

Kapitola	Názov	Strana
5	Kontroly únikov	1
5.1	Nariadenia, normy a smernice	1
5.2	Ochrana životného prostredia	1
5.2.1	Nariadenie o F plynach (EC) č. 846/2006	2
5.2.2	Nariadenie pre ozón poškodzujúce látky (EC) 2037/2000	3
5.3	Metódy priamej kontroly úniku chladiva	3
5.4	Nepriame zisťovanie úniku chladiva	5
5.5	FDD - automatické zisťovanie a diagnostikovanie porúch	10

5 KONTROLY ÚNIKOV

Úvod

Správna prevádzková prax je vyžadovaná pre návrh, inštalovanie a vykonávanie skúšok tesnosti chladiacich okruhov s fluórovanými chladivami v chladiacich a klimatizačných systémoch.

Je potrebný prevádzkový predpis odrážajúci technické, technologické možnosti v súlade s právnou úpravou, normami a správnou prevádzkovou praxou.

Prevádzkový predpis by mal formulovať základné požiadavky na konečných užívateľov chladiacich zariadení a montážnych, servisných pracovníkov na udržanie tesnosti a, skúšky tesnosti s cieľom znížiť emisie chladív.

Prevádzkový predpis tiež identifikuje kompetencie a požiadavky na osoby vykonávajúce skúšky tesnosti v súlade s normami prijateľne k právnym požiadavkám.

Prevádzkový predpis je dôležitý pre tých, ktorí zabezpečujú bezpečnosť a požiadavky na životné prostredie pri návrhu, inštalácii, uvádzaní do prevádzky, servise a údržbe z hľadiska úloh pri zisťovaní únikov.

5.1 Nariadenia, normy a smernice

Úvod

Sú nariadenia, normy, smernice (*pozri literatúru*), ktoré stanovujú požiadavky na zisťovanie únikov na chladiacich systémoch.

5.2 Ochrana životného prostredia

Právne normy súvisiace s ochranou životného prostredia zakazujú vypúšťať chladivo do ovzdušia.

Pri vykonávaní montážnych, servisných činností na chladiacich systémoch nasledujúce postupy môžu byť interpretované ako úmyselné vypustenie chladiva do ovzdušia.

- 1 Vypustenie „prebytku“ chladiva zo systému do ovzdušia, ak je usúdené, že systém je preplnený chladivom.
- 2 Vypustenie náplne chladiva do ovzdušia namiesto jeho odobratia do zbernej nádoby pri vyradení chladiaceho systému z prevádzky.
- 3 Použitie chladiva ako stopového plynu pre zisťovanie úniku chladiva z okruhu.
- 4 V procese vákuovania chladiaceho okruhu „*prerušenie vákua*“ chladivom.
- 5 Použitie chladiva chladiaceho systému alebo chladiva z kontajneru ako zdroja tlakového plynu na čistiace účely.
- 6 Pridanie chladiva do systému vtedy, keď je netesný, predtým ako sa netesnosť nájde a odstráni.

Nasledovné konanie môže byť interpretované ako neúmyselná strata chladiva:

- 1 Strata chladiva z unikajúcich spojov, tesnení, popraskaných vedení a podobne predtým ako bol únik zistený a odstránený.
- 2 Strata chladiva z bezpečnostných, istiacich zariadení počas prevádzky ako prevencie pred haváriou.
- 3 Strata zbytkového chladiva rozpusteného v oleji a podobne po zodpovedne vykonanom odbere chladiva podľa správnej prevádzkovej praxe.
- 4 Strata malých množstiev chladiva z „*plniacich hadíc*“ ktoré sa môžu stať počas servisnej činnosti pri ich pripojení a odpojení k systému.
- 5 Strata malých množstiev chladiva z malých sekcií systému rúrok alebo komponentov, z ktorých bolo pred demontážou chladivo odobrané, v procese údržby a opravy, výmeny.
- 6 Strata malých množstiev chladiva spolu s uvoľnením nekondenzovateľných plynov cez správne nastavený istiaci ventil pre nekondenzovateľné plyny.

Je povinnosťou klasifikovať odobrané chladivo, ak je určené na zneškodnenie ako „*Nebezpečný odpad*“.

Ako odpad nebude klasifikované odobrané chladivo v tom prípade, ak bude recyklované a vrátené pôvodnému majiteľovi.

S odvolaním sa na požiadavky na prepravu nebezpečných odpadov, musí byť zodpovedajúco riešená manipulácia a preprava odobraného chladiva.

Je ilegálne spracovávať, držať alebo zneškodňovať nebezpečný odpad spôsobmi, ktoré môžu zapríčiniť znečistenie životného prostredia, alebo poškodiť ľudské zdravie. Preto zodpovedajúce opatrenia musia byť vykonané, aby sa zamedzilo náhodnému úniku nebezpečných odpadov a zaistilo sa správne nakladanie s týmito odpadmi oprávnenými osobami podľa zákona o odpadoch.

Konečný užívateľ (prevádzkovateľ) má priamu zodpovednosť za to, že ktokoľvek, kto pracuje s chladiacim zariadením, nedovolí úmyselný únik chladiva. Ak všetky podmienky „*reálnej zodpovednosti za technickú funkciu*“ tak, ako je to definované EK (európskou komisiou), sú prevedené prevádzkovateľom na tretiu osobu formou zmluvného vzťahu, potom autorita a zodpovednosť prevádzkovateľa vyplývajúca z Nariadenia je prenesená na túto tretiu osobu.

5.2.1 Nariadenie o F plynach (ES) č. 846/2006

Nariadenie o F-plynoch prináša povinnosti pre prevádzkovateľov a osoby pracujúce vo výrobe, na montáži, v servise, v údržbe systémov obsahujúcich fluórované plyny zahrnuté do Kyoto protokolu.

Článok 3 – Kontrola

Prevádzkovatelia stacionárnych chladiacich a klimatizačných systémov a tepelných čerpadel, musia:

- 1 Zabrániť únikom týchto plynov a
- 2 Tak skoro ako je to len možné zistený únik opraviť.

Prevádzkovatelia týchto systémov musia zaistiť kontroly na únik certifikovanými osobami podľa nasledovnej schémy:

- 1 zariadenia obsahujúce ≥ 3 kg musia byť kontrolované najmenej raz za 12 mesiacov, to neplatí pre hermeticky uzavreté systémy obsahujúce < 6 kg.
- 2 zariadenia obsahujúce ≥ 30 kg musia byť kontrolované najmenej raz za 6 mesiacov.
- 3 zariadenia obsahujúce ≥ 300 kg musia byť kontrolované najmenej raz za 3 mesiace.

Zariadenia musia byť opäť skontrolované na únik do jedného mesiaca po oprave úniku, aby sa uistilo, že oprava úniku bola účinne vykonaná.

Prevádzkovatelia aplikácie obsahujúcej ≥ 300 kg musia inštalovať stacionárny systém zisťovania úniku, ktorého správna funkcia musí byť kontrolovaná najmenej raz za 12 mesiacov.

Tam, kde je inštalovaný správne fungujúci stacionárny systém zisťovania úniku, frekvencia zisťovania únikov sa znižuje na polovicu.

Prevádzkovatelia aplikácie ≥ 3 kg musia udržiavať záznamy o množstve a type chladiva v inštalácii a akomkoľvek množstve doplneného alebo odobraného chladiva počas servisu, údržby a o konečnom zneškodnení. Tiež musia udržiavať záznamy identifikujúce spoločnosť alebo osobu, ktorá vykonala servis, rovnako ako dátumy a výsledky inšpekcií na kontrolu úniku.

Tieto záznamy musia byť dostupné na žiadosť SIŽP a Európskej komisie.

Článok 4 – Zhodnotenie

Prevádzkovatelia stacionárnych chladiacich okruhov, klimatizácií a tepelných čerpadel sú zodpovední za zaistenie správneho odberu, zberu, skladovania chladiva osobami s osvedčením k jeho recyklácii, regenerácii alebo ku zneškodneniu.

Článok 5 – Školenia a certifikácia

V súčasnosti, v Slovenskej republike školenia na minimálne požiadavky na nakladanie s halogénovanými chladivami zabezpečuje:

- 1 SZ CHKT Rovinka a na osvedčovanie a certifikáciu je pripravený
- 2 CO CHKT Rovinka.

Realizácia je podľa Nariadenia (ES) pre F-plyny č. 842/2006, zákona NR SR č. 286/2009 Z.z. a vykonávacej vyhlášky č. 314/2009.

5.2.2 Nariadenie pre ozón poškodzujúce látky (ES) 2037/2000

Nariadenie pre ozón poškodzujúce látky nariaďuje povinnosť chlórfluórkarbonove chladivá (CFC) a hydrochlórfluórcarbonove chladivá (HCFC) odoberať a recyklovať. Nariadenie tiež uvádza zodpovednosť prevádzkovateľa zaistiť vhodné kroky k vykonaniu kontroly a odstránenia únikov.

5.3 Metódy priamej kontroly úniku chladiva

5.3.1 Úvod

Je viac dôvodov na plnenie ustanovení právnych noriem vo vzťahu k úniku a odstraňovaniu netesností. Medzi ne patria:

- 1 Vplyv na životné prostredie – mnoho chladív poškodzuje ozónovú vrstvu a väčšina tiež prispieva ku skleníkovému efektu.
- 2 Vyššie prevádzkové náklady – prevádzkové náklady rastú pretože únik chladiva zvyšuje poruchovosť a znižuje energetickú efektívnosť. To má znásobený vplyv na životné prostredie nielen vplyvom úniku chladiva do ovzdušia, ale aj vyššou spotrebou energie systému. Vyššia spotreba energie vedie ku vyšším emisiám oxidu uhličitého pri výrobe elektrickej energie.
- 3 Zvýšené náklady na servis – zahŕňajú dopĺňanie chladiva, hľadanie a odstraňovanie únikov, náhrady chladív, tiež možnú výmenu tepelne poškodeného kompresora a následného čistenia systému.
- 4 Riziká pre zdravie a bezpečnosť – závisia od druhu chladiva a miesta úniku. Ak je únik do uzavretého priestoru, môžu nastať problémy s dýchaním.

