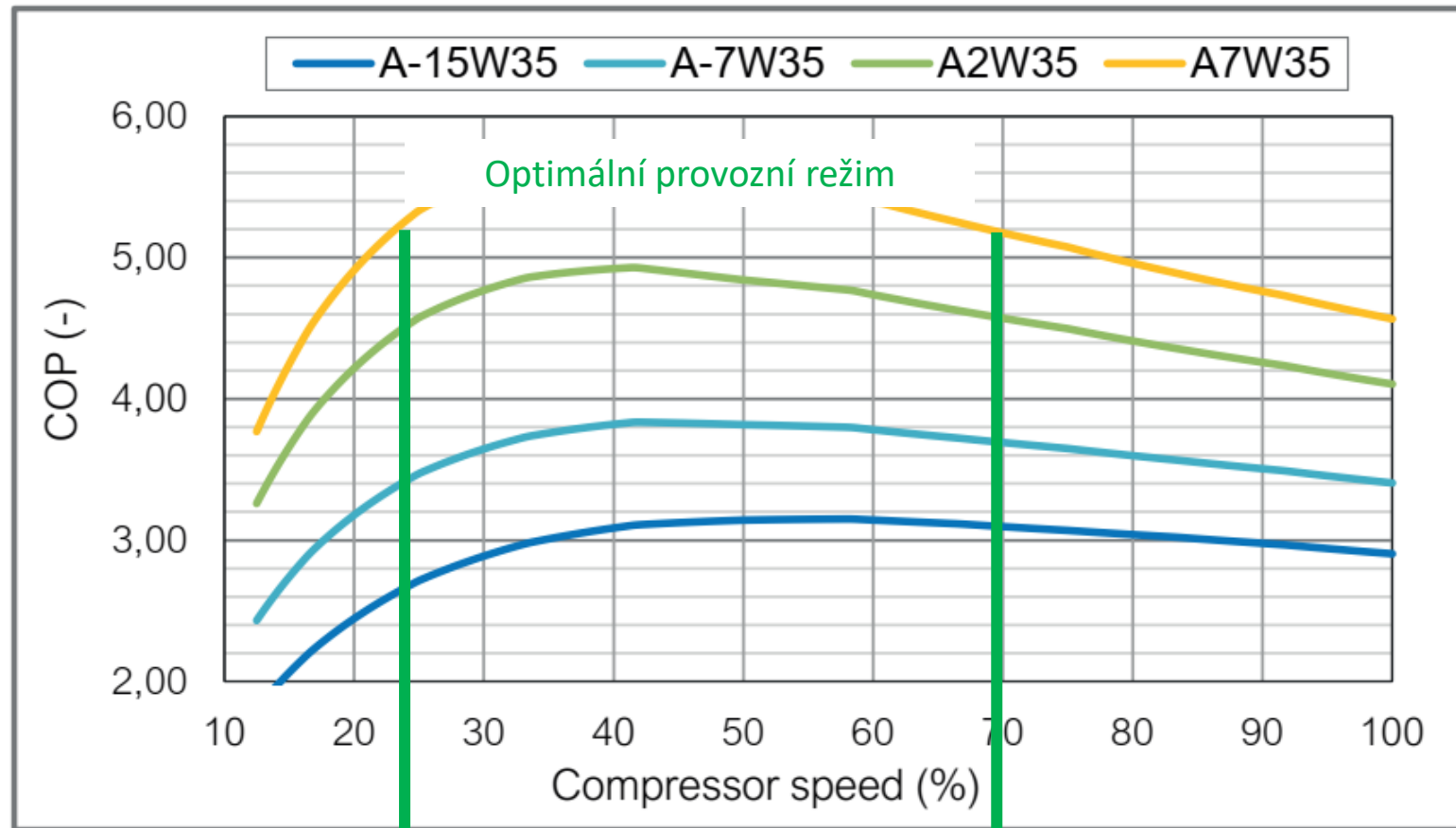


Optimální provozní režim kompresoru



Průběh topného faktoru v závislosti na otáčkách kompresoru

Optimální provozní režim kompresoru



Nízké COP
Horší mazání kompresoru
Vyšší opotřebení
Cyklování kompresoru při předimenzování

