

HLUK TEPELNÝCH ČERPADEL JE SKUTEČNĚ PROBLÉM

Ing. Radek Červín, NIBE, radek.cervin@nibe.cz, AVTČ, predseda@avtc.cz

Úvod

Popularita tepelných čerpadel zásadním způsobem vzrostla od roku 2016, kdy byla mimo jiné spuštěna první vlna tzv. kotlíkových dotací. V loňském roce prodej v České republice přesáhl 30 000 kusů [1]. Vinou energetické krize od konce roku 2021, umocněnou válkou na Ukrajině, zažívá technologie tepelných čerpadel naprosto zásadní boom. Již nyní tak je jisté, že číslo dodaných tepelných čerpadel na český trh v roce 2022 opět zásadně vzroste a odhady jsou přes 40 000.

Kromě převažujících pozitivních přínosů z instalací tepelných čerpadel, se úměrně jejich rostoucímu počtu na trhu také navyšuje počet komplikací, které tato technologie může přinášet. Jedním faktorem jistě bude skutečnost, že zvýšená popularita přiláká na trh velké množství realizačních či dodavatelských subjektů, kteří s vidinou rychlého zisku začnou na trh dodávat a instalovat nemalé množství tepelných čerpadel bez potřebných odborných znalostí, či kvality dodávaných produktů. Dalším úskalím může být nevhodný návrh systému s tepelných čerpadlem. Tento příspěvek se však zaměřuje na problematiku v tepelné technice poměrně specifickou pro tepelná čerpadla a tou je hluk. Především tepelná čerpadla vzduch-voda jsou zásadním zdrojem hluku, a proto je při návrhu nebo výběru tepelného čerpadle potřeba k tomu přistoupit zodpovědně.

Část investorů a velká část odborné veřejnosti se v problematice tepelných čerpadel již orientuje poměrně dobře, ovšem co se týče hluku, je zde velký prostor ke zlepšení. Jak název článku napovídá, hluk tepelných čerpadel je skutečně problém. Samozřejmě jednak kvůli provozním problémům, které může hlučné čerpadlo vyvolávat, ale především z toho důvodu, že k jejich předejití nevede snadná cesta. Přestože existují právní předpisy, které pomocí vyhlášek stanovují maximální limity hluku a jsou nastaveny poměrně přísné a k jejich splnění je potřeba správně volit tepelného čerpadlo, a především pro návrh použít správné hodnoty, což může být často tím největším úskalím.

Na začátku příspěvku budou popsány základní pojmy a pravidla v akustice, které se v akustice tepelných čerpadel vyskytují a každý stavebník a především projektant, by s nimi měl být obeznámen. Dále bude vysvětleno, proč štítkování tepelných čerpadel není zcela vhodné s ohledem na hluk a především, co to má za následek v praxi. Nakonec článku je popsána úvaha a zamyšlení nad tím, co by mohlo celou situaci zlepšit.

Základní pojmy a pravidla pro práci s hlukem tepelných čerpadel

Základním parametrem hluku je **akustický výkon**. Jedná se o tok energie šířící se od tepelného čerpadla do okolí. Přenos je způsobem prostřednictvím tlakových změn ve vzduchu. **Akustický tlak** je zjednodušeně řečeno slyšitelný lidským uchem a odpovídá vždy konkrétní vzdálenosti od zdroje hluku.

Pro přehlednější práci s hlukem se využívají dekadické logaritmy a v akustice tepelných čerpadel se vždy využívá **hladina akustického výkonu L_w** , resp. **hladina akustického tlaku L_p** . Jednotkami L_w i L_p jsou decibely (**dB**). Práce s logaritmy je specifická a bez grafického vyjádření těžko představitelná. Jako příklad lze uvést, že **zvýšení hluku o dvojnásobek znamená hodnotu o 3 dB vyšší**. Při vnímání zvuku dochází ke zkreslení, protože lidský sluch má rozdílnou citlivost při různých kmitočtech. Z toho důvodu byly zavedeny tzv. váhové filtry a pro hodnocení hluku tepelných čerpadel se využívá **váhový filtr typu A**. Jsou-li hladiny akustického tlaku korigovány váhovým filtrem A, potom se označení objevuje v indexu obou veličin jako **hladina akustického výkonu $A L_{wA}$** , resp. **tlaku L_{pA}** . Zatímco hladina akustického výkonu A je jediné číslo, pro hladinu akustického tlaku A je vždy potřeba uvést vzdálenost od zdroje hluku, protože s rostoucí vzdáleností od zdroje hluku hladina akustického tlaku klesá.