5.3.2 Stacionárne systémy zisťovania úniku chladiva

Existuje viac komerčne dostupných systémov na trhu, ktoré kontinuálne monitorujú potencionálny únik chladiva aj z viacerých miest inštalovaného chladiaceho zariadenia, zaznamenávajú úroveň unikajúceho chladiva. Tieto zariadenia môžu byť nastavené na aktiváciu rôznych alarmov v závislosti od úrovne množstva unikajúceho chladiva.

Nariadenie o F-plynach obsahuje právnu požiadavku na zabudovanie stacionárnych systémov na zisťovanie úniku chladiva do všetkých chladiacich systémov obsahujúcich ≥ 300 kg fluórovaných skleníkových plynov.

Podobne aj medzi prenosnými detektormi úniku chladiva existujú rôzne systémy, technológie zisťovania úniku a vhodnosť použitia pre dané zariadenie a chladivo by mala byť odporučená jeho výrobcom.

Návrh systému:

Nasledujúce body by mali byť brané do úvahy v štádiu návrhu, projektovania systému zisťovania úniku chladiva:

- Oblasti, ktoré majú byť pokryté zisťovaním úniku – zberné miesta by mali byť na miestach s predpokladom vzniku úniku napríklad na skrini kompresora, v strojovni, na zberači, kondenzátore, zberači chladiva, sacom a kvapalinovom filter-dehydrátore, ventiloch, vstupe a výstupe z výparníka, na sifónoch stúpajúcich potrubí a podobne.
- Počet zberných miest umiestnených na jeden detektor – systém s možnosťou pripojenia väčšieho množstva zberných miest pokryje väčšiu oblasť a poskytuje väčší potenciál, predpoklad na zistenie úniku chladiva.
- Ak je viac ako jeden druh chladiva použitého v systéme.

Týka sa existujúcich priestorov, ktoré si vyžadujú monitorovanie z bezpečnostných dôvodov. Pokrytie aj týchto priestorov zaisťuje zhodu s STN EN 378/2007.

- Ako alarmy budú vyvolané – to závisí od spôsobu vystríhania zamestnancov od rizika udusenía z lokalizovaného úniku v dotknutých priestoroch alebo osôb vykonávajúcich servis. Môže to byť varovné výstražné svetlo a/alebo zvuk alebo spoľahlivé spojenie do systému riadenia budovy (*building management system (BMS)*).
- Údaje generované systémom môžu byť cez – IP adresovateľný systém vzdialene monitorované, vyhodnocované s odozvou ku kontinuálne obnoviteľným alarmom, a automaticky iniciovať alarm cez email, SMS alebo fax. Čas odozvy a správy môžu byť generované, aby sa zabezpečil prehľad o výkone opravy, servisného zásahu a pod.

Systém inštalácie:

Monitor by mal byť umiestnený na ľahko dosiahnuteľnom mieste pre ručné nastavovanie a servis. Systémy, ktoré využívajú plastové rúrky, musia zaistiť, že rúrkový systém nie je:

- Inštalovaný tak, že môže nastať skrútenie, zamotanie stlačenie, ...
- Je vedený z veľmi teplého do veľmi studeného priestoru.
- Rohový rádius nie je menší ako 150 mm.

- Zberné otvory musia byť inštalované smerom dolu.
- "Rozdelené" zberné rúrky musia mať rovnakú dĺžku od rozdelenia ku zbernému miestu.
- Celá rúrková sieť musí byť bezpečne uchytená a nesmie obmedzovať prístup k iným zariadeniam.

Uvádzanie do prevádzky:

Uvádzanie do prevádzky musí byť vykonané výrobcom/dodávateľom systému tak, aby sa zaistilo že:

- Systém je nastavený a konfigurovaný podľa výrobnej špecifikácie a výrobných tolerancií.
- Každý kanál, rúrka je konfigurovaná podľa plochy, ktorú pokrýva, množstva chladiva, úrovne koncentrácie pre alarm.
- Všetky spojenia na vzdialené alarmy a/alebo na BMS systém sú otestované.
- IP adresy pre jednotku ak je pripojená na miestnu sieť alebo inú sieť sú konfigurované.
- Adekvátne školenie a inštrukcie sú poskytnuté zodpovedajúcim osobám pre obsluhu aj údržbu a prevádzkovateľovi systému.

5.3.3 Prenosné elektronické detektory úniku chladiva

Elektronické detektory úniku chladiva sú citlivé na veľmi malý únik 3 gramy/rok. Výber týchto detektorov musí byť urobený tak, aby sa zaistila vhodnosť pre detekované chladivá v systéme.

Pozornosť musí byť venovaná použitiu vhodných detektorov pre chladivá z čistých uhľovodíkov (*Hydrocarbon (HC)*) vzhľadom na ich horľavosť.

Pre väčšinu chladív, sú vhodné štyri typy elektronických detektorov na únik chladív:

- Coronové.
- S ohrievanou diódou.
- Infračervené.
- Ultrazvukové.

Vo všetkých prípadoch údaje od výrobcu musia byť konzultované, aby sa overila vhodnosť pre dané chladivá. V čase výkonu detekcie úniku chladiva na chladiacom zariadení môže byť potrebné dočasne izolovať ventilačný systém a ventilátory chladiace hlavu kompresora.

5.3.4 Ultrafialové (UV) indikačné látky

Boli vyvinuté systémy zisťovania úniku chladiva s využitím fluoreskujúcich alebo farbu meniacich látok, ktoré sa pridávajú do obehu chladiva a sú s ním distribuované cez celý systém spolu s olejom. Tieto látky indikujú únik ich emisiou spolu s chladivom a olejom. Chladivo sa vyparí a tieto látky ostanú spolu s olejom na mieste úniku. Tie sa stávajú viditeľnými po osvetlení ultrafialovou lampou. Musí sa vziať do úvahy kompatibilita tejto metódy a použitej látky s použitými médiami a komponentmi v obehu chladiva. Predovšetkým výrobca kompresorov by mal odsúhlasiť použitie tejto metódy.

Zákazník alebo prevádzkovateľ systému by mal byť tiež informovaný a súhlasiť s použitím tejto metódy a fluoreskujúcej látky. Keďže nie je žiadna vzájomná reakcia medzi chladivom a fluoreskujúcou látkou, táto metóda nemá obmedzenia pre použitie fluórovanými chladivami.

Aby bola táto metóda čo najefektívnejšia, je dôležité, aby po zistenom a odstránenom úniku boli fluoreskujúce látky z povrchu miesta úniku dôsledne odstránené. Zamedzí sa tak opätovnému zisteniu úniku na už opravenom mieste.

5.3.5 Bublínková metóda

Najjednoduchšou menej citlivou metódou zisťovania úniku chladiva, respektíve tesnosti chladiaceho okruhu je použitie, natieranie podozrivých povrchov penotvorným roztokom "mydlovou vodou". Komerčne sú dostupné, odporúčané kvapaliny pre tento postup, čo robí tento postup jednoduchším.

Táto metóda je nevhodná na zisťovanie netesností, ak systém alebo jeho sekcia je prevádzkovaná vo vákuu. Použitie tejto metódy je vhodné spolu s využitím aj prenosného elektronického detektoru úniku.

5.4 Nepriame zisťovanie úniku chladiva

5.4.1 Úvod

Doplňujúcou metódou k priamym metódam zisťovania úniku chladiva, je uplatňovanie postupov nepriameho zisťovania úniku chladiva správnou prevádzkovou praxou pri zabezpečovaní servisu a údržby. Tak je možné identifikovať požiadavky pre následné použitie priamych metód zistenia miesta úniku chladiva.

- 1 Kontroly parametrov – straty chladiva môžu byť identifikované vykonaním kontroly systému a jeho prevádzkových parametrov, podmienok porovnaním voči projektovaným prevádzkovým parametrom a podmienkam. Analýzou jedného alebo viacerých z nasledovných prevádzkových parametrov;
 - tlaky,
 - teploty,

- elektrické prúdy kompresora,
 - hladiny kvapalných médií,
 - doplnený objem chladiva/oleja.
- 2 Indikácia straty chladiva – akýkoľvek predpoklad úniku chladiva musí byť vysledovaný hodnotením tesnosti, úniku chladiva použitím priamych metód na prevádzkovanom systéme.
- 3 Predpoklad straty chladiva – zo skúsenosti sa vie, že jedna alebo viac z nasledujúcich podmienok vytvára predpoklad straty chladiva;
- Stacionárny systém zisťovania úniku chladiva indikuje chladivo v ovzduší.
 - Systém produkuje abnormálny hluk, vibrácie, ľadové útvary alebo má nedostatočný chladiaci výkon.
 - Viditeľné korózie, úniky oleja, poškodenia materiálov, komponentov najmä na možných miestach úniku.
 - Indikácia straty chladiva cez priezorník alebo indikátorov hladín kvapalín alebo iných vizuálnych možností.
 - Indikácia poškodenia komponentov (*istiacich prvkov, tlakových spínačov, meracích zariadení a pripojení tlakových senzorov, ...*).
 - Odchýlky od normálnych prevádzkových podmienok indikované analyzovanými parametrami, vrátane údajov v reálnom čase z elektronických systémov riadenia.
 - Iné znaky indikujúce straty chladiva.

