



PRIRUČNIK ZA INSTALACIJU I SERVISIRANJE TOPLOTNIH PUMPI

Vasil Eftimov
Saša Žigić
Goran Lalić

PRIRUČNIK ZA INSTALACIJU I SERVISIRANJE TOPLOTNIH PUMPI

Novi Sad
2024



Sprovedeno od strane:

giz Deutsche Gesellschaft
für Internationale
Zusammenarbeit (GIZ) GmbH



Република Србија
Министарство рударства и
енергетике

Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH

Registrovane kancelarije u Nemačkoj

Bonn i Eshborn

Friedrich-Ebert-Alle 36+40

53113 Bonn, Nemačka

T + 49 228 4460 0

F + 49 228 4460 17 66

Dag-Hammarskjöld-Weg 1-5

65760 Eschborn, Nemačka

T + 49 61 96 79 0

F + 49 61 96 79 11 15

Registrovana kancelarija u Srbiji

Beograd

Žorža Klemansoa 19, 4. sprat

11158, Beograd, Srbija

T + 381 11 3698 128 ext 25

F +381 11 3698 128

E: giz-serbien@giz.de

I: www.giz.de

I: www.nemackasaradnja.rs

Priručnik je izradila kompanija Energy Net za potrebe projekta Nemačke razvojne saradnje "Promocija obnovljivih izvora energije i energetske efikasnosti u Srbiji", koji sprovodi Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH u ime Saveznog ministarstva za ekonomsku saradnju i razvoj SR Nemačke (BMZ).

Ideje, stavovi i mišljenja izražena u ovom priručniku ne predstavljaju nužno ideje, stavove i mišljenje Nemačke organizacije za međunarodnu saradnju - Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH i ne obavezuju Organizaciju.

Nijedan deo ovog priručnika se ne može reprodukovati ili prenositi u bilo kojoj formi ili na bilo koji način, elektronski, mehanički ili drugačije, uključujući (ali ne samo ograničeno) na fotokopiranje, zapisivanje ili korišćenje informacija, istraživanje, bez pismene dozvole autora ili vlasnika autorskih prava.

Tiraž: 20 primeraka

PREDGOVOR

Udobnost radnog prostora, prostora u kojem živimo ili provodimo vreme se u današnje vreme retko može omogućiti bez uređaja za klimatizaciju. Poslednjih decenija, sve više se koriste toplotne pumpe, uređaji kojima se tokom leta hladi, a tokom zime greje prostor u kome ljudi žive, rade ili provode svoje slobodno vreme. Uz odgovarajuća tehnička rešenja i sisteme grejanja i hlađenja, one mogu pružiti komfor i užitak tokom sva četiri godišnja doba. Pored efekta hlađenja ili grejanja, toplotne pumpe se koriste i za pripremu sanitarne potrošne tople vode. U pojedinim gradovima zemalja Evropske Unije, toplotne pumpe se koriste i u sistemima centralnog gradskog grejanja, kao ekonomski isplativa nadogradnja postojećih ili revitalizovanih sistema, a takođe se sve više koriste i u industrijskim procesima za grejanje i pripremu tople vode.

Toplotne pumpe postaju sve popularnije u srpskim domovima poslednjih godina jer su energetske efikasne, investiciono manje zahtevan i praktičan način grejanja i hlađenja. Vazdušne toplotne pumpe mogu obezbediti efikasno grejanje i hlađenje domova, a kada je pravilno instalirana, vazdušna toplotna pumpa može da isporuči tri i više puta toplotne energije u odnosu na utrošenu električnu energiju. Dobar izbor sistema instalacije grejanja i proizvođača toplotne energije kao što je toplotna pumpa predstavlja osnovu za efikasnost i ekonomsku isplativost samog predviđenog sistema.

Ovaj priručnik je pripremljen da pruži smernice dobre prakse za izbor, instalaciju i održavanje najčešćeg tipa sistema toplotne pumpe za stambene objekte – kompaktne ili razdvojene toplotne pumpe vazduh-vazduh i vazduh-voda, koji se prvenstveno koriste za grejanje, hlađenje i pripremu tople sanitarne potrošne vode. I pored toga što se u određenim delovima priručnika pominju i ostali vidovi toplotnih pumpi kao što su zemlja-vazduh, zemlja-voda, industrijske toplotne pumpe, kanalske toplotne pumpe i sl, priručnik ne daje relevantne informacije za odabir instalacija i održavanje ovih toplotnih pumpi.

Priručnik je namenjen osobama koje se obučavaju za poslove instaliranja i servisiranja toplotnih pumpi. Upotreba imenica u muškom rodu (npr. instalater, serviser) u daljem tekstu je generičkog tipa, te se pod njima podrazumevaju osobe različitih rodnih identiteta.

Priručnik je izradila kompanija Energy Net u okviru projekta Nemačke razvojne saradnje "Promocija obnovljivih izvora energije i energetske efikasnosti u Srbiji", koji u partnerstvu sa Ministarstvom rudarstva i energetike Republike Srbije sprovodi Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH u ime Saveznog ministarstva za ekonomsku saradnju i razvoj SR Nemačke (BMZ).

Ideje, stavovi i mišljenja izražena u ovom priručniku ne predstavljaju nužno ideje, stavove i mišljenje Nemačke organizacije za međunarodnu saradnju - Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH i ne obavezuju Organizaciju.

SADRŽAJ

1.	UVOD	9.
1.1	Pojam i značaj OIE u realizaciji Zelene agende	9.
2.	OSNOVNE INFORMACIJE O TOPLOTNIM PUMPAMA	12.
2.1	Toplotne pumpe – osnovne informacije i podela	12.
2.2	Toplotne pumpe – trendovi na tržištu	15.
2.3	Kombinovanje/uparivanje toplotnih pumpi i obnovljivih izvora energije u cilju postizanja sveobuhvatnih rezultata	18.
3.	TOPLOTNE PUMPE – REGULATIVA I STANDARDI	19.
3.1	Evropska regulativa koja se odnosi na toplotne pumpe	19.
3.2	Nacionalno zakonodavstvo	25.
3.3	Standardi povezani sa toplotnim pumpama	36.
4.	VAZDUŠNE TOPLOTNE PUMPE	41.
4.1	Tipovi sistema	41.
4.2	Komponente vazdušnih toplotnih pumpi	45.
4.3	Princip rada vazdušne toplotne pumpe	46.
4.4	Efikasnost vazdušne toplotne pumpe	48.
4.5	Označavanje i energetske oznake	50.
4.6	Uticaj promene spoljašnje temperature na efikasnost vazdušne toplotne pumpe	51.
4.7	Uticaj otopljanja (defrosta) na efikasnost vazdušne toplotne pumpe	52.
5.	IZBOR VAZDUŠNE TOPLOTNE PUMPE NA OSNOVU PROJEKTOVANOG SISTEMA	53.
5.1	Koraci za pravilan izbor vazdušne toplotne pumpe	53.
5.2	Važnost pravilnog izbora veličine vazdušne toplotne pumpe	55.
5.3	Korak 1: Pregled zahteva	56.
5.4	Korak 2: Pregled sezonskih projektnih temperatura	60.
5.5	Korak 3: Pregled toplotnih opterećenja	65.
5.6	Korak 4: Izbor sistema koji najviše odgovara prethodnim zahtevima	69.

5.7	Korak 5: Lokacija – mesto postavljanja vazdušne toplotne pumpe	71.
5.8	Korak 6: Pregled zahteva koji se trebaju ispuniti pre instalacije	74.
6.	INSTALACIJA VAZDUŠNE TOPLOTNE PUMPE – MAŠINSKE I ELEKTRO INSTALACIJE	76.
6.1	Bezbednosne mere	76.
6.2	Materijali i alati za mašinske instalacije	81.
6.3	Kontrolna lista pre instalacije	82.
6.4	Instalacija spoljašnje jedinice	84.
6.5	Instalacija unutrašnje jedinice	87.
6.6	Povezivanje spoljašnje i unutrašnje jedinice	88.
6.7	Test pod pritiskom – test čvrstoće i test nepropustljivosti	119.
6.8	Vakuumiranje sistema	126.
6.9	Punjenje sistema rashladnim fluidom	131.
6.10	Obeležavanje sistema i priprema izveštaja za mašinske instalacije	134.
6.11	Povezivanje elektro instalacije na spoljašnjoj i unutrašnjoj jedinici	138.
6.12	Obeležavanje povezivanja na elektro instalacije	142.
7.	TESTIRANJE, PRIPREMA ZA PUŠTANJE U RAD, PUŠTANJE U RAD I OBUKA OPERATERA	143.
7.1	Kontrolna lista pre puštanja u rad vazdušne toplotne pumpe	143.
7.2	Provera elektro instalacije	145.
7.3	Puštanje vazdušne toplotne pumpe u probni rad i provera radnih parametara	146.
7.4	Obuka operatera	151.
7.5	Priprema izveštaja za puštanje u rad i primopredaja toplotne pumpe	153.
8.	ODRŽAVANJE I SERVISIRANJE VAZDUŠNE TOPLOTNE PUMPE	157.
8.1	Redovno održavanje toplotne pumpe – napomene za operatera	157.
8.2	Priprema kontrolne liste za redovno održavanje	160.
8.3	Servisiranje toplotne pumpe i vođenje evidencije o servisnim aktivnostima	168.
9.	NAJČEŠĆI IZAZOVI I PRIMERI DOBRE PRAKSE	204.
9.1	Najčešći izazovi prilikom instalacije i servisiranja TP	204.
9.2	Primeri dobre prakse	207.

Lista tabela	210.
Lista slika	212.
Spisak srpskih i evropskih regulativa	217.
Hronološki pregled nacionalnog zakonodavstva	219.
Korišćena literatura	221.

1. UVOD

1.1 Pojam i značaj OIE u realizaciji Zelene agende

Zelena agenda, poznata i kao Evropski zeleni dogovor iz 2019. godine, predstavlja inicijativu Evropske unije (EU) usmerenu ka postizanju ekološke održivosti, smanjenju emisije gasova sa efektom staklene bašte, i prelasku na ekonomiju koja koristi resurse na održiv način. Ova ambiciozna politika ima za cilj da EU postane prvi kontinent koji će imati neutralan „karbonski otisak“ do 2050. godine. Sastoji se od 5 strateških ciljeva: konkurentna ekonomija znanja, društveni razvoj i kvalitet života, održivo okruženje i vredni prirodni resursi, čista energija i klimatske akcije, zeleni život i održivo korišćenje resursa.

Zelena agenda se pokriva svojim principima 5 glavnih zona delovanja:

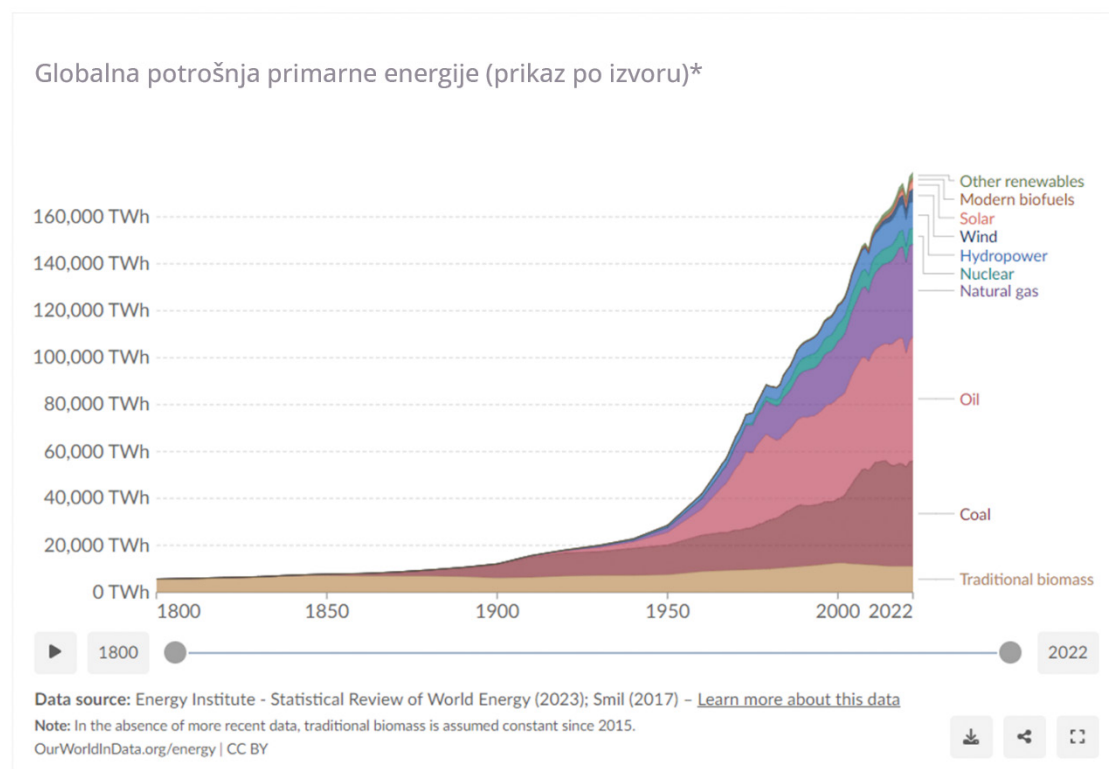
- Dekarbonizacija: klima, energija, mobilnost,
- Cirkularna ekonomija,
- Smanjenje i sprečavanje zagađenja vazduha, vode i zemljišta
- Održivost proizvodnje hrane i ruralnih oblasti i
- Biodiverzitet, zaštita i obnova ekosistema

Prema jednom od stanovišta, ključni elementi Zelene agende uključuju:

1. Smanjenje emisije gasova sa efektom staklene bašte: Postizanje cilja neutralnog „karbonskog otiska“ do 2050. godine znači značajno smanjenje emisije ovih GHG gasova, posebno ugljen-dioksida.
2. Obnovljivu energiju: Povećanje korišćenja obnovljivih izvora energije, kao što su sunce, vetar, geotermalna i biomasa, u cilju smanjenja upotrebe fosilnih goriva i smanjenja zavisnost od neobnovljivih izvora energije.
3. Energetsku efikasnost: Poboljšanje energetske efikasnosti u različitim sektorima, sa ciljem smanjenja ukupne potrošnje energije.
4. Održivu poljoprivredu: Podrška održivim poljoprivrednim praksama, sa fokusom na smanjenje upotrebe pesticida, promociju organske proizvodnje i očuvanje biodiverziteta.
5. Cirkularnu ekonomiju: Podsticanje cirkularne ekonomije putem smanjenja otpada, recikliranja i ponovnog korišćenja materijala, čime se minimizira negativan uticaj na životnu sredinu.
6. Transport: Unapređenje održivih vidova transporta, uključujući električna vozila, poboljšane javne prevozne sisteme i podršku alternativnim modalitetima prevoza.
7. Očuvanje biodiverziteta: Implementacija mera zaštite biodiverziteta i obnavljanje ekosistema kako bi se sačuvala biološka raznolikost.
8. Zelene tehnologije: Podsticanje inovacija i istraživanja u oblasti zelenih tehnologija koje doprinose smanjenju ekološkog otiska i podržavaju tranziciju ka održivoj ekonomiji.
9. Socijalnu pravičnost: Osiguranje da tranzicija ka održivosti bude socijalno pravična, uz poseban naglasak na obuci radne snage za nove zelene poslove.

Dostupnost energije je promenila tok i tempo napretka čovečanstva tokom poslednjih nekoliko vekova. Na prvom mestu, otkriveni su i u upotrebu stavljeni novi izvori energije – pre svega neka fosilna goriva, a zatim i nuklearna, hidroenergija, a onda i drugi oblici obnovljive energije. Nadalje, tehnološki razvoj i inovacije su veoma pozitivno uticale na količinu koju možemo da proizvedemo i potrošimo.

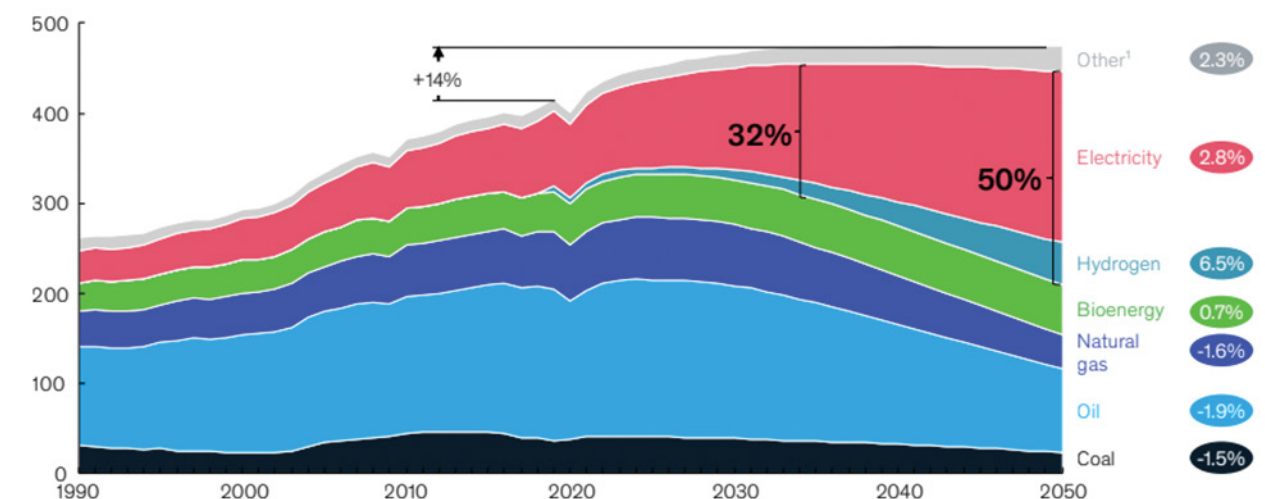
Energetski sistem se dramatično transformisao od industrijske revolucije. Druga polovina 20. veka je donela značajno povećanje u globalnoj potrošnji energije. Taj porast je nastao u najvećoj meri zahvaljujući fosilnim gorivima. Porast broja stanovnika (2022. godine globalna populacija je premašila 8 milijardi ljudi) dodatno je uticao na porast potreba za energijom, kroz potrebu za stanovanjem, radom, transportom.



Uprkos intenzivnim privrednim aktivnostima i porastu broja stanovnika, predviđa se da će globalna potrošnja energije prvo usporiti rast, a zatim se i stabilizovati u narednim decenijama. Nakon perioda stagnacije, predviđa se negativan trend, u najvećoj meri prouzrokovao intenzivnom tranzicijom ka visokoj energetske efikasnosti i obnovljivim izvorima energije.

Udeo električne energije u finalnoj potrošnji predviđa se da će porasti sa oko današnjih 20% na oko 40% 2050. godine. Ovakvo udvostručenje potrošnje električne energije, zajedno sa porastom potrošnje vodonika je projektovano da supstituiše potrošnju fosilnih goriva, koja bi upravo mogla biti oko 40% niža u 2050. u poređenju sa 2020. godinom.

Globalna potrošnja finalne energije u mln TJ (prikaz po izvoru 1990 - 2050)**

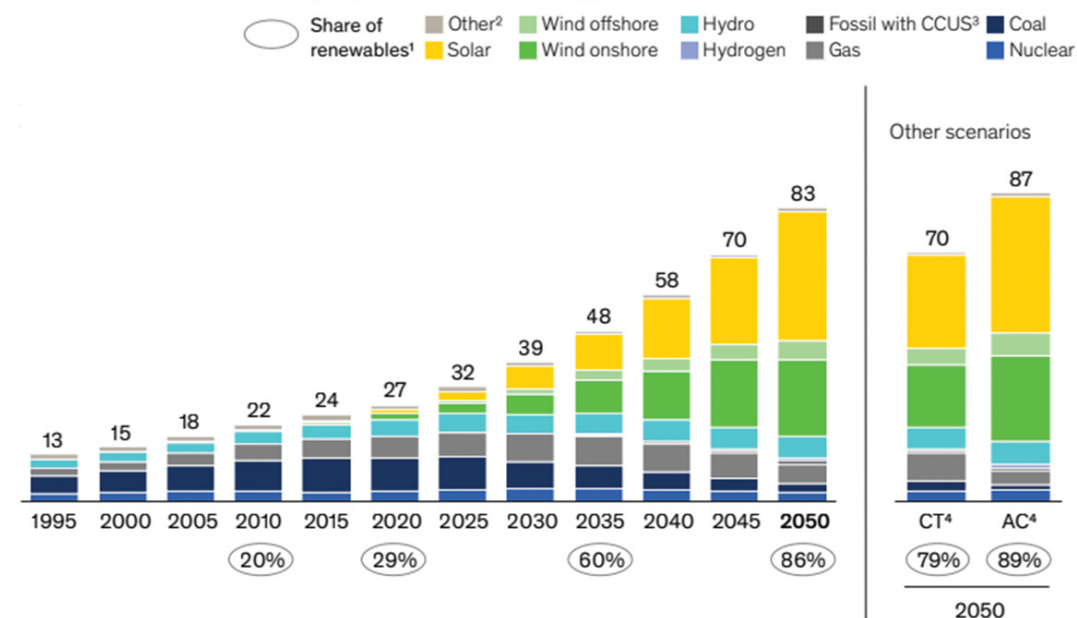


Izvor: <https://www.mckinsey.com/~/media/McKinsey/Industries/Oil%20and%20Gas/Our%20Insights/Global%20Energy%20Perspective%202022/Global-Energy-Perspective-2022-Executive-Summary.pdf>

Od obnovljivih izvora energije se očekuje da postanu glavni pokretač i da preuzmu dominaciju u globalnom miksu, čineći 50% ukupne energije do 2030. godine i 85% - 90% do 2050. godine. Izgradnja solarnih elektrana i vetroparkova koja je intenzivirana u protekloj deceniji, pre svega je podstaknuta pozitivnom legislativom, usaglašenim nacionalnim stavovima koji podrazumevaju podršku zelenoj agendi, tehnološki naprednijim rešenjima i nižim cenama opreme u poređenju sa postrojenjima koja koriste fosilna goriva.

Obnovljivi izvori energije (OIE) imaju ključnu ulogu u ostvarivanju Zelene agende i postizanju ciljeva održivosti, smanjenju emisije gasova sa efektom staklene bašte i tranziciji ka društvu sa smanjenim karbonskim otiskom. Njihov značaj može se videti primarno kroz značajan uticaj na energetske mikse i skretanje fokusa i smanjenje zavisnosti od fosilnih goriva. Na taj način se direktno doprinosi smanjenju zagađenja vazduha i smanjenju rizika od klimatskih promena. Takođe, uticaj OIE je značajan i kada je diverzifikacija energetske mikse i povećanje energetske sigurnosti. Stavljanje akcenta na OIE doprinosi i porastu inovacija, tehnoloških patenata i startapova u oblasti solara, vetrogeneratora, sistema za skladištenje energije. Ukupni očekivani uticaj povećanog fokusa na OIE na globalnu mapu radnih mesta ogleda se kroz pojavljivanje između 35 i 40 miliona novih radnih mesta, primarno u oblasti OIE, ali dodatno i u oblasti upravljanja prenosnom mrežom i nekim drugim komplementarnim sferama. Povećanje energetske efikasnosti je zapravo druga strana iste medalje i potpuno je logična posledica svih aktivnosti u zoni OIE. Zaustavljanje rasta potrošnje energije je moguće samo kroz ogroman fokus na rast energetske efikasnosti i smanjenje energetske intenziteta.

Globalna proizvodnja primarne energije (prikaz po izvoru)***



Izvor: <https://www.mckinsey.com/~media/McKinsey/Industries/Oil%20and%20Gas/Our%20Insights/Global%20Energy%20Perspective%202022/Global-Energy-Perspective-2022-Executive-Summary.pdf>

Do 2030. godine, dakle u narednih 6-7 godina cilj je da se utrostruči proizvodnja energije iz OIE. Da bi se to postiglo neophodno je da se ubrzaju aktivnosti u sledećim oblastima:

- Unapređenje infrastrukture i upravljanja sistemom – modernizacija i proširivanje energetske mreže,
- Legislativa i regulatorni akti – Unapređenje postojećih i donošenje novih, afirmativnih zakona i akata
- Međunarodna saradnja – Unapređenje i intenziviranje saradnje država u oblasti održivosti, finansiranja, lanaca snabdevanja, tehnologija i inovacija, regionalnih elektro-energetskih projekata i sl.
- Lanci snabdevanja, veštine i znanja – Kreiranje otpornih lanaca snabdevanja i prevazilaženje problema koji su dovodili do nestašica, insistiranje na kulturi edukacije i obrazovanja i povećanja globalne baze znanja
- Finansije – Povećanje kapaciteta za finansiranje u rezidencijalnoj, javnoj i korporativnoj zoni i olakšano pristupanje fondovima za razvoj OIE

2. OSNOVNE INFORMACIJE O TOPLOTNIM PUMPAMA

2.1 Toplotne pumpe – osnovne informacije i podela

Godinama u nazad toplotne pumpe su uglavnom predstavljane kao loše rešenje za grejanje i hlađenje na teritoriji Evrope, shodno tome nisu uzimane u razmatranje i često su odbacivane kao potencijalno rešenje. Postavljala su se pitanja o njihovoj sposobnosti da zagrevaju domove starije gradnje gde su se primenjivali sistemi visoko temperaturnog grejanja kao i zgrade u hladnijim područjima, a tehnologija je često bila definisana kao preskupa da bi uopšte bila razmatrana kao glavna opcija i otud je na samom početku odbačena kao opcija.

U proteklih 15-tak godina, mnoštvo studija ukazalo je na netačnost ovih negativnih pretpostavki, naglašavajući sposobnost toplotnih pumpi da greju i hlade sve tipove domova i zgrada, bez obzira na spoljašnju temperaturu, i da značajno smanjuju potrošnju, a samim tim i račune za energiju.

Dok naučne studije ukazuju na pogoršanje klimatske krize širom sveta i sve veću potrebu za smanjenjem emisije gasova sa efektom staklene bašte, naučnici, inženjeri i stručnjaci iz industrije vide toplotne pumpe kao ključno rešenje za klimatske promene i rešenje za energetska i ekološka krizu.

Toplotne pumpe značajno smanjuju količinu emisije gasova sa efektom staklene bašte. Dvadeset miliona toplotnih pumpi instaliranih u Evropi danas predstavlja 54 miliona tona manje gasova sa efektom staklene bašte u atmosferi, što je otprilike ekvivalentno godišnjim emisijama Grčke. Procenjuje se da bi povećanje i ubrzanje primene toplotnih pumpi smanjilo emisiju ugljenika iz stambenih zgrada u EU za 46 procenata do 2030. i time bi omogućilo Evropi da ispuni svoje klimatske obaveze.

Poslednjih godina toplotne pumpe su postale sve popularniji izbor za grejanje i hlađenje u domovima na teritoriji Srbije, jer su energetska efikasna i ekonomski isplativiji način grejanja, hlađenja i pripreme sanitarne tople vode.

Korišćenjem relativno male količine električne energije, toplotna pumpa može izvući toplotnu energiju sa jedne lokacije – obično spoljašnjeg vazduha – i preneti je na drugu lokaciju (unutrašnji vazduh ili voda) kako bi obezbedila grejanje. Obrnutim procesom može se obezbediti hlađenje.

Povećana i rasprostranjenija primena toplotnih pumpi omogućila je potrošačima lakši i dostupniji pristup informacijama i podacima o toplotnim pumpama. Na osnovu dostupnijih informacija krajnji korisnici se sada lakše opredeljuju za njih kao primarni i pouzdaniji izvor toplotne energije u odnosu na druga tehnička rešenja za grejanje ili hlađenje.

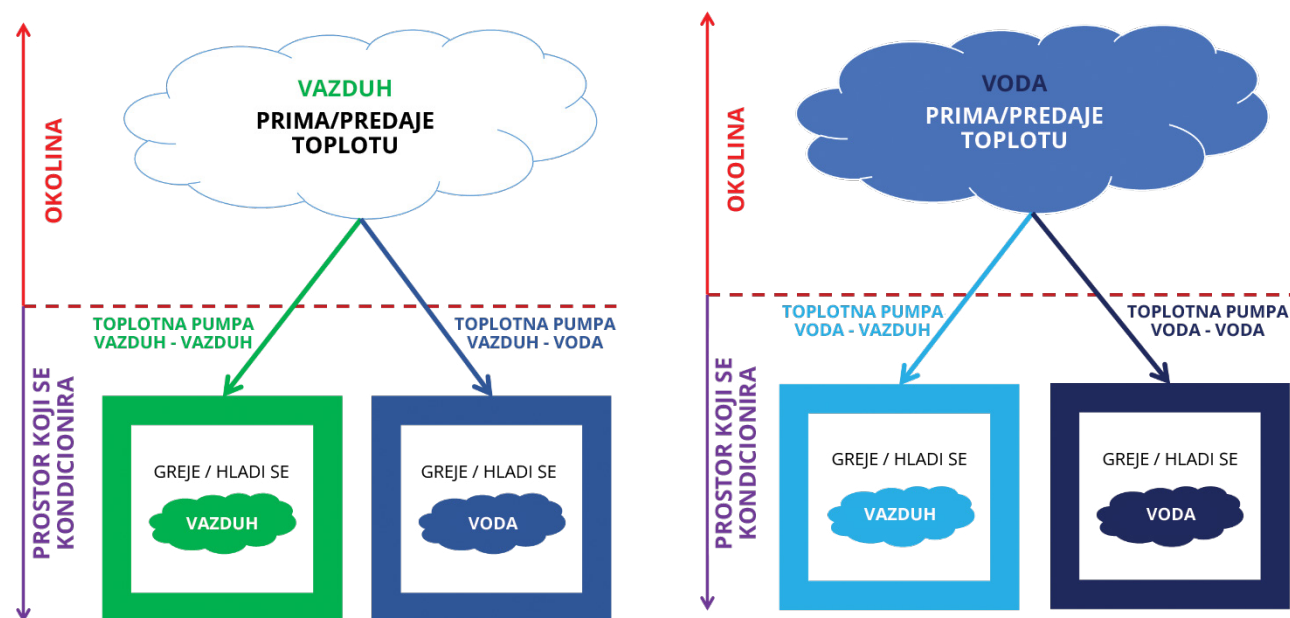
Toplotne pumpe treba da postanu pristupačna, atraktivna i standardna primarna opcija za potrošače. Međutim, proces poređenja različitih opcija toplotnih pumpi, biranja instalatera, dobijanje odobrenja i kvalifikovanje za relevantne subvencije, ukoliko postoje, može biti veoma složen i dugotrajan proces.