Nižší COP
Vyšší hlučnost
Vyšší opotřebení

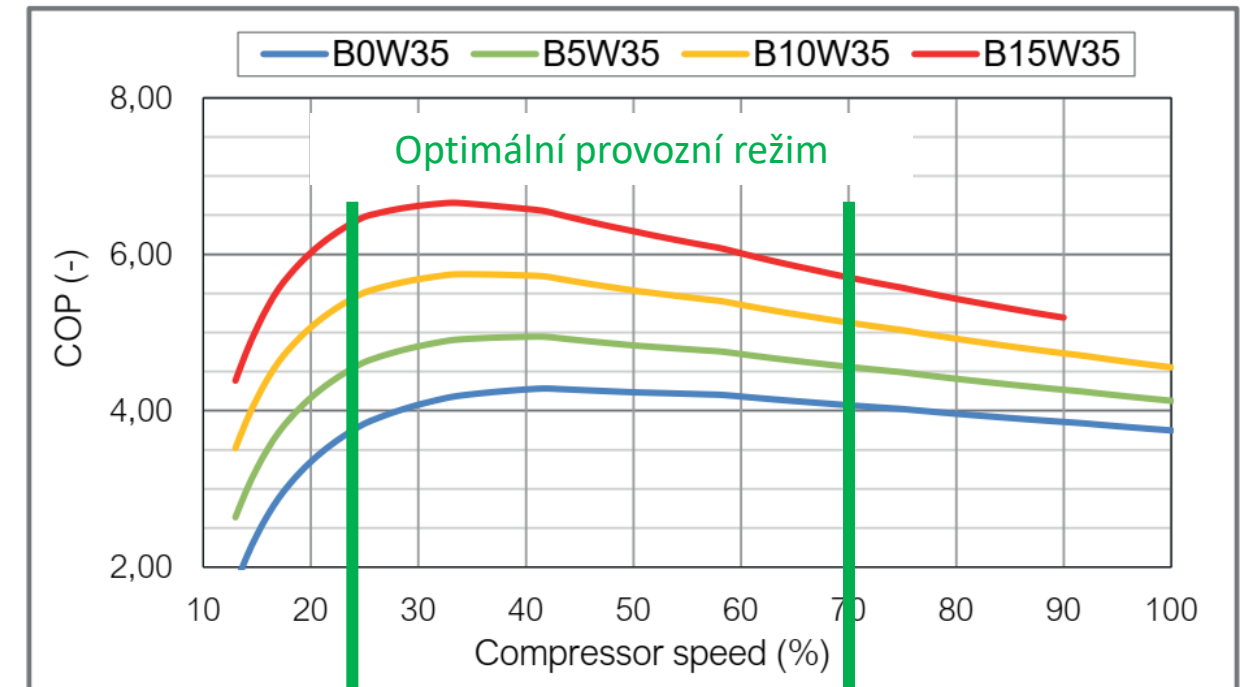
Cíl návrhu správného výkonu tepelného čerpadla

Směřovat optimální provozní režim do období s nejvyšší potřebou tepla

- V době kdy se vyrábí nejvíce tepla, by mělo čerpadlo pracovat v optimálním režimu s co nejvyšším COP
- Při teplotách pod -7°C a nad $+12^{\circ}\text{C}$ se tepla spotřebuje málo a proto není dosahovaný COP příliš důležitý

Zkrátit provoz v minimálních otáčkách

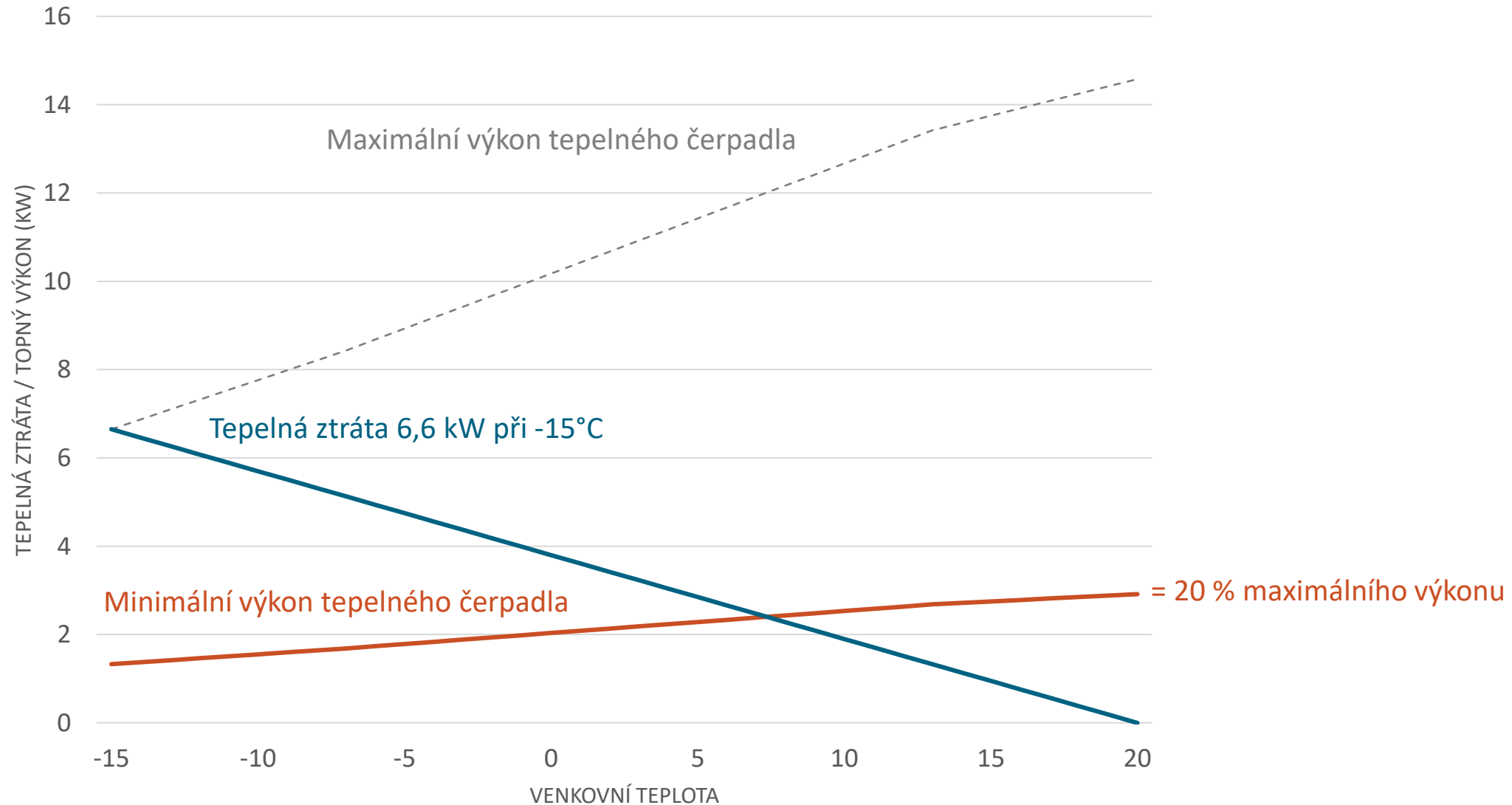
- Čerpadlo má nízké COP
- Kompresor často zapíná a vypíná, běží jen několik málo minut, má nízké otáčky a špatně se maže.
- Přetápění (když regulace omezuje počty vypnutí)
- Nedotápění (když regulace omezuje počty startů)



