

# Cirkulární využití nemrznoucích směsí v HVAC systémech a jeho dopad na uhlíkovou stopu

*Ing. Olga Pleyer, Ph.D., Ing. Jan Skolil, Ph.D. CLASSIC OIL, s.r.o.*

## Souhrn

Většina moderních budov využívá v HVAC systémech nemrznoucí směsi, které postupně degradují a stávají se nebezpečným odpadem. Nemrznoucí složka glykol však může být opakovaně využita. Vyvinutá technologie umožňuje jejich recyklaci s výtěžností přes 90 %, což je ekologicky i ekonomicky výhodné. Recyklací vracíme do oběhu cenný materiál, snižujeme závislost na mimoevropských surovinách a redukuje emise CO<sub>2</sub>. Větší kancelářská budova o ploše 70 000 m<sup>2</sup> tak může ušetřit až 8,7 tuny CO<sub>2</sub>.

**Klíčová slova:** HVAC systémy, nemrznoucí směsi, glykol, recyklace, cirkulární ekonomika, uhlíková stopa, ESG, udržitelnost

**Keywords:** HVAC systems, antifreeze fluids, glycol, recycling, circular economy, carbon footprint, ESG, sustainability

## Úvod

Nemrznoucí teplotnosné směsi (též chladicí či teplosměnné kapaliny) představují klíčový prvek HVAC systémů (Heating, Ventilation, Air Conditioning) v moderních budovách. Jejich hlavní funkcí je zajištění spolehlivého přenosu tepelné energie – v zimním období pro potřeby vytápění a v letním období pro procesy chlazení. Nemrznoucí glykolové roztoky s aditivací inhibitorů koroze současně poskytují ochranu zařízení proti zamrznutí, korozi a tvorbě úsad, čímž významně prodlužují životnost celého systému. Aby byly tyto vlastnosti zachovány po celou dobu životního cyklu, je nezbytné provádět pravidelnou údržbu a kontrolovat klíčové parametry kapalin, zejména pH, volnou alkalitu, bod tuhnutí a obsah rozpuštěných kovů.

Chemicky se jedná o vodné roztoky vícesytných alkoholů, nejčastěji monoethylenglykolu (MEG) nebo monopropylenglykolu (MPG), případně glycerolu. Přídavek inhibitorů koroze a stabilizačních aditiv zajišťuje dlouhodobou ochranu kovových povrchů a udržení chemické stability roztoku. Typické koncentrace glykolu v HVAC aplikacích se pohybují mezi 25–40 % hm., což umožňuje dosažení požadovaného bodu tuhnutí v rozmezí od –10 °C do –25 °C. Spotřeba těchto kapalin v komerčních a průmyslových objektech dosahuje řádově desítek tisíc litrů na jeden objekt; u rozsáhlých kancelářských a obchodních center může objem náplně přesáhnout i 100 000 litrů.

## Degradace nemrznoucích teplotnosných směsí

Životnost teplotnosných kapalin je vždy časově omezená, protože při jejich dlouhodobém provozu probíhají chemické i fyzikální procesy, které postupně mění jejich složení a vlastnosti. Nejvýznamnějším z nich je postupné vyčerpávání inhibitorů koroze. Tyto látky jsou součástí formulace právě proto, aby chránily kovové povrchy před degradací, avšak jejich účinnost se v průběhu let snižuje, a jakmile jejich koncentrace poklesne pod kritickou mez, kapalina ztrácí schopnost bránit korozním procesům a zařízení se stává náchylným k poškození.

Souběžně se zhoršuje i chemická stabilita samotného glykolu. Vlivem oxidace vznikají nízkomolekulární organické kyseliny, které snižují pH a vyčerpávají pufrací kapacitu. Spolu s rostoucí koncentrací kovových iontů to vede ke zvýšení elektrické vodivosti roztoku a k urychlení korozních procesů. Degradovaná kapalina postupně mění svou viskozitu a teplotnosné vlastnosti, přičemž se mohou tvořit úsady, které snižují průtočnost a tepelnou účinnost výměníků. V konečné fázi se směs stává nevyhovující a je nutné ji z okruhu odstranit. Typická doba použitelnosti nemrznoucích

teplonosných směsí v HVAC systémech se pohybuje mezi pěti až deseti lety, přičemž skutečná délka závisí na kvalitě původního produktu, provozních podmínkách i pečlivosti pravidelné údržby. Po tomto období je kompletní výměna náplně nevyhnutelná.