Kontrola tesnosti zariadenia vakuovou skúškou

Vplyv teploty okolia, ktorá sa mení s časom, je možno zanedbať pri vákuovej skúške chladiaceho zariadenia tak, že sa toto vystaví absolútnemu tlaku 1 mbar. Po 12 hodinách musí vakuometer ukázať, pri tesnom zariadení, rovnakú hodnotu. Ak sa vákuum neudrží, potom sa musí opakovať tlaková skúška. Po zabezpečení tesnosti, vákuovaní a vysušení chladiaceho okruhu, odstránení cudzích plynov sa môže plniť chladiace zariadenie chladivom.

Kvantifikácia úniku

Bola zavedená miera úniku, ktorá sa definuje ako vytekajúce množstvo plynu zo zásobníku s objemom 1 liter, ktoré zmení v zásobníku tlak o 1 mbar za sekundu. Často býva rozdiel vonkajšieho a vnútorného tlak 1 bar (*vonkajší tlak 1 bar, vnútorný tlak 0,001 bar*). Únik L (*z anglického slova "leak"*) sa vypočíta podľa vzťahu:

$$L = \Delta p \cdot V_{\text{zás.}} / T \quad /2/$$

- kde: Δp – tlakový rozdiel v mbar
 $V_{\text{zás.}}$ – objem zásobníku v litroch
 T – čas prúdenia von z nádoby (*resp. dnu do nádoby*) v sekundách.

Množstvo plynu, ktoré uniká pri netesnosti $L = 1$, je 1 mbar.l/s

Pomocou jednotkového úniku sa môžu stanoviť požiadavky na dovolené úniky pre rôzne metódy skúšky tesnosti.

Tabuľka Požiadavky na dovolený únik pre rôzne metódy hľadania úniku chladív

Metóda hľadania úniku	Dokázateľný únik mbar.l /s	Potrebný prístroj
Tlakovanie s plynom a vodou	10^{-2} až 10^{-3}	
Nanesenie mydlového roztoku	10^{-2} až 10^{-3}	
Tlak. skúška na mieste montáže tlak/vákuum	10^{-2} až 10^{-3}	manometer, vakuometer
Skúška halogénovaných chladív detektorom	10^{-5} až 10^{-6}	halogénový detektor

5.5 Požiadavky na tesnosť podľa Cubeho, 1997:

- Pre kompresory, kondenzačné jednotky, výmenníky tepla a tlakové zásobníky platí únik vo veľkosti $< 10^{-5}$ mbar l/s,
- Pre na mieste montované chladiace zariadenia platí únik vo veľkosti: $< 5 \cdot 10^{-3}$ až $< 10^{-3}$ mbar l/s,

Z kontrol tesnosti asi 100 chladiacich zariadení v supermarketoch a v klimatizačných zariadeniach v roku 1997 sa preukázali úniky chladív cez kalíškové spoje /21,6%/, priezorníky chladiva /15,7%/, prírubové spoje /13,7%/, skrutkové spojenia /10,7%/, a upchávkys /7,8%/, ďalej cez plniace ventily /7,8%/, ventily /6,8%/, výparníky /4,9%/, a ostatné úniky predstavovali 11%. Zistilo sa, že 96 % všetkých únikov bolo spôsobených chybnou montážou zariadenia.

Presnosť merania úniku je veľmi dôležitá pri malých chladiacich a mraziacich zariadeniach pre domácnosť, kde v okruhu sú veľmi malé náplne a tolerancia, kedy z náplne chladiva nemôže uniknúť viac, ako 10 % po dobu celej funkčnej činnosti chladničky či mrazničky (*t.j. počas celej životnosti chladiacej jednotky*). Tak povolený únik za rok nie je väčší ako 1 až 2 g. Preto vo veľkosériovej výrobe sa používajú héliové detektory.

Montáž tesného zariadenia potrebuje čas

Už pri montáži zariadení sa rozhoduje o tom, či toto zariadenie bude mať v budúcnosti problémy. Ak v harmonograme výstavby nie je zo strany investora naplánovaný technologický potrebný čas inštalácie, nemôže dodávateľ chladenia splniť svoju úlohu čo sa týka tesnosti zariadení. Do toho patrí kvalitná práca pri umiestnení komponentov, spájkovanie, tlakových skúškach častí kompletného zariadenia aj precízna kontrola tesnosti po uvedení do prevádzky.

Kmitanie, kolísanie teplôt a tlakov

Riadenie zariadení má byť pokiaľ je to možné rovnomerné. Kompresory a ventilátory kondenzátorov s reguláciou otáčok majú okrem energetickej výhody i výhodu znižovania zaťaženia od kolísania teplôt a tlakov a tým vznikajúceho kmitania.

V tejto súvislosti je treba pripomenúť i negatívny vplyv zvyšovania kondenzačného tlaku kvôli získavaniu tepla. Toto má za následok, okrem prevádzky na vyššej tlakovej úrovni a tým vyššej spotrebe energie vďaka väčšiemu rozdielu tlakov, väčšie zaťaženie a rýchlejšie zmeny v chovaní zariadení, čo má negatívne dôsledky aj na veľkosť úniku. Podobne pri využívaní chladiaceho okruhu v klimatizácii s reverzáciou je zvýšený predpoklad únikov.

Spoje

Hlavným zdrojom netesností sú rozoberateľné spoje. Preto sa rozoberateľné spoje nahrádzajú spojmami tvrdo spájanými. Pre zvýšenie kvality tvrdého spájania je zavedená certifikácia podľa STN EN 13133. Týmto opatrením sa znížia úniky chladiva najmä na veľkých chladiacich zariadeniach.

K veľkým únikom dochádza často na komponentoch zhotovených vo výrobnom závode najmä ventiloch.

Problémové zariadenia

Podstatné zníženie celkového úniku chladív sa dá dosiahnuť, ak odstránime veľké úniky na problémových zariadeniach. K tomu je potrebné viesť záznamy o únikoch a prepočítavať priemerný ročný únik. V prípade nadlimitného úniku je nutné hľadať spôsoby zníženia úniku chladiva – od drobných údržbárskych prác až po kompletnú výmenu zariadení. K zabezpečeniu tesnosti na požadovanej úrovni dala vyhláška č. 314/2009 Z.z. prevádzkovateľom a servisným firmám čas do 4.7.1011 (*pozri uvedená tabuľka*).

Tabuľka **Limity úniky chladív v závislosti od veľkosti náplne a doby uvedenia do prevádzky**

Uvedenie do prevádzky	Náplň chladiva v kg		
	3 do<30	30-<300	>300
do 4.7.2011	8 %	6 %	4 %
po 4.7.2011	6 %	4 %	2 %

*Platí prechodná doba do 4.7.2011.

Prístupnosť

Pre vykonávanie úspešnej kontroly tesnosti je dôležitým problémom prístupnosť jednotlivých dielov, spojov zariadení. Na tú treba myslieť už pri projektovaní. Prístupnosť je často problém i pri údržbe zariadení. Prístupnosť pri kontrole tesnosti a údržbe je obmedzená už aj zamknutými dvermi.

5.5.1 Kontrola tesnosti - hľadanie únikov chladiva

Podľa Nariadenia č. 1516/2007 je možné používať nepriame metódy, ak spoľahlivo ukazujú na netesnosti. Veľkosť najmenej takto stanovenej netesnosti nie je definovaná. Úniky pod 10 % za rok sú väčšinou ťažšie zistiteľné, či už priamymi alebo nepriamymi systémami. Nariadenie (ES) č. 1516/2007 vychádza z predstavy, že systémy detekcie netesnosti sú schopné zistiť podstatne menšie úniky. Úniky sa najlepšie dajú zistiť kombináciou s použitím nepriamych metód (*napríklad pozorovanie zariadení z hľadiska vibrácií, únikov oleja v miestach netesností a analýzy nameraných parametrov*) v spojení s priamou metódou zisťovania úniku detektorom. Len takouto kombináciou s použitím prenosných prístrojov s citlivosťou minimálne 5 g/rok sa dá Nariadeniu vyhovieť.

V niektorých situáciách je možné a vhodné použiť nepriame zisťovanie úniku chladív. To zahŕňa meranie vybraných parametrov ako teplôt, tlakov, elektrických prúdov a podobne na chladiacom okruhu, aby sa zistilo, či v okruhu nie je nedostatok chladiva. Takýto postup môže byť zvlášť vhodný ak viaceré časti

okruhu sú nedostupné, alebo sú umiestnené vo vonkajšom veternom prostredí (*kedy detektor úniku neplní svoju funkciu*). Ak sa preukáže podozrenie na únik, musí sa použiť priama kontrola úniku na lokalizáciu miesta úniku. Nepriame kontroly môžu byť úspešne aplikované v prípadoch, keď sa únik vyvíja len pomaly a keď chladiaci okruh je umiestnený na dobre vetranom mieste, čo sťažuje zisťovanie únikov z chladiacich okruhov do okolia. Rozhodnutie o použití priamej alebo nepriamej kontroly úniku pre daný prípad musí urobiť odborne spôsobilá osoba, ktorá má primerané vedomosti.

Dôležitá je stála kontrola detektorov netesností, ktorá sa musí vykonávať minimálne každoročne, aby pracovníci mali istotu, že pracujú s funkčným detektorom.

Zodpovedá prevádzkovateľ

Zákon sa obracia v prvom rade na prevádzkovateľov a porušenie povinností sankcionuje. Prevádzkovateľ sám nie je schopný posúdiť, či servisná firma pracuje na odbornej úrovni, ale môže a musí kontrolovať, že prácu na zariadení vykonáva certifikovaná firma s personálom s osvedčením o odborných znalostiach.