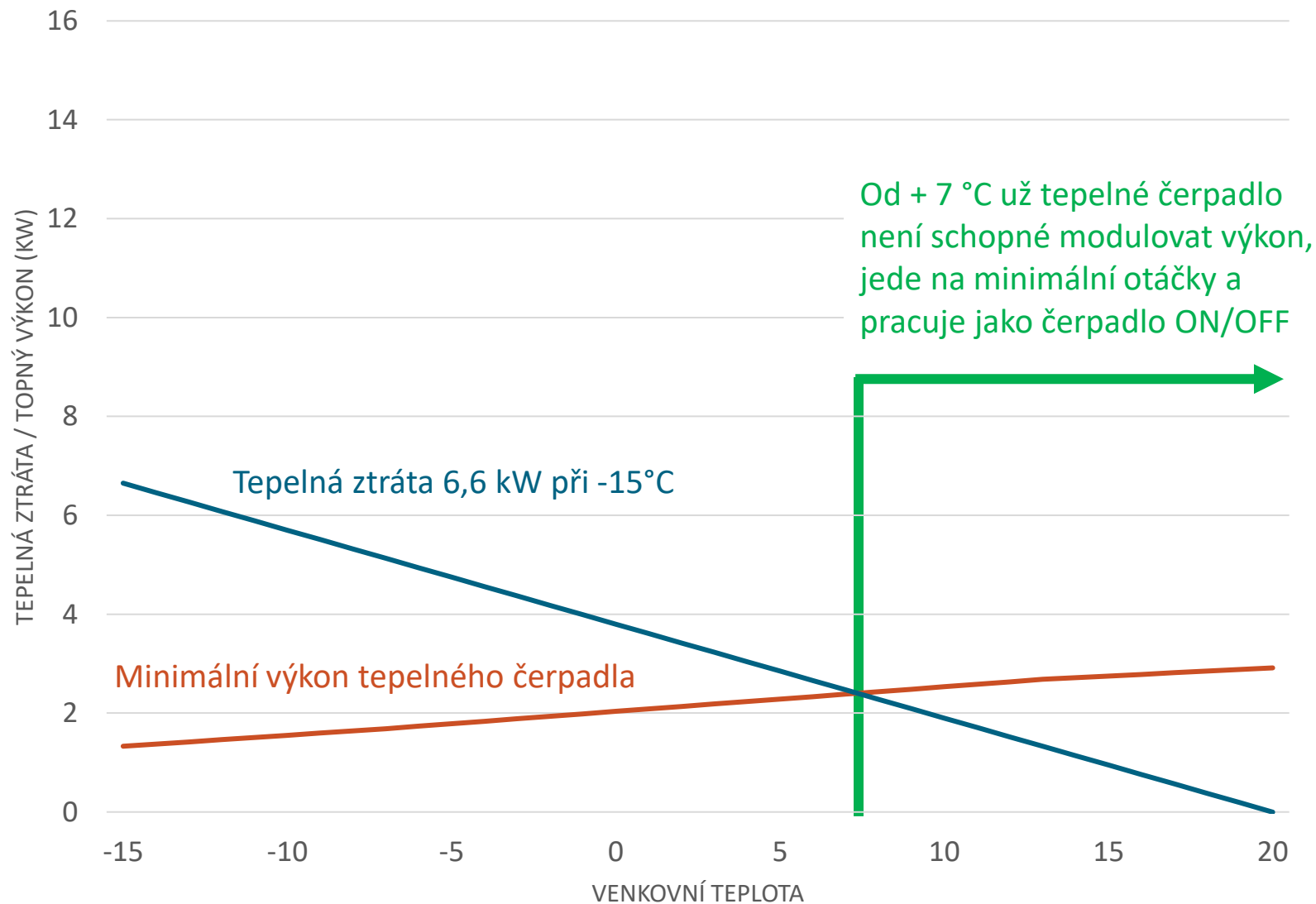
Nízké COP
Horší mazání kompresoru
Vyšší opotřebení
Cyklování kompresoru při předimenzování