Potrošači treba da budu u mogućnosti da na osnovu pravih i tačnih informacija odaberu da li je njihova kuća pripremljena za toplotnu pumpu ili ne. To uključuje informacije o procedurama instalacije, obimu potrebnih radova, početnim (investicionim) i operativnim (eksploatacionim) troškovima, mogućnostima finansiranja, kao i korisničkim iskustvima. Kvalifikovani instalater ili drugi kvalifikovani profesionalac trebalo bi da može da pruži ove informacije potrošačima.

Dobar dizajn i instalacija su veoma značajni za efikasnost sistema za grejanje i hlađenje toplotnom pumpom. Instalacija toplotne pumpe može biti složen zadatak, koji zahteva temeljno razumevanje sistema za grejanje, ventilaciju i klimatizaciju (HVAC sistema) i električnih priključaka. Komplikovanija priroda procesa instalacije naglašava važnost angažmana kvalifikovanih instalatera koji se bave ovim poslom. Jako je bitno da lokalni instalater poseduje znanje, iskustvo i stručnost neophodne da obezbedi besprekornu i efikasnu instalaciju. Od procene specifičnih zahteva za grejanje i hlađenje prostora do pravilnog dimenzionisanja i pozicioniranja toplotne pumpe¹, instalateri pažljivo planiraju i izvode instalaciju, uzimajući u obzir faktore kao što su sami cevni vodovi toplotne pumpe, električna kompatibilnost i optimalno postavljanje. Poveravanje instalacije kvalifikovanom instalateru ne samo da obezbeđuje ispravno funkcionisanje toplotne pumpe već i bezbrižnost, znajući da je sistem instaliran pravilno pri čemu su poštovani bezbednosni standardi.

Podela toplotnih pumpi

Kad pričamo o podeli toplotnih pumpi, pre svega one se dele prema okolini od koje rashladni fluid prima ili predaje toplotu. Podela toplotnih pumpi prikazana je na sledećoj slici:



Slika 1: Podela toplotnih pumpi

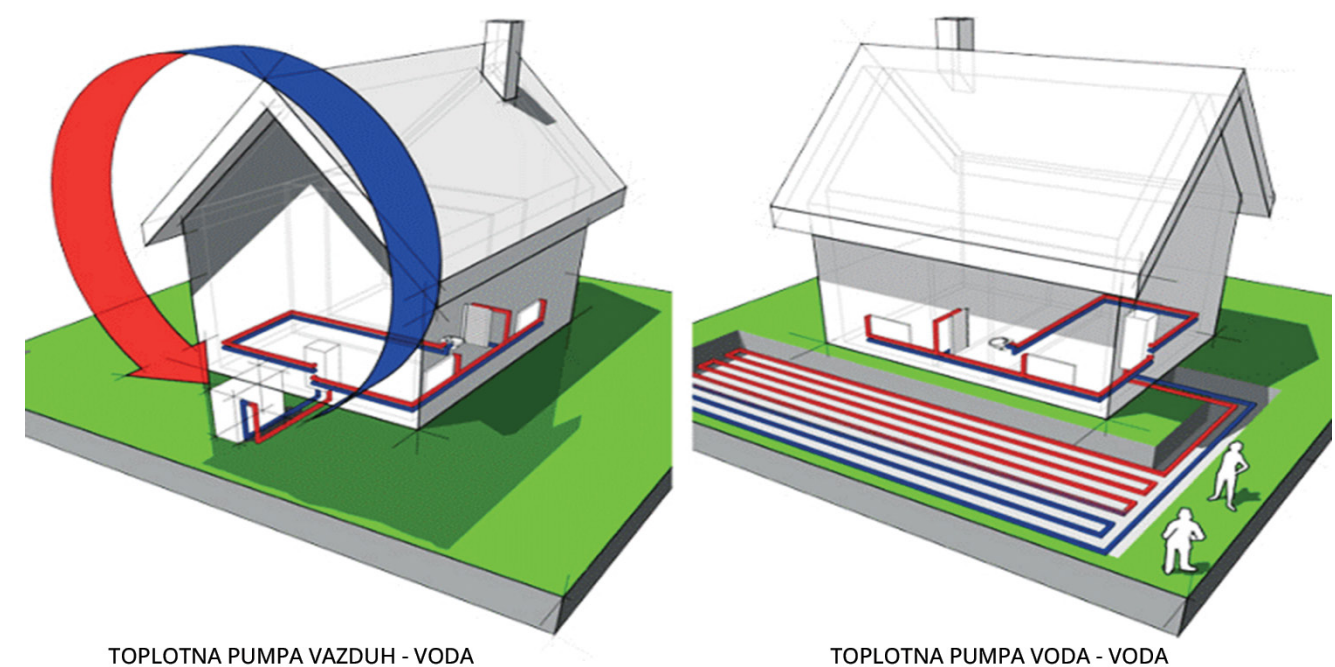
Toplotne pumpe čija je okolina koja prima/predaje toplotu vazduh nazivaju se vazdušne toplotne pumpe.

Toplotne pumpe čija je okolina koja prima/predaje toplotu voda nazivaju se vodene toplotne pumpe.

¹ Pravilno dimenzionisanje (proračun) potrebnih kapaciteta za grejanje i hlađenje, odabir sistema kao i način vođenja cevni vodova je posao za ovlašćenog / licenciranog projektanta.

Ponekad u praksi može se čuti izraz "geotermalna toplotna pumpa". Geotermalne toplotne pumpe su vodene toplotne pumpe kod kojih voda koja prima/predaje toplotu u krugu okoline dolazi iz zemlje (iz bunara) ili se cirkulacioni krug u kojem voda cirkuliše nalazi u zemlji i prima/predaje toplotu zemlji.

Primer toplotne pumpe vazduh – voda i toplotne pumpe voda – voda prikazani su na sledećoj slici:



Slika 2: Toplotna pumpa vazduh – voda i toplotna pumpa voda – voda

2.2 Toplotne pumpe – trendovi na tržištu

Prodaja toplotnih pumpi prema dostupnim podacima iz 21 zemlje Evrope ima trend konstantnog rasta u poslednjih 15 godina. Prodajom tri miliona toplotnih pumpi širom Evrope u 2022. godini postignut je novi rekord prodaje. Uz pretpostavku da je životni vek toplotne pumpe približno 20 godina, uz pravilno održavanje i korišćenje, trenutno u Evropi broj toplotnih pumpi iznosi oko 19,79 miliona, od kojih se oko 17,86 miliona koristi za grejanje prostora. Uzimajući u obzir da u Evropi ima oko 120 miliona stambenih zgrada, tržišni udeo toplotnih pumpi u fondu zgrada je preko 16%.

U tabeli ispod prikazana je prodaja toplotnih pumpi u Evropi u periodu 2005-2022. i ukupan broj toplotnih pumpi u upotrebi u istom periodu.

Tabela 1: Prodaja toplotnih pumpi i broj toplotnih pumpi u upotrebi prema podacima iz 21 evropske zemlje²

² Izvor EHPA market report 2023 (European Heat Pump Association (EHPA) - Evropsko udruženje za toplotne pumpe)

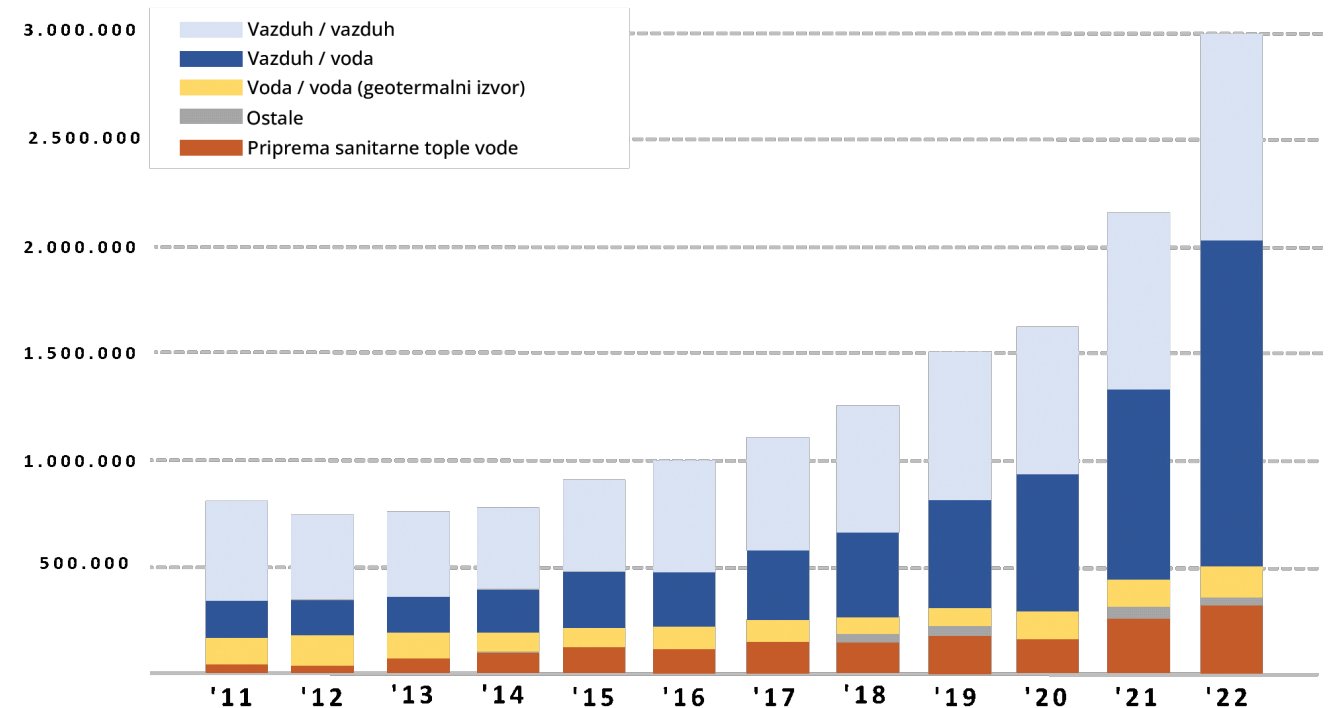
Godina	Broj prodatih toplotnih pumpi	Broj toplotnih pumpi u upotrebi
2005.	446.037	1,1 milion
2006.	502.965	1,6 miliona
2007.	572.840	2,17 miliona
2008.	804.457	2,98 miliona
2009.	731.482	3,71 milion
2010.	788.605	4,5 miliona
2011.	802.660	5,3 miliona
2012.	743.883	6,03 miliona
2013.	757.142	6,78 miliona
2014.	791.538	7,55 miliona
2015.	892.809	8,43 miliona
2016.	999.682	9,41 milion
2017.	1,12 miliona	10,50 miliona
2018.	1,27 miliona	11,74 miliona
2019.	1,51 milion	13,21 milion
2020.	1,6 miliona	14,77 miliona
2021.	2,16 miliona	16,87 miliona
2022.	3 miliona	19,79 miliona

Faktori koji doprinose porastu prodaje toplotnih pumpi su:

- Današnje toplotne pumpe mogu da pokriju širi temperaturni opseg. One uspevaju da stabilno rade sa konstantnim kapacitetom na -25°C, pri čemu na efikasan način i sa uspehom obezbeđuju zagrevanje vode na 65°C. To je omogućilo njihovu primenu i ugradnju u mnogo većem broju objekata u poslednjoj deceniji. Hibridni sistemi omogućavaju primenu toplotnih pumpi čak i kad pričamo o renoviranju postojećih objekata.
- Potreba za ubrzanjem energetske tranzicije u sektoru grejanja i hlađenja promoviše toplotne pumpe kao jedno od najprihvatljivijih rešenja. Standardi koji se odnose na energetske performanse zgrada ograničavaju primenu i upotrebu maksimalne količine toplote po kvadratnom metru, nalažu integraciju obnovljive energije i favorizuju pametne zgrade. Ovo je često podržano institucionalnim i finansijskim subvencijama koje olakšavaju razvoj tržišta.

- Kontinuirani porast prodaje rezultira nižim cenama samih toplotnih pumpi koje se materijalizuju na nivou komponenti i proizvoda. Brz porast instalacije fotonaponskih sistema (solarnih elektrana) takođe utiče na tržište toplotnih pumpi jer korišćenje električne energije iz sopstvene proizvodnje u kombinaciji sa sistemom toplotne pumpe obezbeđuje veoma jeftin izvor energije za grejanje, hlađenje ili proizvodnju sanitarne tople vode u zgradama.

Sledeća slika prikazuje trendove u prodaji različitih tipova toplotnih pumpi u periodu od 2011. do 2022. godine:



Slika 3: Prodaja toplotnih pumpi prema tipu toplotne pumpe³

Predstavljeni dijagram pokazuje da osamdeset i više procenata prodatih toplotnih pumpi su tipa vazduh/vazduh ili vazduh/voda.

Evropska Unija planira instalaciju dopunskih 60 miliona toplotnih pumpi do kraja 2030. kao deo agende zelene tranzicije.

Ispunjenje ciljeva podrazumeva prevazilaženje stavova kao što su:

- Instalater nije upoznat sa tehnologijom toplotnih pumpi i ne mora nadograditi svoje znanje da bi imao/la stalan prihod.
- Investicija — vreme i troškovi obuke — da postanete sertifikovani instalater toplotne pumpe je predugo ili preskupo ili nerentabilno.
- Kupci nisu svesni prednosti toplotnih pumpi što dovodi do nedostatka potražnje za njihovom ugradnjom.

³ Izvor EHPA market report 2023 (European Heat Pump Association (EHPA) - Evropsko udruženje za toplotne pumpe)

Ovaj priručnik je pripremljen na način da omogući prevazilaženje ovih barijera pružajući informacije o instalaciji i servisiranju toplotnih pumpi. Pošto vazdušne toplotne pumpe zauzimaju najveći tržišni udeo, fokus ovog priručnika je stavljen na vazdušne toplotne pumpe.

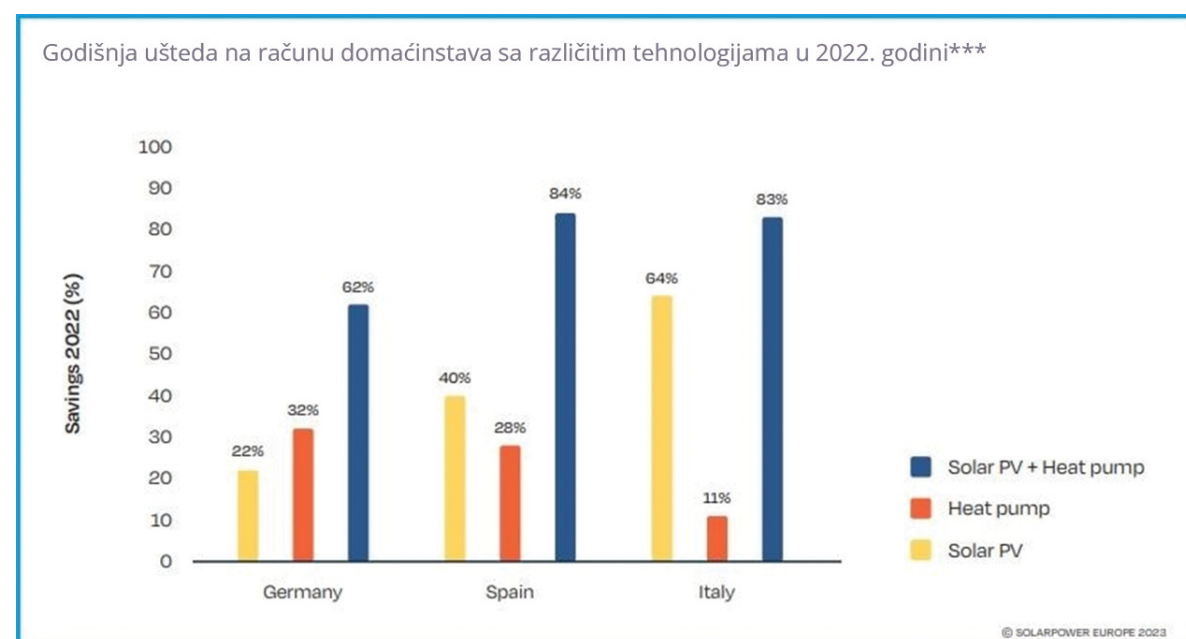
2.3 Kombinovanje/uparivanje toplotnih pumpi i obnovljivih izvora energije u cilju postizanja sveobuhvatnih rezultata

Grejanje i hlađenje čine oko polovinu globalne potrošnje finalne energije i u najvećem procentu učestvuju u ukupnoj potrošnji energije i odgovorni su za više od 40% globalne emisije ugljen-dioksida.

S obzirom na sveukupan pravac razvoja energetike, intenziviranje potrošnje električne energije i povećanje udela OIE, potpuno je logična ambicija da se na globalnom nivou povežu energetska efikasnost i solari, kao jedan od izvora OIE sa najvećom stopom rasta. To povezivanje će najefikasnije biti u oblasti grejanja i hlađenja, pa je uparivanje toplotnih pumpi, kao energetska efikasna uređaja i solarnih elektrana bilo prirodno i očekivano. Dodatno, globalno zagrevanje i povećanje prosečne temperature, iako je posledica emisije štetnih gasova, za kolateralan pozitivan efekat ima povećanje energetske efikasnosti toplotnih pumpi, kojima najviše odgovara spoljna temperatura iznad 0°C.

U najoptimalnijem režimu rada, toplotna pumpa za utrošen 1 kW električne energije oslobađa od 3 do 5 kW toplotne ili rashladne energije. Na taj način ovaj uređaj aktivno utiče na smanjenje potrošnje ukupne energije, na smanjenje emisije štetnih gasova, na smanjenje troškova za energiju (posebno je važno u Srbiji, budući da su tokom 2022. i 2023. nekoliko puta poskupeli prirodni gas i električna energija).

Merenja sprovedena u određenim zemljama Evropske Unije su pokazala da su domaćinstva koja su „uparila“ toplotnu pumpu i solarnu elektranu ostvarila od 62% do 84% manje troškove za energente, u odnosu na domaćinstva koja su za grejanje koristila prirodni gas i nisu imala solarnu elektranu.



Izvor: <https://balkangreenenergynews.com/eu-households-with-solar-panels-combined-with-heat-pumps-save-up-to-84/>

Osnovne prednosti sistema koji podrazumeva uparivanje toplotne pumpe i solarne elektrane su:

- Smanjivanje troškova za električnu energiju (supstitucija alternativnih, skupljih izvora energije, ukoliko se prelazi sa grejanja na fosilna goriva).
- Grejanje i hlađenje jednim uređajem. Toplotna pumpa je visoko energetska efikasan uređaj koji može da radi i u režimu grejanja i u režimu hlađenja.
- Smanjenje uticaja porasta cena energenata na kućni budžet. Smanjena potrošnja energije za postizanje željenog rezultata, značajno pozitivno utiče na smanjenje negativnog uticaja rastućih cena energenata.
- Visoka energetska efikasnost. Toplotna pumpa u optimalnom režimu rada troši 1 jedinicu energije iz mreže, emitujući tj. oslobađajući u isto vreme 3-5 jedinica energije (za grejanje ili hlađenje) u prostor.
- Smanjenje emisije štetnih gasova. Solarna elektrana prilikom rada ne oslobađa nikakve štetne materije i radi nečujno, dok toplotna pumpa troši izuzetno malu.
- Pospešivanje upotrebe obnovljivih izvora energije. Širenje svesti o važnosti OIE je veoma važno.
- Smanjivanje lokalne i regionalne zavisnosti od fosilnih goriva. Elektrifikacija, posebno ona koja se temelji na solarnoj energiji, dovodi do smanjenja potrošnje fosilnih goriva i zavisnosti od istih.
- Očuvanje prirodnih resursa. Nekontrolisana eksploatacija neobnovljivih izvora energije, posebno biomase, ima izrazito negativan dugoročan uticaj na ekosistem i dostizanje eventualne karbonske neutralnosti.
- Redukovanje opterećenja elektro mreže. Solarne elektrane supstituišu jedan deo električne energije iz mreže i na taj način doprinose smanjenju opterećenja iste.
- Potencijalni podsticaji i subvencije. Na nacionalnom i lokalnom nivou su mogući podsticaji isključivo za sisteme koji su energetska efikasni i štite životnu sredinu. Toplotne pumpe i solarne elektrane su upravo takvi uređaji.

3. TOPLOTNE PUMPE – REGULATIVA I STANDARDI

3.1 Evropska regulativa koja se odnosi na toplotne pumpe

Najvažnija regulativa u Evropskoj Uniji koja pokriva područje rashladnih, klimatizacionih uređaja uključujući i toplotne pumpe je regulativa EU 517/2014 poznatija kao F-gas regulativa.

Uredba EU 517/2014

Uredba EU 517/2014 (zamenila je prethodnu uredbu EU 842/2006) daje pravni okvir za korišćenje uređaja koji sadrže fluorovane gasove sa efektom staklene bašte, a u vezi sa aktivnostima kao što je stavljanje u promet i rad sa rashladnim, klimatizacionim uređajima i toplotnim pumpama i to:

- Član 3 – Sprečavanje emisije fluorovanih gasova sa efektom staklene bašte
- Član 4 – Provere curenja
- Član 6 – Evidencija opreme i provere curenja
- Član 8 – Izvlačenje (sakupljanje) rashladnih fluida
- Član 10 – Obuka i sertifikacija servisera
- Član 11 – Ograničenja i stavljanje na tržište

- Član 12 – Obeležavanje i informacije o proizvodu i opremi
- Član 15 – Smanjenje količine fluorovanih gasova sa efektom staklene bašte stavljenih na tržište
- Član 16 – Dodele kvota za stavljanje na tržište fluorovanih gasova sa efektom staklene bašte
- Član 19 – Izveštavanje o proizvodnji, uvozu, izvozu, upotrebi sirovina i uništavanju fluorovanih gasova sa efektom staklene bašte

Obaveze operatera i serviseri rashladnih, klimatizacionih uređaja i toplotnih pumpi prema uredbi EU 517/2014 prikazane su u tabeli ispod.

Tabela 2: Obaveze operatera i serviseri rashladnih, klimatizacionih uređaja i toplotnih pumpi prema uredbi EU 517/2014

MERE	Stacionarni rashladni, klimatizacioni uređaji i toplotne pumpe			
	A	B	C	D
Prevenција curenja i popravke u najbržem roku (član 3)	✓	✓	✓	✓
Instalacija, servisiranje i održavanje opreme od strane sertifikovanih serviseri i firmi (član 3)	✓	✓	✓	✓
Frekvencija provere curenja od strane sertifikovanih serviseri (član 4)		12m*	6m*	3m*
Instalacija sistema za detekciju curenja koji se proverava najmanje jednom u periodu od 12 meseci (član 3)				✓
Evidencija opreme (član 6)		✓	✓	✓
Izvlačenje fluorovanih gasova pre finalnog odlaganja R & HVAC uređaja, ili pre održavanja i servisiranja R & HVAC uređaja od strane sertifikovanog serviseri (član 8 i član 10)	✓	✓	✓	✓
Obeležavanje rashladne, klimatizacione opreme i toplotne pumpe (član 12)	✓	✓	✓	✓

A < 5 ; B < 50 ; C < 500 ; D ≥ 500 tona ekvivalenta CO₂

* Ako su stacionarna rashladna, klimatizaciona oprema i toplotne pumpe opremljeni sa sistemom za detekciju curenja, frekvencija provere je 24 meseca / 12 meseci / 6 meseci.

U odnosu na rashladne fluide koji se mogu koristiti kod rashladnih, klimatizacionih uređaja i toplotnih pumpi zbog negativnih uticaja rashladnih fluida na životnu sredinu regulativa EU 517/2014 prema članu 3, propisuje određene zabrane stavljanja na tržište opreme koja koristi rashladne fluide sa visokim GWP-om⁴. Najbitnije zabrane prikazane su u tabeli ispod:

Tabela 3: Zabrane za stavljanje u promet rashladne, klimatizacione opreme i toplotne pumpe u skladu sa Aneksom 3 uredbe EU 517/2014

TIP UREĐAJA		Datum zabrane
Kućni frižideri i zamrzivači koji sadrže fluorovane gasove sa GWP > 150		1. januar 2015. god.
Frižideri i zamrzivači za komercijalnu upotrebu (hermetički zatvorena oprema)	GWP > 2500	1. januar 2020. god.
	GWP > 150	1. januar 2022. god.
Stacionarna rashladna oprema, koja sadrži, ili čije funkcionisanje zavisi od fluorovanih gasova sa efektom staklene bašte osim opreme namenjene za hlađenje proizvoda na temperaturi ispod – 50°C	GWP > 2500	1. januar 2020. god.
	GWP > 150	1. januar 2022. god.
Višepakovani centralizovani rashladni sistemi za komercijalnu upotrebu sa kapacitetom od 40 kW ili više koji sadrže ili čije funkcionisanje zavisi od fluorovanih gasova sa efektom staklene bašte, sa GWP > 150, osim u primarnom rashladnom krugu kaskadnih sistema gde fluorovani gasovi sa efektom staklene bašte sa GWP < 1500 mogu da se koriste		1. januar 2022. god.
Pokretna oprema za klimatizaciju (hermetički zatvorena oprema koju krajnji korisnik pomera između prostorija) koja sadrži fluorovane gasove sa efektom staklene bašte sa GWP > 150		1. januar 2020. god.
Split sistemi za klimatizaciju koji sadrže manje od 3 kg fluorovanih gasova sa efektom staklene bašte, koji sadrže ili čije funkcionisanje zavisi od fluorovanih gasova sa efektom staklene bašte sa GWP > 7001		1. januar 2025. god.

U januaru 2024. usvojena je nova F-gas regulativa EU 2024/573 koja će zameniti regulativu EU 517/2014. Nova F-gas regulativa EU 2024/573 stupila je na snagu 11. marta 2024.

U novoj F-gas regulativi u odnosu na stavljanje opreme i proizvoda koji sadrže fluorovane gasove sa efektom staklene bašte poseban je deo koji se odnosi na uređaje za klimatizaciju i toplotne pumpe. Tako u Aneksu 4 prema članu 11 finalnog predloga predviđene su sledeće zabrane u odnosu na uređaje za klimatizaciju i toplotne pumpe:

⁴ GWP – Global warming potential = potencijal globalnog zagrevanja

Aneks 4 predviđa zabranu za više vrsta uređaja koji sadrže fluorovane gasove sa efektom staklene bašte. Deo zabrane koji se nalazi u finalnom predlogu a odnosi se na uređaje za klimatizaciju i toplotne pumpe prikazan u tabeli ispod.

Tabela 4: Zabrane za stavljanje u promet klimatizacione opreme i toplotne pumpe u skladu sa novom F-gas regulativom EU 2024/573

TIP UREĐAJA STACIONARNI UREĐAJI ZA KLIMATIZACIJU I TOPLOTNE PUMPE		Datum zabrane
(8) Samostalni uređaji za klimatizaciju i toplotne pumpe, osim čilera:	- Samostalni sobni ili mobilni klima uređaji koji se prenose od strane operatera i koji sadrže HFC sa GWP-om od 150 ili više	1. januar 2020. god.

TIP UREĐAJA STACIONARNI UREĐAJI ZA KLIMATIZACIJU I TOPLOTNE PUMPE		Datum zabrane
(8) Samostalni uređaji za klimatizaciju i toplotne pumpe, osim čilera:	- Samostalni sobni, monoblok klima uređaji ili druge vrste nezavisnih toplotnih pumpi , maksimalnog kapaciteta do uključujući 12 kW koji sadrže fluorovane gasove sa efektom staklene bašte, sa GWP od 150 ili više, osim u slučajevima kada je potrebno poštovati propisane mere bezbednosti. Kada mere bezbednosti na mestu instalacije ne dozvoljavaju upotrebu alternativnih ili fluorovanih gasova sa GWP-om od 150 ili manje, granica GWP je 750.	1. januar 2027. god.
	- Samostalni sobni, monoblok klima uređaji ili druge vrste samostalnih toplotnih pumpi , maksimalnog kapaciteta do 12 kW uključujući i koje sadrže fluorovane gasove sa efektom staklene bašte, osim u slučajevima kada je potrebno ispuniti propisane mere bezbednosti. Kada mere bezbednosti na mestu instalacije ne dozvoljavaju upotrebu alternativnih ili fluorovanih gasova sa GWP-om od 150 ili manje, granica GWP je 750.	1. januar 2032. god.
	- monoblok klima uređaji ili drugi tipovi nezavisnih toplotnih pumpi , maksimalnog kapaciteta većeg od 12 kW ali ne većeg od 50 kW, koji sadrže fluorovane gasove sa efektom staklene bašte, sa GWP od 150 ili više, osim u slučajevima kada je potrebno poštovati propisane mere bezbednosti. Kada mere bezbednosti na mestu instalacije ne dozvoljavaju upotrebu alternativnih ili fluorovanih gasova sa GWP-om od 150 ili manje, granica GWP je 750.	1. januar 2027. god.