Hladina akustického tlaku bez uvedené vzdálenosti je nic neříkající údaj.

Přestože se v praxi používají a uvádí jednočíselné hodnoty, správně by se měla hladina akustického výkonu uvádět v otavových pásmech. Jednočíselný údaj totiž nevyovídá nic o kmitočtovém složení vyzařovaného zvuku a má tak sloužit pouze jako hrubší orientace. Pro detailní akustické posouzení nebo při akustické studii se vždy hodnotí zvuk v celém frekvenčním spektru. To je důležité například při výskytu tzv. tónové složky, což je případ, kdy zvuk ve svém frekvenčním spektru obsahuje výrazné složky. Pro účely příspěvku není potřeba zacházet do větších detailů, ale je nutné zdůraznit, že **hluk s tónovými složkami má často výrazně rušivější**. Na to je třeba myslet při návrhu a rovněž hygienické limity jsou v případě výskytu tónové složky přísnější.

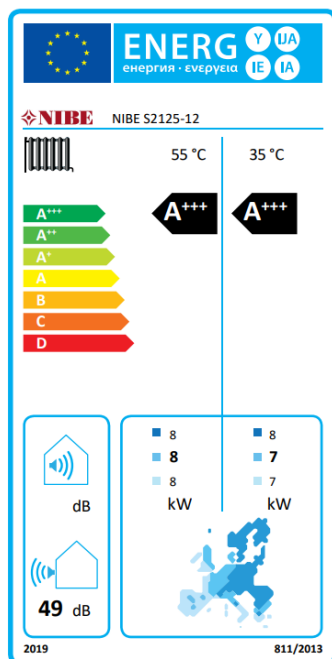
V tomto příspěvku nebudou rozebírány výpočtové rovnice pro práci s hlukem. V současné době je k dispozici velké množství volně přístupných výpočetních nástrojů, které pomohou přepočítat hladinu akustického výkonu na hladinu akustického tlaku v požadované vzdálenosti, sčítat více zdrojů hluku apod.

Zásadním problémem současnosti je, že prospekty, propagační materiály, ale ani technické listy výrobců nebo dodavatelů tepelných čerpadel tyto pravidla nerespektují. V praxi se tak často vyskytuje nejednotné, špatné nebo dokonce klamavé používání pojmů. Typickým příkladem je údaj „hluk“ uvedený v dB. Pokud však pomíneme tyto praktiky zjistíme, že ani seriózně uvedené parametry měřené podle platné normy, nemusí být vhodným ukazatelem pro návrh tepelného čerpadla, ale ani pro jeho porovnání.

Nevhodné legislativní požadavky na štítkování

Nedostatky v současném štítkování jsou velmi dobře popsány ve [2]. Již v dnešní době jsou na trhu tepelných čerpadel vzduch-voda v naprosté většině zastoupena čerpadla s proměnnými otáčkami kompresoru (tzv. invertorová). Vzhledem ke stále se zpřísňujícím požadavkům ekodesignu je jen otázkou času, než jejich zastoupení bude stoprocentní. A přestože na zkoušení hluku tepelných čerpadel existuje norma ČSN EN 12102, pro určování hluku invertorových tepelných čerpadel není vhodná. Zkušební podmínky jako jsou vstupní a výstupní teploty jsou definované v ČSN EN 14511-2. Ovšem tato norma je využívána pro hodnocení energetických parametrů tepelných čerpadel. Hodnotit hluk tepelných čerpadel podle podmínek z energetického hodnocení je přinejmenším zvláštní. Je zcela jasné, že v akustice je stěžejní pracovat se stavem nejméně příznivém, kdy je tepelné čerpadlo nejhluchnější. Je tak potřeba jej zkoušet při podmínkách, kdy bude dosažený maximální možný akustický výkon. Jedině z těchto dat lze potom provést správně další akustické výpočty pro ověření hygienických limitů.