Nižší COP
Vyšší hlučnost
Vyšší opotřebení

Dimenzování na 100 % potřebného výkonu



Dimenzování na 100 % potřebného výkonu



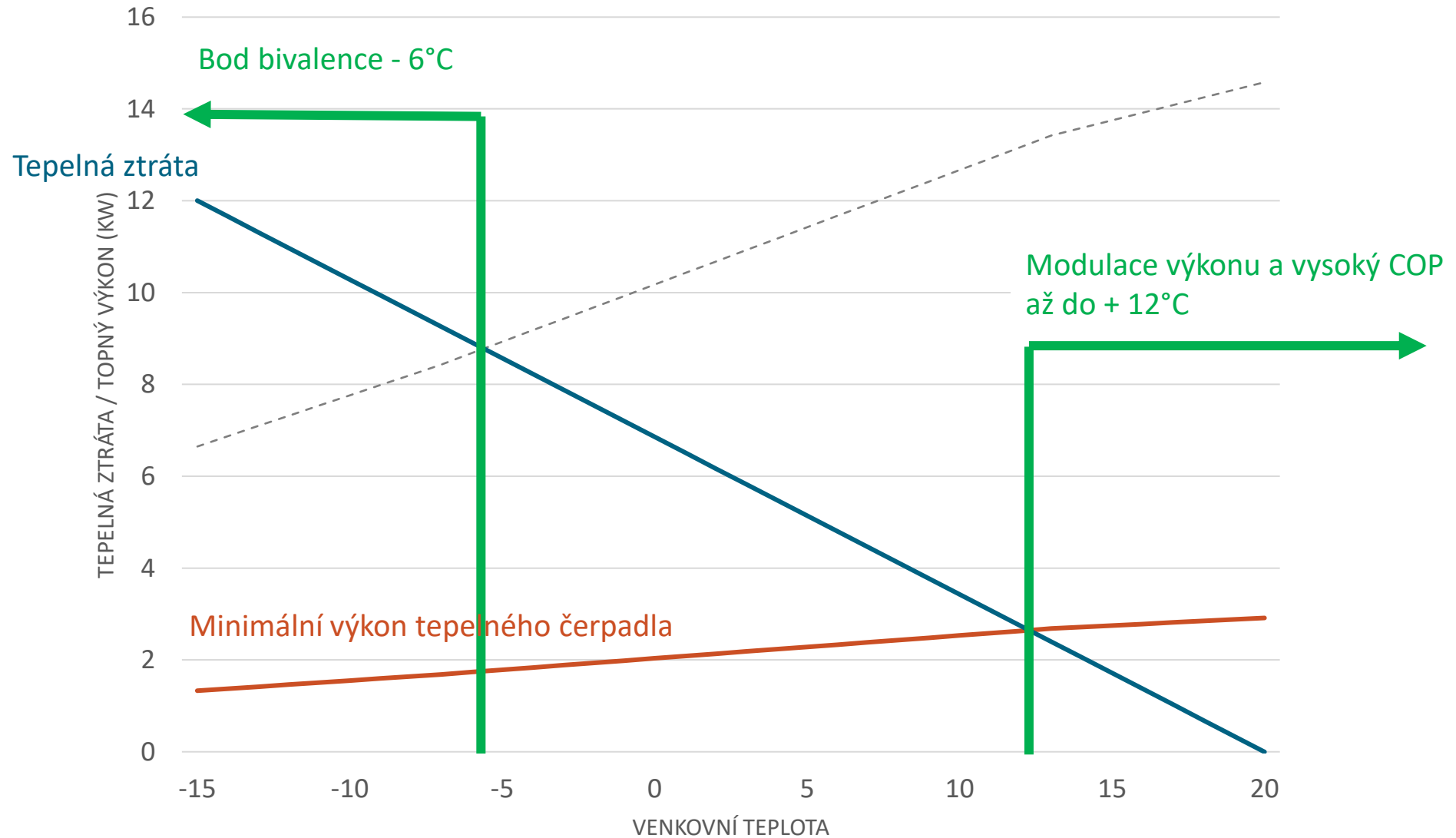
Optimální provozní režim je mírně posunutý do zimního období s malou spotřebou tepla.

Od + 7 °C už tepelné čerpadlo není schopné modulovat výkon, jede na minimální otáčky a pracuje jako čerpadlo ON/OFF