## **Současná praxe nakládání s použitými kapalinami**

V okamžiku, kdy nemrznoucí teplonosná směs dosáhne konce své životnosti, je nezbytné ji z okruhu odstranit a nahradit novou náplní, aby byla zachována spolehlivost a bezpečnost provozu HVAC systému. Po řadu let byly dostupné pouze tradiční způsoby nakládání s použitými kapalinami, které však neplnily kritéria dlouhodobé udržitelnosti.

Do roku 2017 se v České republice využívaly tři hlavní způsoby nakládání s použitými nemrznoucími kapalinami. Nejčastější bylo jejich spalování, které v případě glykolového odpadu vzhledem k obsahu vody a nízké výhřevnosti vyžadovalo přídavné palivo nebo předúpravu. Další možností byla likvidace ve specializovaných čistírnách odpadních vod (ČOV), případně tzv. penetrace do cementu, při níž se kapaliny mísily s pojivem za účelem jejich imobilizace a následného uložení na skládku.

Všechny tyto metody znamenaly ztrátu cenného glykolu a měly výrazný environmentální dopad, zejména v podobě emisí CO<sub>2</sub>. Statistiky z roku 2017 to ilustrují velmi jasně: více než 200 t kapalin skončilo na ČOV či v cementárnách, dalších přes 250 t bylo spáleno ve spalovnách a recyklace v praxi neexistovala. Jedinou výjimkou byl v roce 2017 rozjezd technologie společnosti CLASSIC OIL s.r.o., která tehdy dokázala zrecyklovat první 4 tuny použitých kapalin.

Situace se od té doby zásadně proměnila: moderní technologie recyklace otevřela možnost získávat z použitých nemrznoucích kapalin čistý vodný roztok glykolu a znovu jej využívat pro výrobu nových chladicích směsí. Rok 2023 se stal historickým milníkem. Z celkového objemu zpracovaných kapalin v ČR připadlo více než 600 t na ČOV či cementárny, přibližně 270 t bylo posláno ke spalování, ale již 420 t prošlo recyklací. Poprvé v historii tak objem recyklovaných kapalin překonal množství likvidovaných spalováním.

## **Technologie recyklace a kvalita recyklátu**

Použité nemrznoucí kapaliny se po ukončení své životnosti stávají odpadem. Tyto odpady jsou zařazeny dle Katalogu odpadů pod čísla 160114N (nemrznoucí kapaliny obsahující nebezpečné látky), 160115O (nemrznoucí kapaliny neuvedené pod číslem 160114N), případně 120109N (odpadní rezné emulze a roztoky neobsahující halogeny) nebo 160113N (brzdové kapaliny). Proces jejich recyklace spočívá v mimořádně efektivní regeneraci s přibližně 90% materiálovým využitím, při níž je z použitých kapalin získáván kvalitní vodný roztok glykolu – druhotná surovina a základový materiál pro výrobu nových nemrznoucích směsí určených primárně pro plnění okruhů HVAC.

Naše společnost CLASSIC OIL s.r.o. ve spolupráci s firmou MemBrain, s.r.o. Stráž pod Ralskem využívá recyklační linku založenou na technologii RALEX® ART, která představuje komplexní řešení s nízkou spotřebou energie a chemikálií.

Vstupní materiál, tedy odpadní roztok vícesytných alkoholů kontaminovaný provozními kapalinami a korozními zplodinami, je nejprve podroben laboratorním zkouškám, které stanoví jeho zpracovatelnost. Poté následuje vícefázový čisticí a regenerační proces. V první fázi dochází k dekantaci emulzních vrstev a k filtraci mechanických nečistot. Následuje chemická předúprava spojená s odstraněním kalových úsad, po níž probíhá samotná regenerace. Finální stupeň recyklace je založen na procesu elektrodialýzy využívajícím ionexové membrány. Tento krok umožňuje účinné odsolení, které v závislosti na míře znečištění vstupní kapaliny trvá přibližně 5–7 hodin.