Projektovanie znížených únikov

- Vhodnými zväracími a spájkovacími postupmi.
- Spájkovanie má prednosť pred akýmkoľvek skrutkovým spojením.
- Kompatibilitou chladiča ($ODP=0$, $GWP=0$ alebo blízke 0) a materiálov v okruhu.
- Používať chladiace okruhy s čo najmenším množstvom chladiča. Použitím R134a sa oproti R12 znížila náplň v chladničkách a mrazničkách asi o 10 %, použitím izobutánu oproti R12 asi o 60 %.
- Rúrková sieť nesmie vyvolávať pnutia a sily v potrubí (*držiačky, dlhé úseky*).
- Montážou tlmičov a amortizátorov vibrácií.
- Použitím len kvalitných súčastí, ktoré sú vhodné pre existujúce tlaky a teploty.
- Inštaláciou vymeniteľných komponentov (*filterdehydrátory*) je možná bez strát chladiča. Použitie uzatváracích ventilov.
- Pokiaľ je to možné, použitím hermetických kompresorov a hermetických okruhov s riadením prietoku chladiča kapilárnou rúrkou – zníži sa dávka chladiča.
- Venovať pozornosť zníženej hlučnosti a chveniu – zhotoviť kvalitné základy a odpruženie kompresorov, resp. kondenzačných alebo blokových jednotiek.
- Vyhnúť sa, pokiaľ je to možné, rozvetveným potrubným chladiacim systémom.

Prakticky nie je možné úplne odstrániť úniky, hlavne po viacročnej prevádzke zariadenia.

Pre malé chladiace zariadenia sa používajú hermetické systémy.

Pre chladiace okruhy chladničiek je z hľadiska celoživotnej náplne chladiča prijateľný max. únik chladiča 1 g/rok.

Vzniká potreba evidovať straty chladiča a miesta úniku.

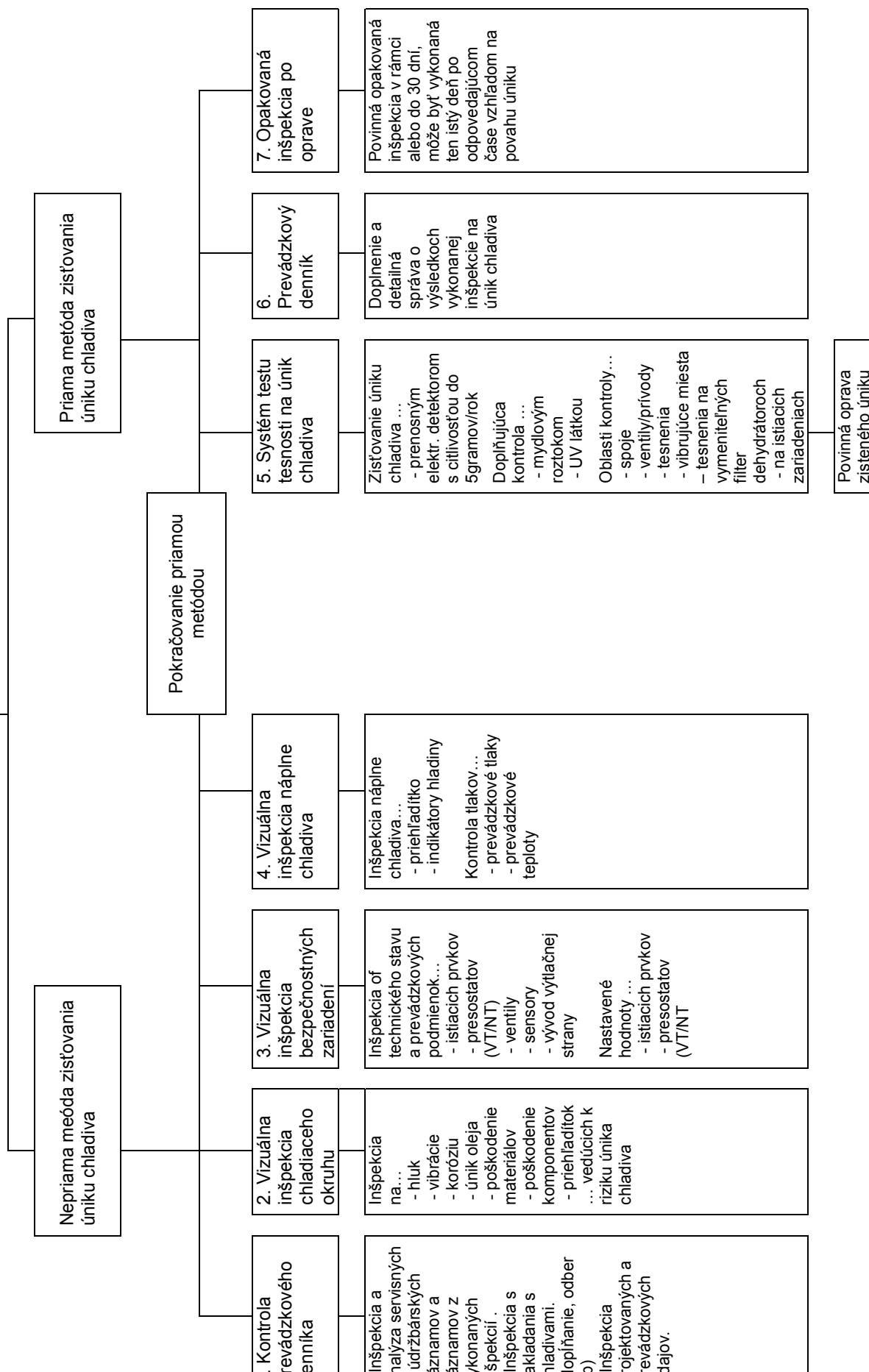
Zariadenia je potrebné kontrolovať v pravidelných intervaloch na únik.

Kontroly únikov sa vykonávajú podľa intervalov v Nariadení o F plynach.

Spoločným mottom by malo byť:

- Ak chladiaci okruh pracuje správne, menej chladiča uniká, menej sa kazí
- Ak chladiaci okruh je pravidelne kontrolovaný, úniky sa včas zistia a systém je energeticky efektívnejší

ZISŤOVANIE ÚNIKU CHLADIVA PRI KONTROLÁCH TESNOSTÍ CHLADIACEHO OKRUHU - PREVÁDZKOVÉ SYSTÉMY -



**ZISŤOVANIE ÚNIKU CHLADIVA PRI KONTROLÁCH TESNOSTÍ
CHLADIACEHO OKRUHU
- NOVÝ SYSTÉM TLAKOVEJ SKÚŠKY -**

1. Parametre systému & tlaková skúška	2. Vizuálna inšpekcia systému & komponentov	3. Tlaková skúška pevnosti systému...	4. Skúška tesnosti	5. Prevádzková skúška tesnosti pre kontrolu úniku chladiwa
Analýza systému ku stanoveniu... - maximálneho pracovného tlaku Ps - obmedzujúce tlaky - tlak na skúšku tesnosti - tlak uvoľňujúci do ovzdušia - tlak pevnostnej skúšky	Inšpekcia... - Tlakových istiacich zariadení - pracovné tlaky komponentov - izolácia/odopratie komponentov navrhnutých pre nižšie tlaky ako je tlak na skúšku pevnosti	Vykonanie skúšky pevnosti systému... Navrhovaných 15 min trvania je minimálna požiadavka	Zníženie tlaku pevnostnej skúšky na tlak skúšky tesnosti... Záznam teplôt Inšpekcia tesnosti potieraním podozrivých miest mydlovým roztokom TT trvanie skúšky tesnosti - 24 hodín odporúčané, minimum je 6 hodín	Vykonajte ktkroky 2-7 postup skúšky tesnosti chladiaceho okruhu počas jeho prevádzky
	Prevádzkový denník... Záznam výsledkov skúšok	Prevádzkový denník... Záznam výsledkov skúšok	Prevádzkový denník... Záznam výsledkov skúšky	
				Nová skúška ak je to potrebné

Požiadavky na kontrolu úniku

V Nariadení Európskeho parlamentu a Rady č. 842/2006 pre určité F- plyny vrátane fluórovaných chladív, na rozdiel od Nariadenia pre chlórované chladivá 2037/2000, zatiaľ nejde o vyradenie vybraných F plynov ako chladív, ale o minimalizáciu ich únikov. Nariadenie z tohto pohľadu prináša:

- o Návrh štandardných požiadaviek na zisťovanie úniku chladiva.
- o Schému postupu kontroly úniku chladiva.
- o Požiadavky na certifikáciu firiem.
- o Kategórie osvedčení osôb.
- o Minimálne vedomosti a zručnosti.
- o Požiadavky na certifikačné orgány.

Návrh štandardných požiadaviek na zisťovanie úniku HFC chladív

- o Vedenie evidencie – záznamníkov zariadení s obsahom viac ako 3 kg fluorovaných chladív (*množstvo náplne, typ zariadenia, dokumentácia k údržbe, kontrolám...*).
- o Kontrola a skúška tesnosti zariadení s viac ako 3 – 30 – 300 kg chladiva.
- o Označenie zariadení s F-plynmi, obsah chladiva (*záznamník*).

Kontroly na únik chladiva

- o Periodicita kontrol a skúšok tesností závisí od množstva F - plynov v zariadení:
 - a) nad 3 kg/6 kg hermetizované okruhy: 12 mesiacov,
 - b) 30 kg: 6 mesiacov,
 - c) 300 kg: 3 mesiace (*pevne inštalovaný systém detekcie úniku chladiva*)
- o Ak je namontovaný pevný systém zisťovania úniku interval kontrol pre písmená b a c sa znižuje na polovicu.
- o Zabezpečenie kontrol osobami s osvedčením o odborných znalostiach. *Osoby nesmú vykonávať inštalácie, údržbu alebo servis, kontrolu úniku alebo odber chladiva na chladiacich, klimatizačných zariadeniach a tepelných čerpadlách obsahujúcich F plyny, pokiaľ nie sú držiteľmi certifikátov o odbornej spôsobilosti pre korešpondujúcu kategóriu*

5.5.2 Postup kontroly na únik

Krok 1 Kontrola prevádzkového denníka. Inšpekcia predchádzajúcich záznamov a údajov. Osoby vykonávajúce kontrolu úniku musia venovať pozornosť informáciám najmä o opakujúcich sa problémoch.