(9) Split uređaji za klimatizaciju i toplotne pumpe:	- Ostali nezavisni klima uređaji i toplotne pumpe koje sadrže fluorovane gasove sa efektom staklene bašte, sa GWP od 150 i više, osim u slučajevima kada je potrebno poštovati propisane mere bezbednosti. Kada mere bezbednosti na mestu instalacije ne dozvoljavaju upotrebu alternativnih ili fluorovanih gasova sa GWP-om od 150 ili manje, granica GWP je 750.	1. januar 2030. god.
	- Mali mono split sistemi , koji sadrže manje od 3 kg. fluorovanih gasova sa efektom staklene bašte, navedeni u Aneksu 1, koji sadrže ili čiji se rad se oslanja na fluorovane gasove sa efektom staklene bašte navedene u Aneksu 1 sa GWP od 750 ili više.	1. januar 2025. god.
	- Split sistemi vazduh-voda kapaciteta do i uključujući kapacitete od 12 kW, ili čiji rad se oslanja na fluorovane gasove sa efektom staklene bašte, sa GWP od 150 ili više, osim u slučajevima kada je potrebno poštovati propisane mere bezbednosti.	1. januar 2027. god.

TIP UREĐAJA STACIONARNI UREĐAJI ZA KLIMATIZACIJU I TOPLOTNE PUMPE		Datum zabrane
(9) Split uređaji za klimatizaciju i toplotne pumpe:	- Split sistemi vazduh-vazduh kapaciteta do i uključujući kapacitete od 12 kW, ili čiji rad se oslanja na fluorovane gasove sa efektom staklene bašte, sa GWP od 150 ili više, osim u slučajevima kada je potrebno poštovati propisane mere bezbednosti.	1. januar 2027. god.
	- Split sistemi kapaciteta do i uključujući kapacitete 12 kW, čiji rad podržavaju fluorovane gasove sa efektom staklene bašte, osim u slučajevima kada je potrebno ispuniti propisane mere bezbednosti.	1. januar 2035. god.
	- Split sistemi snage veće od 12 kW, čiji rad se oslanja na fluorovane gasove sa efektom staklene bašte, sa GWP od 750 ili više, osim u slučajevima kada je potrebno ispuniti propisane mere bezbednosti.	1. januar 2029. god.
	- Split sistemi snage veće od 12 kW, čiji rad se oslanja na fluorovane gasove sa efektom staklene bašte, sa GWP od 150 i više, osim u slučajevima kada je potrebno ispuniti propisane mere bezbednosti.	1. januar 2033. god.

O važnosti toplotnih pumpi i planovima Evropske Unije već je bilo reči u prvom poglavlju. Pored toga što Evropska Unija smatra da su toplotne pumpe rešenje za grejanje i hlađenje, kroz novu F-gas regulativu Evropske Unije, kao deo svoje zelene agende, obraća se pažnja na upotrebu alternativnih rashladnih fluida koji nemaju visoke potencijale globalnog zagrevanja.

Šira upotreba toplotnih pumpi zahteva kvalifikovane instalatere i servisere. Druga regulativa koja je pored regulative EU 517/2014 bitna za kvalifikaciju i sertifikaciju serviseru je Implementaciona Uredba 2015/2067.

Implementaciona Uredba EU 2015/2067

Implementaciona Uredba 2015/2067 (u skladu sa Uredbom 517/2014) definiše minimalne zahteve i uslove za međusobno priznavanje sertifikacije fizičkih lica u vezi sa stacionarnom opremom za hlađenje, klimatizacijom, toplotnim pumpama, rashladnim jedinicama hladnjača i prikolica, koji sadrže fluorovane gasove sa efektom staklene bašte i za sertifikaciju kompanija u vezi sa stacionarnim rashladnim uređajima, opremom za klimatizaciju i toplotnih pumpi, koja sadrži fluorovane gasove sa efektom staklene bašte.

Pored regulative koje se odnose na instalaciju, održavanje i servisiranje, kao i deinstalaciju i trajno odlaganje rashladnih, klimatizacionih uređaja i toplotnih pumpi i sertifikaciju instalatera i serviseru, postoje i direktive koje se odnose na bezbednost proizvoda i opreme.

Direktiva o mašinama 2006/42/ES

Direktiva o mašinama 2006/42/ES (engl. *EU Machinery Directive 2006/42/EC*) je uvedena da bi se postavili široki bezbednosni ciljevi za proizvođače i distributere širokog spektra mehaničke opreme. Ova Direktiva EU o mašinama zahteva od proizvođača da pokažu da su njihovi proizvodi u skladu sa različitim propisima EU koji se odnose na mašine koje proizvode.

Nezavisna sertifikaciona tela pomažu proizvođačima u procesu testiranja i mogu pomoći u odobravanju njihovih proizvoda. Nakon odobrenja, na proizvod se može staviti CE⁵ znak, koji dozvoljava distribuciju u EU i Evropskom ekonomskom prostoru (EEA).

Usklađenost sa Evropskom direktivom o mašinama 2006/42/ES **je obavezna** za svakog proizvođača ili distributera koji se nada da će prodati svoje proizvode u EU ili EEA. Nepoštovanje može dovesti do novčanih kazni, povlačenja proizvoda i može dovesti do zabrane distribucije u Evropi.

⁵ CE znak je oznaka koja se postavlja na uređajima i označava da su uređaji bezbedni za upotrebu i da su izrađeni u skladu sa deklarisanim direktivama, uredbama i harmonizovanim standardima koji se primenjuju u EU.

Direktiva 2014/68/EU za Opremu pod pritiskom

Direktiva za Opremu pod pritiskom 2014/68/EU (engl. *Pressure Equipment Directive - PED*) koja zamenjuje staru direktivu broj 97/23/EC, pruža obavezne smernice za projektovanje, proizvodnju i ocenjivanje usaglašenosti opreme pod pritiskom čija vrednost premašuje maksimalno dozvoljeni pritisak iznad 0,5 bar (manometarski).

Direktiva 2014/35/EU za električnu opremu za upotrebu u određenim granicama napona

Ova Direktiva pokriva električnu opremu dizajniranu za upotrebu u određenim granicama napona koja je nova za tržište Unije kada se stavi na tržište; odnosno radi se o novoj električnoj opremi proizvođača sa sedištem u Uniji ili o električnoj opremi, bilo novoj ili polovnoj, uvezenoj iz treće zemlje.

Direktiva o elektromagnetnoj kompatibilnosti (EMC) 2014/30/EU

(EMC) Direktiva 2014/30/EU ograničava elektromagnetne emisije iz opreme kako bi se osiguralo da, kada se koristi kako je predviđeno, takva oprema ne ometa radio i telekomunikacije, kao ni drugu opremu. Direktiva takođe reguliše otpornost takve opreme na smetnje i nastoji da obezbedi da ovu opremu ne ometaju radio emisije, kada se koristi kako je predviđeno.

Direktiva 2014/34/EU za opremu i zaštitne sisteme namenjene za upotrebu u potencijalno eksplozivnim atmosferama

Direktiva 2014/34/EU (poznata i kao ATEX direktiva) u Evropskoj uniji (EU) definiše obavezne smernice za usaglašavanje sa osnovnim zahtevima za opremu koja se koristi u potencijalno eksplozivnim okruženjima. Ova Direktiva obuhvata opremu i zaštitne sisteme koji se koriste za sprečavanje paljenja eksplozivne atmosfere.

3.2 Nacionalno zakonodavstvo

Srbija je zemlja koja još uvek nije ali pretenduje da postane zemlja članica Evropske Unije. Prema ovome Srbija je u obavezi da uskladi nacionalno zakonodavstvo i regulativu sa regulativom Evropske Unije. Danom ulaska u EU, važeća regulativa EU biće usklađena sa nacionalnim zakonodavstvom i sve ono što je bilo gore navedeno, važiće i za Srbiju.

Nacionalno zakonodavstvo koje pokriva instalaciju i servisiranje toplotnih pumpi, kako i obaveze koje proizlaze iz nacionalnog zakonodavstva predstavljene su u nastavku ovog priručnika.

Uredbi o postupanju sa fluorovanim gasovima sa efektom staklene bašte iz 2013. godine, kao i o uslovima za izdavanje dozvola za uvoz i izvoz tih gasova

("Službeni glasnik RS", br. 120 od 31. decembra 2013, 44 od 8. juna 2018 - dr. zakon)

Uredba o postupanju sa fluorovanim gasovima sa efektom staklene bašte kao i o uslovima za izdavanje dozvola za uvoz i izvoz tih gasova, pripremljena je prema evropskoj uredbi EU 842/2006⁶. Uredba propisuje obaveze uvoznika supstanci, uvoznika opreme i proizvoda koji sadrže ili čiji se rad bazira na fluorovanim gasovima sa efektom staklene bašte i instalatera i servisera opreme i uređaja kao i operatera rashladnih, klimatizacionih uređaja i toplotnih pumpi.

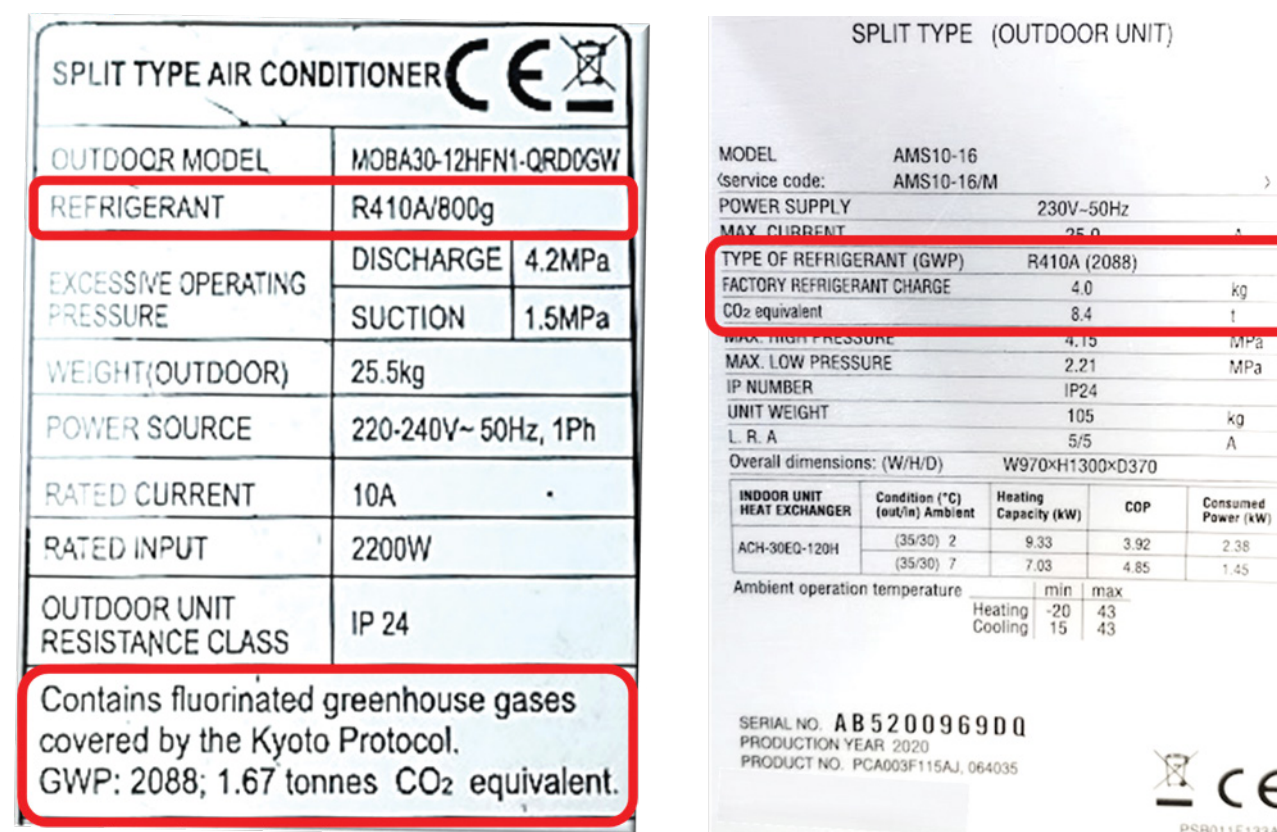
U nastavku navedene su neke od obaveze koje proizlaze iz uredbe o postupanju sa fluorovanim gasovima sa efektom staklene bašte kao i o uslovima za izdavanje dozvola za uvoz i izvoz tih gasova, kao što su:

- Pravna lica i preduzetnici koji uvoze ili izvoze fluorovane gasove moraju da poseduju dozvolu Ministarstva nadležnog za zaštitu životne sredine, za koju je potrebno da se podnese zahtev (Obrazac 1, prilog 3).
- Pravna lica i preduzetnici koji su uvoznici ili izvoznici proizvoda i (ili) opreme koji sadrže fluorovane gasove, na osnovu uredno podnetog zahteva (obrazac 3) dobijaju dozvolu od Ministarstva, koja važi do kraja tekuće godine. Izveštaj o realizovanom uvozu i izvozu opreme dostavlja se Ministarstvu na obrascu 6, zajedno sa carinskim deklaracijama i fakturom isporučioaca do 31. decembra tekuće godine (član 10).
- Obeležavanje proizvedene ili uvezene opreme ili proizvoda pre prvog stavljanja u promet (član. 11) treba da sadrži informacije:

1. "OPASNOST: sadrži fluorovani gas sa efektom staklene bašte; izbegavati ispuštanje sadržaja u životnu sredinu; nakon prestanka upotrebe odlagati supstancu kao opasan otpad";
2. Navesti rashladni fluid korišćenjem naziva iz standarda (npr. R-410A);
3. Navesti količinu rashladnog fluida u kg, kao i vrednosti GWP za taj gas (član 11, stav 9);
4. "Hermetički zatvoreno" ako odgovara opisu (čl.3, st.16) – sa stopom ispuštanja manjom od 3 g godišnje, pod pritiskom najmanje jednakom četvrtini maksimalno dozvoljenog pritiska. Iste informacije treba da budu i u Uputstvu za upotrebu tih proizvoda-opreme.

⁶ Uredba EU 517/2014 stavila je izvan upotrebe prethodnu uredbu o fluorovanim gasovima sa efektom staklene bašte EU 842/2006

Primeri obeležavanja opreme prikazani su na slici ispod.



Slika 4: Primeri oznake na uređaju

Mesto trajne čitljive oznake na opremi je uz fabričke pločice sa nazivom proizvoda ili uz servisno mesto za punjenje/sakupljanje gasa, nije navedeno na samoj fabričkoj tablici kao na primerima.

Prema uredbi, Ministarstvo dodeljuje evidencioni broj i dokaz o upisu u evidenciju koju vodi u elektronskom obliku za sledeće činioce koje se bave uvozom fluorovanih gasova sa efektom staklene bašte ili opreme i uređaje koje sadrže fluorovane gasove sa efektom staklene bašte. Evidencioni broj se dodeljuje za:

1. uvoznike rashladnih fluida,
2. uvoznike opreme,
3. instalatere-servisere opreme i održavanja,
4. servisiranje,
5. sakupljanje,
6. obnavljanje,
7. obrađivanje gasa ili njegovo termičko tretiranje.

Pravno lice ili preduzetnik može da se obriše iz evidencije ako se inspeksijskim nadzorom utvrdi da je prestao da ispunjava uslove propisane ovom uredbom.

Servisna preduzeća i preduzetnici koji obavljaju delatnosti montaže, održavanja, servisiranja, provere ispuštanja rashladnih fluida, njihovo sakupljanje i isključivanje iz upotrebe opreme sa rashladnim fluidima moraju da poseduju trogodišnju dozvolu Ministarstva za rad iz delatnosti sa fluorovanim gasovima (član 16). Da bi to dobili, moraju da imaju:

1. Zaposlene sa odgovarajućim Sertifikatom,
2. Dokaz o posedovanju minimuma tehničkih alata za obavljanje delatnosti, Prilog 4 Uredbe.

Dozvole za rad se izdaju na tri godine, sa mogućnošću produženja, pre isteka roka, a spisak izdatih dozvola se objavljuje na internet stranici Ministarstva.

Servisu je moguće oduzeti dozvolu, odnosno ne mora mu se produžiti važenje dozvole, ako je inspekcijским nadzorom utvrđeno da je prestao da ispunjava uslove propisane Uredbom.

Prema Uredbi o postupanju sa fluorovanim gasovima sa efektom staklene bašte iz 2013. godine, kao i o uslovima za izdavanje dozvola za uvoz i izvoz tih gasova („Službeni glasnik“, br. 120/13) operater opreme ima zakonsku obavezu da u godišnjem izveštaju prijavi podatke o opremi, da obezbedi sakupljanje rashladnog fluida iz opreme i da proveri ispuštanje freona iz sistema, a koje mora da obavlja kvalifikovano lice, odnosno sertifikovan serviser.

Дефиниција Оператер – корисник опреме према члану 3, став 25, је да је оператер опреме или система правно лице или предузетник који обезбеђује техничко функционисање опреме или система. Ако није могуће идентификовати оператера опреме (или система), за обавезе оператера дефинисане Уредбом одговоран је власник опреме (или система).

Obaveza operatera u skladu sa uredbom su:

✓ Provera ispuštanja

Proveru ispuštanja (curenja) gasa iz opreme (član 17, u rashladnom/klimatizacionom sistemu i toplotnim pumpama) vrši sertifikovani serviser u sledećim situacijama

- 3 kg ≤ punjenje < 30 kg - provera na ispuštanje jedanput u 12 meseci
- 6 kg ≤ punjenje < 30 kg - provera na ispuštanje jedanput u 12 meseci - важи за hermetički затворене системе (definicija za „hermetički“ je data u članu 3, tačka 16);
- 30 kg ≤ punjenje < 300 kg – provera najmanje jednom u 6 meseci (a ako ima fiksni automatski detektor isticanja na 12 meseci; tačnost detektora se kontroliše jednom u 12 meseci);
- punjenje ≥ 300 kg – najmanje jednom u 3 meseca (a uz fiksni automatski detektor isticanja na 6 meseci; tačnost automatskog detektora se kontroliše jednom u 12 meseci)

Popravka sistema (za tačke 3 i 4) će se obaviti najkasnije za 14 dana od uočenog ispuštanja ili provere. U Obrazac 10, Prilog 3, potrebno je da serviser izvrši upis o aktivnosti i o količini i vrsti dopunjenog gasa. Ponovna provera posle utvrđenog ispuštanja/popravke je u roku od 30 dana od aktivnosti.

✓ Zahtevi za tehničke alate serviser

U Prilogu 4 uredbe dati su minimalni zahtevi za tehničke alate serviser, i to:

- za proveru ispuštanja iz sistema sa 3 kg i više fluorovanih gasova sa efektom staklene bašte (ako su hermetički zatvoreni sistemi i obeleženi kao takvi onda sa 6 kg i više) • за монтажу, одржавање и сервисирање система са мање од 3 kg гаса (ако су херметички онда са мање од 6 kg);
- за montažu, održavanje i servisiranje sistema sa više od 3 kg gasa (ako su hermetički onda sa 6 kg i više), uključujući i proveru ispuštanja svake opreme koja podrazumeva prekid rashladnog kola (npr. sa fluorescentnom bojom);
- za sakupljanje iz sistema sa manje od 3 kg gasa (ako su hermetički onda sa manje od 6 kg);
- za sakupljanje iz sistema sa više od 3 kg gasa.

Provere ispuštanja upisuju se u obrascu 10 iz Uredbe o fluorovanim gasovima („Službeni glasnik“, br. 120/13), odnosno obrascu iz Uredbe o supstancama koje oštećuju ozonski omotač („Službeni glasnik“, br. 114/13).

U Prilogu 5 Uredbe date su procedure za proveru na ispuštanje gasa iz opreme:

A) direktnih metoda: 1) detektori isticanja (curenja) gasa, 2) primena ultraljubičaste tečnosti ili boje koje obavlja serviser sa sertifikatom A1 kategorije, 3) test sapunicom.

B) indirektnih metoda: 1) vidljivo ispuštanje, npr. mrlje ulja na podu ili ulje-prašina na rashladnoj instalaciji, 2) merenje pritiska, 3) merenje temperature, 4) merenje jačine električne struje.

✓ Sakupljanje, obnavljanje, obrada rashladnih fluida

Postupanje sa rashladnim fluidima je definisano ovom uredbom. Pojmovi koji se koriste za postupanje sa rashladnim fluidima su sakupljanje, obnavljanje i obrada.

Sakupljanje (engl. *recovery*) je prikupljanje i skladištenje fluorovanih gasova sa efektom staklene bašte iz proizvoda i opreme ili cilindara prilikom održavanja ili servisiranja ili pre njihovog odlaganja (član 3, tačka 10).

Obnavljanje (engl. *recycling*) je ponovna upotreba sakupljenih fluorovanih gasova sa efektom staklene bašte nakon osnovnog postupka prečišćavanja (član 3, tačka 11).

Obrada (engl. *reclaim*) je ponovna prerada sakupljenog fluorovanog gasa sa efektom staklene bašte do karakteristika utvrđenih za prvi put korišćeni gas, uzimajući u obzir njegovu predviđenu namenu.

Uredbom se propisuje sledeće:

- Operateri su dužni da obezbede da se fluorovani gasovi sa efektom staklene bašte iz opreme sakupe tokom održavanja ili servisiranja ili prilikom isključivanja iz upotrebe stacionarnih proizvoda i opreme, i to: rashladne i klimatizacione opreme; toplotnih pumpi; opreme koja sadrži rastvarače; sistema za zaštitu od požara; aparata za gašenje požara, kao i opreme za visokonaponsko prekidanje (član 14, tačka 1).
- Sakupljene količine fluorovanih gasova sa efektom staklene bašte moraju se, u slučaju da je to tehnički i ekonomski opravdano, obnoviti i/ili obraditi i ponovo koristiti. Supstance koje se ne mogu obnoviti i/ili obraditi moraju se odložiti ili termički tretirati, u skladu sa propisima kojima se uređuje upravljanje otpadom (član 14, tačka 3).
- Na kraju životnog veka oprema se isključuje iz upotrebe i odlaže na otpad, a iz nje se, pre konačnog odlaganja, sakupljaju fluorovani gasovi, obnavljaju – ako je moguće ili obrade (do ponovnog prvobitnog kvaliteta čistoće kao pre prve upotrebe (engl. *virgin refrigerant*). Sakupljene količine gasa koje se ne mogu dalje koristiti, tretiraju se u skladu sa propisima iz oblasti upravljanja otpadom (npr. član 15 govori o otpadnom ulju).
- Centar za sakupljanje, obnavljanje obradu i ponovno stavljanje na tržište kontrolisanih supstanci i fluorovanih gasova sa efektom staklene bašte, mora da ima dozvolu za rad Ministarstva (član 23). Dozvola za rad izdata centru za reciklažu može da se oduzme ako se inspeksijskim nadzorom utvrdi da nisu ispunjeni propisani uslove. Tada je servis je dužan da privremeno uskladišti gas ako ga ne može obnoviti na licu mesta. Spisak privremenih skladišta objavljuje se na internet stranici Ministarstva.
- Centar izdaje serviseru, odnosno operateru „Potvrdu o preuzetim količinama” i „Rezultate izvršene analize”. Centar stavlja na tržište obnovljene ili obrađene fluorovane gasove sa efektom staklene bašte sa ciljem dalje upotrebe. Obrađeni gas mora da bude čistoće kao pre prve upotrebe.
- Centar pri plasmanu obrađenog rashladnog fluida izdaje uverenje o kvalitetu fluorovanih gasova sa efektom staklene bašte za svaki cilindar fluorovanog gasa sa efektom staklene bašte koji se ponovo stavlja u promet, bilo da je supstanca obnovljena ili obrađena, sa oznakom naziva supstance i značajnim fizičko-hemijskim svojstvima, kao što su: čistoća u wt%, sadržaj vode u wt% i sadržaj kiselina u wt%, kao i nazivom i adresom centra gde je obavljena delatnost obnavljanja ili obrade.

✓ Instalacija, održavanje ili servisiranje i isključivanje iz upotrebe proizvoda i/ili opreme koji sadrže ili se oslanjaju na fluorovane gasove sa efektom staklene bašte

Pravna lica i preduzetnici koji obavljaju delatnost instalacije, održavanja ili servisiranja i provere ispuštanja stacionarne rashladne i klimatizacione opreme i toplotnih pumpi koji sadrže ili se oslanjaju na fluorovane gasove sa efektom staklene bašte, sakupljanja fluorovanih gasova sa efektom staklene bašte iz te opreme i isključivanja iz upotrebe rashladne i klimatizacione opreme i toplotnih pumpi koji sadrže ili se oslanjaju na fluorovane gasove sa efektom staklene bašte (servis), pribavljaju dozvolu Ministarstva, u skladu sa zakonom (član 16 uredbe).

Dozvola se izdaje na osnovu zahteva, uz koji se podnose sledeća dokumenta:

- 1) kopija uverenja o podacima upisanim u Registar privrednih subjekata;
- 2) kopije odgovarajućih sertifikata za zaposlene koji obavljaju delatnosti (sertifikat za zaposlene servisere⁷);
- 3) dokaz o posedovanju tehničkih alata za obavljanje delatnosti predviđenih dozvolom, iz Priloga 4 uredbe (Prilog 4: Minimalni zahtevi za tehničke alate koje su pravna lica i/ili preduzetnici u obavezi da poseduju u cilju dobijanja dozvole iz člana 16 uredbe).

Ministarstvo može zahtevati dodatne podatke, informacije ili dokumentaciju za izdavanje dozvole.

Dozvola se izdaje na rok od tri godine i može se produžiti za naredne tri godine.

Ako se aplicira za dozvolu za rad na sistemima koji rade i sa HCFC i sa HFC rashladnim fluidima, onda se podnose dva zahteva i plaćaju se posebno dve takse.

Uredba o sertifikaciji lica koja obavljaju određene delatnosti u vezi sa supstancama koje oštećuju ozonski omotač i određenim fluorovanim gasovima sa efektom staklene bašte („Službeni glasnik RS”, br, 24/16).

Ova uredba je delimično usklađena sa odredbama Uredbe Evropske komisije (EC) broj 303/2008 o minimalnim zahtevima i uslovima za sertifikaciju preduzeća i lica koja obavljaju delatnosti u vezi sa rashladnom stacionarnom opremom, klima uređajima i toplotnim pumpama koji sadrže određene fluorovane gasove sa efektom staklene bašte i Uredbe EC broj 307/2008 o minimalnim zahtevima i uslovima za sprovođenje i priznavanje obuke lica koja obavljaju delatnost sakupljanja fluorovanih gasova sa efektom staklene bašte iz klima uređaja mobilnih sistema klimatizacija (engl. **Mobile Air Conditioning - MAC**). Programi po kojima se sertifikuju lica u EU u skladu su sa Uredbom EC 308/2008 zbog međusobnog kasnijeg (potencijalnog) priznavanja sertifikata unutar EU.

⁷ Sertifikacija serviseru je u skladu sa Uredbom o sertifikaciji lica koja obavljaju određene delatnosti u vezi sa supstancama koje oštećuju ozonski omotač i određenim fluorovanim gasovima sa efektom staklene bašte

Sertifikat A (koji ima oblik rešenja) na zahtev serviseru izdaje Ministarstvo i vodi se elektronska evidencija u Ministarstvu i objavljuje se na internet stranici Ministarstva. Odnosi se na pojedince koji su instalateri, serviseri i rade na proveru ispuštanja iz rashladne, klimatizacione opreme i toplotnih pumpi, i koji su sakupljači supstanci koje oštećuju ozonski omotač (reciklari fluida i kompresorskih ulja) i rade sa određenim fluorovanim gasovima sa efektom staklene bašte. Sertifikat A važi za sledeće kategorije:

- A-I kategorija – za sve poslove;
- A-II kategorija – servisiranje rashladnih uređaja sa manje od 3 kg supstance (ili 6 kg supstance za hermetički zatvorene uređaje) i sakupljanje svih količina rashladne supstance, provera na ispuštanje rashladne supstance opreme sa 3 kg i više (ili 6 kg i više za hermetički zatvorene sisteme bez prekida rashladnog kruga);
- A-III kategorija – sakupljanje rashladne supstance (za punjenja sistema manja od 3 kg);
- A-IV kategorija – proverava ispuštanja za punjenja sistema od 3 kg ili više (ili 6 kg rashladnog fluida kod hermetički zatvorenih instalacija bez prekida rashladnog kruga).

Potvrdu o završenoj obuci za sertifikat A izdaje centar (ustanova) za obuku koja ispunjava uslove propisane članom 5 uredbe.

Za izdavanje sertifikata A potrebno je uz zahtev dostaviti i:

- 1) potvrdu o završenoj obuci,
- 2) potvrdu o položenom ispitu (izdaje centar/ustanova za obuku),
- 3) fotokopiju ili očitano ličnu kartu,
- 4) dokaz o završenom osnovnom stručnom obrazovanju ili dokaz o najmanje tri godine prakse iz oblasti koja odgovara vrsti sertifikata A,
- 5) uverenje o državljanstvu Republike Srbije,
- 6) dokaz o zaposlenju kod pravnog lica ili preduzetnika i
- 7) dokaz o uplaćenju administrativnoj taksi (u skladu sa zakonom kojim se uređuju republičke administrativne takse).