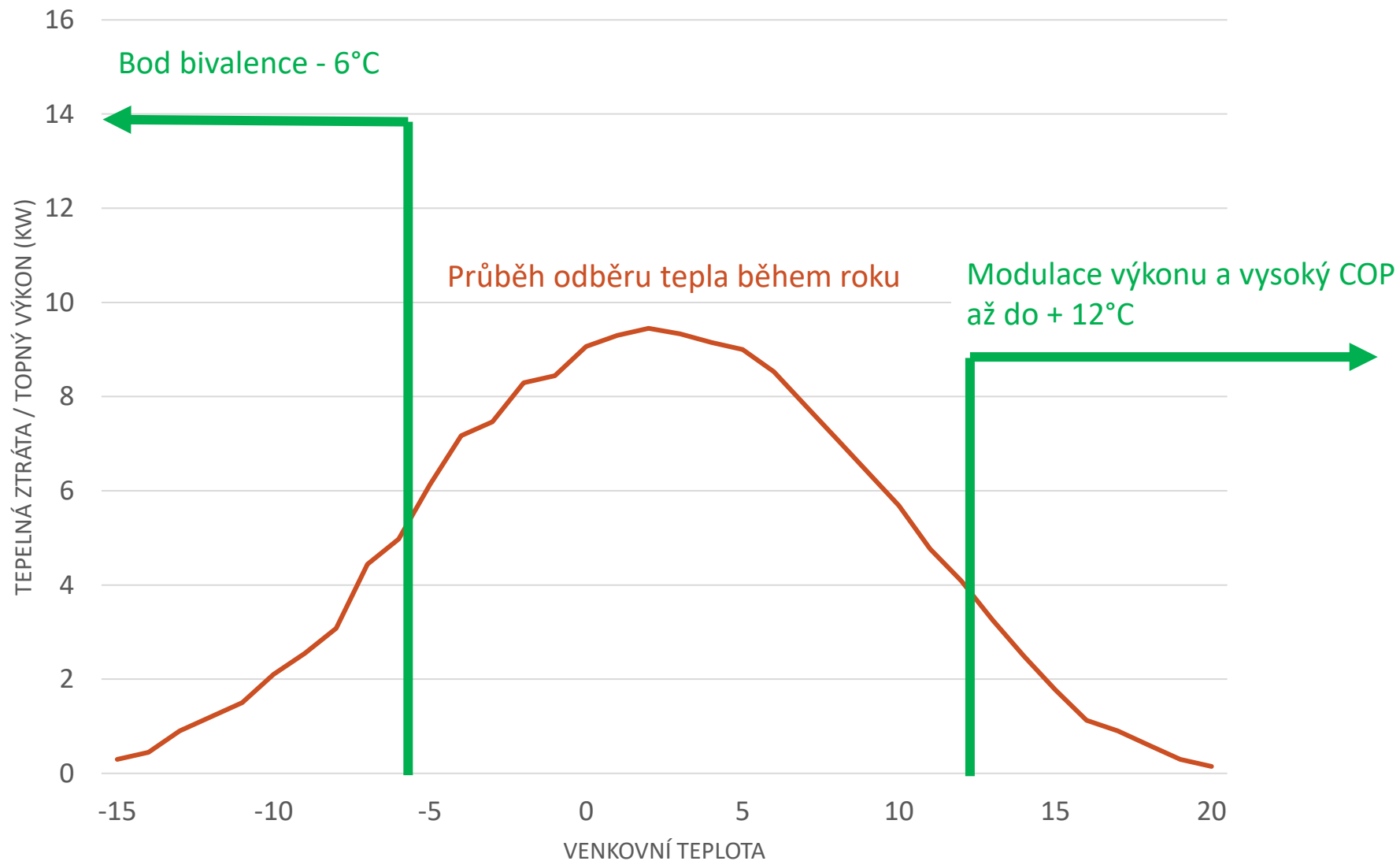
Tepeelná ztráta 6,6 kW při -15°C

Minimální výkon tepelného čerpadla

Dimenzování na 55 % potřebného výkonu

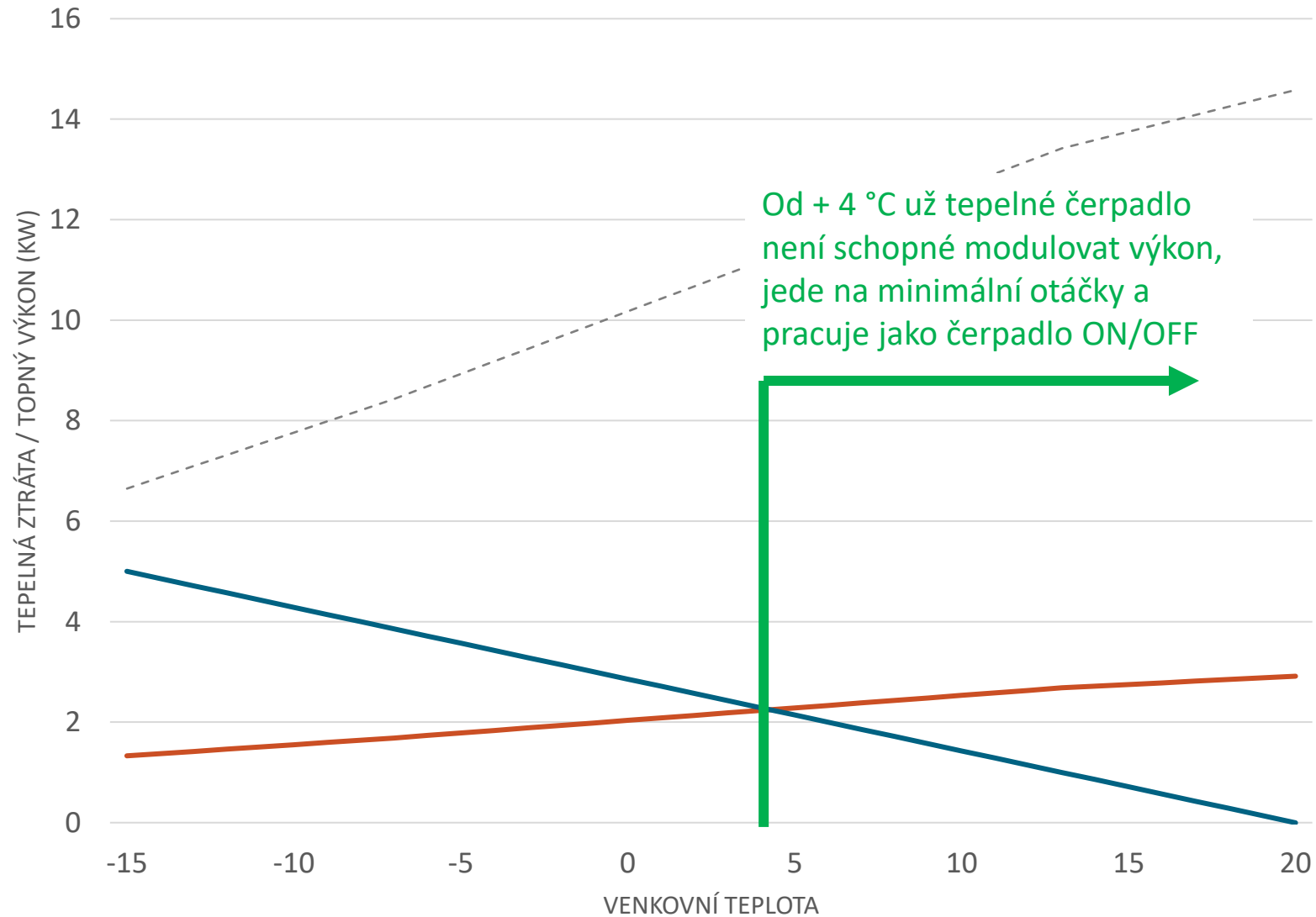


Dimenzování na 55 % potřebného výkonu

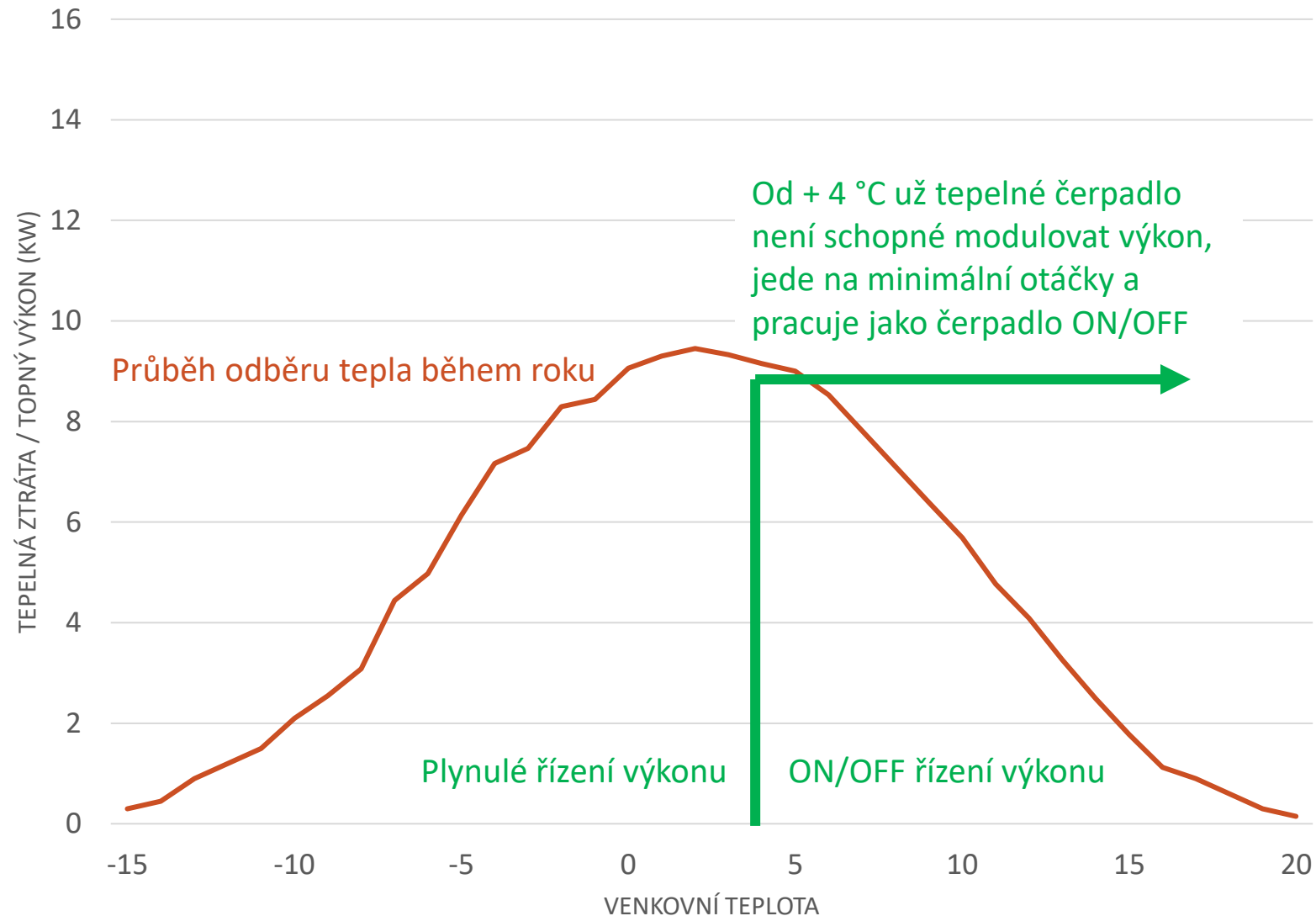


Optimální provozní režim je v období s nejvyšší spotřebou tepla.

Dimenzování na 130 % potřebného výkonu



Dimenzování na 130 % potřebného výkonu



Optimální provozní režim je výrazně posunutý do zimního období s malou spotřebou tepla.