Proto také Evropská asociace tepelných čerpadel EHPA doporučuje revizi této normy [3], aby byl akustický výkon měřen v bodech, které jsou potenciálně nejhorší s ohledem na hluk. Současně doporučuje, aby v rámci revize byla zavedena nutnost uvádět u uvedených hodnot otáčky kompresoru a ventilátoru. Kromě těchto zcela nutných změn, by také dle EHPA bylo vhodné uvádět hladiny akustického výkonu v třetí oktávovém spektru, což by odhalilo případný výskyt tónových složek. Na obr. 1 je znázorněna ukázka energetického štítku tepelného čerpadla s jednočíselnou hodnotou hluku bez dalších doplňujících informací.



Obr. 1 – Ukázka energetického štítku tepelného čerpadla vzduch-voda s jednočíselnou hodnotou hluku bez doplňujících informací.

Objektivní hodnocení hluku tepelných čerpadel dnes není možné

Nejen koncový uživatel, ale bohužel ani projektant velmi pravděpodobně nedokáže porovnat většinu tepelných čerpadel jednoduše proto, že nebude mít porovnatelné údaje. I když se totiž podaří najít tepelná čerpadla, u kterých jsou správně uvedeny všechny parametry (hladina akustického výkonu s použitím váhového filtru A a dokonce několik hladin akustického tlaku s filtrem A, oboje navíc v dB), neznamená to, že se jedná o porovnatelné údaje. Jako příklad je uvedena tabulka 1, kde jsou vybrány hodnoty 7 různých výrobců. Hodnoty hluku jsou měřené dle normy ČSN EN 12102 v evropských akreditovaných zkušebnách.

Tab. 1 – ukázka hluku vybraných výrobců tepelných čerpadel uváděných na českém trhu (převzato a upraveno z [4])

	Výrobce 1	Výrobce 2	Výrobce 3	Výrobce 4	Výrobce 5	Výrobce 6	Výrobce 7
Hladina akustického výkonu [dB(A)]	48,4	49	54	57	58	55	47
Hladina akustického tlaku v 1 metru [dB(A)]	40,4	44	46	49	50	47	39
Hladina akustického tlaku ve 3 metrech [dB(A)]	30,9	34,5	36,5	39,5	40,5	37,5	29,5

Za předpokladu, že všechna tepelná čerpadla jsou podobného typu, pro venkovní instalaci a mají podobné výkonové parametry, je třeba při znalosti úskalí normy ČSN EN 12102 položit otázku, při jakém zatížení nebo alespoň při jakých otáčkách kompresoru je daná hodnota naměřena. Podle [4] například výrobce 1 vypadá, jako velmi tichý, ale hodnoty jsou uvedeny při 22 Hz, kdy kompresor většiny ostatních výrobců ani neběží. Výrobce 5 uvádí výkon 44 %, což odpovídá topnému výkonu 3 kW. Zde je třeba poukázat na fakt, že většina porovnávaných produktů má nominální výkon 7–8 kW. Dále výrobci 2, 3 a 7 sice uvádí teplotní spády, ale u výkonu pouze informaci, že se jedná o nominální bez bližšího upřesnění.