Sertifikat B – serviseri za klimatizacione sisteme motornih vozila tipa M1 i N1 (samo pohađanje obuke je dovoljan uslov). Rešenja važi 5 godina, a Ministarstvo elektronski vodi evidenciju.

Potvrdu o završenoj obuci za sertifikat B centar (ustanova) za obuku koja ispunjava uslove propisane članom 11 uredbe.

- 1) potvrdu o uspešno završenoj obuci,
- 2) fotokopiju ili očitano ličnu kartu,
- 3) uverenje o državljanstvu Republike Srbije,
- 4) dokaz o zaposlenju kod pravnog lica ili preduzetnika i
- 5) dokaz o uplaćenju administrativnoj taksi.

Sertifikat A, odnosno sertifikat B, se može oduzeti na predlog inspektora za zaštitu životne sredine.



KAKO POSTATI INSTALATER I SERVISER TOPLOTNIH PUMPI

U skladu sa Uredbom o sertifikaciji lica koja obavljaju određene delatnosti u vezi sa supstancama koje oštećuju ozonski omotač i određenim fluorovanim gasovima sa efektom staklene bašte, da bi se lice bavilo instalacijom, odražavanjem i servisiranjem toplotnih pumpi potrebno je da:

- Ima završeno osnovno stručno obrazovanje ili najmanje tri godine prakse u oblasti instalacije ili servisiranja toplotnih pumpi
- Prođe obuku za sticanje sertifikata A kategorije I ili A kategorije II u nekim od centara za obuku koji su prepoznati sa strane Ministarstva zaštite životne sredine
- Položi ispit koji se sprovodi u centrima za obuku
- Obezbediti sertifikat kategorije A-I ili kategorije A-II izdat sa strane Ministarstva zaštite životne sredine.



NAPOMENA

Posedovanjem sertifikata A kategorije I lice ima dozvolu da instalira, održava i servisira sve vrste toplotnih pumpi.

Sertifikatom A kategorije II lice ima dozvolu da instalira, održava i servisira toplotne pumpe čije punjenje rashladnim fluidom nije veće od 3 kilograma ili 6 kilograma ukoliko toplotna pumpa nema rastavljivih spojeva i označena je kao takva.

Pravilnik o bezbednosti mašina ("Službeni glasnik RS", br. 58 od 22. juna 2016, 21 od 6. marta 2020.)

Ovim pravilnikom propisuju se bitni zahtevi za zaštitu zdravlja i bezbednosti koji se odnose na projektovanje i izradu mašina, kao i drugi zahtevi i uslovi koji moraju biti ispunjeni za njihovo stavljanje na tržište i/ili upotrebu; sadržina Deklaracije o usaglašenosti mašine i Deklaracije o ugradnji delimično završene mašine; sadržina tehničke dokumentacije; postupci za ocenjivanje usaglašenosti; zahtevi koje mora da ispuni telo za ocenjivanje usaglašenosti da bi bilo imenovano za ocenjivanje usaglašenosti; znak usaglašenosti i označavanje usaglašenosti; poverljivost podataka i zaštitna klauzula.

Ovaj pravilnik je u potpunosti usklađen sa svim načelima i bitnim zahtevima iz Direktive 2006/42/EU o mašinama i njenim izmenama i dopunama iz Direktive 2009/127/EU.

Pravilnik o opremi pod pritiskom ("Službeni glasnik RS", broj 114 od 30. novembra 2021.)

Ovim pravilnikom propisuju se tehnički zahtevi koji se odnose na projektovanje, izradu, ocenjivanje usaglašenosti, označavanje i zahteve koje mora da ispuni imenovano ili drugo telo za ocenjivanje usaglašenosti opreme pod pritiskom i sklopova kod kojih je najveći dozvoljeni pritisak PS veći od 0,5 bar.

Pravilnik o pregledu opreme pod pritiskom tokom veka upotrebe ("Službeni glasnik RS", br. 114 od 30. novembra 2021, 63 od 28. jula 2023.)

Ovim pravilnikom propisuju se zahtevi za bezbednost opreme pod pritiskom i jednostavnih posuda pod pritiskom koje su definisane posebnim propisima kojima se uređuje projektovanje, izrada i ocenjivanje usaglašenosti tokom veka upotrebe, redovni i vanredni pregledi na mestu korišćenja, postupci i rokovi pregleda i ispitivanja opreme pod pritiskom u upotrebi i zahtevi koje mora da ispuni telo za ocenjivanje usaglašenosti da bi bilo imenovano za preglede i ispitivanja opreme pod pritiskom.

Pravilnikom o električnoj opremi namenjenoj za upotrebu u okviru određenih granica napona (LVD) ("Službeni glasnik RS", br. 25/16 i 21/20.)

Ovaj pravilnik je usklađen sa svim načelima i bitnim zahtevima iz Direktive 2014/35/EU o električnoj opremi namenjenoj za upotrebu u okviru određenih granica napona, a koja se u Evropskoj uniji primenjuje od 20. aprila 2016. godine. U Srbiji ovaj pravilnik je počeo da se primenjuje od 1. jula 2017. godine.

Pravilnik o elektromagnetskoj kompatibilnosti (EMC) ("Službeni glasnik RS", broj 25/16 i 21/20)

Pravilnikom o elektromagnetskoj kompatibilnosti koji je usklađen sa svim načelima i bitnim zahtevima iz Direktive 2014/30/EU Evropskog parlamenta koja se odnosi na elektromagnetsku kompatibilnost, a koja se u Evropskoj uniji primenjuje od 20. aprila 2016. godine. U Srbiji ovaj pravilnik je počeo da se primenjuje od 1. jula 2017. godine

Pravilnik o opremi i zaštitnim sistemima namenjenim za upotrebu u potencijalno eksplozivnim atmosferama ("Službeni glasnik RS", br. 10 od 14. februara 2017, 21 od 6. marta 2020.)

Ovim pravilnikom propisuju se: bitni zahtevi za zdravlje i bezbednost koji se odnose na projektovanje i izradu opreme i zaštitnih sistema namenjenih za upotrebu u potencijalno eksplozivnim atmosferama, kao i drugi zahtevi i uslovi koji moraju da budu ispunjeni za njihovu isporuku na tržištu i stavljanje u upotrebu; grupe i kategorije opreme namenjene za upotrebu u potencijalno eksplozivnim atmosferama; postupci ocenjivanja usaglašenosti; deklaracija o usaglašenosti i model deklaracije o usaglašenosti; sadržina tehničke dokumentacije; označavanje, znak usaglašenosti i znak protiveksplozivne zaštite; zaštitna klauzula, kao i zahtevi koje mora da ispuni telo za ocenjivanje usaglašenosti da bi bilo imenovano za ocenjivanje usaglašenosti.

Pravilnikom o opremi i zaštitnim sistemima namenjenim za upotrebu u potencijalno eksplozivnim atmosferama na osnovu Zakona o tehničkim zahtevima za proizvode i ocenjivanju usaglašenosti („Službeni glasnik RS”, broj 36/09), u pravni sistem Republike Srbije preuzeta je **Direktiva 2014/34/EU**.

3.3 Standardi povezani sa toplotnim pumpama

Za razliku od uredbi i direktiva, korišćenje standarda nije obaveza, osim ako to drugačije nije naglašeno.

Na zajedničkom evropskom tržištu tehnički zahtevi za bezbednost proizvoda definisani su direktivama starog i novog pristupa, koje po svojoj suštini predstavljaju dve veoma različite pravne filozofije.

Za razliku od starog pristupa, filozofija novog pristupa podrazumeva da se evropskim direktivama definišu samo bitni (suštinski) zahtevi za bezbednost proizvoda, a da je detaljan tehnički sadržaj, tj. razrada tih bitnih zahteva sadržana u tzv. **harmonizovanim evropskim standardima** (koje je Evropska Komisija "naručila" od evropskih organizacija za standardizaciju).

Značajan element novog pristupa Evropske Unije je uključanje evropskih tela za standardizaciju (CEN, CENELEC, ETSI) radi razvoja posebno formiranih specifikacija zasnovanih na bitnim zahtevima za zdravlje i bezbednost određene direktive novog pristupa.

Harmonizovani standard nije deo zakonodavnog sistema kao što je to direktiva, ali se može karakterisati kao preporuka i uputstvo za proizvođače. Ako proizvođač izrađuje proizvode u skladu sa odgovarajućim harmonizovanim standardima, postoji pretpostavka da je taj proizvod usaglašen sa bitnim zahtevima direktive(a) za zdravlje i bezbednost. Samim tim usaglašenost sa standardom predstavlja **pretpostavku usaglašenosti sa bitnim propisanim zahtevima direktive**. Na ovaj način zadržana je dobrovoljnost primene evropskih standarda.

Za svaku direktivu komisija EU daje nalog odgovarajućem telu za standardizaciju da izradi odgovarajući broj standarda u skladu sa datom listom tema. Takvi standardi se donose kao harmonizovani standardi. Postupak za izradu nacrtu i usvajanje harmonizovanih standarda isti je kao i za druge standarde. Komisija ne učestvuje direktno u radu na standardizaciji ali će svakako odrediti stručnjaka koji će proveriti nacrt predloga da li je usaglašen sa bitnim zahtevima za zdravlje i bezbednost direktive o kojoj se radi. Komisija nema pravo glasa u postupku usvajanja. Spisak usvojenih harmonizovanih standarda koji prate određenu direktivu objavljuje se u službenom glasilu EU. Svaka država članica je dužna da takav standard prenese u svoj nacionalni sistem standardizacije, kao i da isključi postojeće standarde koji su u suprotnosti sa harmonizovanim standardom.

U nastavku prikazani su standardi koji se primenjuju za rashladne, klimatizacione uređaje i toplotne pumpe.

Grupni standard SRPS EN 378

Najbitniji standard koji se odnosi na rashladne, klimatizacione uređaje i toplotne pumpe i koji pokriva životni vek opreme od dizajna do demontaže i bezbednog zbrinjavanja je međunarodni standard ISO 5149. Evropski standard EN 378 je potpuno harmonizovan i identičan standardu ISO 5149.

Institut za standardizaciju Srbije usvojio je standard EN 378, pa je ovaj standard i nacionalni standard i ima oznaku **SRPS EN 378**.

Ovaj standard je grupni standard, odnosno sadrži 4 dela. Svaki deo pokriva određeni deo životnog veka rashladnih, klimatizacionih uređaja i toplotnih pumpi.



Slika 5: Grupni standard SRPS EN 378 i četiri dela standarda

Standard SRPS EN IEC 60335-2-40:2023

Standard **SRPS EN IEC 60335-2-40:2023** se bavi bezbednošću električnih toplotnih pumpi uključujući i toplotne pumpe za sanitarnu toplu vodu, klimatizere i sušaće vazduha koji sadrže hermetičke motor-kompresore. Maksimalni naznačeni napon nije veći od 250 V za jednofazne aparate i 600 V za ostale aparate. Navedeni aparati mogu biti sastavljeni od jednog ili više sklopova. Ako se sastoje od više od jednog sklopa, pojedinačni sklopovi se koriste zajedno, a zahtevi su dati na osnovu korišćenja odgovarajućih sklopova zajedno. Dodatni grejači ili uređaji za njihovo instaliranje su obuhvaćeni ovim standardom, ali samo grejači koji su predviđeni da budu deo aparata i komandni uređaji koji su takođe ugrađeni u aparat.

Standard je harmonizovan sa Pravilnikom o bezbednosti mašina⁸ ("Službeni glasnik RS", br. 58 od 22. juna 2016, 21 od 6. marta 2020.) i Pravilnikom o električnoj opremi namenjenoj za upotrebu u okviru određenih granica napona⁹.

Standard ISO 817:2014

Standard ISO 817:2014 – Rashladna sredstva, oznake i sigurnosna klasifikacija (engl. *Refrigerants – Designation and safety classification*). Standard daje informacije o označavanju rashladnih fluida i klasifikaciji rashladnih fluida u bezbednosne grupe.

Standard SRPS EN 12263:2009

Standard SRPS EN 12263:2009 – Sistemi za hlađenje i toplotne pumpe, bezbednosni uređaji prekidanja za ograničavanje pritiska, zahtevi i ispitivanja. Standard je harmonizovan sa Pravilnikom o opremi pod pritiskom¹⁰ ("Službeni glasnik RS", broj 114 od 30. novembra 2021.).

Standard SRPS EN ISO 21922:2022

Standard SRPS EN ISO 21922:2022 – Sistemi za hlađenje i toplotne pumpe – Ventili – Zahtevi, ispitivanje i označavanje. Standard je harmonizovan sa Pravilnikom o opremi pod pritiskom¹¹ ("Službeni glasnik RS", broj 114 od 30. novembra 2021.).

Standardi SRPS EN 12735-1:2020 i SRPS EN 12735-2:2017

Standard SRPS EN 12735-1:2020 – Bakar i legure bakra – **bešavne** cevi kružnog poprečnog preseka za klimatizaciju i hlađenje – daje informacije o cevima za cevovode, a standard SRPS EN 12735-2:2017 Bakar i legure bakra – Bešavne cevi kružnog poprečnog preseka za klimatizaciju i hlađenje – daje informacije o cevima za opremu. Oba dela su harmonizovana sa Pravilnikom o opremi pod pritiskom ("Službeni glasnik RS", broj 114 od 30. novembra 2021.).

Standard SRPS EN 13136:2019

Standard SRPS EN 13136:2019 – Sistemi za hlađenje i toplotne pumpe, uređaji za rasterećenje pritiska i njima pripadajući cevovodi, metode za proračun. I ovaj standard je harmonizovan sa Pravilnikom o opremi pod pritiskom ("Službeni glasnik RS", broj 114 od 30. novembra 2021.).

Standard SRPS EN ISO 22712:2023

Standardom SRPS EN ISO 22712:2023 definišu se aktivnosti koje se odnose na sisteme za hlađenje u skladu sa ISO 5149-1, ISO 5149-2, ISO 5149-3 i ISO 5149-4 i drugim ekvivalentnim standardima, kao što su EN 378 1, EN 378 2, EN 378 3, EN 378 4 i povezani profili kompetencija. Takođe se utvrđuju kriterijumi kompetentnosti za lica koja obavljaju ove aktivnosti. Isključene su aktivnosti vezane za električnu energiju.

Standard SRPS EN 14276-1:2020

Standard SRPS EN 14276-1:2020 – Oprema pod pritiskom za sisteme za hlađenje i toplotne pumpe – Posude – Opšti zahtevi - je harmonizovan sa Pravilnikom o opremi pod pritiskom ("Službeni glasnik RS", broj 114 od 30. novembra 2021.).

⁸ Ovaj pravilnik je harmonizovan evropskom direktivom za mašine (MD) 2006/42/EC

⁹ Ovaj pravilnik je harmonizovan evropskom direktivom za električne uređaje niskog napona (LVD) 2014/35/EU

¹⁰ Ovaj pravilnik je harmonizovan evropskom direktivom za Opremu pod pritiskom 2014/68/EU (eng. **Pressure Equipment Directive - PED**)

¹¹ Ova pravilnik je harmonizovan evropskom direktivom za Opremu pod pritiskom 2014/68/EU

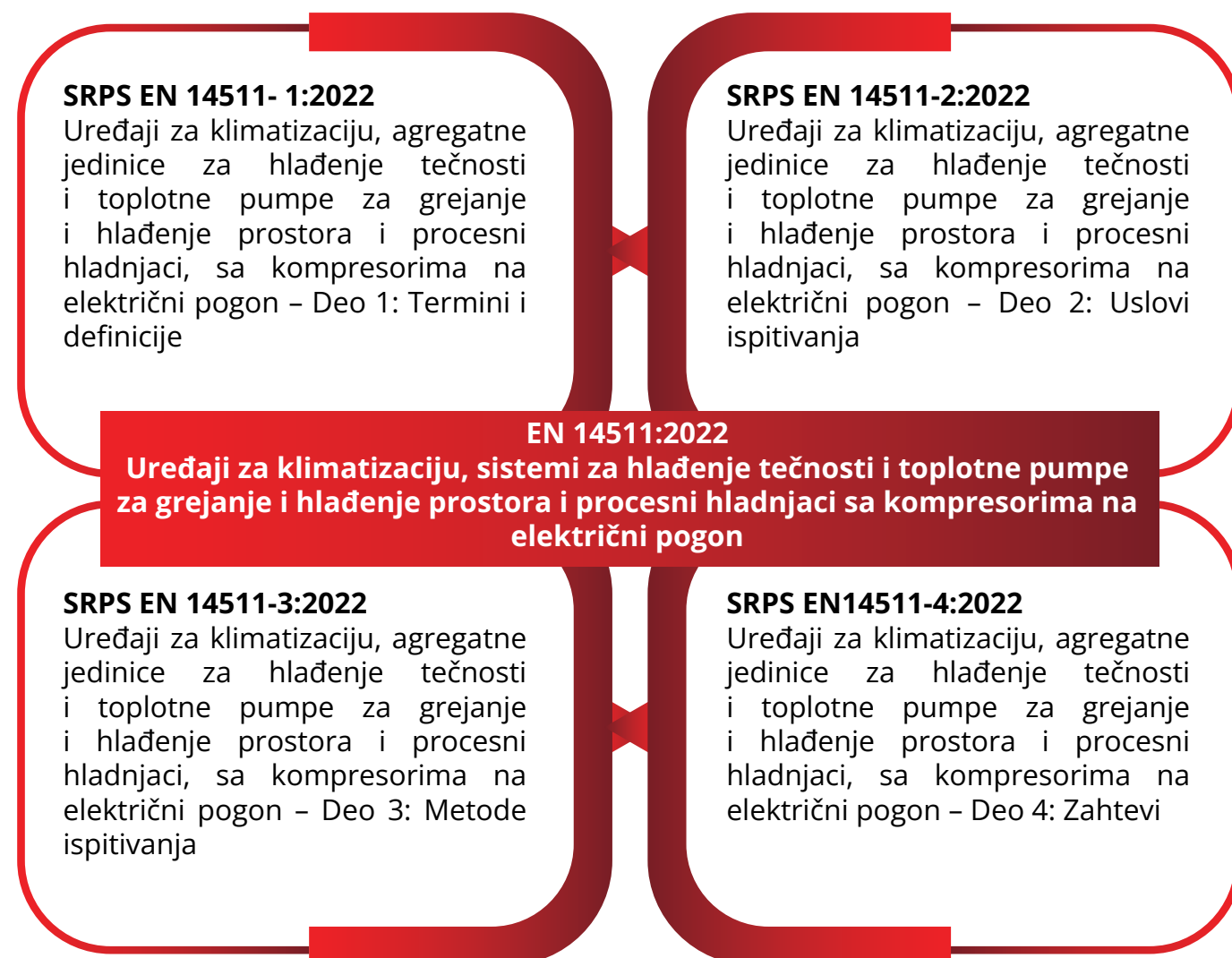
Standard SRPS EN 14276-2:2021

Standard SRPS EN 14276-2:2021 - Oprema pod pritiskom za sisteme za hlađenje i toplotne pumpe – Cevi – Opšti zahtevi - je harmonizovan sa Pravilnikom o opremi pod pritiskom¹² ("Službeni glasnik RS", broj 114 od 30. novembra 2021.).

Grupni standard SRPS EN 14511:2022

Standard SRPS EN 14511:2022 – Uređaji za klimatizaciju, sistemi za hlađenje tečnosti i toplotne pumpe za grejanje i hlađenje prostora i procesni hladnjaci sa kompresorima na električni pogon.

Sadrži četiri dela



Slika 6: Grupni standard SRPS EN 14511 i četiri dela standarda

¹² Ovaj pravilnik je harmonizovan evropskom direktivom za Opremu pod pritiskom 2014/68/EU

4. VAZDUŠNE TOPLOTNE PUMPE

4.1 Tipovi sistema

Okolo 85% od ukupne prodaje toplotnih pumpi odnosi se na toplotne pumpe vazduh – vazduh i vazduh – voda. Ostalih 15 % ukupne prodaje otpada na toplotne pumpe voda – voda (geotermalne toplotne pumpe, toplotne pumpe za pripremu sanitarne tople vode, ili ostale toplotne pumpe).

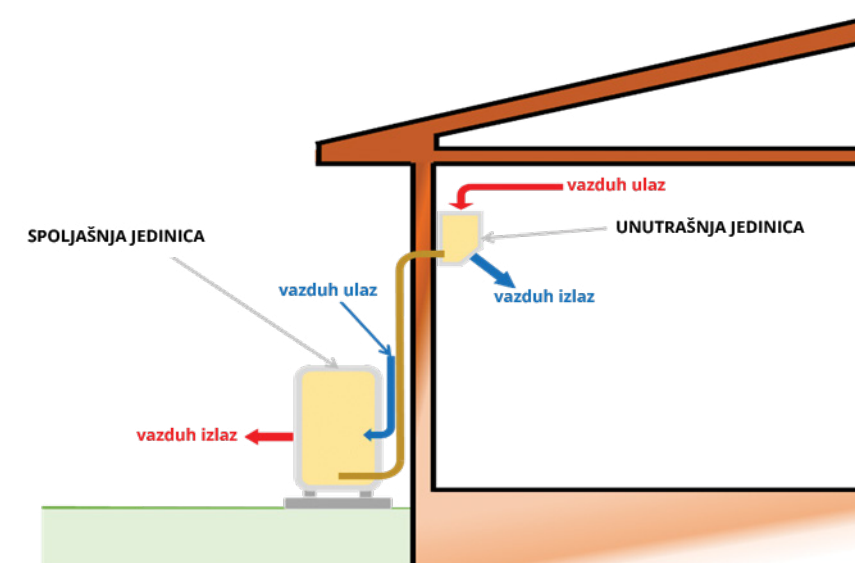
U nastavku priručnika fokus će biti na vazдушnim toplotnim pumpama.

U prvom poglavlju bila je prikazana podela toplotnih pumpi, a u nastavku biće prikazani tipovi sistema kod vazдушnih toplotnih pumpi koje se najčešće koriste, a to su pre svega:

- "Single split system" – jedinačni razdvojeni sistem (jedna unutrašnja / jedna spoljašnja jedinica)
- "Multi split system" – višestruki razdvojeni sistem (više unutrašnjih / jedna spoljašnja jedinica)

Toplotna pumpa vazduh - vazduh tipa "Single split system" (jedinačni razdvojeni sistem sistem)

Na slici ispod prikazan je "Single split system" toplotne pumpe vazduh – vazduh

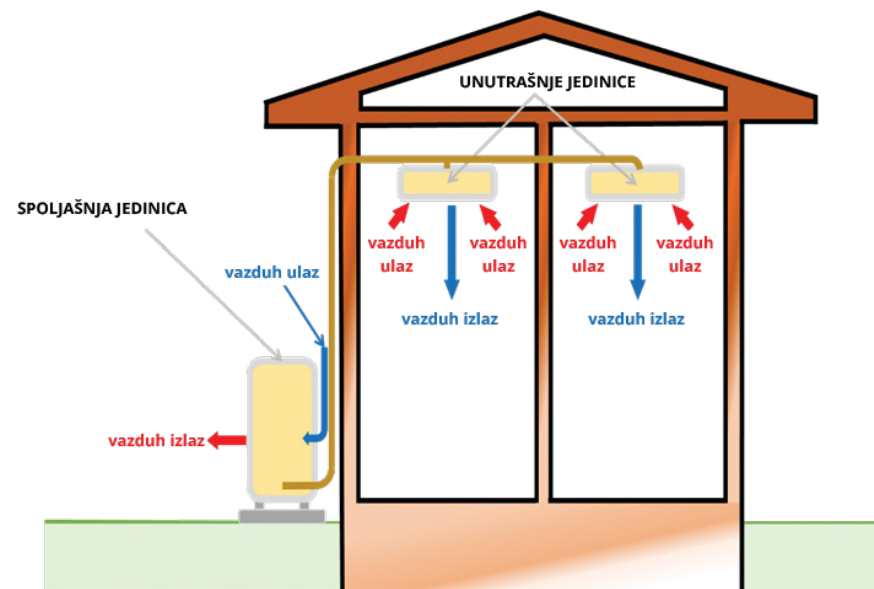


Klasični takozvani "split" klima uređaj koji se nalazi u skoro svakom domu danas je primer toplotne pumpe vazduh – vazduh jedinačnog razdvojenog sistema. Sistem je sačinjen od jedne spoljašnje jedinice i jedne unutrašnje jedinice, povezane bakarnim cevima. Prikaz na slici je u režimu hlađenja.

Slika 7: Jedinačni razdvojeni sistem – toplotna pumpa vazduh – vazduh

Toplotna pumpa vazduh – vazduh tipa “Multi split system” (višestruki razdvojeni sistem)

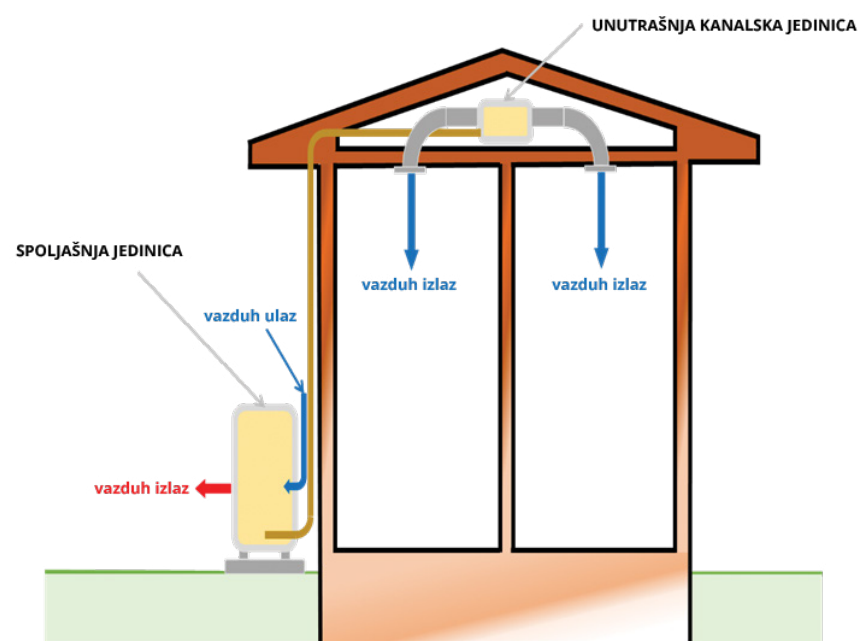
Na slici ispod prikazan je jedinačni razdvojeni sistem toplotne pumpe vazduh – vazduh



Slika 8: Višestruki razdvojeni sistem – toplotna pumpa vazduh – vazduh

Toplotna pumpa vazduh – vazduh tipa “Kanalski sistem”

Na slici ispod prikazan je kanalski sistem toplotne pumpe vazduh – vazduh



Slika 9: Kanalski sistem – toplotna pumpa vazduh – vazduh

Klasični takozvani multi split klima uređaj koji se koristi za grejanje/hlađenje više prostorija je primer toplotne pumpe vazduh – vazduh višestruki razdvojeni sistem. Sistem je sačinjen od jedne spoljašnje jedinice i više unutrašnjih jedinica, povezane bakarnim cevima. Prikaz na slici je u režimu hlađenja.

Toplotna pumpa vazduh – voda

Na slici ispod prikazana je kompaktna izvedba toplotne pumpe vazduh – voda



Slika 10: Toplotna pumpa vazduh/voda – kompaktna izvedba

Pored toplotnih pumpi vazduh – vazduh, široku primenu nalaze i toplotne pumpe vazduh – voda.