Krok 2 Nepriame metódy zisťovania úniku chladiva Skontroluje sa zariadenie s pozornosťou zameranou na vizuálnu kontrolu a iné príznaky indikujúce únik, stratu chladiva. Analýzu parametrov chladiaceho systému, napríklad tlakov, teplôt, elektrických prúdov na kompresore, úrovne hladín, doplnených objemov (*ak ide o kaskádny systém, uvedené parametre sa skontrolujú pre každý stupeň*). Nepriame metódy môžu byť použité len za podmienok, pri ktorých analyzované parametre môžu poskytnúť spoľahlivé informácie vo vzťahu k náplni chladiva uvedenej v prevádzkovom denníku. V inom prípade sa postupuje podľa kroku 3. Abnormality indikované analyzovanými parametrami (*odchýlky od normálnych prevádzkových podmienok*) môžu znamenať predpoklad úniku, straty chladiva. V takom prípade, existencia a presné miesto možného úniku musí byť potvrdená priamou metódou (krok 3).

- o *Najmenej raz za kalendárny rok a po oprave postup zisťovania úniku musí byť nasmerovaný priamo na krok 3*
- o *Ak je podozrenie na únik postup je podľa kroku 3*
- o *Ak nie je podozrenie na únik postup je podľa kroku 5*

Krok 3 Zisťovanie úniku použitím priamych metód. Úniky môžu byť zistené použitím priamych metód zisťovania úniku pomocou roztoku, elektronických, ÚV detektorov a pod.

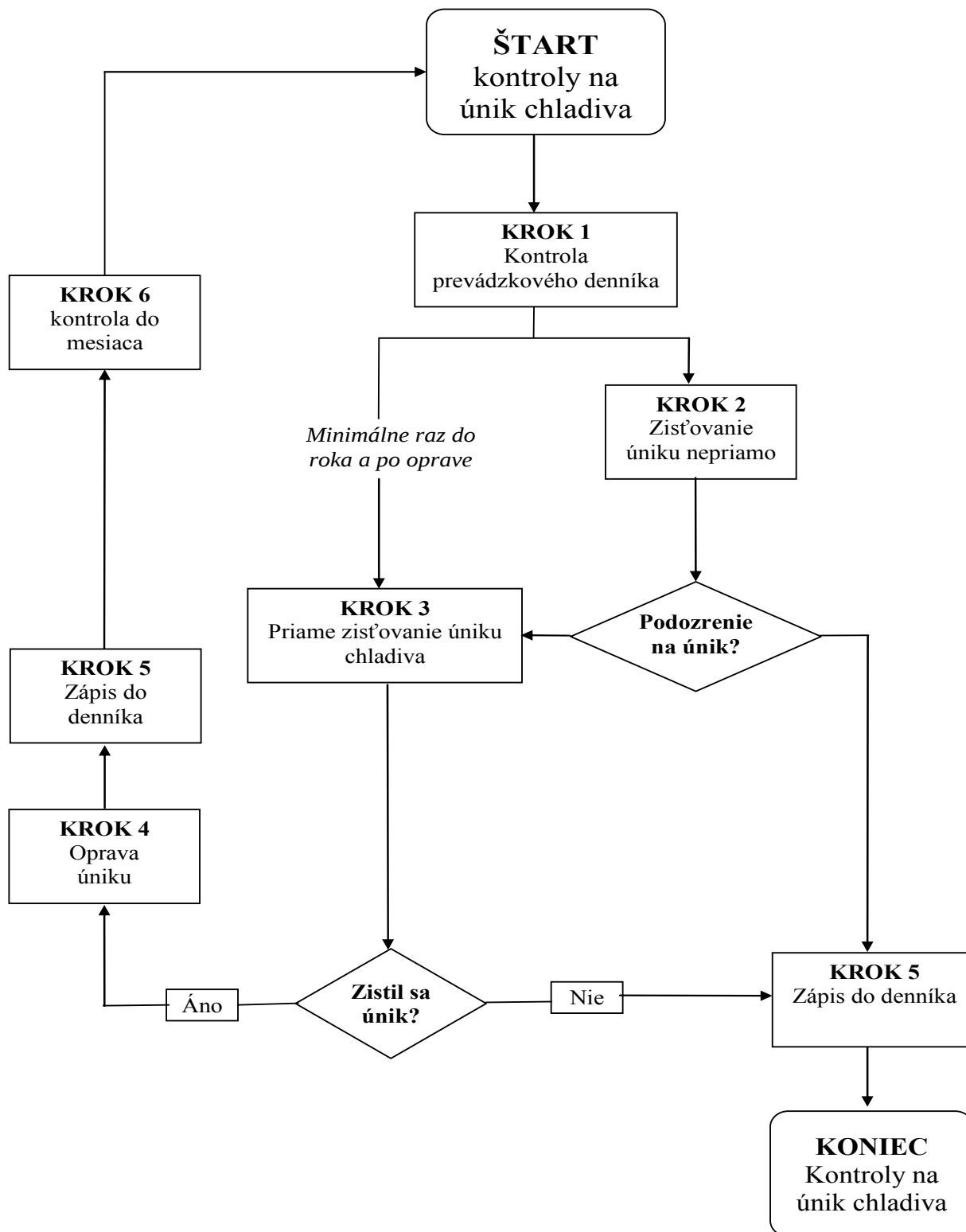
- o *Tam kde v kroku 3 únik bol zistený pokračuje sa krokom 4 hneď ako je to možné ak únik nebol zistený pokračuje sa krokom 5*

Krok 4 Oprava úniku. Táto činnosť môže byť vykonaná len certifikovanou osobou kategórie I alebo kategórie II (*pre zariadenia s náplňou chladiva menej ako 3 kg alebo 6 kg ak ide o hermeticky uzavretý systém s obsahom fluórovaných skleníkových plynov*).

Krok 5 Doplnenie prevádzkového denníka.

- o *Ak krok 4 nebol nutný, koniec postupu*

Krok 6 Dopĺňajúca kontrola. Štandardné požiadavky na kontrolu nových do prevádzky uvádzaných zariadení. Postup kontroly úniku pre nové inštalácie je podľa kroku 2.



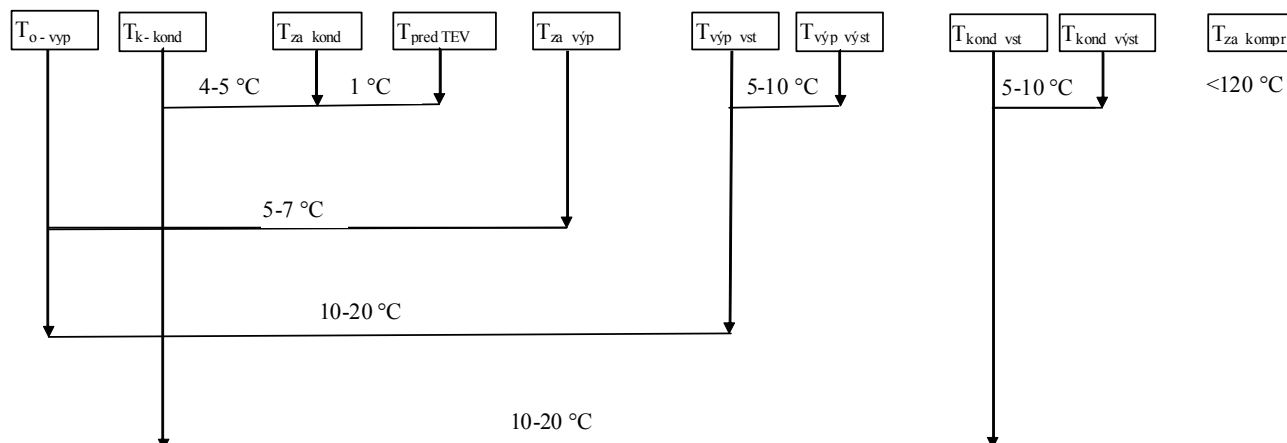
Doplnenie prevádzkového denníka

Po ukončení predchádzajúcich krokov prevádzkový denník musí byť doplnený o nasledovné detaily a podpísaný:

- o Preveriť (*doplniť*) meno a kontakty prevádzkovateľa zapísané v prevádzkovom denníku.
- o Dátum kontroly Kontrolór / Meno / číslo osvedčenia / Názov spoločnosti / IČO.
- o Všetky vykonané opravy a dátum.
- o Údaje o type a hmotnosti chladiva doplneného, alebo zhodnoteného na recykláciu/ regeneráciu/ zničenie v poslednom roku/od dátumu poslednej kontroly.
- o Údaje o postupe vykonanej kontroly na únik.