Kromě odlišností v samotných hodnotách hladin akustického výkonu, se však liší i přepočtení na hladiny akustického tlaku. Pro větší přehlednost příspěvku zde nebudou rozepisovány rovnice pro přepočtení hladiny akustického výkonu a tlaku. Zjednodušeně totiž přepočtení závisí na pozici zdroje hluku, zda se nachází na zemi, u stěny nebo v rohu. To je ve výpočtu zohledněno hodnotou tzv. činitele směrovosti Q. Zatímco výrobce 1 má hladinu akustického tlaku v 1 m 40,4 dB, výrobce 2 uvádí 44 dB. To je dáno tím, že pozice tepelného čerpadla výrobce 1 je uvažována na zemi, u výrobce 2 u stěny, kdy ve výpočtu uvažováno s odraženými vlnami.

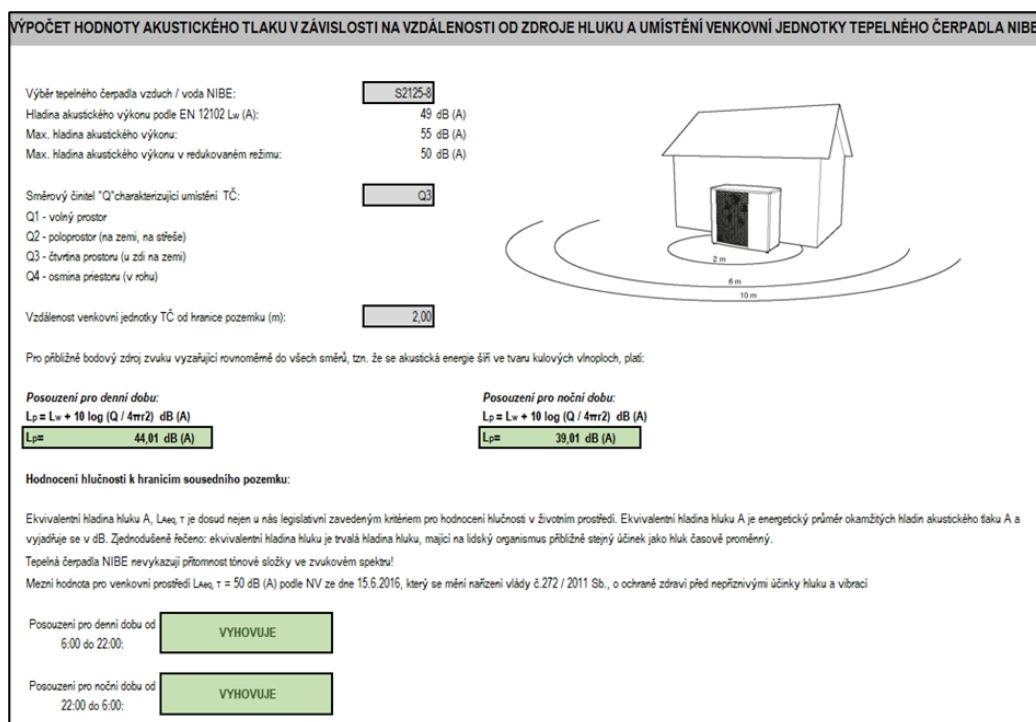
Kromě toho, že uvedené hodnoty nejsou použitelné pro objektivní porovnání, ještě hůře jsou využitelné pro návrh tepelného čerpadla s ohledem na jeho hluk pro posouzení hygienických limitů. Je zřejmé, že podmínky při měření byly při částečném zatížení a při maximálním výkonu budou jistě vyšší. Pro potřeby návrhu nebo akustických studií by takové hodnoty neměly být využívány a výrobce by měl vždy dodat hodnoty při zatížení maximální. Ty však bohužel často nejsou k dispozici.