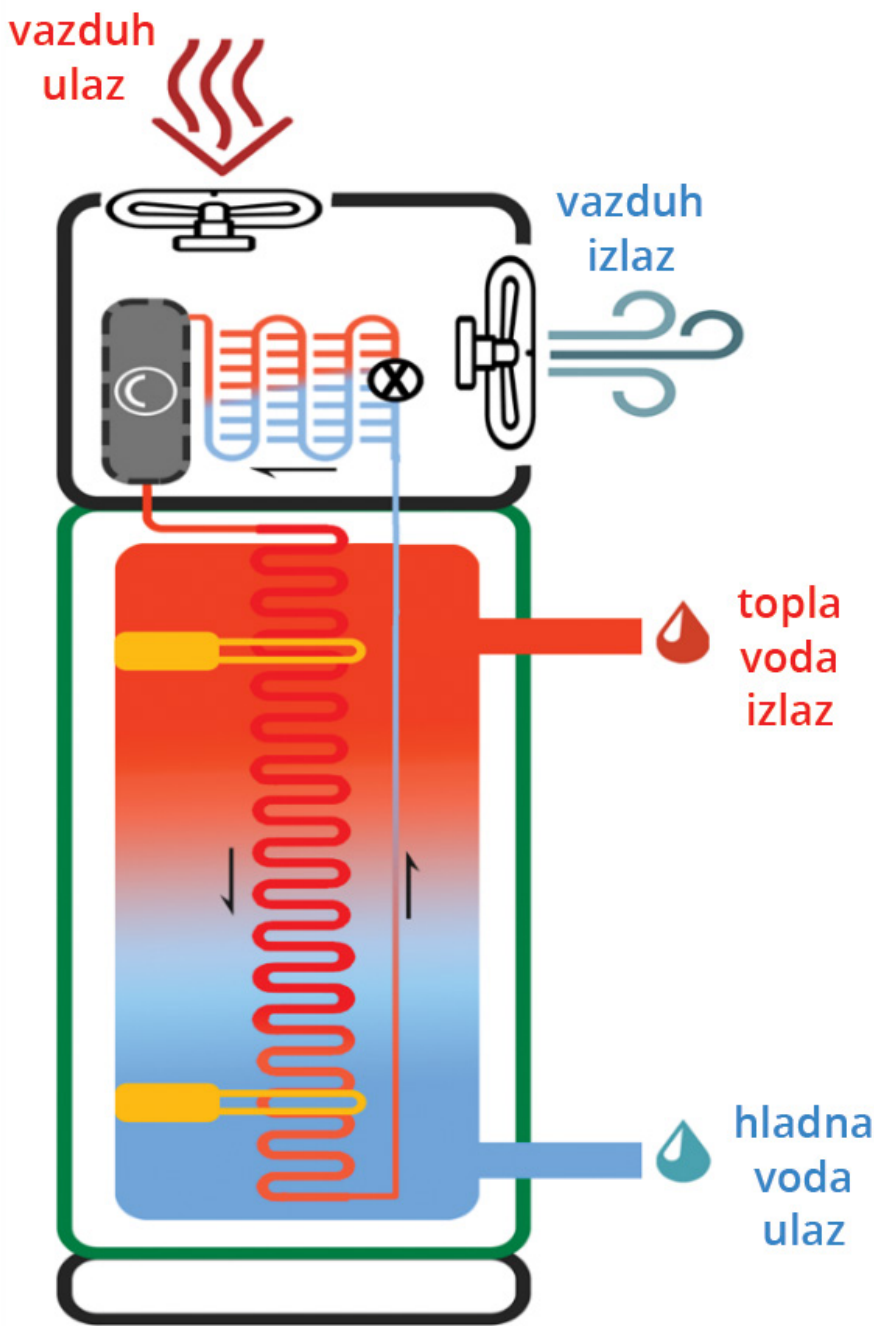
Sistem može biti sastavljen od jedne kompaktne jedinice ili razdvojenih jedinica – spoljašnja i unutrašnja jedinica.

Razlika je u tome što u ovom slučaju u toplotnoj pumpi grejemo / hladimo vodu koja se kasnije koristi za grejanje ili hlađenje prostora pomoću razmenjivača toplote (radijatori, ventilatorski konvektori, cevi koje se nalaze u podu itd.)

Pored grejanja i hlađenja, priprema sanitarne tople potrošne vode (STPV) takođe je jedna od opcije koju ovaj sistem može ponuditi.

Toplotna pumpa vazduh – voda (kompaktni sistem za pripremu sanitarne tople potrošne vode)

Na slici ispod prikazana je kompaktna izvedba toplotne pumpe vazduh – voda (namenjena za pripremu sanitarne tople potrošne vode).



Ove toplotne pumpe su kompaktne izvedbe. Ugornjem delu nalazi se toplotna pumpa a u donjem delu nalazi se tank za sanitarnu toplu vodu. Jedna komponenta toplotne pumpe, izmenjivač toplote, nalazi se u donjem delu. Ove kompaktne toplotne pumpe vazduh – voda nalaze široku primenu u zemljama severne Amerike i Engleskoj. Na ovom području se retko koriste i zato nisu predmet ovog priručnika.

Slika 11: Toplotna pumpa vazduh/voda za pripremu sanitarne tople potrošne vode

4.2 Komponente vazdušnih toplotnih pumpi

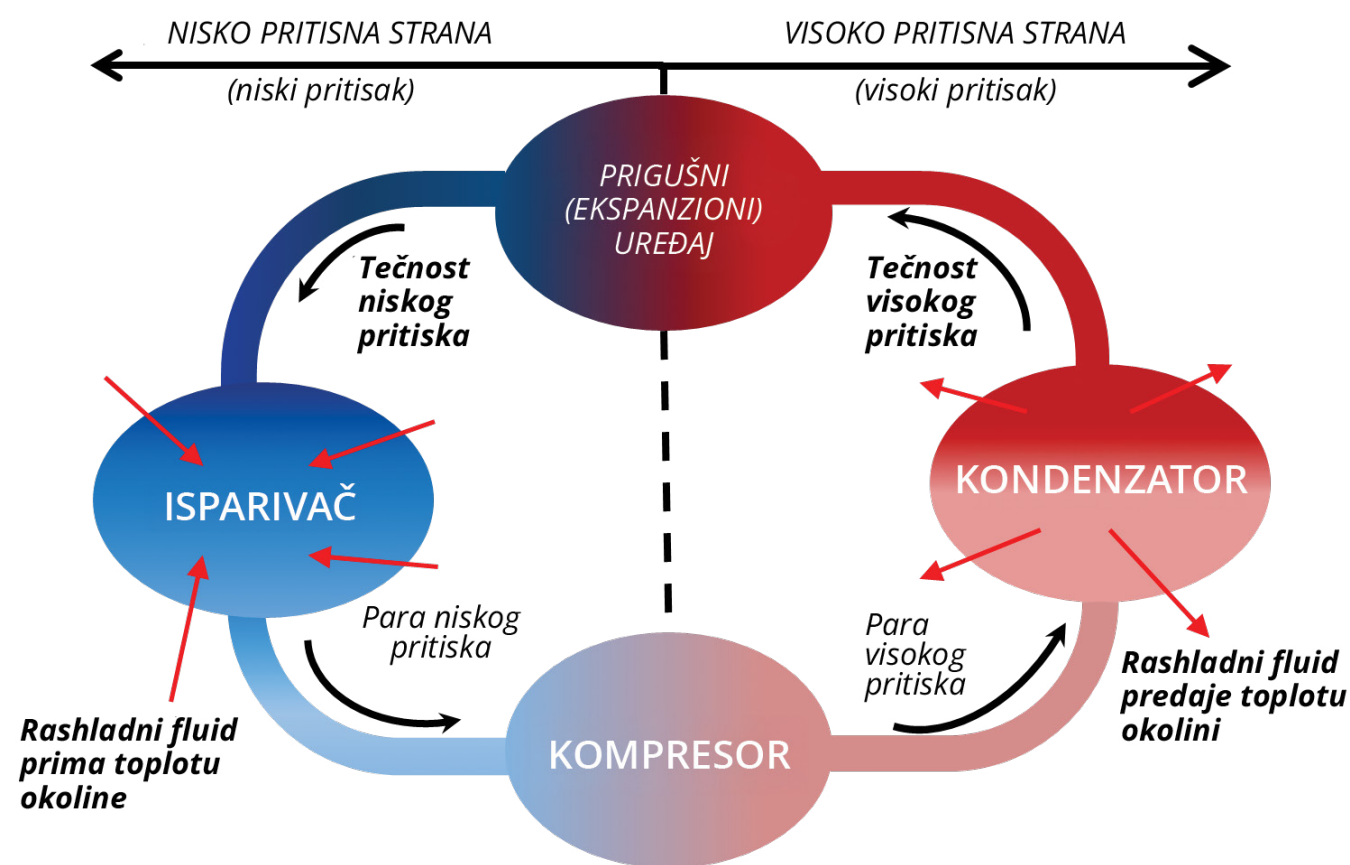
Glavne komponente vazdušnih toplotnih pumpi su:

Tabela 5: Glavne komponente vazdušnih toplotnih pumpi

Komponenta	Opis
Kompresor	Kompresor predstavlja uređaj koji omogućava cirkulaciju rashladnog fluida kroz toplotnu pumpu, a njegov osnovni zadatak je da poviši pritisak sabijanjem (kompresijom) pare i time premosti razliku između pritisaka u isparivaču i kondenzatoru. Iz tih razloga ga nazivaju „srcem” toplotne pumpe.
Kondenzator	Kondenzator, kao što i sam naziv govori služi da pretvori gasnu u tečnu fazu rashladnog fluida pri čemu odaje određenu količinu energije u vidu toplote okolini (vazduh ili voda). Drugim rečima, osnovna funkcija kondenzatora je odvođenje toplote od rashladnog fluida posredstvom nekog sredstva za hlađenje (vazduh ili voda).
Prigušni (ekspanzioni) uređaj	Prigušni (ekspanzioni) uređaj u rashladnom sistemu služi za ekspanziju tečnog rashladnog fluida sa visokog pritiska i temperature na niži pritisak i temperaturu. Ekspanzija se odvija pri prolasku rashladnog fluida u tečno stanje kroz najmanji poprečni presek na sedištu ventila prigušnog uređaja. Drugi zadatak prigušnog ventila jeste da snabdeva isparivač sa onolikom količinom tečnog rashladnog fluida koliko može da ispari u datim uslovima rada. Iz tih razloga ga nazivaju „mozgom” toplotne pumpe.
Isparivač	Isparivači toplotnih pumpi predstavljaju razmenjivače toplote u kojima se rashladnom fluidu koji isparava dovodi toplota, bilo neposredno od vazduha hlađenog prostora, bilo posredno od sekundarnog rashladnog fluida (vode). Drugim rečima, osnovna funkcija isparivača je da obavi proces hlađenja, odnosno da oduzme toplotu iz prostora koji se hladi i prenese je na rashladni fluid u instalaciji.
Cevovod	Cevovod u toplotnim pumpama služi za povezivanje komponenti toplotnih pumpi. Cevovodi u toplotnim pumpama izrađeni su od bakra i kroz njih cirkuliše rashladni fluid.
Reverzibilni (četvorokraki) ventil	Reverzibilni ventil ima ulogu da menja smer protoka rashladnog fluida da bi se funkcija toplotne pumpe promenila sa grejanja na hlađenje ili obrnuto. Reverzibilna (obrnuta) funkcija toplotne pumpe se takođe dešava kada se toplotna pumpa prebaci u režim odmrzavanja (odnosno poznat kao "Defrost").
Ventilator	Ventilator služi da potpomogne strujanju vazduha i poboljša prenos toplote sa razmenjivača (bilo u pitanju da se radi o kondenzatoru ili isparivaču).
Rashladni fluid	Fluid koje cirkuliše kroz sistem toplotne pumpe u tečnom i gasovitom stanju, naizmenično apsorbujući i oslobađajući toplotu.

4.3 Princip rada vazdušne toplotne pumpe

Princip rada vazdušne toplotne pumpe je zasnovan na principu rada klasičnog rashladnog sistema. Klasični rashladni sistem sastavljen je od četiri osnovne komponente: kompresor, kondenzator, prigušni (ekspanzioni) uređaj i isparivač. Ove komponente sadržane su i kod vazdušnih toplotnih pumpi. Spajanje komponenti sistema radi se cevnim vodovima a rashladni fluid cirkuliše kroz sistem. Rashladni sistem podeljen je na dve strane, strana niskog i strana visokog pritiska. Prikaz klasičnog rashladnog sistema dat je na slici ispod.

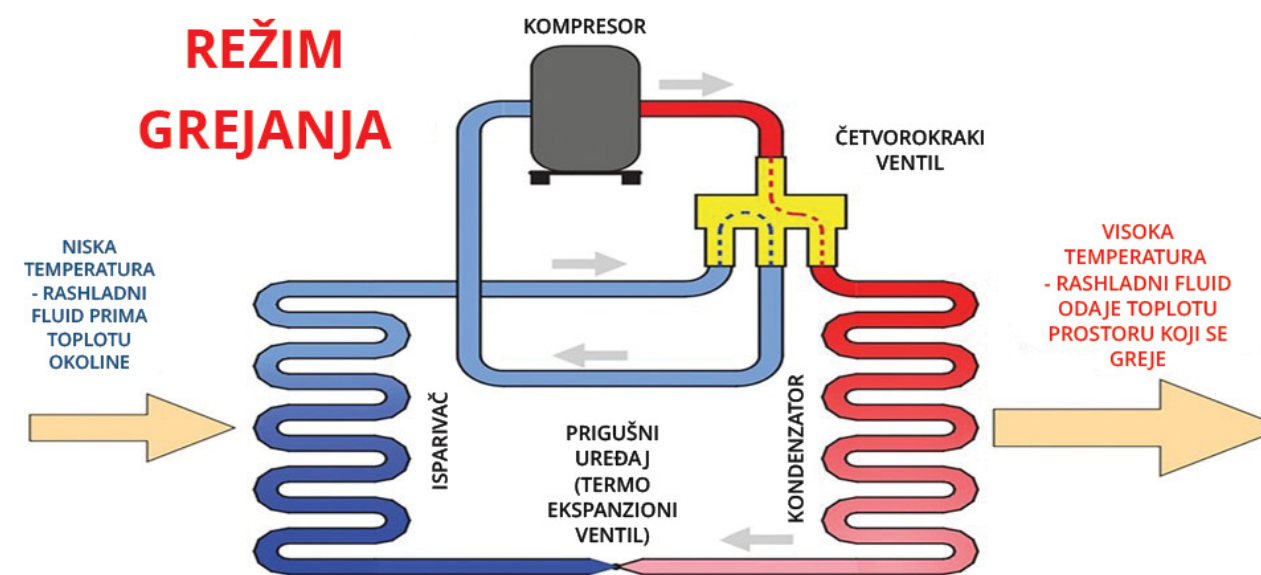


Slika 12: Klasični rashladni sistem

Kod toplotnih pumpi dodat je samo reverzibilni (čtetvorokraki) ventil i isti ima ulogu da menja smer protoka rashladnog fluida da bi se funkcija toplotne pumpe promenila sa grejanja na hlađenje ili obrnuto.

U širem smislu, toplotne pumpe vazduh-vazduh rade tako što koriste električnu energiju da izvuku energiju iz spoljašnjeg vazduha i prenesu je unutra kao toplotu, što ih čini efikasnim načinom grejanja. Obrnuti proces omogućava uklanjanje unutrašnje toplote kako bi se obezbedilo hlađenje.

Detaljnija ilustracija kako toplotna pumpa radi u režimu grejanja može se videti na slici ispod:

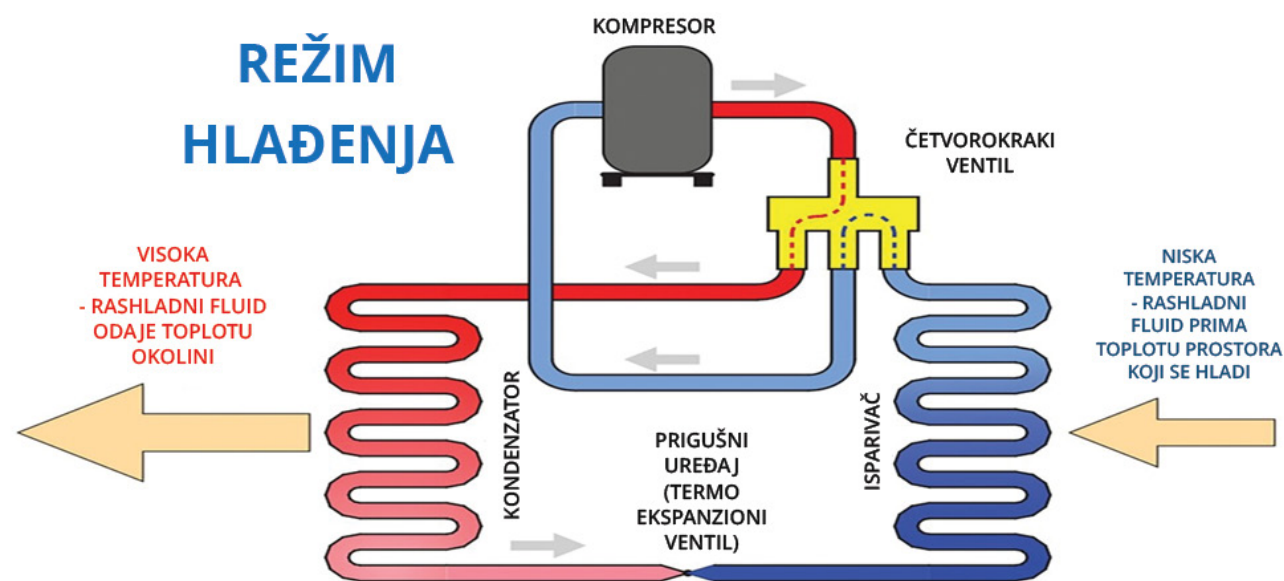


Slika 13: Princip rada toplotne pumpe u režimu grejanja

Postoji pet glavnih procesa u ciklusu:

1. U isparivaču (spoljna jedinica), tečni rashladni fluid niskog pritiska i niske temperature apsorbuje toplotu iz svog okruženja i isparava, pretvarajući se u gasovito stanje apsorbujući energiju (latentna toplota isparavanja).
2. Prolazi kroz kompresor, gde kompresor vrši sabijanje odnosno kompresiju gasa niske temperature i pritiska, što rezultira porastom temperature i pritiska.
3. Kao zagrejan gas pod visokim pritiskom, prolazi kroz kondenzator (unutrašnja jedinica), gde se gas kondenzuje (latentna toplota kondenzacije) sa oslobađanjem toplote u vazduh koji okružuje razmenjivač toplote. Ventilator potpomaže razmeni toplote sa razmenjivačem i obezbeđuje odgovarajuće strujanje zagrejanog vazduha uz njegovu distribuciju u unutrašnjost prostorije.
4. Još uvek pod pritiskom, ohlađeni i kondenzovani rashladni fluid, sada u tečnom stanju, prolazi kroz prigušni uređaj (termoekspanzioni ventil), gde brzo širenje dovodi do smanjenja pritiska.
5. U stanju niskog pritiska i niske temperature u tečnoj fazi, rashladni fluid ulazi u isparivač (spoljna jedinica) i ciklus se ponavlja.

Detaljnija ilustracija kako toplotna pumpa radi u režimu hlađenja može se videti na slici ispod:



Slika 14: Princip rada toplotne pumpe u režimu hlađenja

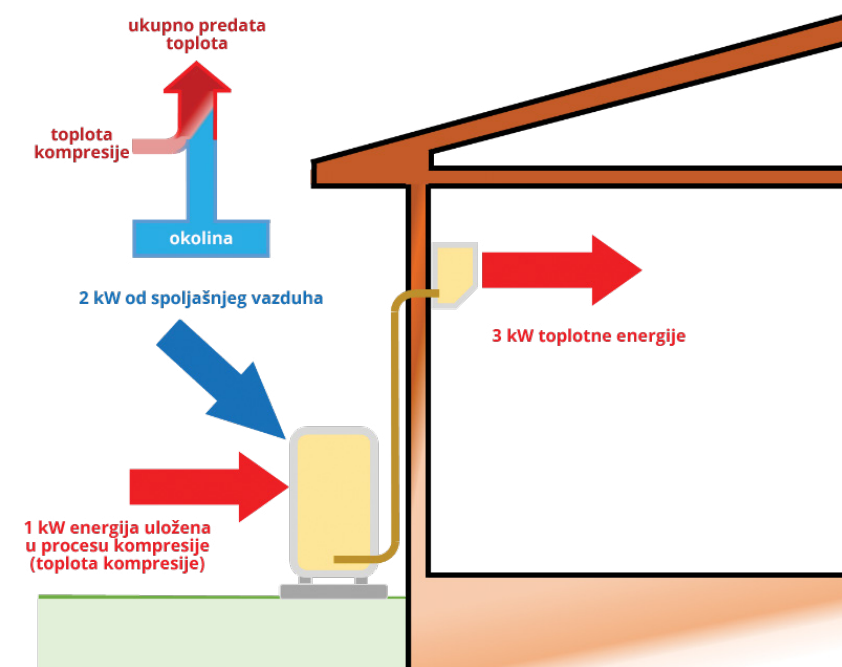
Postoji pet glavnih procesa u ciklusu:

1. U isparivaču (unutrašnja jedinica), tečni rashladni fluid niskog pritiska i niske temperature apsorbira toplotu iz svog okruženja i isparava, pretvarajući se u gasovito stanje i apsorbirajući energiju (latentna toplota isparavanja).
2. Prolazi kroz kompresor, gde se gas niske temperature smanjuje kompresijom, što rezultira porastom i temperature i pritiska.
3. Kao zagrejan gas pod visokim pritiskom, prolazi kroz kondenzator (spoljašnja jedinica), gde se gas kondenzuje (latentna toplota kondenzacije) sa oslobađanjem toplote u vazduh koji okružuje razmenjivač toplote. Ventilator pomera zagrejani vazduh i distribuira ga u unutrašnjem prostoru.
4. Još uvek pod pritiskom, ohlađeni rashladni fluid, sada u tečnom stanju, prolazi kroz prigušni uređaj (termoekspanzioni ventil), gde brzo širenje dovodi do smanjenja pritiska.
5. U stanju niskog pritiska i niske temperature, rashladni fluid ulazi u isparivač (unutrašnja jedinica) i ciklus se ponavlja.

4.4 Efikasnost vazdušne toplotne pumpe

Razumevanje performanse toplotne pumpe je od suštinskog značaja kada je u pitanju izbor toplotne pumpe a time i efikasnost samog sistema za grejanje / hlađenje.

Detaljnija ilustracija kako toplotna pumpa radi u režimu grejanja može se videti na slici ispod:



Slika 15: Toplota dobijena od okoline i rad uložen u procesu kompresije

U teoriji ukupna toplota koja bi mogla biti dostupna za grejanje je zbir toplote izvučene iz izvora (spoljašnjeg vazduha) i energije koja je uložena u procesu kompresije rashladnog fluida. Dakle, ako je energija uložena u procesu kompresije 1 kW, a 2 kW energije može biti izvučeno iz izvora toplote (spoljašnjeg vazduha), ukupna isporučena energija bi teoretski mogla biti 3 kW.

U praksi, sledeći faktori utiču na stvarnu efikasnost toplotne pumpe:

- Klimatski uslovi
- zahtevi za grejanje i hlađenje
- temperatura okoline i temperatura prostora
- dopunski potrošači električne energije (pumpe, ventilatori itd)
- veličina toplotne pumpe koja zadovoljava potrebe za grejanjem/hlađenjem
- radne karakteristike

Kako bi se sistem lakše prilagodio na promene opterećenja u prostoru koji se hladi ili greje, a time i povećala efikasnost sistema, kompresori kod modernih toplotnih pumpi, *takozvani inverteri*, rade promenljivom brzinom. Toplotne pumpe sa promenljivom brzinom (inverter) kompresora, efikasnije su od toplotnih pumpi sa kompresorima fiksne brzine.

Inverter ili kompresor sa promenljivom brzinom ima brojne prednosti u odnosu na jedinice sa fiksnom brzinom koje više nisu uobičajene.

Imaju „meki start“ i rade promenljivom brzinom, smanjujući se kako se temperatura približava zadatoj tački i povećavajući kako temperatura počinje da pada. Promenljiva brzina obezbeđuje grejanje ili hlađenje po potrebi i održava konstantniju temperaturu koja ima manje fluktuacije. Ovo dovodi do poboljšane efikasnosti, smanjene vibracije i tišeg rada.

Efikasnost toplotne pumpe je odnos isporučenog grejanja ili hlađenja u poređenju sa električnom energijom potrebnom za rad sistema.

Odnosi su dati na dva načina:

koeficijent hlađenja $COP_R = Q_0 / W = q_0 / w$ – predstavlja odnos toplote hlađenja i uloženog rada kompresora, (engl. **Coefficient Of Performance - COP**),

koeficijent grejanja, kada bi ova mašina radila kao toplotna pumpa, bi se izračunao kao $COP_{HP} = Q_{kond} / W = q_{kond} / w$ – predstavlja odnos toplote kondenzacije i uloženog rada kompresora.

Koeficijent energetske efikasnosti (EER – Energy Efficiency Ratio) – je odnos isporučenog grejanja/hlađenja u odnosu na uloženu električnu energiju.

Pokazatelji tipa SEER (*Seasonal Energy Efficient Ratio*) – sezonski pokazatelj energetske efikasnosti (računat za celu godinu rada) i TEWI (*Total Equivalent Warming Impact*) koji, pored direktne emisije, treba da obuhvati i emisiju CO₂ za proizvodnju utrošene električne energije, ili LCCP (*Life cycle climate performance*), koji obuhvata i odlaganje i konačno uništavanje KGH opreme, se zbog svoje složenosti neće detaljnije obrađivati u ovom materijalu.

Što je veći COP ili EER, veća je efikasnost sistema grejanja ili hlađenja.

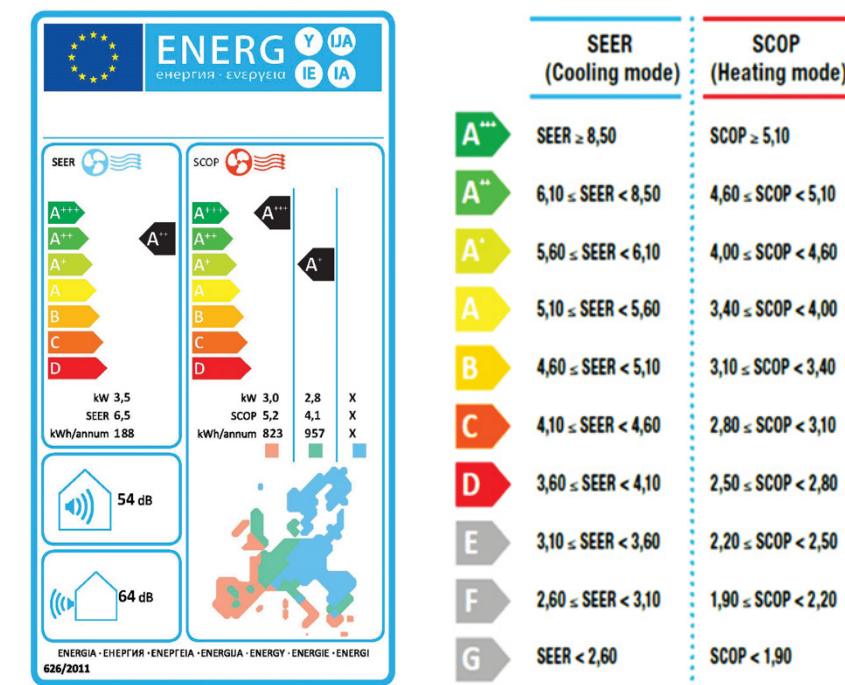
COP se može izračunati tako što ćete uzeti grejnu snagu (u kW) i podeliti je sa električnim ulazom kompresora (u kW).

Ove vrednosti se mogu naći na nalepnici sa energetske ocenama ili na informacijama datimsa strane proizvođača.

Prihvatljivi nivo COP-a treba da bude najmanje 3, a bolji proizvodi mogu imati COP od 4 ili više.

4.5 Označavanje i energetske oznake

Nalepnica sa energetske ocenom daje informacije o tome koliko energije troši proizvod kako biste mogli da uporedite modele. Svaka toplotna pumpa koja se prodaje u Srbiji mora imati ovu oznaku.

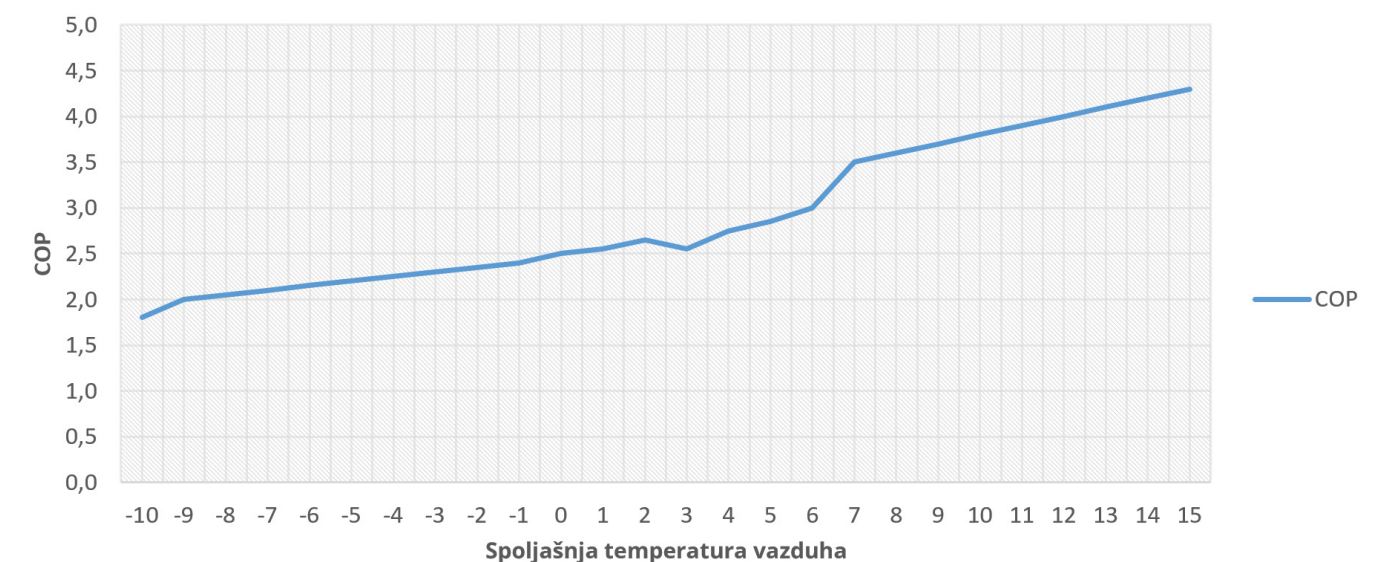


Slika 16: Nalepnica sa energetske ocenom

4.6 Uticaj promene spoljašnje temperature na efikasnost vazdušne toplotne pumpe

Efikasnost i kapacitet grejanja sistema toplotne pumpe nisu konstantni – oni variraju zajedno sa temperaturnom razlikom između unutrašnjeg i spoljašnjeg vazduha. Nazivna efikasnost toplotne pumpe i kapacitet grejanja su za određene spoljašnje temperature i opterećenja za grejanje/hlađenje. Prilikom projektovanja sistema važno je razumeti kako će on delovati na nižim temperaturama.