5.6 Zhodnotenie údajov pri nepriamom zisťovaní úniku

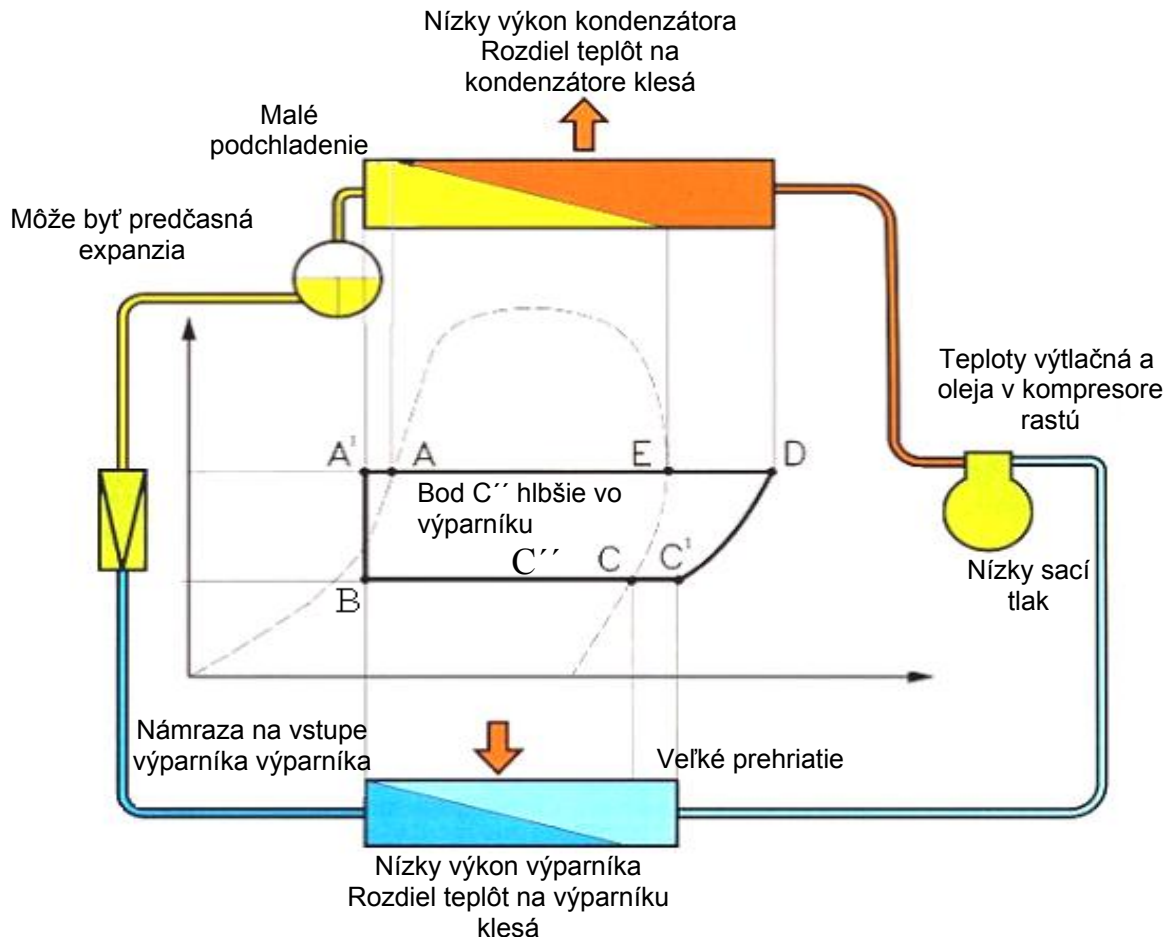
Teploty (príklad z komfortnej klimatizácie)



	Tlakomery		Chladivo			Vzduch_výparník		Vzduch_kondenzátor	
	NT= t_o	VT= t_k	t_{zakond}	t_{TEV}	t_{zavyp}	$t_{vzdpredvyp}$	$t_{vzdzavyp}$	$t_{vzdpredkond}$	$t_{vzdpredkond}$
Porucha Únik	-5°C	+42°C	+40°C	+39°C	+14°C	+26°C	+20°C	+30°C	+35°C

Porucha únik chladiva: Namerané hodnoty ukazujú na veľký rozdiel teploty vzduchu vstupujúceho do výparníku teploty vo výparníku (31 °C). To poukazuje na typickú poruchu v skupine porúch s nízkym tlakom. Veľké prehriatie (19 °C) indikuje vážny nedostatok chladiva vo výparníku. Malé podchladenie (2 °C) indikuje nedostatok chladiva v kondenzátore.

Keďže je nedostatok chladiva vo výparníku i v kondenzátore, je nedostatok chladiva v celom okruhu. Dá sa predpokladať únik chladiva.



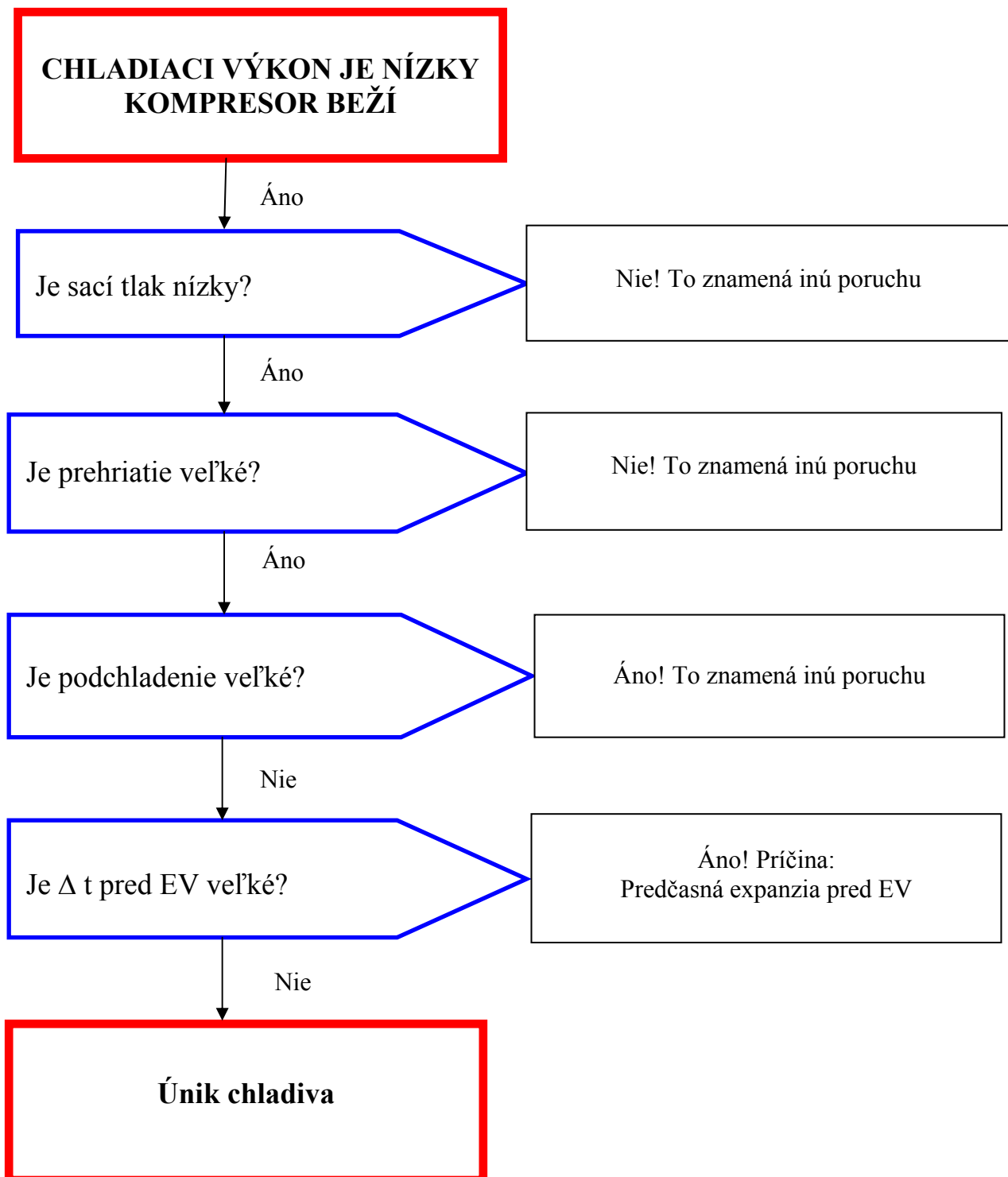
VÝVOJOVÝ DIAGRAM

Zistenia úniku chladiva na chladiacom okruhu

Keď kompresor chladiaceho okruhu beží viac ako 10 minút,
môžu sa namerať odpovedajúce tlaky a teploty, vypočítať prehriatie a podchladenie