Výsledná recyklovaná surovina je podrobena přísné výstupní kontrole, která ověřuje její chemické i fyzikální parametry. Recyklát splňuje požadavky normy ASTM E1177, jež stanovuje kritéria kvality recyklované glykolové suroviny. Z této druhotné suroviny vyrobené produkty následně plně odpovídají požadavkům na chladicí kapaliny dle ASTM D3306 a ASTM D6471 a úspěšně procházejí korozními zkouškami podle ASTM D1384 a ASTM D4340.

*Z praktického hlediska již dnes představuje tato technologie plnohodnotnou alternativu k primární výrobě glykolu. Umožňuje významně omezit produkci nebezpečného odpadu, snížit uhlíkovou stopu a současně zajistit dostupnost druhotné suroviny, jejíž parametry jsou plně srovnatelné s panenským glykolovým materiálem.*

## **Přínosy cirkulárního využití**

*Ekologické přínosy spočívají především ve snížení množství nebezpečného odpadu a v prokazatelné redukci CO<sub>2</sub> dosažené opětovným využitím glykolu. Díky materiálovému využití více než 90 % glykolu se výrazně omezuje potřeba primární výroby, která je energeticky náročná a z velké části závislá na mimoevropských surovinových zdrojích.*

*Praktický dopad je možné ilustrovat na příkladu administrativně-obchodního komplexu Bořislavka Office & Shopping Centre v Praze o ploše 70 000 m<sup>2</sup>, kde je v HVAC systému využíváno 47 400 litrů nemrznoucí směsi CS ANTIFREEZE G® Termo připravené na -15 °C. Porovnání uhlíkové stopy ukazuje, že použití směsi s 50% podílem recyklátu vedlo ke snížení emisí o téměř 9 tun CO<sub>2</sub> oproti kapalině vyrobené výhradně z panenské suroviny.*

*Ekonomické přínosy vyplývají z obvykle nižších nákladů na likvidaci odpadu a z efektivnějšího využití dostupných zdrojů glykolu v rámci tuzemského oběhu. Provozovatel budovy tak získává nejen finanční výhodu, ale i jistotu, že náplň HVAC systému odpovídá všem požadavkům na kvalitu a dlouhodobou stabilitu.*

*Strategické přínosy spočívají v posílení nezávislosti na dovozu glykolů z mimoevropských regionů. V době rostoucí nestability na globálních trzích se recyklace stává nástrojem, jak zajistit stabilní a předvídatelný přístup k surovině. Zároveň přináší pozitivní image pro provozovatele budov i developery, kteří mohou díky využití recyklovaných kapalin doložit naplnění principů udržitelnosti a ESG standardů.*

## **Závěr**

*Recyklace nemrznoucích teplotnosných směsí představuje inovativní a plně funkční příklad cirkulární ekonomiky v praxi. Umožňuje opětovné využití cenné suroviny, snižuje množství nebezpečného odpadu a přináší významnou redukci uhlíkové stopy. Na konkrétních datech bylo prokázáno, že i jediný objekt může díky využití recyklovaných kapalin uspořit jednotky tun CO<sub>2</sub>, a při širším zavedení by přínos dosahoval řádově stovek tun ročně. Tímto způsobem se recyklace glykolových kapalin stává významným nástrojem nejen pro ochranu životního prostředí, ale i pro dosažení dekarbonizačních cílů v rámci energeticky náročných budov.*

*Budoucí vývoj lze očekávat v několika směrech. Jedním z nich je rozšíření recyklační kapacity, která by umožnila pokrýt větší poptávku v rámci České republiky a postupně i v regionu střední Evropy. Další oblastí je technologická optimalizace procesů, jejímž cílem je posun od současného výstupu ve formě vodného roztoku glykolu k výrobě čistého glykolu. Ten by bylo možné využívat i mimo oblast ředěných teplotnosných kapalin, a tím výrazně rozšířit aplikační možnosti recyklované suroviny. Významnou perspektivu představuje také integrace recyklovaných kapalin do zelených certifikací budov (např. SBToolCZ), kde by mohly tvořit jedno z měřitelných kritérií udržitelnosti.*