Kako se povećava razlika između spoljašnje i željene unutrašnje temperature, efikasnost sistema toplotne pumpe se smanjuje. Primer promena efikasnosti i zavisnosti od promene spoljašnje temperature prikazan je na slici ispod.



Slika 17: Promena efikasnosti toplotne pumpe u zavisnosti od spoljašnje temperature

Izgled oznake i informacije koje oznaka sadrži u Evropskoj Uniji definisani su ekodizajn direktivom 2009/125/EC.

Što se tiče nalepnice sa energetske ocenom u Srbiji, na snazi je Uredba o energetske označavanju proizvoda koji utiču na potrošnju energije "Službeni glasnik RS", br. 21 od 17. marta 2023, 34 od 28. aprila 2023.

Različite toplotne pumpe će raditi veoma različito na temperaturama ispod nule – neke mogu nastaviti da rade na spoljašnjoj temperaturi do -20°C, dok će druge imati problema na temperaturama ispod nule.

Drugi faktor vezan za temperaturu koji utiče na efikasnost grejanja je dodatna energija potrebna za odmrzavanje na niskim temperaturama. Na nižim temperaturama površine na isparivaču ispod 4°C, svaka vodena para u vazduhu može početi da se kondenzuje i smrzava na površini isparivača (spoljnog izmenjivača toplote). Ovo će poremetiti protok toplote, a površina se mora odlediti da bi se isparavanje na spoljašnjoj jedinici moglo nastaviti, odnosno da bi se grejanje moglo nastaviti.

Toplotne pumpe su ocenjene za efikasnost i izlazni kapacitet u laboratorijskim uslovima na određenoj spoljnoj temperaturi.

Ipak, efikasnost određene toplotne pumpe (isti proizvođač i model) može varirati u različitim delovima Srbije zbog prosečnih zimskih temperatura u tim delovima. Svaki proizvođač daje informaciju o promeni efikasnosti toplotne pumpe u zavisnosti od spoljašnjeg vazduha za određenu unutrašnju temperaturu u laboratorijskim uslovima na određenoj spoljnoj temperaturi. Najčešće informacije se odnose na spoljašnju temperaturu od 7°C tokom zime ili 35°C, i temperatura vazduha u prostoru od 20°C tokom zime ili 27°C tokom leta kod toplotnih pumpi vazduh - vazduh, ili režim vode 12/7°C tokom leta i 40/45°C kod toplotnih pumpi vazduh – voda. Ako toplotna pumpa radi u ovim uslovima isporučuje deklarirani kapacitet odnosno toplotna pumpa isporučuje 100%. Za ostale temperature vrše korekcije u zavisnosti od spoljašnje temperature, predviđene vlažnosti vazduha, kako za zimu tako i za leto.

4.7 Uticaj otopljanja (defrosta) na efikasnost vazdušne toplotne pumpe

Za optimalnu efikasnost i performanse toplotne pumpe, morate pravilno dimenzionisati sistem kako biste minimizirali gubitke energije i smetnje u isporuci grejanja do kojih dolazi tokom ciklusa odmrzavanja.

Ciklus odmrzavanja je neophodan za uklanjanje naslaga leda na površini isparivača. Do nakupljanja leda dolazi kada je spoljašnja temperatura ispod 7°C (posebno pri visokoj vlažnosti vazduha), kada će bilo koja vodena para u vazduhu početi da se kondenzuje i smrzava na površini isparivača (spoljnog izmenjivača toplote).

Ovo će poremetiti razmenu toplote, a površine se moraju odlediti da bi grejanje moglo da se nastavi.

Da bi se uklonila naslaga leda na površini isparivača, većina toplotnih pumpi ima ciklus odmrzavanja gde sistem prelazi u režim hlađenja (uzimajući malo toplote iz unutrašnjosti kuće), što efektivno lagano hladi prostoriju.

Neki sistemi imaju ciklus zatvorene petlje za korišćenje otpadne toplote iz motora/kompresora za odmrzavanje površine isparivača, što doprinosi znatno efikasnijem i komfornijem sistemu grejanja pošto sistem ni u jednom trenutku ne hladi prostor u Defrost modu, ali takođe poskupljuje samu toplotnu pumpu.

Tokom odmrzavanja, u zatvorenom prostoru se ne dovodi toplota.

Toplotne pumpe male veličine će morati da se često odmrzavaju na niskim temperaturama okoline, smanjujući efikasnost sistema i sposobnost da obezbedi dovoljno grejanja.

Kontrola ciklusa odmrzavanja je ili:

- vremensko-temperaturno odmrzavanje, pokretanje i zaustavljanje u unapred zadatim vremenskim intervalima (od 30, 60 ili 90 minuta); ili

- odmrzavanje na zahtev, koje je generalno efikasnije jer radi samo kada detektuje nagomilavanje mraza na spoljašnjoj površini praćenjem temperature vazduha preko spoljašnjeg protoka vazduha i pritiska rashladnog fluida.

Napomena: Ako toplotna pumpa ide u višestruko odmrzavanje tokom kratkog vremenskog perioda (1-2 sata), jedinicu treba proveriti i servisirati. Ovaj problem se takođe može pojaviti kada je toplotna pumpa premala i ima problema da zagreje prostor.

Sistemi koji uključuju ciklus odmrzavanja sa suvom površinom izmenjivača nakratko pokreću spoljni ventilator maksimalnom brzinom pre nego što sistem ponovo počne da se zagreva, da bi se uklonila voda koja bi još uvek mogla da bude na rebrima izmenjivača i koja bi se odmah ponovo zamrzнула. Ova operacija se može videti po izduvavanju vodene pare iz spoljašnje jedinice pre nego što se ciklus grejanja nastavi.

5. IZBOR VAZDUŠNE TOPLOTNE PUMPE NA OSNOVU PROJEKTOVANOG SISTEMA

5.1 Koraci za pravilan izbor vazdušne toplotne pumpe

Izrada termotehničkog projekta sa strane ovlašćenog / licenciranog projektanta je pravilan i siguran način da se dobije funkcionalno i energetski efikasno rešenje za sistem grejanja i hlađenja toplotnom pumpom. Projektant ima kvalifikacije i znanje da uradi proračune i odredi potrebnu energiju (toplotno opterećenje / toplotni gubici i dobici) za grejanje i hlađenje, da uradi pravilan odabir toplotne pumpe i komponente čitavog sistema, da pripremi dokumentaciju i da smernice za instalaciju, korišćenje i održavanje čitavog sistema kako bi sistem bio funkcionalan i energetski efikasan.

Ipak, u praksi se često dešava, naročito kod manjih objekata kao što su porodični stanovi i kuće, kao i kod manjih komercijalnih objekata, da vlasnici traže pomoć za odabir toplotne pumpe i komponente sistema od strane instalatera. Informacije koje se traže su pre svega o tipu i kapacitetu toplotne pumpe kao energetski efikasnog rešenja za grejanje i hlađenje, bez izrade projekta od strane ovlašćenog / licenciranog projektanta.

U slučaju da nema projekat, u prvom poglavlju rekli smo da je jako bitno da lokalni instalater poseduje znanje, iskustvo i stručnost neophodnu da obezbedi besprekornu i efikasnu instalaciju. Od procene specifičnih zahteva za grejanje i hlađenje prostora do pravilnog dimenzionisanja i pozicioniranja toplotne pumpe, instalateri pažljivo planiraju i izvode instalaciju, uzimajući u obzir faktore kao što su sami vodovi toplotne pumpe, električna kompatibilnost i optimalno postavljanje u zavisnosti od tehničkih zahteva proizvođača toplotnih pumpi.

U slučaju da nema projekat, postoji pet koraka koje treba slediti da bi se dobio dobro dizajniran sistem toplotne pumpe. Koraci koje treba slediti (kontrolna lista) su prikazani u tabeli ispod. Svaki korak biće detaljno opisan u nastavku ovog poglavlja.

Tabela 6: Kontrolna lista za dizajn sistema toplotne pumpe

Korak	Aktivnost	DA	NE
1	Odredite zahteve		
	Koji su zahtevi koje sistem treba ispuniti - grejanje - hlađenje - priprema sanitarne tople potrošne vode	☐ ☐ ☐	☐ ☐ ☐
	Da li su prikupljene informacije o specifičnosti objekata (stan, kuća zgrada)	☐	☐
	Da li je urađena procena uticaja toplotne pumpe na okolinu i uticaja okoline na toplotnu pumpu (uticaj toplotne pumpe na okolinu i zaštita komponenti sistema u oblasti gde se toplotna pumpa instalira blizu reke/planinskim regionima, sl.)	☐	☐
	Da li je urađena procena o vrsti unutrašnje jedinice koja najviše odgovara prostoru.	☐	☐
2	Da li su određene sezonske projektne temperature		
	- grejanje	☐	☐
	- hlađenje	☐	☐
3	Da li postoji proračun za potrebnu energiju (toplotno opterećenje) (kW)		
	- grejanje	☐	☐
	- hlađenje	☐	☐
4	Da li je moguće izabrati sistem/model koji odgovara zahtevima dizajna i željama korisnika	☐	☐
5	Da li je odabrana lokacija unutrašnjih i spoljašnjih jedinica	☐	☐

U nastavku slede informacije za svaku od gore navedenih aktivnosti.

5.2 Važnost pravilnog izbora veličine vazdušne toplotne pumpe

Odabir ispravne veličine toplotne pumpe je ključan za efikasnost i performanse. Jedinicu treba izabrati za potrebno opterećenje grejanja ako je prioritet grejanje. Ako je toplotna pumpa premala ili prevelika, sistem će koristiti više energije nego što je potrebno, povećavajući troškove rada i gubeći efikasnost, a zahtevi za grejanje/hlađenje možda neće biti ispunjeni.

Koliko je odabir toplotne pumpe manjeg kapaciteta lošiji, isto tako je loše odabrati toplotnu pumpu većeg kapaciteta. Nedostaci lošeg izbora toplotne pumpe prikazani su u tabeli ispod.

Tabela 7: Nedostaci lošeg izbora toplotne pumpe

Veličina toplotne pumpe	Performanse	Efekti
Toplotna pumpa manjeg kapaciteta od potrebnog (poddimenzionisana toplotna pumpa)	Toplotna pumpa može biti prečesto u režimu otapanja.	- Sistem ne isporučuje toplotu zbog čestog otapanja - Sistem izduvava hladan vazduh
	Možda će biti potrebno dodatno grejanje.	- Povećani troškovi eksploatacije - Smanjena efikasnost
	Rad toplotne pumpe može biti prečesto u punom kapacitetu.	- Povećani troškovi eksploatacije - Smanjena efikasnost - Smanjenje životnog veka toplotne pumpe
Toplotna pumpa većeg kapaciteta od potrebnog (predimenzionisana toplotna pumpa)	Povećana potrošnja električne energije zbog čestih startova.	- Povećani troškovi eksploatacije - Smanjena efikasnost
	Kratki ciklusi rada jer toplotna pumpa brže postiže zadatu temperaturu.	- Previsoka cirkulacija vazduha čak i pri maloj brzini ventilatora. - Povećana buka - Smanjenje životnog veka toplotne pumpe
	Prečesto toplotna pumpa radi sa malim opterećenjem.	- Smanjena efikasnost

Sistem toplotne pumpe odgovarajuće veličine, u poređenju sa sistemom loše veličine, imaće:

- kraće ukupno vreme rada kompresora
- optimalni broj start/stop samog kompresora
- brzine rada na niže frekvencije
- smanjeno vreme rada u režimu otapanja

Instaliranje jedinice toplotne pumpe male veličine će značajno povećati troškove rada, do te mere da će dodatni godišnji operativni troškovi biti veći od troškova instaliranja jedinice sledeće veličine.

Tamo gde je potrebna toplotna pumpa velikog kapaciteta ili je prostor koji se greje veliki, instaliranje dve manje jedinice ili „multi-split“ sistema može dati bolju distribuciju toplote unutar prostora i bolju kontrolu od velike pojedinačne jedinice.

Opterećenja grejanja imaju tendenciju da budu veća od opterećenja hlađenja gde su oba potrebna (naročito u regionima sa nižim temperaturama tokom zime). Sistemi dizajnirani za grejanje će verovatno biti preveliki za hlađenje, u tom slučaju će sistem raditi samo povremeno u hlađenju, smanjujući performanse hlađenja.

5.3 Korak 1: Pregled zahteva

Prvi korak u dizajniranju sistema je prikupljanje informacija koje se koriste da se odredi koja je opcija toplotne pumpe najprikladnija za određeni dom. Preporuka je da se koriste kontrolne liste u nastavku da bi se odredili zahtevi za sistem.

Kontrolna lista za određivanje potrebe za grejanjem / hlađenjem

Kontrolna lista za određivanje potrebe za grejanjem / hlađenjem je prvi korak u dizajniranju sistema. Kontrolna lista sadrži devet pitanja preko kojih se sakupljaju informacije za određivanje potrebe za grejanje / hlađenje.

Kontrolna lista je prikazana u tabeli ispod.

Tabela 8: Kontrolna lista za određivanje potrebe za grejanjem / hlađenjem

1. Koji je prioritet grejanje, hlađenje ili priprema sanitarne tople vode?			
☐	Grejanje	☐	Hlađenje
☐		☐	Priprema STV
2. Koji je region i lokacija zgrade?			
Region:		Lokacija:	
3. Da li postoje specifični lokalni uslovi, kao što su mikroklima unutar klimatske zone - regiona, što može uticati na izbor?			
☐	DA	☐	NE
Ukoliko je odgovor DA, opisati specifične lokalne uslove:			
4. Koje su sezonske visoke i niske temperature okoline? (NAPOMENA: Sezonska visoka i niska temperatura treba da bude u skladu sa Pravilnikom o energetske efikasnosti zgrada)			
Niska temperatura		Visoka temperatura	

5. Za koju vrstu objekta (kuće) je sistem namenjen?			
☐	Stari	☐	Novi
☐		☐	Izolovan
6. Da li je sistem za tipične veličine jednokrevetne sobe ili velike sobe (gde postoji potreba od više jedinica)			
☐	Tipične veličine jednokrevetne sobe		☐
			Velike sobe
Broj sobe tipične veličine jednokrevetne sobe			Broj velikih soba
7. Koliki je broj stanara u objektu?			
		Broj stanara:	
8. Šta vlasnik preferira za vrstu unutrašnje jedinice? Na primer, jedinica koja se montira na pod može biti bolja za starijeg korisnika da daje direktniji protok toplote i omogućiti lak pristup radi održavanja.			
Opisati vrstu unutrašnje jedinice:			
9. Koja je vremenska okupiranost prostora? Na primer, izvan objekta na poslu veći deo dana, kući ceo dan, rad od kuće, penzioneri/stariji i tako dalje.			
Izvan objekta više od 10 sati		☐	Penzioneri / stariji, kući ceo dan
		☐	
Rad od kuće određeni broj dana tokom radne nedelje		☐	Broj dana rada od kuće
		☐	

Pregled specifičnosti samog objekta

Pregled specifičnosti samog objekta sastoji se od:

- Orijentacije objekta
- Orijentacije prozora i dobrotaka toplote od zračenja (naročito tokom leta)
- Površine zidova, tavana, prozora, poda, fiksna stolarija
- Karakteristike objekta; na primer, infiltracija vazduha/gubitak toplote oko vrata/prozora, da li je stolarija stara ili nova, opcije podešavanja zimski/letnji režim itd.
- Nivo izolacije zidova, tavana i poda (karakteristike – podovi na zemlji, ukopani ili polu ukopani zidovi itd.)
- Tip prozora (jednostruko/dvostruko staklo, termoizolaciono staklo, sl.), vrsta okvira i karakteristike (PVC - koliko komora, AL – sa termoispunom ili bez, drvo, itd.)

Uticaj toplotne pumpe na okolinu i uticaj okoline na toplotnu pumpu

Pre instalacije toplotne pumpe treba prikupiti informacije i o ekološkim zahtevima i uticaju raznih tipova toplotnih pumpi na okolinu. Izbor tipa toplotne pumpe i instalacija toplotne pumpe pre svega mora da bude u skladu sa nacionalnom regulativom na snazi i nacionalnim standardom SRPS EN 378 - Sistemi za hlađenje i toplotne pumpe – Zahtevi za bezbednost i zaštitu životne sredine.

Takođe treba obratiti pažnju i na uticaj okoline na toplotnu pumpu u smislu agresivne okoline i mogućih oštećenja toplotne pumpe zbog uticaja okoline. U okolini industrijskih kapaciteta moguća je pojava korozije ili drugih oštećenja zbog agresivne sredine na materijale i komponente ugrađenih u toplotnoj pumpi. Uticaj okoline može da bude i uticaj prašine i drugih tipova zagađenja koja se mogu pojaviti (lišće, prašina od vozila i procesa ...) kao i uticaji okoline poput druge opreme, mašina itd.

Vrsta unutrašnje jedinice koja odgovara prostoriji

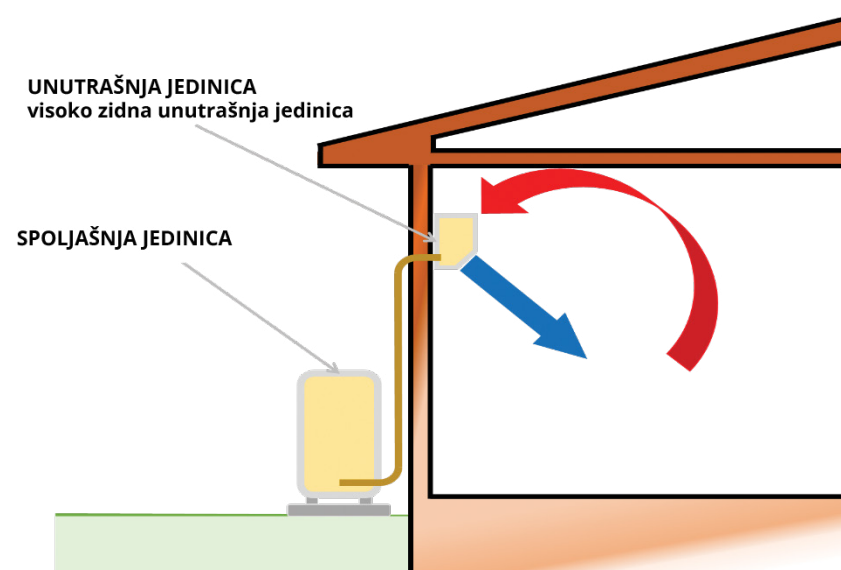
Potrebno je i razmotriti i strujanje vazduha u odnosu na raspored prostorija ili prostora.

Unutrašnje jedinice koje se koriste možemo podeliti na:

- zidna podplafonska unutrašnja jedinica (montirana visoko na zidu ispod plafona)
- plafonska (kasetna) unutrašnja jedinica (montirana na plafonu - kasetna jedinica)
- podno konzolna unutrašnja jedinica (montirana na zidu iznad poda ili stoji na samom podu - parapetna jedinica)

Sve tri vrste unutrašnjih jedinica mogu se koristiti za grejanje ili hlađenje. Različiti tipovi mogu odgovarati različitim ljudima na osnovu njihovog ličnog izbora.

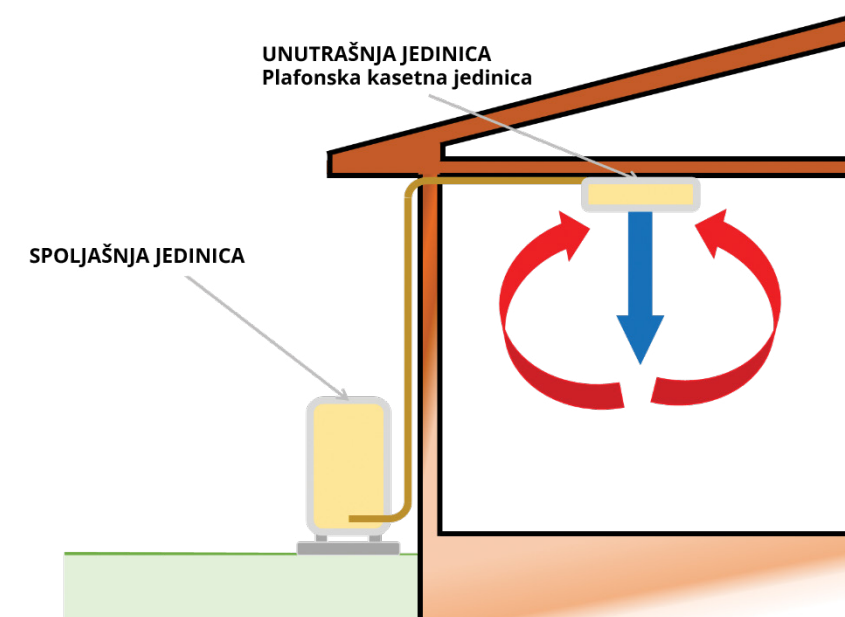
- zidna podplafonska unutrašnja jedinica (montirana visoko na zidu ispod plafona)



Zidne podplafonske jedinice duvaju vruć ili hladan vazduh koji se meša sa vazduhom u prostoriji pre nego što se spusti na nivo ljudi koje su u prostoru.

Slika 18: Način cirkulacije vazduha kod zidne podplafonske jedinice

- plafonska (kasetna) unutrašnja jedinica (montirana na plafonu - kasetna jedinica)

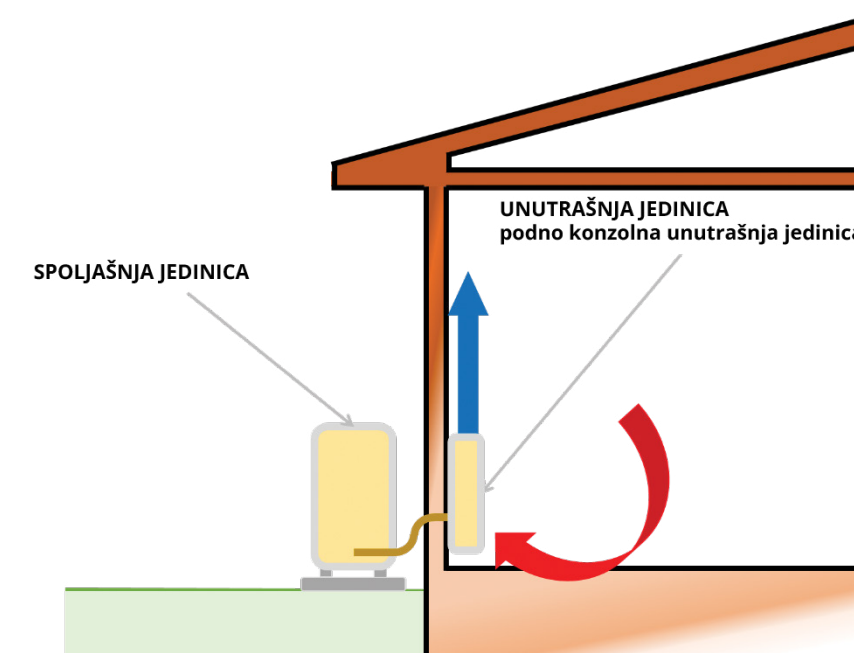


Plafonske jedinice izduvavaju vazduh prema podu kako bi cirkulisali zagrejani vazduh u prostoriji.

Ograničenje: položaj izduva i usisa treba definisati prema enterijerskom rasporedu u prostoriji.

Slika 19: Način cirkulacije vazduha kod plafonske jedinice

- podno konzolna unutrašnja jedinica (montirana na zidu iznad poda ili stoji na samom podu - parapetna jedinica)



Podne konzolne jedinice su prvenstveno dizajnirane za grejanje, jer se topli vazduh diže, a hladan spušta. Razmotriti lokaciju objekata u odnosu na nameštaj koji može ometati protok vazduha i izazvati kratak spoj vazduha nazad u jedinicu, smanjujući efikasnost i performanse. Razmotriti odnos visinske razlike spoljašnje i unutrašnje jedinice (da li spoljašnja može da se ugradi ispod ili iznad unutrašnje)

Slika 20: Način cirkulacije vazduha kod podno konzolne unutrašnje jedinice

5.4 Korak 2: Pregled sezonskih projektnih temperatura

Nakon određivanja potrebe za grejanjem / hlađenjem što je prvi korak u dizajniranju sistema, drugi korak je pregled sezonskih projektnih temperatura.

Pošto se kapacitet grejanja toplotne pumpe smanjuje sa smanjenjem spoljašnje temperature, preporuka je izabrati jedinicu koja može da obezbedi potrebni kapacitet grejanja na najnižoj zimskoj spoljašnjoj temperaturi koja je relevantna za lokalnu klimu gde se toplotna pumpa instalira. Kapacitet toplotne pumpe na toj temperaturi će se verovatno razlikovati od nominalnog izlaznog kapaciteta grejanja.

U tabeli ispod prikazane su spoljašnje projektne zimske temperature za veća naseljena mesta u Srbiji

Tabela 9: Spoljašnje projektne zimske temperature u skladu sa pravilnikom o energetske efikasnosti zgrada ("Službeni glasnik RS" broj 61 od 19. avgusta 2011. – tabela 3.3.4.1)

Mesto	Spoljna projektna temperatura	Mesto	Spoljna projektna temperatura
	$\theta_{H,e}$ [°C]		$\theta_{H,e}$ [°C]
Banatski Karlovac	-13,2	Kopaonik	-20,1
Beograd	-12,1	Leskovac	-17,4
Bečej	-15,8	Loznica	-13,7
Valjevo	-14,4	Niš	-14,5
Vranje	-15,3	Novi Sad	-14,8
Vršac	-15,4	Peć	-18,1
Veliko Gradište	-14,1	Požega	-18,3
Dimitrovgrad	-15,8	Prizren	-18,4
Zaječar	-17,5	Priština	-19,8
Zlatibor	-16,0	Sjenica	-23,7
Zrenjanin	-14,8	Sombor	-15,1
Kikinda	-15,3	Sremska Mitrovica	-15,0
Kraljevo	-14,7	Surčin – Beograd	-13,0
Kruševac	-16,2	Crni Vrh	-18,5
Kragujevac	-15,0	Ćuprija	-15,2

Tabela 10: Broj stepen dana za grejanje HDD i srednja temperatura grejnog perioda $\theta_{H,min}$ za mesta u Republici Srbiji (Pravilnik o energetske efikasnosti zgrada "Službeni glasnik RS" broj 61 od 19. avgusta 2011. – tabela 6.3)

Mesto	HDD	HD	$\theta_{H,min}$	Mesto	HDD	HD	$\theta_{H,min}$
Aleksinac	2517	176	5,7	Leskovac	2625	181	5,5
Beograd	2520	175	5,6	Požarevac	2588	181	5,7
Bečej	2797	184	4,8	Negotin	2818	183	4,6
Bor	3100	200	4,5	Niš	2613	179	5,4
Valjevo	2784	192	5,5	Novi Sad	2679	181	5,2
Vranje	2675	182	5,3	Pančevo	2712	182	5,1
Vršac	2556	180	5,8	Pirot	2610	180	5,5
Gornji Milanovac	3078	208	5,2	Prokuplje	2604	186	6
Divčibare	3839	243	4,2	Senta	2824	187	4,9
Zaječar	2880	192	5	Smederevo	2610	180	5,5
Zlatibor	3728	239	4,4	Sombor	2850	190	5
Zrenjanin	2748	182	4,9	Sremski Karlovci	2496	177	5,9
Jagodina	2599	178	5,4	Sremska Mitrovica	2738	185	5,2
Kikinda	2763	183	4,9	Užice	3015	201	5
Kopaonik	5349	311	2,8	Čačak	2755	190	5,5
Kragujevac	2610	180	5,5	Ćuprija	2380	163	5,4
Kraljevo	2628	180	5,4	Šabac	2588	181	5,7
Kruševac	2654	183	5,5	Šid	2686	184	5,4

Treba imati na umu da mogu postojati neke varijacije unutar svake oblasti. Ako lokacija na kojoj se instalira toplotna pumpa ima posebne mikroklimatske uslove (na primer, dolina bez sunca ili vlažna, ruža vetrova itd.), to treba uzeti u obzir. U ovom slučaju, projektovana temperatura može biti niža za jedan ili dva stepena.

Unutrašnje projektne temperature u zavisnosti od tipa objekta i prostora prikazane su u tabelama¹³ ispod.