■ Tepelná ztráta prostupem

- Zde není co zkazit (pokud známe složení konstrukcí)

■ Tepelná ztráta větráním

- Výměna vzduchu $n = 0,5$ pro výpočet v jednotlivých místnostech
- Výměna vzduchu $n = 0,3$ pro celý dům (při -15°C nebude nikdo v celém domě větrat podle normy)
- U řízeného větrání s rekuperací $n = 0,2$ (po započtení účinnosti rekuperace)

■ Kritické zhodnocení udané tepelné ztráty

- Pokud tepelnou ztrátu nepočítáte sami, zkontrolujte ji
- Rychlý kontrolní přepoččet dle W/m^2 vytápěné plochy
 - Nezateplený dům = přibližně 90 W/m^2
 - Dům s částečným zateplením = přibližně 60 W/m^2
 - Novostavba podle aktuálních norem = do 45 W/m^2
 - Novostavba pasivní s rekuperací = do 30 W/m^2

- **Spotřeba tepla pro přípravu teplé vody**
 - V zateplených novostavbách tvoří i více než 50 % celkové spotřeby tepla
 - S výkonem pro přípravu TV je potřebné při návrhu tepelného čerpadla počítat
- **Potřebný výkon podle počtu osob**
 - Na 1 osobu v rodinném domě počítáme 0,25 kW potřebného výkonu
 - Běžný rodinný dům potřebuje navíc 0,75 až 1 kW výkonu pro přípravu teplé vody
- **Potřebný výkon zdroje tepla**
 - $\text{Potřebný výkon} = \text{tepelná ztráta} + \text{příprava TV}$



Příklad dimenzování pro rodinný dům 5,3 kW

Zadání parametrů pro výpočet							
		Načteno z nabídky	Zadej vlastní hodnoty			Hodnoty použité pro výpočet	
Tepelná ztráta domu (kW)		5,3 kW		0,0 kW		5,3 kW	
Ohřev teplé vody		0,8 kW	Nechat hodnotu z nabídky ▼			0,8 kW	
Venkovní výpočtová teplota (°C)		-15°C	Nechat hodnotu z nabídky ▼			-15°C	
Topný systém		35°C	Nechat hodnotu z nabídky ▼			35°C	
Celkový požadovaný výkon						6,1 kW	
Hlavní parametry pro návrh IVT AIR X							
			AIR X 50	AIR X 70	AIR X 90	AIR X 130	AIR X 170
Výkon při venkovní výp. teplotě	-15°C		3,6 kW	4,9 kW	6,7 kW	8,4 kW	10,2 kW
Pokrytí výkonu při výpočtové teplotě	-15°C		58%	80%	109%	137%	167%
Bivalentní bod pro výstupní teplotu	35°C		-6°C	-12°C	-17°C	-20°C	pod -20°C
Potřebný výkon dotopu			2,5 kW	1,2 kW	0,0 kW	0,0 kW	0,0 kW
Doporučená velikost tepelného čerpadla							
Minimální vhodné čerpadlo			AIR X 50	---	---	---	---
Další výkonově vhodná čerpadla			AIR X 50	AIR X 70	---	---	---

Příklad dimenzování pro rodinný dům 10,1 kW

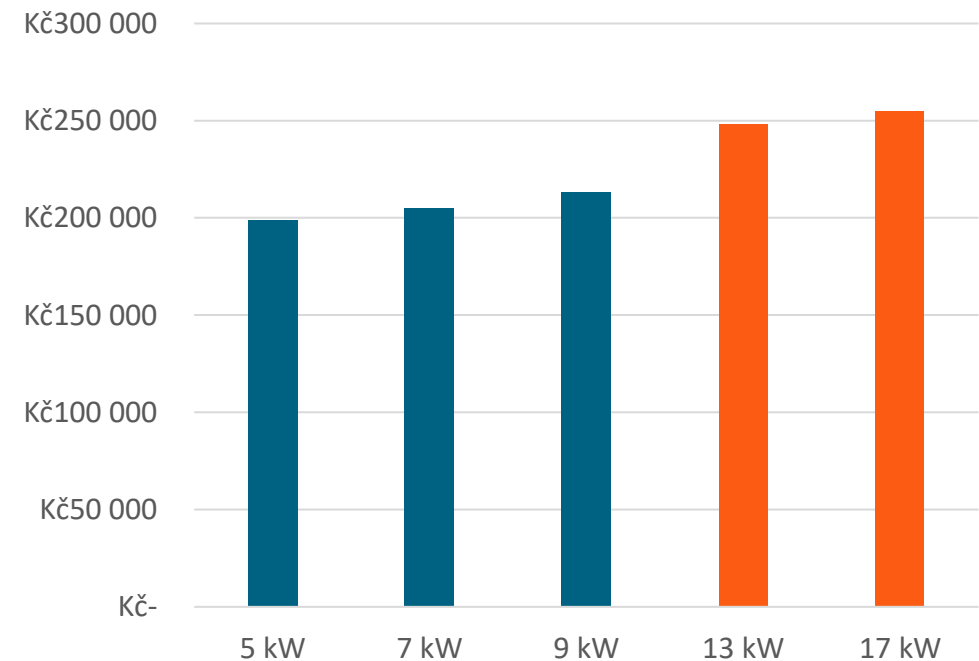
Zadání parametrů pro výpočet							
		Načteno z nabídky	Zadej vlastní hodnoty			Hodnoty použité pro výpočet	
Tepelná ztráta domu (kW)		10,1 kW		10,1 kW		10,1 kW	
Ohřev teplé vody		0,8 kW	Nechat hodnotu z nabídky	▼		0,8 kW	
Venkovní výpočtová teplota (°C)		-15°C	Nechat hodnotu z nabídky	▼		-15°C	
Topný systém		55°C	Nechat hodnotu z nabídky	▼		55°C	
Celkový požadovaný výkon						10,9 kW	
Hlavní parametry pro návrh IVT AIR X							
			AIR X 50	AIR X 70	AIR X 90	AIR X 130	AIR X 170
Výkon při venkovní výp. teplotě	-15°C		3,3 kW	4,1 kW	5,5 kW	7,8 kW	8,4 kW
Pokrytí výkonu při výpočtové teplotě	-15°C		30%	38%	50%	71%	77%
Bivalentní bod pro výstupní teplotu	55°C		3°C	0°C	-5°C	-10°C	-11°C
Potřebný výkon dotopu			7,6 kW	6,8 kW	5,4 kW	3,1 kW	2,5 kW
Doporučená velikost tepelného čerpadla							
Minimální vhodné čerpadlo			---	---	AIR X 90	---	---
Další výkonově vhodná čerpadla			---	---	AIR X 90	AIR X 130	AIR X 170