Co by mohlo pomoci situaci zlepšit

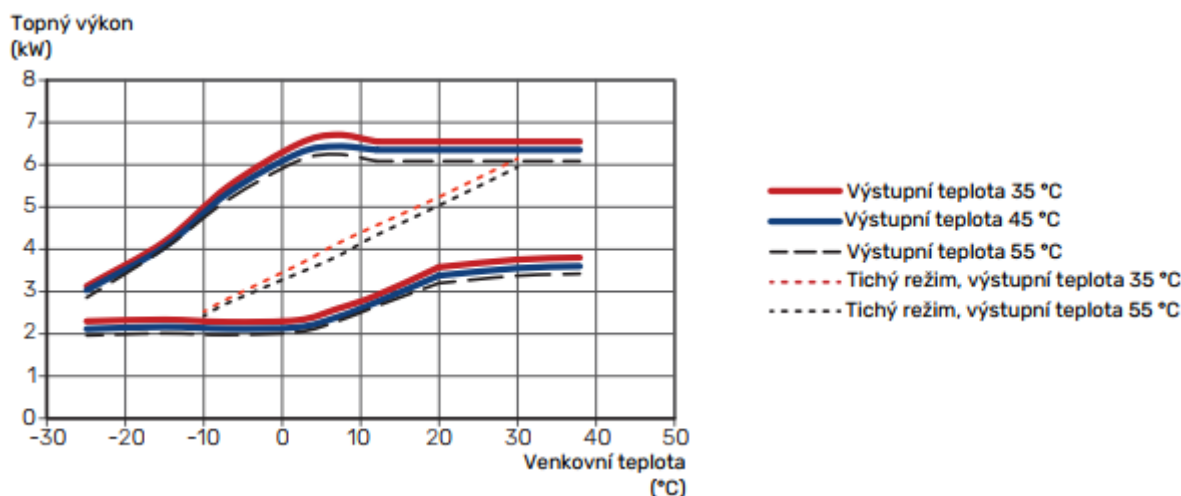
Nelze však vinit výrobce či prodejce tepelných čerpadel za to, že dodržují platné legislativní požadavky a uvádí hodnoty měřené podle platné normy. Dokud nebude požadavek na hodnoty při maximálním zatížení součástí ekodesignu, velmi pravděpodobně pozitivní změna nenastane. Pokud by totiž někdo dobrovolně a veřejně uváděl tyto hodnoty, dostane se jistě do nevýhody proti konkurenci, která je neuvěde.

V první řadě by tak pro zlepšení bylo vhodné, jak popisuje [2], normu pro hodnocení hluku inverterových tepelných čerpadel vzduch-voda upravit tak, aby byly parametry měřeny při 100 % zatížení, tedy při maximálních otáčkách kompresoru a ventilátoru/ů. A dále požadovat, aby se do údajů v technických listech o kromě hladiny akustického výkonu korigované filtrem A uváděli také hladiny ve spektrech.

Jako rychlejší řešení by mohla pomoci větší odpovědnost výrobců, aby používali správné pojmy a veličiny, využívali korekční filtr A a uváděli u přepočtu na hladinu akustického tlaku vzdálenost od zdroje, ideálně také uvažovanou pozici pro výpočet. Pokud není vůle tyto informace veřejně prezentovat, mohli by být k dispozici alespoň pro montážní firmy či projektanty. Další příjemnou variantou by mohlo být poskytnutí jednoduchého výpočtového nástroje, kde budou nahrány hodnoty akustických výkonů všech produktů a projektant si může jednoduše ověřit plnění hygienických limitů pro denní i noční dobu. Ukázka takové jednoduché nástroje je na obr. 2. Občas se v dokumentaci objeví informace o hluku v tichém režimu. Jedná se o systémově nastavenou redukci otáček kompresoru a ventilátorů, díky které lze hluk tepelného čerpadla snížit. To má však logicky za následek nižší topný výkon. Pro potřeby návrhu je potom s těžejší informovat, jaký výkonem v tichém režimu dané zařízení disponuje. Možné řešení je ukázáno na obr. 3.