Tabela 11: Unutrašnje projektne temperature u stambenim zgradama

Naziv prostorije	°C
Dnevna soba, spavaća soba, predsoblje, degažman, kuhinja	20
Toalet – poseban	15
Kupatilo (posebno i sa toaletom)	22 – 24
Sušionica veša	16
Hidroforsko postrojenje	10
Priručna radionica	18
Stepenište (ako se greje)	10

Tabela 12: Unutrašnje projektne temperature u poslovnim prostorijama

Naziv prostorije	°C
Kabineti, biroi, kancelarije, biblioteke, ateljei, lokali	20
Konferencijske sale, trpezarije, sobe za vozače, hodnici, čekaonice	18
Arhiva – biroi	20
Arhiva – magacini	12
Magacin u sklopu lokala	10
Holovi i garderobe	16
Garaže	5

Tabela 13: Unutrašnje projektne temperature u bolnicima, klinikama, ambulantama

Naziv prostorije	°C
Čekaonice, ordinacije, lekarske sobe, laboratorije	20
Kancelarije, bolesničke sobe, svlačionice, sobe za uzimanje uzoraka, prostorije za specijalističke preglede, sobe za Ro dijagnostiku, gipsane, kabineti za snimanje, zračenje, terapiju i masažu	22
Operacione sale za hitne slučajeve, sobe za dijagnostiku i intervencije, sobe za pripremu, sobe za buđenje	24
Operaciona i akušerska sala, soba za prevremeno rođene bebe, kupatila, sobe za hidroterapiju	25
Prostorije za sterilizaciju, obdukcije, kabineti za teretanu, toaleti, sala, radionice	18
Skladišta čistog veša i sanitetskog materijala, tehnički objekti, perionice	15
Skladišta krvi	7
Magacin prljavog rublja	5
Kuhinja	16

Tabela 14: Unutrašnje projektne temperature u apotekama

Naziv prostorije	°C
Izdavanje lekova	18
Pripremanje lekova i priručni magacin	20
Prostorija za čuvanje gotovih lekova	10

¹³ Izvor podataka u tabelama 11 do 19 – “Mali termotehnički priručnik”, drugo dopunjeno izdanje, izdavač SMEITS, 2011. godine.

Tabela 15: Unutrašnje projektne temperature u restoranima

Naziv prostorije	°C
Sale za goste, kelnersko odeljenje	18
Kuhinje, poslastičarnice, sudopere	16
Skladišta suhomesnatih proizvoda, povrća, pića	6
Skladišta sira	12
Hodnici, toaleti	15
Tuševi, umivaonice, svlačionice	22

Tabela 16: Unutrašnje projektne temperature u pozorištima i bioskopima

Naziv prostorije	°C
Dvorane za predstave, scene i svlačionice, bifei, unutrašnje stepenice, odeljenje za stambenu opremu, kabine za snimatelje	18
Službene prostorije	20
Toaleti, perionica	15
Kuhinja	16

Tabela 17: Unutrašnje projektne temperature u hotelima, internatima, domovima

Naziv prostorije	°C
Sobe, kancelarije, hale, restorani, kafići, frizerski saloni, holovi, hodnici	20
Učionice	18
Sobe u domu staraca	22
Toaleti, perionice, magacini čistog veša	15
Kupatila i tuševi	25
Kuhinje	16

Tabela 18: Unutrašnje projektne temperature u zatvorenim bazenima i sportskim dvoranama

Naziv prostorije	°C
Hodnici, sale za odmor posle kupanja, kancelarije	20
Lekarske ordinacije, svlačionice	22
Gimnastičke sale i perionice	15
Hale sa bazenima za plivanje	22 - 28
Tuševi i kupatila	25
Parna kupatila	40
Saune	60 - 90
Skladište sportske opreme	10

Tabela 19: Unutrašnje projektne temperature u objektima javne namene

Naziv prostorije	°C
Muzeji, galerije	20
Crkve	12 - 15
Kasarne	20
Zatvori	20

5.5 Korak 3: Pregled toplotnih opterećenja

Proračun toplotnog opterećenja je posao za ovlašćenog / licenciranog projektanta jer je to pravilan i siguran način za određivanje potrebne energije (toplotno opterećenje) za grejanje i hlađenje.

Pre izbora sistema potrebno je uraditi pregled toplotnih opterećenja.

Novi objekti ili objekti u fazi izgradnje

Novi objekti ili objekti u fazi izgradnje smatraju se da su izgrađeni ili se grade u skladu sa pravilnikom o energetskej efikasnosti zgrada i pravilnikom o uslovima, sadržaju i načinu izdavanja sertifikata o energetskim svojstvima zgrada.

Za ove objekte, smatra se da postoji termotehnički projekat i potrebno je uraditi pregled toplotnih opterećenja iz projektne dokumentacije.

Postojeći objekti

Kod postojećih objekata starijeg datuma izgradnje, složenije je uraditi pregled toplotnih opterećenja, jer se smatra da projektna dokumentacija ne postoji ili nije dostupna. Za ove objekte koristimo informacije sakupljene u prva dva koraka, kako bi pokušali doći do informacije o toplotnom opterećenju.



NAPOMENA

Preporuka je angažovati ovlašćenog / licenciranog projektanta da uradi proračun toplotnog opterećenja za grejanje i hlađenje i reviziju postojećeg sistema za grejanje ukoliko je sistem instaliran ali koristi drugi izvor toplote.

Tabela ispod je primer pregleda toplotnog opterećenja. Treba imati na umu da je tabela samo informativne prirode i ista se ne može koristiti kao metod proračuna toplotnog opterećenja.

Tabela 20: Primer pregleda toplotnog opterećenja kod postojećeg objekta

Da li u objektu postoji instaliran sistem za grejanje koji za izvor toplote koristi toplotnu pumpu?							
☐	DA	☐	NE				
PREGLED TOPLOTNOG OPTEREĆENJA U SLUČAJU DA JE ODGOVOR "DA"							
A. Koji je tip sistema (tip grejnih tela)							
☐	Radijatorsko grejanje	☐	Ventilatorski konvektori	☐	Podno grejanje	☐	Drugo
Ukoliko je odgovor drugo opisati sistem:							

Tabela 18: Unutrašnje projektne temperature u zatvorenim bazenima i sportskim dvoranama

B. Radni režim – temperatura grejnog medijuma (vode)	°C
V. Pregled (procena) kapaciteta instaliranih grejnih tela:	
V1: Radijatori – ukupan toplotni kapacitet:	W
V2: Ventilatorski konvektori – ukupan kapacitet u režimu grejanja:	W
V3: Podno grejanje – ukupan toplotni kapacitet:	W
V4: Drugi grejni uređaji – ukupan toplotni kapacitet	W
UKUPNO = V1 + V2 +V3 + V4:	W

PROCENA TOPLOTNOG OPTEREĆENJA U SLUČAJU DA JE ODGOVOR "NE"

Za koji tip objekta je sistem namenjen?

☐	Tip I – stambeni objekti u blokovima	☐	Tip II – ulični tip, zgrade, višespratne kuće u nizu	☐	Tip III – jednospratne porodične kuće
--------------------------	--------------------------------------	--------------------------	--	--------------------------	---------------------------------------

Procena toplotnog opterećenja prema odabranom tipu objekta

A. Ukupna površina objekta	m ²
B. Usvojena vrednost specifičnog toplotnog opterećenja q (W/m ²)	W/m ²
UKUPNO = A * B	W

Preporuke za usvajanje vrednosti specifičnog toplotnog opterećenja:

Tabela 21: Usvojene vrednosti specifičnog toplotnog opterećenja grejanja za stambene objekte q (W/m²)

Namena objekta	PERIOD		
	do 1985	1985 - 1995	1995 - 2005
	q (W/m ²)		
Stambeni tip I	146	104	83
Stambeni tip II	149	93	70
Stambeni tip III	194	194	140

Tabela 22: Usvojene vrednosti specifičnog toplotnog opterećenja grejanja za javne i poslovne objekte q (W/m²)¹⁷

Namena objekta	PERIOD		
	do 1985	1985 - 1995	1995 - 2005
	q (W/m ²)		
Obrazovne ustanove	180	112	90
Administrativne zgrade	173	135	108
Male trgovine, robne kuće	234	210	168
Restorani	380	280	224

¹⁷ Izvor podataka u tabeli: Studija o mogućnosti primene toplotnih pumpi na teritoriji AP Vojvodine, kako za individualne i komercijalne objekte pojedinačno, tako i za daljinske sisteme grejanja po ugledu na EU, a u skladu sa aktuelnom direktivom

5.6 Korak 4: Izbor sistema koji najviše odgovara prethodnim zahtevima

Sada bi trebalo da imamo sve informacije potrebne za odabir pravog sistema toplotne pumpe za potrebe kuće. Stvari koje treba imati na umu:

- Jedinice inverterskog tipa se preporučuju u većini slučajeva zbog njihove povećane efikasnosti.
- Treba uzeti u obzir uticaj okoline na toplotnu pumpu u smislu agresivne okoline i mogućih oštećenja toplotne pumpe

Neki proizvođači pružaju tabele sa vodičem za performanse za izbor sistema toplotne pumpe. Primer slične tabele prikazan je ispod. Trebalo bi da koristite proizvode sa dostupnim informacijama, posebno u područjima sa niskim spoljašnjim temperaturama tokom zime.



НАПОМЕНА

Произвођачи топлотних пумпи треба да дају корекционе факторе којима се прерачунавају капацитети и ефикасност на различите спољашње температуре, како за зиму тако и за лето.

Kada podaci o kapacitetu grejanja nisu dostupni za preciznu spoljašnju projektovanu temperaturu relevantnu za mesto instalacije, koristite informacije o kapacitetu grejanja za najbližu spoljašnju temperaturu dostupnu ispod spoljašnje projektovane temperature.

Tabela 23: Primer performanse toplotne pumpe u zavisnosti od spoljašnje temperature

MODEL A: kapacitet 4kW															
Unutrašnja temperatura (°C)	Spoljašnja temperatura (°C)														
	-12			-5			0			2			7		
20	Q _{gr.}	El.	COP	Q _{gr.}	El.	COP	Q _{gr.}	El.	COP	Q _{gr.}	El.	COP	Q _{gr.}	El.	COP
	2,4	0,77	3,12	2,88	0,91	3,15	3,7	1,1	3,31	3,8	1,12	3,4	4,1	1,18	3,5

MODEL B: kapacitet 6kW															
Unutrašnja temperatura (°C)	Spoljašnja temperatura (°C)														
	-12			-5			0			2			7		
20	Q _{gr.}	El.	COP	Q _{gr.}	El.	COP	Q _{gr.}	El.	COP	Q _{gr.}	El.	COP	Q _{gr.}	El.	COP
	3,6	1,3	2,76	4,32	1,54	2,8	5,1	1,71	2,98	5,2	1,75	3,0	6,1	1,9	3,2

MODEL V: kapacitet 8kW															
Unutrašnja temperatura (°C)	Spoljašnja temperatura (°C)														
	-12			-5			0			2			7		
20	Q _{gr.}	El.	COP	Q _{gr.}	El.	COP	Q _{gr.}	El.	COP	Q _{gr.}	El.	COP	Q _{gr.}	El.	COP
	4,8	1,85	2,59	5,65	2,05	2,75	6,2	2,25	2,8	6,4	2,4	2,7	8,1	2,6	3,1

Primer: Ako se toplotna pumpa instalira na području Beograda, spoljašnja temperatura prema tablici 9 ovog priručnika je -12,1 i potreban je kapacitet grejanja od 4,5 kW, pozivajući se na tabelu iznad, treba izabrati toplotnu pumpu nominalnog kapaciteta 8 kW koja je u stanju da isporučuju snagu od 4,8 kW na -12°C (najbliža temperatura temperaturi -12,1°C prema dostupnim podacima), što će zadovoljiti zahtev za kapacitetom grejanja. Model toplotne pumpe nominalnog kapaciteta 6 kW daje samo 3,6 kW izlaz na -12°C što je manje od potrebnih 4,5 kW i stoga je nedovoljno.

5.7 Korak 5: Lokacija – mesto postavljanja vazdušne toplotne pumpe

Pravilna lokacija spoljne i unutrašnje jedinice je neophodna za optimalne performanse. Mnogi problemi sa toplotnim pumpama lošeg učinka su zbog loše lokacije spoljašnje jedinice.

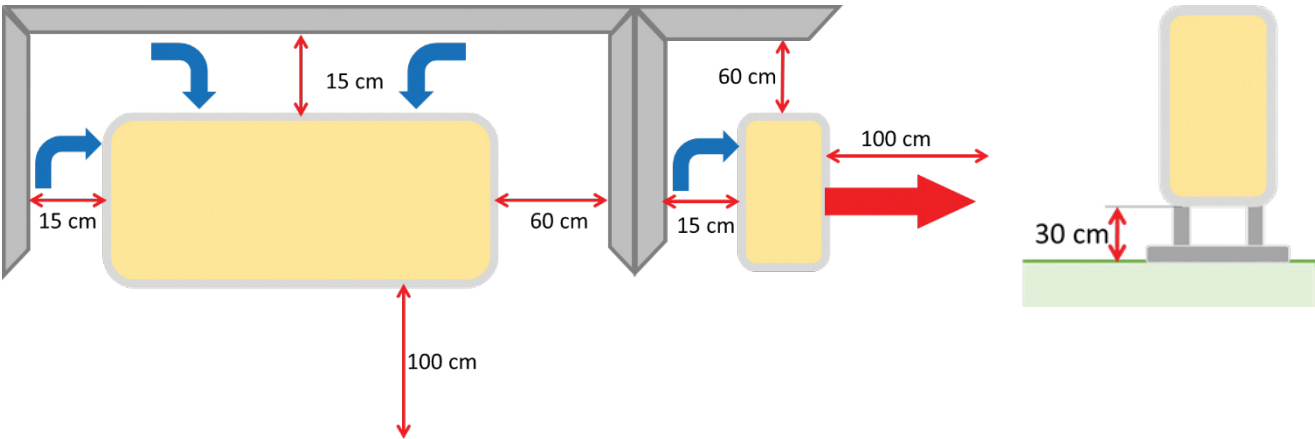
Spoljašnja jedinica

Lokacija na kojoj se postavlja spoljašnja jedinica treba:

- da omogući nesmetan protok vazduha oko jedinice (da bi se izbeglo stvaranje mikroklimе koja smanjuje performanse i efikasnost toplotne pumpe) zbog efikasne razmene toplote.
- da se postavi u skladu sa preporukama proizvođača za udaljenosti do prepreka. Ako preporuke proizvođača nisu date, obezbediti minimalnu udaljenost od prepreka prema preporuci prikazanoj na slici ispod.

Svaki proizvođač u svom uputstvu o instalaciji daje preporuke i minimalne udaljenosti od prepreka pri instalaciji spoljašnje jedinice.

Ukoliko nisu poznate udaljenosti spoljašnje jedinice od prepreka preporučuje se da se omoguće najmanje rastojanja kao na slici ispod.



Slika 21: Minimalna rastojanja za montažu spoljašnje jedinice

Postaviti jedinicu tako:

- da se smanji dužina cevi i nepotrebne krivine na samom cevovodu
- da se omogući minimalna dužina cevovoda u skladu sa preporukama proizvođača opreme
- da se omogući prirodni pad kondenzovoda i samim tim odvoda kondenzata
- da se vidi svaka blokada (primer blokada od lišća ili snega) i da se ista lako može ukloniti.

Nije preporučeno da se jedinica postavi:

- na mesta na kojima buka može da uznemirava stanare u kući ili komšije
- postaviti jedinicu na bilo koje lokacije koje mogu ometati protok vazduha, instalacija se preporučuje samo tamo gde ima dovoljno prostora i slobodnog prostora
- postaviti jedinicu ispod prozora ukoliko jedinica ima vertikalno izduvavanje vazduha
- postavljati više jedinica na način da jedna drugoj ometa protok vazduha ili izduvavanje jedne jedinice da bude u pravcu druge jedinice
- jedinica se ne postavlja na mesta gde je izlaz vazduha usmeren ka prolazu ljudi, na primer preko prilaza ili staze

Spoljašnje jedinice se postavljaju na mesta gde buka iz jedinice ne može da se prenosi na stanare kuće ili susedne objekte i da ih ometa. Spoljna jedinica se ne postavlja ispod ili blizu prozora spavaće sobe. Potrebno je poštovati opštinske propise u vezi sa dozvoljenim nivoima buke.

Postoji nekoliko načina da se smanji prenos zvuka:

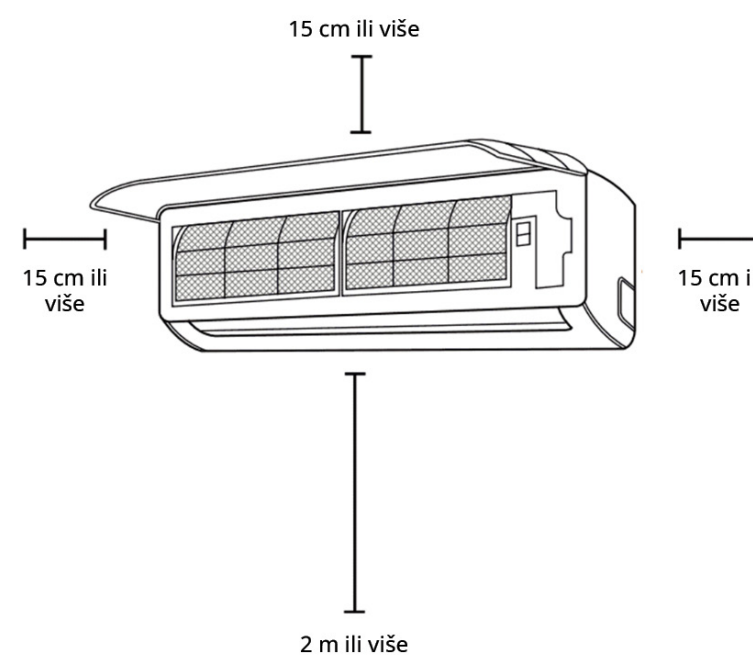
- postaviti jedinicu gde ograda ili čvrsta barijera mogu blokirati zvuk tako da je linija vida između izvora i prijemnika blokirana
- u isto vreme izbegavati prenos reflektovanog zvuka – treba se uzeti u obzir efekat akustike (reverberacije) lakih materijala kao što je ograda od valovitog gvožđa.
- montirati jedinicu na izolacione montažne blokove ili podloge da apsorbuju vibracije.
- uveriti se da je vlasnik svestan potrebe za redovnim održavanjem, kao što je promena istrošenih ležajeva ili drugi bučni delovi.
- Pogledati uputstva za montažu proizvođača za preporučene razmake kako bi se obezbedio protok vazduha oko jedinice.

Unutrašnja jedinica

Kao i kod odabira lokacije spoljašnje jedinice, jako je bitno odabrati pravu lokaciju unutrašnje jedinice. Kod sistema vazduh/vazduh u zavisnosti od tipa unutrašnje jedinice treba obratiti pažnju na lokacije postavljanja unutrašnje jedinice, a da se pritom obezbedi pravilni protok vazduha, da duvanje unutrašnje jedinice ne ometa ljude koji su unutar prostora, kako i ostaviti minimalna rastojanja od prepreka za pravilan rad unutrašnje jedinice.

Pri odabiru lokacije unutrašnje jedinice obratiti pažnju na:

- tip unutrašnje jedinice (visoko postavljena zidna, plafonska (kasetna), podno konzolna (parapetna))
- montaža jedinice da bude na spoljnom zidu ukoliko postoji mogućnost
- izbeći usmeravanje protoka vazduha na mesta za sedenje ili elektronsku opremu
- usmeriti protok vazduha do najhladnije tačke u prostoriji (ali ne prema prozoru)
- raspored prostora i obrasce strujanja vazduha
- kao i kod spoljašnjih jedinica, i u ovom slučaju treba videti koje su preporuke proizvođača opreme u uputstvu za instalaciju o minimalnim rastojanjima od prepreka. Rastojanje zavisi od tipa unutrašnje jedinice.



Primer dimenzija za visoko postavljenu zidnu unutrašnju jedinicu prikazan je na slici levo.

Slika 22: Minimalna rastojanja za montažu visoko postavljenu zidnu unutrašnju jedinicu

Nije preporučeno da se jedinica postavi:

- u uskom uglu ili prostoru
- iza zavesе ili neke druge prepreke ispred same jedinice
- tako da usmerava vazduh ka primarnom izvoru dobijanja ili gubitka toplote, kao na primer prozor
- u kuhinji ili u blizini osveživača vazduha
- iznad ili blizu bilo kojeg izvora toplote, uključujući električne uređaje, što bi moglo uticati na performanse ili delovati kao tačka paljenja

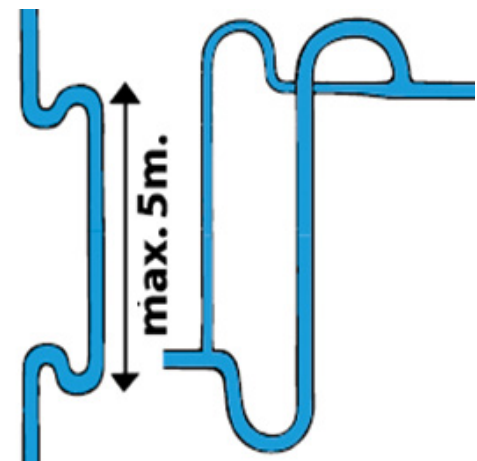
5.8 Korak 6: Pregled zahteva koji se trebaju ispuniti pre instalacije

Pre instalacije toplotne pumpe treba proveriti zahteve koji se trebaju ispuniti da bi sama instalacija protekla bez nekih posebnih problema. Ovo podrazumeva:

- Provera postojećih raspoloživih električnih kapaciteta za instalaciju odabrane toplotne pumpe
- Pripremni radovi – mašinske instalacije
- Pripremni radovi – elektro instalacije a u zavisnosti od veličine spoljašnje jedinice nekad i manje građevinske radove

Instalacija toplotne pumpe zahteva praćenje preporuke proizvođača opreme. Potrebno je obratiti pažnju na preporuke proizvođača opreme za dimenzije i način vođenja cevovoda i potrebni presek kablova za elektro napajanje toplotne pumpe. Neki proizvođači daju informacije i za veličinu osigurača. Instalater treba biti dobro upoznat sa preporukama proizvođača opreme, naročito ako postoje neke specifične preporuke, na primer način vođenja cevovoda, postavljanje “uljne zamke” za povratak ulja, ukoliko postoji veća visinska razlika između spoljašnje i unutrašnje jedinice i sl.

Formiranje usponskog usisnog cevovoda treba da omogućava podizanje kompresorskog ulja kroz instalaciju da bi se ono vratilo u karter kompresora. Ako je potrebno, “uljne zamke” treba postaviti sa “korakom” od 3 do 5 m visine (slika ispod levo) ili po preporuci samog proizvođača uređaja. Na desnoj strani slike dat je prikaz sa usponskim obilaznim vodom manjeg prečnika cevi, radi povećanja brzine rashladnog fluida u njoj, čime se omogućava povrat ulja u kompresor. Obilaznice treba postaviti tako da se pri smanjenoj brzini napravi uljni čep u „liri” veće cevi, gde se tako zaustavlja protok rashladnog fluida i strujanje se nastavlja kroz obilazni vod. Konstrukcija gornjih usponskih lukova u odvodnu cev onemogućava povratak ulja u isparivač.



Slika 23: Uljne zamke za povrat ulja u kompresor

Određivanje prečnika cevi vrši inženjer na osnovu složenih proračuna, u kojima je potrebno voditi računa o brzini kretanja rashladnog fluida koji protiče kroz cevi, zbog odgovarajućih padova pritiska (da ne budu preveliki), potencijalnog ključanja tečnosti rashladnog fluida u tečnim vodovima instalacije (što nepovoljno utiče na rad ekspanzionih ventila), zatim, povlačenja zaostalog kompresorskog ulja ka karteru kompresora, i tako dalje. Preporuke brzina (u zavisnosti od toga koji cevovod u instalaciji je u pitanju) date su u tabeli ispod.

Tabela 24: Preporučene brzine rashladnog fluida u cevovodu

Usisni cevovod za freon	4,5 – 20 m/s
Potisni cevovod za freon	8 – 20 m/s
Tečni vod od sakupljača do prigušnog ventila freona	0,5 – 1,25 m/s

Sve ove preporuke se mogu naći u uputstvu za instalaciju toplotne pumpe pripremljenom od strane proizvođača opreme.

Novi objekti (objekti u fazi izgradnje)

Najbolje vreme za postavljanje cevi i kablova u novu zgradu je kada je još u izgradnji.

Potrebno je uraditi koordinaciju sa ostalim izvođačima radova i nadzornim inženjerom, kako bi se planirao raspored i lokacija sistema još u fazi projektovanja i odrediti trase i prodore za instalaciju. Ovo podrazumeva i elektro instalacije, odnosno kablove za električno napajanje toplotnih pumpi i mašinske instalacije, odnosno postavljanje cevovoda za spajanje spoljne i unutrašnje jedinice.

Nakon postavljanja instalacije potrebno je zaštititi instalacije od oštećenja od strane ostalih izvođača radova na objektu.

Takođe pre postavljanja košuljice ili izolacije koja prekriva elektro kablove ili cevovode potrebno je izvršiti nadzor nad postavljenim instalacijama da nije došlo do oštećenja sa strane ostalih izvođača radova.

Postojeći objekti

Prilikom ugradnje jedinica u postojeću zgradu:

- Potrebno je uraditi identifikaciju lokacije postojećih cevovoda, nosećih greda i stubova i kablova pre bušenja rupa ili prodora.
- Uveriti se da nije potrebno bušenje, zarezivanje ili sečenje nosivih i potpornih zidova radi postavljanja cevi ili kablova
- Planirati postavljanje novih instalacija bez promene ili sa najmanjim promenama postojećih instalacija
- Proveriti postojeće raspoložive elektro instalacije i elektro kapacitete za predmetne objekte

6. INSTALACIJA VAZDUŠNE TOPLOTNE PUMPE – MAŠINSKE I ELEKTRO INSTALACIJE

6.1 Bezbednosne mere

AKO NE MOŽETE DA RADITE BEZBEDNO, NEMOJTE POČINJATI RADITI

Pri instalaciji i servisiranju toplotnih pumpi treba se pridržavati propisanih mera i normativa zaštite na radu, a prema Zakonu o bezbednosti i zdravlju na radu ("Službeni glasnik RS", br. 101/2005, 91/2015 i 113/2017 – dr. Zakon)

Pojam sigurnosti i zaštite na radu primenjiv je na sve radove oko uređaja za hlađenje, klimatizaciju i toplotne pumpe. Može se primeniti na sigurnost instalatera, serviser a korisnika, kao i na sigurnost korišćenja alata i opreme. Instalateri i serviseri koji se služe ručnim i električnim alatima izloženi su opasnostima poput predmeta koji padaju, materijala koji mogu prsnuti, štetne prašine, dima, vlage, pare, gasa ili ulja. Da bi se zaštitio od spomenutih opasnosti, serviser u radu mora nositi ličnu zaštitnu opremu.



**SAMO SIGURAN NAČIN
JE ISPRAVAN NAČIN.**

Lična bezbednost

Potrebno je uveriti se da su na raspolaganju svi potrebni alati i lična zaštitna oprema, kao i da su instalateri i serviseri pravilno obučeni za upotrebu ovih alata i opreme.

Proveriti sigurnosni list materijala (MSDS - material safety data sheet) za rashladni fluid, mazivo i druge supstance kako biste utvrdili odgovarajući nivo zaštite.

Sigurnosni list materijala ili MSDS (Material Safety Data Sheet) je standardizovani dokument koji sadrži informacije koje su neophodne za bezbedno rukovanje hemikalijama i zaštitu zdravlja ljudi i životne sredine. Međunarodni standardi obavezuju proizvođače hemikalija da saopštavaju informacije o opasnostima korisnicima svojih proizvoda putem bezbednosnog lista.



MSDS sadrži informacije o hemijskim karakteristikama, opasnostima po zdravlje i životnu sredinu, zaštitnim merama i bezbednosnim preporukama za skladištenje, rukovanje i transport hemikalija.

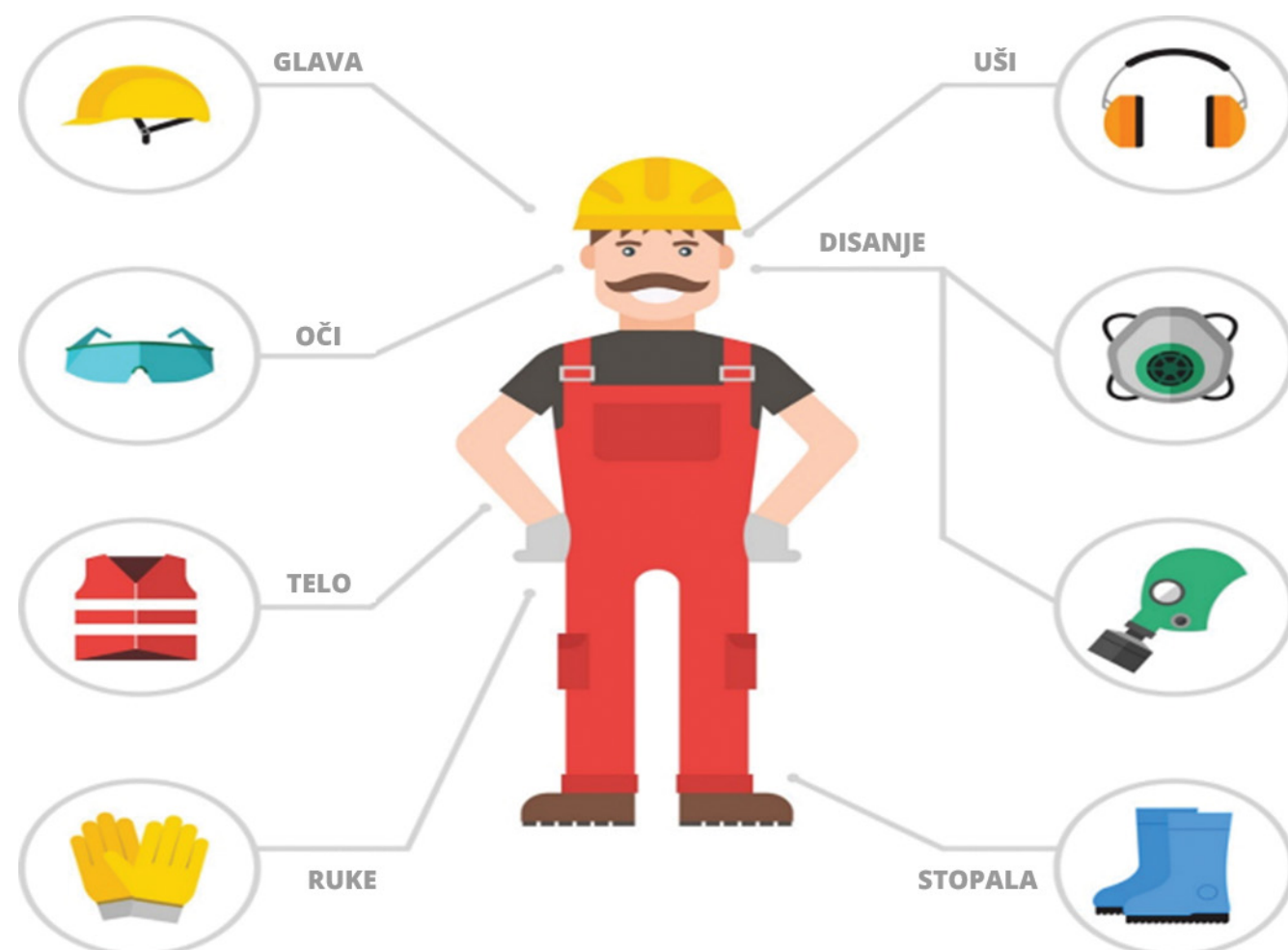
Zakonom o hemikalijama ("Službeni glasnik RS", br. 36 od 15. maja 2009, 88 od 23. novembra 2010, 92 od 7. decembra 2011, 93 od 28. septembra 2012, 25 od 13. marta 2015.) propisano je da je dobavljač hemikalije dužan da svakom distributeru ili daljem korisniku u Srbiji obezbedi bezbednosni list na srpskom jeziku u štampanom ili elektronskom obliku (član 20).