■ Ceny tepelných čerpadel se nezvyšují lineárně podle výkonu

- 4 – 9 kW podobná cena
- 9 – 11 kW cenový skok
- 11 – 17 kW podobná cena
- 17 – 25 kW cenový skok
- Platí pro všechny značky čerpadel

■ Cenový skok 9 – 11 kW

- Dražší venkovní jednotka (větší výparník, ventilátor, kompresor)
- Dražší vnitřní jednotka (větší elektrokotel, dimenze potrubí, oběhová čerpadla)
- Dražší montáž (větší dimenze potrubí)
- Kromě technických otázek je při správném návrhu potřebné zvážit i ekonomické hledisko



■ Kaskádní zapojení tepelných čerpadel

- Při kaskádním zapojení více čerpadel, se riziko provozu v ON/OFF režimu snižuje (pokud je kvalitní kaskádní regulace)

■ Příprava teplé vody

- Podrobnější výpočet = odběrový diagram
- Uvažovat současnost provozu vytápění a TV

■ Ekonomika

- Platí doporučení 60-80% požadovaného výkonu
- Přesná rozvaha zabere pár hodin práce projektanta a ušetří vyšší desítky tisíc investice. U výkonů nad 50 kW má smysl řešit podrobně.



■ Přesný výpočet tepelné ztráty a ostatních odběrů tepla

- Žádné odhady, vždy tepelnou ztrátu poctivě spočítat
- Zkontrolovat přebírané hodnoty tepelných ztrát

■ Dimenzování je v podstatě jednoduché

- Tepelné čerpadlo ideálně navrhnete s pokrytím potřebného výkonu v rozmezí 60 až 80 %
- Pokrytí pod 60 % pokud je levný dotopový zdroj, nebo by výkonnější čerpadlo bylo výrazně dražší (velký cenový skok mezi 9 a 11 kW)
- Pro pokrytí výkonu nad 80 % není většinou technický ani ekonomický důvod

Pozor na „dobré skutky“

„Tak mi tam dejte radši větší čerpadlo, ať mám nějakou rezervu. Já si to rád připlatím. Nebude mi to pak tolik topit elektrokotlem, pojedete to na nižší otáčky a bude to tišší.“

- Průběh maximálního výkonu
 - Ke stažení s sekci „PROJEKČNÍ PODKLADY“
- Poměry spotřeb energií tepelného čerpadla a bivalence
 - Ke stažení s sekci „PROJEKČNÍ PODKLADY“
- Atypické případy
 - Atypické řešení rodinných domů
 - Větší budovy
 - Kontaktujte technickou podporu PROTČ, správný návrh obratem dostanete

Průběh maximálního topného výkonu IVT AIR X



Výstupní teplota topné vody 35°C

W 35	Maximální topný výkon (kW)				
Venkovní teplota	IVT AIR X50	IVT AIR X70	IVT AIR X90	IVT AIR X130	IVT AIR X170
20°C	7,30	10,15	14,58	17,69	21,43
15°C	7,00	9,63	13,75	16,63	20,23
10°C	6,53	8,93	12,67	15,36	18,73
5°C	5,94	8,12	11,42	13,96	17,03
0°C	5,34	7,31	10,18	12,56	15,32
-5°C	4,75	6,50	8,93	11,16	13,61
-10°C	4,15	5,68	7,76	9,76	11,91
-15°C	3,56	4,87	6,65	8,36	10,20
-20°C	2,97	4,06	5,54	6,96	8,49

Výstupní teplota topné vody 45°C

W 45	Maximální topný výkon (kW)				
Venkovní teplota	IVT AIR X50	IVT AIR X70	IVT AIR X90	IVT AIR X130	IVT AIR X170
20°C	7,11	9,81	14,31	17,32	19,91
15°C	6,85	9,25	13,56	16,42	18,76
10°C	6,40	8,56	12,52	15,23	17,35
5°C	5,82	7,78	11,29	13,84	15,77
0°C	5,23	6,99	10,06	12,45	14,18
-5°C	4,65	6,21	8,82	11,07	12,60
-10°C	4,07	5,43	7,67	9,68	11,02
-15°C	3,49	4,65	6,57	8,29	9,44
-20°C	2,91	3,87	5,47	6,90	7,86

Výstupní teplota topné vody 55°C

W 55	Maximální topný výkon (kW)				
------	----------------------------	--	--	--	--

Konec

Ing. Richard Beber - beber@gt-energy.cz