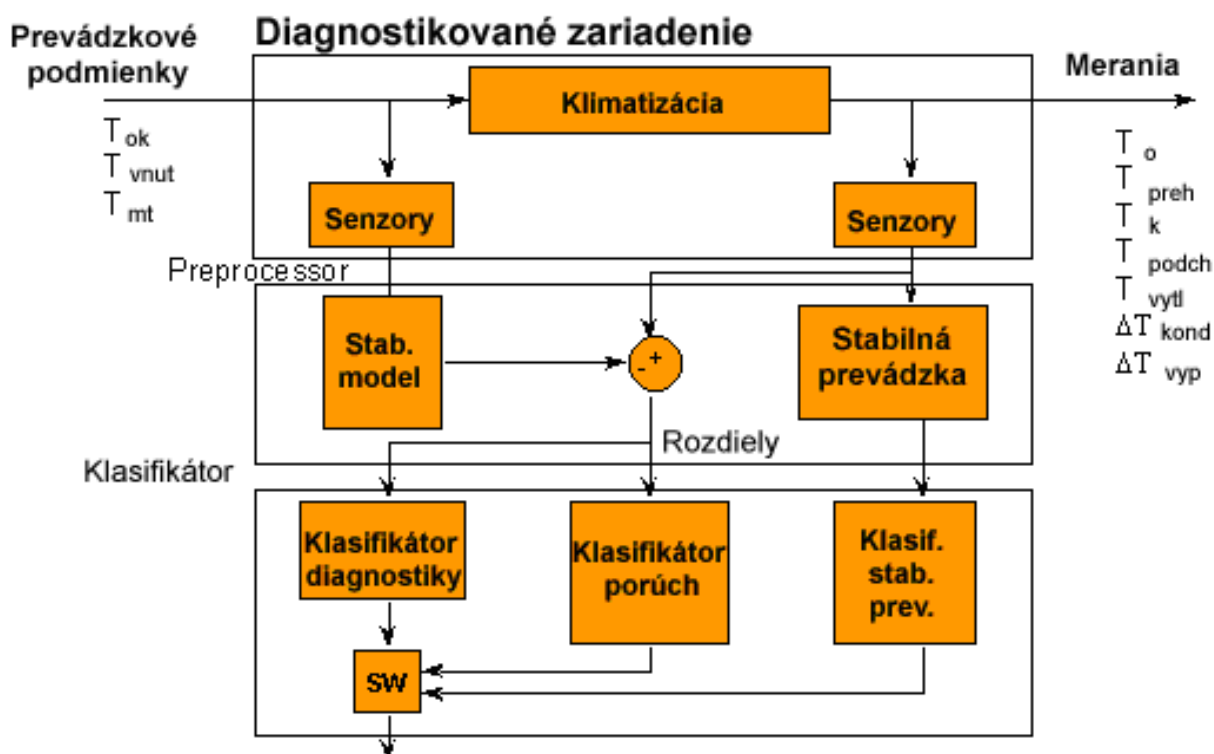
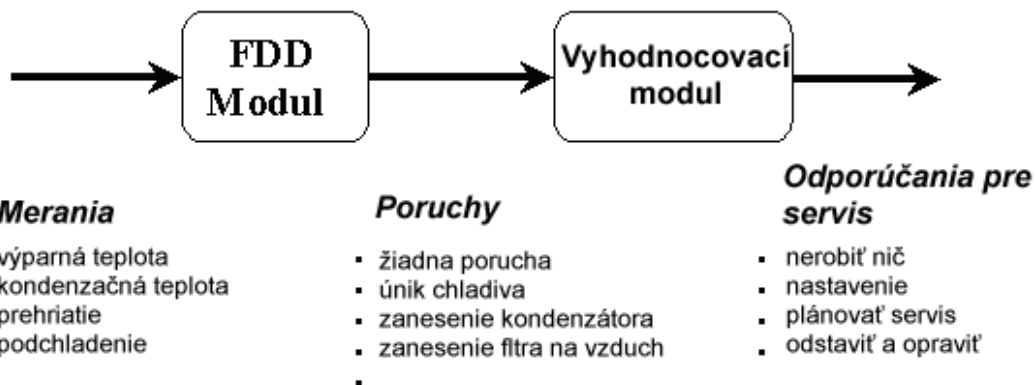
Veľké prehriatie znamená pri nízkom podchladení nedostatok chladiva
Malé podchladenie znamená pri nízkom sacom tlaku nedostatok chladiva

Metódy nepriameho merania sú založené na identifikácii odchýlok v systéme a na základe analýzy relevantných parametrov. Ak sa predpokladá únik, sa musí vykonať kontrola na účely zistenia miesta úniku a vykonania opravy.



5.7 FDD - automatické zisťovanie a diagnostikovanie porúch

Ak systém okrem merania, namerané hodnoty porovnáva s nominálnymi a následne vyhodnocuje možnosť poruchy ide o FDD systémy (*Automated fault detection and diagnostic systems - automatické zisťovanie a diagnostikovanie porúch*).



Obrázok FDD prístup od Rossiho a Brauna (1997)

Nasledujúca tabuľka udáva pravidlá diagnostikovania pre päť porúch siedmymi výstupmi meraní. Šípky v tabuľke indikujú, či konkrétna hodnota vzrástla [↑] alebo klesla [↓]. Jednotlivé poruchy sú dôsledkom rôznych kombinácií poklesu alebo vzrastu meraných hodnôt v porovnaní z ich normálnymi hodnotami [2]. Požadovanými hodnotami je deväť teplôt a jedna relatívna vlhkosť. Tri hodnoty charakterizujú vstup, ktorý ovplyvňuje prevádzkový stav jednotky, teplotu okolitého vzduchu na vstupe do kondenzátora T_{ok} , teplotu okolia na vstupe do výparníka T_{vnut} , a relatívnu vlhkosť ϕ_{rv} alebo teplotu mokrého teplomera T_{mt} .

Tabuľka Pravidlá diagnostikovania podľa Brauna (1997)

Porucha	T_o	T_{preh}	T_k	T_{podch}	T_{vytl}	ΔT_{kond}	ΔT_{vyp}
Únik chladiva	↓	↑	↓	↓	↑	↓	↓
Netesnosť ventilov kompresora	↑	↓	↓	↓	↑	↓	↓
Straty prietoku v kvapalinovom potrubí	↓	↑	↓	↑	↑	↓	↓
Zanesenie kondenzátora	↑	↓	↑	↓	↑	↑	↓
Zanesenie výparníka	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↑

*V tabuľke nie je zahrnutá možnosť predčasnej expanzie

Pravidlá v tabuľke sú efektívne modely porúch všeobecne použiteľné pre klimatizačné a chladiace zariadenia pre nasledovné merané a vypočítané teploty:

1. teplota vo výparníku	$T_o = T_1''$	
2. teplota prehriatia	T_{preh}	$T_1' - T_1''$
3. kondenzačná teplota	$T_k = T_3'$	
4. podchladenie	T_{podch}	$T_3' - T_3$
5. teplota na výstupe z kompresora	T_{vytl}	
6. rozdiel teplôt na vstupe a výstupe kondenzátora	ΔT_{kond}	$T_{ok} - T_k$
7. rozdiel teplôt na vstupe a výstupe výparníka	ΔT_{vyp}	$T_{vnut} - T_o$

Tento model opisuje vzťah medzi riadiacimi podmienkami a očakávaným stavom na výstupe v normálnom operačnom systéme. Rooftop jednotka zvyčajne využíva „on/off“ riadenie prevádzky. Hodnotenie podľa tabuľky vyššie si vyžaduje ustálený prevádzkový stav. Detektor ustáleného stavu (napríklad kolísanie výparnej teploty alebo prehriatia v danom intervale) poskytuje signál FDD systému. FDD systém bude len vtedy indikovať a diagnostikovať chybu, keď bude systém v ustálenom stave [1].

Výpočty:

⇒ **Prehriatie**

Čo je prehriatie: Rozdiel medzi teplotou pár v sacom potrubí a výparnou teplotou vo výparníku.

Ako môže byť prehriatie merané a vypočítané:

Prehriatie vo výparníku = $T_1' - T_1''$

Prehriatie v sacom potrubí = $T_1 - T_1'$

Celkové prehriatie = $T_1 - T_1''$ ale Prehriatie vo výparníku + Prehriatie v sacom potrubí

T_1 ...Teplota na vstupe do kompresora

T_1' ...Teplota na výstupe z výparníka

T_1'' ...Výparná teplota (môže byť väčšinou prečítaná zo stupnice na tlakomere alebo môže byť vyhľadaná v termodynamických tabuľkách pre dané chladivo – v závislosti od výparného tlaku)

⇒ **Podchladenie**

Čo je to podchladenie: indikuje o koľko stupňov bolo chladivo ochladené pod teplotu kondenzácie.

Ako môže byť namerané a vypočítané:

Podchladenie = $T_3' - T_3$

T_3 ...Teplota za kondenzátorom

T_3' ... Kondenzačná teplota (môže byť väčšinou prečítaná zo stupnice na tlakomery alebo môže byť vyhľadaná v termodynamických tabuľkách pre dané chladivo – v závislosti od kondenzačného tlaku)

Nepriame zisťovanie úniku v záznamníku

Nepriame zisťovanie únikov v záznamníku vykonáva klasifikátor porúch podľa FDD, ktorý odhaduje pravdepodobnosť úniku. Príklad údajov na nasledujúcom obrázku je z meraní na chladiči vody pre chladenie zvráňania plechovíc. V tabuľke je možné nastaviť citlivosť na hodnotenie nameraných hodnôt v klasifikátore porúch. Standardná odchýlka citlivejšieho prehriatia T_{sh} a stabilnejšieho podchladenia T_{sc} v ustálených prevádzkových podmienkach alebo rozdiel medzi maximom a minimom na bytovej klimatizácii AC je $\pm 0,37$ a $\pm 0,16$ °C (*Kim at all 2008*). Ustálené podmienky (T_{sh} , T_{sc} , T_{hg}) na meranie sa dosiahnu väčšinou po 6-10 minútach prevádzky chladiaceho okruhu v závislosti od jeho veľkosti. Riziko získania údajov z nestabilnej prevádzky musí byť brané do úvahy kompetentnou osobou, aby sa eliminovali čo najviac nesprávne závery. Napríklad nedostatok chladiva nebude indikovaný ak kondenzátor bude zanesený. Z týchto dôvodov, nepriame zisťovanie únikov, podľa Nariadenia o F plynach musí byť vykonávané s čistými výmenníkmi, fungujúcimi ventilátormi a podobne. Podľa prvých skúseností na nepriame zisťovanie únikov postačí prvých päť údajov z tabuľky 1. Ak šípky budú indikovať únik, správa sa objaví pod tabuľkou (obrázok).