Obr. 2 – Ukázka jednoduchého výpočtového nástroje na ověření plnění hlukových limitů, který obsahuje akustická data všech výrobků daného výrobce a je k dispozici projektantům či montážním firmám



Obr. 3 – Ukázka závislosti topných výkonů na venkovní teplotě dle výstupní teploty, kde je rovněž znázorněn topný výkon v tichém režimu

Problematika hluku tepelných čerpadel není pouze lokálním problémem v České republice, což dokazuje online dostupná výpočetní kalkulačka hluku na stránkách německé asociace tepelných čerpadel. Výrobci a dodavatelé tepelných čerpadel na německý trh zde kromě jmenovitých hodnot hladin akustického výkonu uvádí maximální hodnoty hladin akustického výkonu a je-li k dispozici, tak i hodnoty pro zmíněný tichý režim. Kalkulačka umožňuje po zvolení konkrétního tepelného čerpadla dále provádět akustické výpočty s ohledem na jeho umístění. Výsledkem je ověření, zda zvolené zařízení splňuje požadované limity na hluk v denním a nočním režimu. Popis, jak pracovat s německou verzí je v [5]. Jedná se však o německý výpočetní nástroj, a tak jsou zde logicky zastoupeni pouze zahraniční výrobci. Využití v Čechách tak může být do jisté míry limitující nehledě na možnou jazykovou bariéru. Možným řešením by tak bylo vytvoření podobného nástroje v českém prostředí.

Závěr

V příspěvku byla popsána problematika hluku tepelných čerpadel a složitost celé problematiky. Faktem je, že s ohledem na rostoucí počet stížností na nadměrně hlučnou instalaci tepelného čerpadla je na čase, se tím více začít zabývat. To platí pro nejen pro výrobce, projektanty, ale také stavebníky, resp. budoucí provozovatele, neboť oni budou muset špatně řešenou instalaci s hlučným tepelným čerpadlem řešit.

Dokud se nezmění rozsah požadavků na poskytované informace při uvádění produktů na trh, velmi pravděpodobně situace zůstane i nadále nepřehledná. Efektivním řešením by tak mohla být osvěta, díky které by vzrůstal tlak na výrobce, aby poskytovaly vhodné údaje. **Každý by si při volbě a návrhu tepelného čerpadla měl u výrobce vyžádat hodnoty hluku při maximálním zatížení a v případě, že nejsou k dispozici, takové zařízení nenavrhnout a zvolit jiného výrobce.** Pokud se podobné úsilí, jaké je často věnované porovnání energetických parametrů tepelných čerpadel, vloží do porovnání akustických parametrů, možná se výsledky dostaví překvapivě rychle.

Zdroje

- [1] Výsledek statistické šetření MPO – Tepelná čerpadla. [online]. 2022. [cit. 26.9.2022]. Dostupné z: <https://www.mpo.cz/assets/cz/energetika/statistika/obnovitelne-zdroje-energie/2022/5/Tepelna-cerpadla-2010-2021.pdf>
- [2] KUČERA M., KRÁLÍČEK J., LANGEROVÁ E. *Hluk tepelného čerpadla vzduch-voda*. Vytápění, větrání, instalace, 3/2022. s. 102-108.
- [3] Heat pumps and sound. European Heat Pump Association. [online]. 2020. [cit. 30.9.2022]. Dostupné z: https://www.ehpa.org/fileadmin/user_upload/HEAT_PUMPS_AND_SOUND_-_WHITE_PAPER-compressed.pdf
- [4] HODBOŇ, J. *Jaké tepelné čerpadlo vybrat, když rozhoduje hluk? 2. Část - Tepelné čerpadlo může být 74× tišší*. [online]. 2021. [cit. 29.9.2022]. Dostupné z: <https://vytapani.tzb-info.cz/tepelna-cerpadla/22254-jake-tepelne-cerpadlo-vybrat-kdyz-rozhoduje-hluk-2-ceske-tepelne-cerpadlo-74-tissi>
- [5] HODBOŇ, J. *Kalkulátor hluku od tepelného čerpadla vzduch-voda*. TZB-info. [online]. 2019. [cit. 30.9.2022]. Dostupné z: <https://vytapani.tzb-info.cz/tepelna-cerpadla/19125-kalkulator-hluku-od-tepelneho-cerpadla-vzduch-voda>