Obrázok Nepriame zisťovanie úniku v záznamníku

Zolday - Leaklog

Súbor Upraviť Zobraziť Databáza Zákazník Chladiaci okruh Kontrola Kontrolór Pomoc

Nový Otvoriť Uložiť Sťahovať Zobraziť Pridať Upraviť Nájsť Exportovať Tlačiť

Aktuálny výber: Zákazník: 00000001 (OBAL a.s. Nové Mesto nad Váhom) > Okruh: 0001 (CHLJ-1)

Tabuľka kontrol Tabuľka: Tlak a teploty Od roku: všetky

IČO	Firma	Kontaktná osoba	Adresa	E-mail	Telefón
00000001	OBAL a.s. Nové Mesto nad Váhom				

IČ	Meno	Výrobca	Typ	Rok zakúpenia	Dátum uvedenia do prevádzky	Chladivo	Množstvo chladiva	Olej	Množstvo oleja
0001	CHLJ-1	Proxy		1996	2009.05.07	R22	8 kg	AB (Alkylbenzénový olej)	1 kg

Dátum	Teplota von	Teplota dnu	Výparný tlak	Výparná teplota	ΔT (výparník)	Teplota za výp.	Teplota pred komp.	Prehriatie výp.	Prehriatie komp.	Kondenzačný tlak	Kondenzačná teplota	ΔT (kondenzátor)	Teplota pred EV	Podchladenie	Teplota výtláčná
	°C	°C	Bar	°C	°C	°C	°C	°C	°C	Bar	°C	°C	°C	°C	°C
1999.12.15-09:52	24.0	15.0	4.8	-1.13	16.13	6.0	7.0	7.13	8.13	15.0	39.1	15.1	35.0	4.1	69.0
2000.12.13-10:25	↓ 22.0	↓ 15.0	4.8	-1.13	16.13	6.0	7.0	7.13	8.13	↓ 14.5	↓ 37.72	↑ 15.72	35.0	↓ 2.72	↑ 70.0
2001.03.30-12:04	↓ 23.0	↓ 15.0	4.8	-1.13	16.13	↓ 5.5	↓ 6.0	↓ 6.63	↓ 7.13	15.0	39.1	↑ 16.1	35.0	4.1	↑ 70.0
2002.02.18-12:12	↓ 20.0	↑ 17.0	↓ 3.3	↓ -12.03	↑ 29.03	↑ 11.0	↑ 12.0	↑ 23.03	↑ 24.03	↓ 14.0	↓ 36.31	↑ 16.31	↑ 38.0	↓ -1.69	↑ 71.0

Dátum	Upozornenia
2002.02.18-12:12	Nadlimtný únik chladiva
2004.02.03-12:39	Nadlimtný únik chladiva
2004.09.08-12:40	Nadlimtný únik chladiva
2006.03.03-13:00	Nadlimtný únik chladiva

Záver - spoločné úsilie všetkých zúčastnených – čo je treba robiť?

1. Zákon č. 286/2009 Z.z. o F plynach (*chladiivách*) počíta s povinnou elektronickou formou evidencie vykonávania kontrol a evidencie únikov.
2. Systém elektronickej evidencie vykonávania kontrol únikov, prehľadov o celkovom množstve jednotlivých chladiv, o množstve doplňovaného chladiva a priemernom úniku za rok či iné obdobie.
3. Vykonaná kontrola na únik je na zariadení identifikovaná štítkom na zariadení.
4. Nariadenie o F plynach umožňuje aj rovnocenné vykonávanie nepriameho zisťovania tesnosti chladiacich okruhov. Odtiaľ je už len malý krôčik k hodnoteniu aj energetickej efektívnosti v prevádzke.
5. Porovnávajú sa parametre chladiaceho okruhu za podobných podmienok v časovo rôznych okamžikoch. Ak sa získajú namerané hodnoty rovnakým spôsobom dá sa usudzovať na určité zmeny, stavy preťaženia výmenníkov, kompresora a tiež aj na únik chladiva apod. To bolo zakomponované do metodík MŽP SR v rámci realizácie zákonov vo vzťahu ku chladivám.

Projekcia zaistenia prístupu

- Zaistiť prístup ku všetkým častiam zariadení, ak je to ekonomicky rozumné, zvlášť ku spojom.
- Predpísanie tvrdého spájkovania, poprípade priemyselne zhotovených rozoberateľných spojov.
- Rozdelenie zariadení so široko rozvetvenou potrubnou sieťou pre zníženie náplne chladiva.
- Predpisovanie materiálu vhodného pre dané použitie (s ohľadom na čistiace prostriedky).
- Navrhovanie zariadení s nízkym kondenzačným tlakom, to znamená:
 - o Chladivá s nízkym kondenzačným tlakom (*napríklad R134a*)
 - o Voľba dobre dimenzovaných kondenzátorov
 - o Zaistiť voľný prietok vzduchu pre ventilátory kondenzátorov
 - o Nerealizovať rekuperáciu tepla za cenu zvyšovania kondenzačného tlaku.

Zadávateľia (investori a prevádzkovatelia)

Poskytovať dostatočný čas pre kvalitnú montáž.

Rešpektovať pri výstavbe čas pre pevnostné kontroly a skúšky tesnosti pri uvedení do prevádzky.

Montážne firmy

Len certifikované s odbornou spôsobilosťou a personálom s osvedčením.

Zavedenie tlakových skúšok na potrubnú sieť po častiach, najmä keď sú po dokončení neprístupné.

Minimalizácia vibrácií v zariadení.

Dôsledná kontrola tesnosti po uvedení do prevádzky.

Výber kvalifikovaných subdodávateľov, ktorí prevezmú zodpovednosť za úniky chladiva.

Nastavenie čo najnižších kondenzačných tlakov.

Výrobcovia a predajcovia komponentov chladiacich zariadení

Väčší dôraz na tesnosť komponentov (*tenšie medené trubky budú skôr netesné*).

Poradenstvo pre projektantov, prevádzkovateľov ku vhodným materiálom aj v agresívnom prostredí.

Okamžité informovanie montážnych a servisných firiem o sériových chybách komponentov.

Prevádzkovatelia

Objednávať kontroly tesnosti v stanovených intervaloch u certifikovaných servisných firiem.

Súčasne s kontrolami objednávať údržbu.

Poskytovať dostatočný čas pre kvalitnú prácu pri prestavbách zariadení.

Zaisťovať prístupnosť pre servisné firmy.

Súhlasiť s odstavením alebo čiastočným odstavením zariadenia, alebo odstrániť netesnosť.

Rekonštruovať zariadenie, ktoré vykazuje veľkú netesnosť.

Servisné firmy

Dôsledné vykonávanie kontrol tesnosti.

Dôkladné vedenie záznamov o únikoch chladiva (*požiadavka prevádzkovateľa*).

Zvláštny dozor nad problémovými zariadeniami.

Informovanie o problémových zariadeniach.

Rýchla reakcia na únik chladiva.

Odstraňovanie chýb (*napríklad vibrácií*), ktoré vedú neskôr k netesnosti.

Používanie detektorov s dostatočnou citlivosťou (*aspoň 5 g/rok*).

Stála kontrola detektorov úniku (*1x za rok podľa Nariadenia (EK) č. 1516/2007 je príliš málo*).

Osoby vykonávajúce kontroly na únik chladiva musia:

- Byť kvalifikované pre prácu s chladivami a viesť elektronickú evidenciu
- Rozumieť navrhovaniu, konštrukcii, prevádzke a kritériám pre energetickú efektívnosť.
- Rozumieť prevádzkovým tlakom, teplotám v systéme a mať vedomosti na ich interpretáciu voči projektovaným tlakom, teplotám.
- Mať dostatočné vedomosti o častiach v systéme náchylných, podozrivých na únik chladiva.
- Prečítať záznamník, aby sa identifikovali miesta, ktoré mali únik chladiva a ktorým je tak potrebné venovať zvýšenú pozornosť.
- Kontroly musia byť aplikované systematicky, dôkladne na všetky časti systému, ktoré sú pravidelne udržiavané.
- Odborne spôsobilá osoba musí mať funkčné prístroje, zariadenia.
- Obsluha musí byť zodpovedajúco oprávnená zamestnávateľom na výkon zverených úloh.
- Akékoľvek práce vykonávané obsluhou musia, montážnou firmou byť v zhode s jej kompetenciami a v súlade s PED.
- Identifikovanie miest, kde potencionálny únik chladiva môže v budúcnosti nastať.

Literatúra:

- [1] BERGLÖF KLAS: Skúsenosti s experimentálnymi meraniami energetickej efektívnosti chladiacich zariadení v praxi. Zborník IIR, SZ CHKT, Papiernička 2004, 27-35 s., www.climacheck.sk.
- [2] BRAUN J.E.: Automated Fault Detection and Diagnostics for Vapor Compression Cooling Equipment. Purdue University: Ray W. Herrick Laboratories. 1997.
- [3] HAVELSKÝ, V.: Energetická efektívnosť aplikácií chladiacich obehov. Monografia. STU Bratislava 1999.
- [4] ROSSI, T.M. & J.E. BRAUN.: A statistical, rule-based fault detection and diagnostic method for vapor compression air conditioners, *International Journal of Heating, Ventilating, and Air Conditioning and Refrigerating Research* 3(1): 19-37. 1997.
- [5] KIM M., Design of a steady state detector for fault detection and diagnosis, *IJR* 31, 2008, p 790-806
- [6] Tomlein, P.: Metodika KTS. SZ CHKT, 2003.
- [7] TOMLEIN, P.: Inspection system on cooling circuits in Slovakia. In: IIR conference Compressors 2004. Papiernička 2004.
- [8] ZHYVYTSYA, A.: Continuous measurement of energy efficiency in refrigeration plant. IIR conference Compressors. Appendix of proceedings, Papiernička 2004.
- [9] STN EN 13313, 17024, 378, 2037/2000 ES, 2002/91 ES, Nariadenie 842/2006 na určité F- plyny, Leak-Check (Germany), EPEE logbook, RFID (Hungary) a STN EN 378 1-4