Sadržaj bezbednosnog lista propisan je Pravilnikom o sadržaju bezbednosnog ("Službeni glasnik RS", broj 11 od 14. februara 2024).

Bezbednosni listovi se mogu naći na stranici Međunarodne organizacije rada International Chemical Safety Cards (ICSCs) (ilo.org) ili na veb stranici proizvođača.

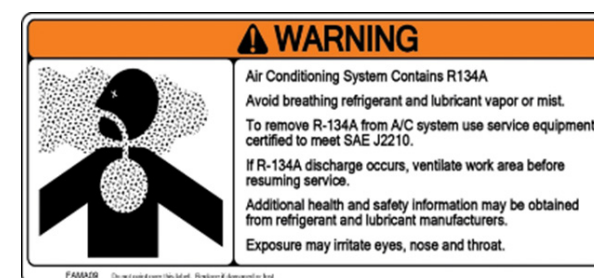
Obaveza poslodavca je da svim zaposlenima omogući pristup bezbednosnim listovima za sve hemikalije sa kojima rukuju.

Lična zaštitna sredstva koje instalater / serviser toplotnih pumpi koristi prikazani su na slici ispod.



Slika 24: Lična zaštitna sredstva

Znaci opasnosti postavljeni na samoj opremi



Slika 25: Znaci opasnosti postavljeni na samoj opremi

Procena rizika

Procena rizika je metoda pomoću koje odlučujete kolika je verovatnoća da će od određene aktivnosti (tj. nivoa rizika) nastati šteta i koje mere treba preduzeti za kontrolu rizika¹⁵. Rizik je deo svakodnevnog života - nije očekivano da se rizici eliminišu, ali bi trebalo znati koji su glavni rizici i kako odgovorno njima „upravljati“. Ovo razmatranje daje osnovne informacije samo o rizicima povezanim sa upotrebom rashladnih fluida, jer oni imaju dodatne opasnosti¹⁶.

Postoje četiri faze procene rizika:

- Utvrditi/identifikovati opasnost;
- Utvrditi ko bi mogao biti povređen; obično je ovo servisni tehničar, a u nekim slučajevima i drugi radnici i šira javnost;
- Proceniti rizike uzimajući u obzir verovatnoću njihovog nastanka i posledičnu težinu;
- Zabeležiti nalaze.

Ako je procenjeni rizik visok, moraće da se razmotre druge mere kontrole. Na primer, kada se radi na uređaju sa zapaljivim rashladnim fluidom, pomerajući uređaj u spoljnu sredinu, rizik bi mogao da se smanji na niži nivo.

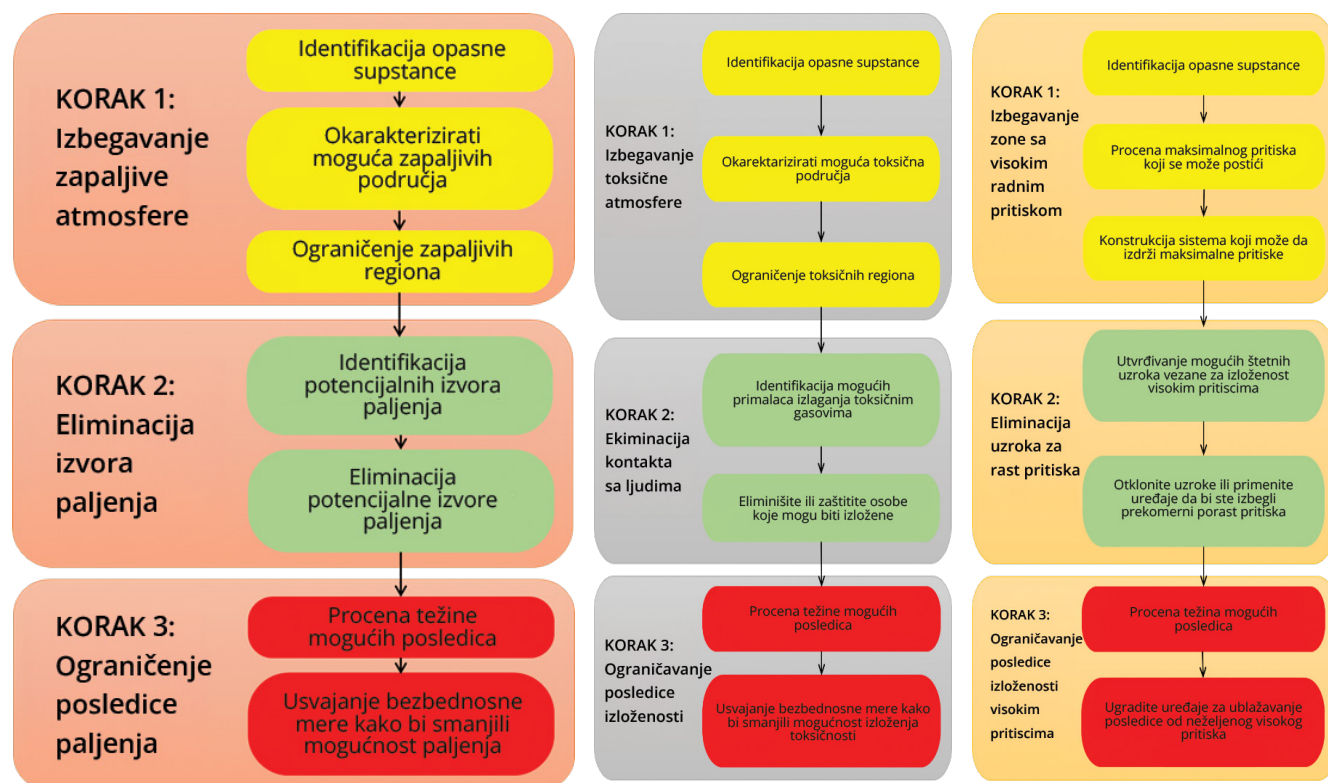
Rad sa rashladnim fluidima može se posmatrati preko tri vrste rizika:

- Zapaljivost
- Toksičnost
- Visoki radni pritisci

Procena rizika na sve tri vrste rizika, radi se kroz tri koraka prikazanih na slici ispod.

¹⁵ Rizik predstavlja verovatnoću da određena opasnost može da nanese povredu/štetu.

¹⁶ Opasnost je nešto što može naneti povredu/štetu.



Slika 26: Procena rizika na zapaljivost, toksičnost i visoke radne pritiske

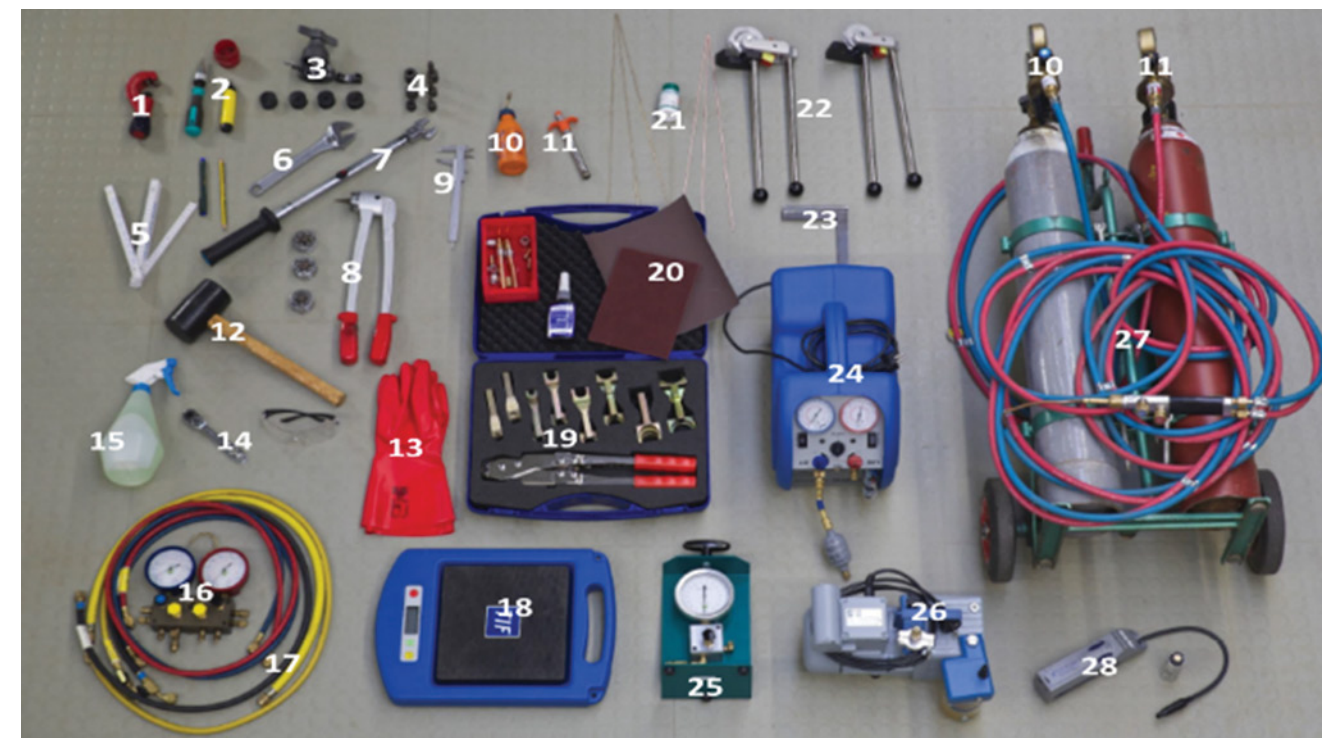
Ostale mere bezbednosti

Ostale mere bezbednosti odnose se na:

- Sigurnost tokom upotrebe električnih alata
- Sigurnost električnih instalacija
- Sigurnost od požara
- Sigurnost rada na klimatizacionim i rashladnim uređajima
- Rukovanje i skladištenje cilindra – boce sa rashladnim fluidom
- Rukovanje i skladištenje boce sa kiseonikom i acetilenom (komplet za tvrdo lemljenje)
- Rukovanje i skladištenje boce sa suvim azotom
- Prva pomoć u slučaju povrede serviser

6.2 Materijali i alati za mašinske instalacije

Korišćeni alati pri instalaciji i servisiranju rashladne, klimatizacione opreme i toplotne pumpe prikazani su na slici ispod



Slika 27: Korišćeni alati pri instalaciji i servisiranju toplotnih pumpi

Opis alata sa prethodne slike:

1. alat za sečenje bakarnih cevi
2. alat za skidanje ivica, neravnina, opiljaka
3. alat za pravljenje konusa na krajevima cevi- pertlovanje cevi
4. alat za kalibraciju cevi- dovođenje isečenog u osu
5. metar, flomaster za obeležavanje na cevima
6. podesivi ključ- ala francuski
7. moment ključ za pritezanje
8. alat za širenje cevi- pravljenje čašice
9. kljunasto merilo
10. kantica ulja za alat
11. kresivo-upaljač za brener / gorionik
12. gumeni čekić
13. sigurnosne naočare i sigurnosne rukavice
14. servisni ključ - četvrtka
15. boca za prskanje sapunice za ispitivanje isticanja rashladnog fluida
16. servisni manometri
17. servisna creva 3x
18. vaga za merenje rashladnog fluida
19. alat za spajanje bez rastavljanja – Lokring
20. šmirgla – abrazivna krpa

21. žica za tvrdo lemljenje Cu-P, žica srebrna + topitelj za srebrnu žicu
22. alat sa točkom za savijanje cevi
23. metalni pravi ugao
24. uređaj za sakupljanje i čišćenje - reciklažu rashladnog fluida
25. vakuum manometar
26. vakuum pumpa
27. acetilensko kiseonički brener/gorionik, prateći rukohvat, regulator pritiska, creva, boce, suvi hvatači plamena na regulatoru pritiska i na ručici gorionika i kolica sa točkovima
28. elektronski detektor isticanja rashladnog sredstva

Materijali za instalaciju toplotne pumpe prikazani su ispod

1. Bakarne cevi
2. Izolacija za bakarne cevi
3. Elektro kablovi
4. Držači, konzole, postolje za toplotnu pumpu
5. Zavrtnje, navrtke
6. PVC cev za odvod kondenzata
7. Plastični kanali za elektro kablove / bakarne cevi
8. Izolaciona traka
9. Cilindar za rashladnim fluidom (rashladni fluid identični kao rashladni fluid u toplotnoj pumpi)

6.3 Kontrolna lista pre instalacije

Neka generalna pravila za instalaciju toplotne pumpe su:

- Pratite uputstva proizvođača.
- Koristite alate i opremu koji odgovaraju potrebama instalacije
- Uverite se da su komponente kompatibilne
- Održavajte ceo sistem čistim i suvim

Postoji nekoliko stvari koje treba proveriti pre nego što krenete sa instalacijom toplotnih pumpi.

Uputstvo za instalaciju dostavljeno od strane proizvođača toplotne pumpe, treba uključiti u kontrolnu listu kroz koju instalater toplotne treba da prođe kako bi izvršio proveru i kontrolu. U slučaju da kontrolna lista nije uključena, ispod je prikazana kontrolna lista kroz koju instalater toplotne pumpe prolazi pre početka instalacije.

Tabela 25: Kontrolna lista pre instalacije

KONTROLNA LISTA PRE INSTALACIJE TOPLOTNE PUMPE		
PROVERA MESTA INSTALACIJE		KOMENTAR
☐	U slučaju novog objekta (objekta u izgradnji) , posetite mesto instalacije i napravite koordinaciju sa izvođačem građevinskih radova i izvođača radova električnih instalacija o radovima koje treba izvesti pre instalacije toplotne pumpe. Komentar: samo registrovani električar može izvoditi radove na elektro instalaciji toplotne pumpe.	
☐	U slučaju postojećeg objekta , posetite mesto instalacije i napravite pregled mogućih pripremnih radova koji se mogu odraditi pre same instalacije toplotne pumpe.	
OSNOVNE INFORMACIJE O TOPLOTNOJ PUMPI		KOMENTAR
☐	Da li oznake na pakovanju (fabričkoj tablici ako je vidljiva) odgovaraju modelu toplotne pumpe koji je odabran i da li se oznake poklapaju.	
☐	Otvorite pakovanje, izvadite jedinicu iz pakovanja i proverite da li su sve komponente isporučene.	
☐	Proverite da li ima oštećenih komponenti. Ukoliko ima pripremite zapisnik o oštećenju i kontaktirajte isporučioća opreme.	
☐	Uverite se da su isporučeni uputstvo za instalaciju i uputstvo za korisnika sa instrukcijama za održavanje i neophodnu periodiku servisa i servisnih aktivnosti.	
MERE BEZBEDNOSTI		KOMENTAR
☐	Pobrinite se da su preduzete odgovarajuće bezbednosne mere u skladu sa Zakonom o bezbednosti i zdravlju na radu ("Službeni glasnik RS", br. 101/2005, 91/2015 i 113/2017, i svim drugim primenljivim regulativama ili standardima (npr. zahtevi za električnu bezbednost, zapaljivo rashladno sredstvo, zahtevi za rukovanje).	
☐	Odgovarajuće planirajte instalaciju, uzimajući u obzir bezbednosne mere, procene rizika relevantne za instalacijske radove i koji su koraci potrebni za kontrolu tih rizika pre početka rada.	

LOKACIJE INSTALACIJE SPOLJAŠNJE I UNUTRAŠNJE JEDINICE		KOMENTAR
☐	Proverite i izmerite raspoloživi prostor odabran za instalaciju spoljašnje i unutrašnje jedinice, proverite pristup prostoru i potrebne razmake od prepreke kako bi se omogućio normalan pristup za instalaciju, a kasnije i za servisiranje toplotne pumpe.	
☐	Proverite da trasa za instalaciju cevovoda ne prelazi maksimalnu dozvoljenu dužinu koju preporučuje proizvođač. Takođe proverite i da visinska razlika između spoljašnje i unutrašnje jedinice ne prelazi visinu koju preporučuje proizvođač.	
☐	Uverite se da su zidovi (vertikalne građevinske konstrukcije) na kojima se planira postavljanje spoljašnje i unutrašnje jedinice u stanju da obezbede pričvršćivanje i podršku.	
☐	Identifikujte lokaciju odgovarajućeg izvora napajanja.	

U nastavku priručnika prikazana je procedura instalacija toplotne pumpe tipa jedinačnog razdvojenog sistema vazduh/vazduh (klasični takozvani split klima uređaj).

6.4 Instalacija spoljašnje jedinice

U prethodnom delu bilo je opisano kako se određuje lokacija spoljašnje jedinice. U skladu sa preporukama proizvođača, prilikom prolaska kroz kontrolnu listu pre instalacije toplotne pumpe, proveriti da su razmaci od spoljašnje jedinice do okolnih prepreka u skladu sa preporukama datim u uputstvu za instalaciju dostavljenom od strane proizvođača opreme.

Pri montaži spoljašnje jedinice treba obratiti pažnju na sledeće:

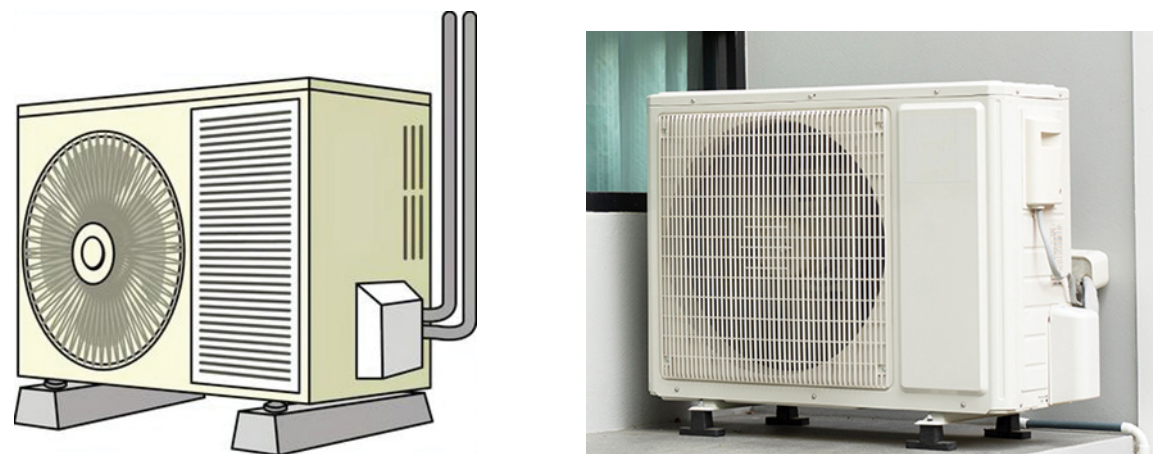
- da stoji potpuno ravno (nivelirana)
- da je čvrsto postavljena - ne postoji mogućnost da se pomera ili padne
- ima dovoljno prostora ispod za postavljanje odvoda kondenzata
- ne pronosi vibracije
- pričvršćivači koji se koriste su otporni na koroziju (nerđajući čelik).

Spoljašnja jedinica može biti montirana na

- betonskoj podlozi
- nosačima pričvršćenim za zid
- krov koji može prihvatiti opterećenja i sile vetra i snega (kao i drugih predviđenih prirodnih pojava) koje deluju na krov

Instalacija spoljašnje jedinice na betonskoj podlozi

Instalacija spoljašnje jedinice na betonsku podlogu prikazana je na slici ispod



Slika 28: Instalacija spoljašnje jedinice na betonskoj podlozi

Pri instalaciji spoljašnje jedinice na betonsku podlogu obratiti pažnju na sledeće:

- Izbušiti podlogu, postaviti tiple za betonsku podlogu i postaviti vijke (vijak treba biti od nerđajućeg materijala / AKZ zaštićeni ili izrađeni od materijala otpornih na koroziju),
- Postavite antivibracione podloške
- Postavite jedinicu na podlogu. Ukoliko nema dovoljno prostora ispod jedinica (najmanje 300 mm) podignite jedinicu, da bi se omogućila montaža cevi za odvod kondenzata i odstojanje zbog snega
- Proverite da li je jedinica potpuno poravnata (nivelirana)
- Zategnite vijke da jedinica bude zategnuta i ne može se pomerati

Instalacija spoljašnje jedinice na nosačima pričvršćenim za zid

Instalacija spoljašnje jedinice na nosačima pričvršćenim za zid prikazana je na slici ispod



Pri instalaciji spoljašnje jedinice na nosačima na zid obratiti pažnju na sledeće:

- Izbušiti zid, postaviti tiple i postaviti vijke
- Postaviti držače i pričvrstiti ih na zid
- Postavite spoljašnju jedinicu, podmetnite antivibracione podmetke i pričvrstite spoljašnju jedinicu
- Proverite da li je jedinica potpuno poravnata (nivelirana)
- Zategnite vijke da jedinica bude zategnuta i ne može se pomerati

Slika 29: Instalacija spoljašnje jedinice na nosačima pričvršćeni za zid

Instalacija spoljašnje jedinice na krov koji može prihvatiti opterećenja

Montaža spoljašnje jedinice na nosačima pričvršćenim na krov prikazana je na slici ispod



Slika 30: Instalacija spoljašnje jedinice na krov koji može prihvatiti opterećenja

Pri instalaciji spoljašnje jedinice na krov obratiti pažnju na sledeće:

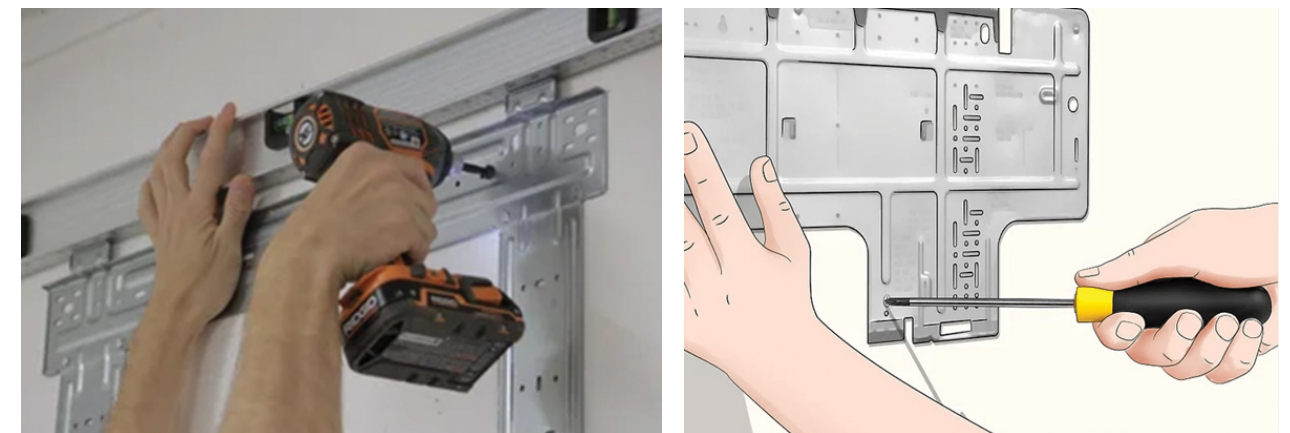
- Pričvrstite pripremljeno postolje za instalaciju spoljašnje jedinice na krov
- Postavite spoljašnju jedinicu, podmetnite antivibracione podmetke i pričvrstite spoljašnju jedinicu
- Proverite da li je jedinica potpuno poravnata (nivelirana)
- Zategnite vijke da jedinica bude fiksirana i ne može se pomerati

6.5 Instalacija unutrašnje jedinice

U prethodnom delu bilo je opisano kako se određuje lokacija unutrašnje jedinice. U skladu sa preporukama proizvođača, prilikom prolaska kroz kontrolnu listu pre instalacije toplotne pumpe, proverili smo da su razmaci od unutrašnje jedinice do okolnih prepreka u skladu sa preporukama datim u uputstvu za instalaciju dostavljenog od strane proizvođača opreme.

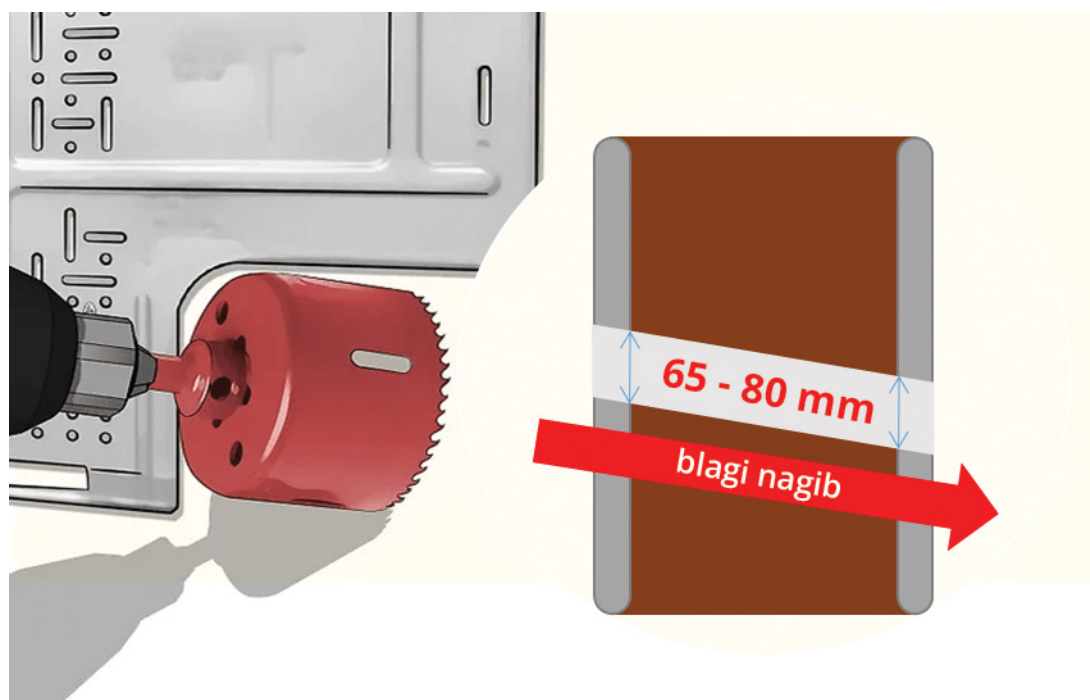
Instalacija unutrašnje jedinice izvodi se u sledećim koracima

Postavljanje noseće ploče za unutrašnju jedinicu



Slika 31: Instalacija noseće ploče unutrašnje jedinice

Bušenje otvora za prolazak bakarnih cevi, crevo za odvod kondenzata i elektro kablove



Slika 32: Bušenje otvora za prolazak bakarnih cevi, crevo za odvod kondenzata i elektro kablove



Slika 33: Postavljanje PVC cevi u izbušenom otvoru

6.6 Povezivanje spoljašnje i unutrašnje jedinice

Povezivanje spoljašnje i unutrašnje jedinice kod toplotnih pumpi radi se bakarnim cevima. Pre nego što nastavimo opisom procedure za povezivanje spoljašnje i unutrašnje jedinice, kako i ostale korake za instalaciju unutrašnje jedinice, upoznaćemo se sa bakarnim cevima i procedurama rada sa bakarnim cevima:

- Tipovi bakarnih cevi i dimenzije
- Priprema cevi za izradu cevovoda
- Načini povezivanja bakarnih cevi sa komponentama toplotne pumpe

Tipovi bakarnih cevi i dimenzije

U sektoru hlađenje, klimatizacija i toplotne pumpe koriste se bakarne cevi kod HCFC, HFC, HC i HFO rashladnih fluida. Sastav cevi je takav da podnose visoke pritiske i čiste i glatke su sa unutrašnje strane, zaštićene kapama. Neke cevi su napunjene inertnim gasom azotom (N₂) koji sprečava njihovo prljanje, koroziju i prodor vlage. Za razliku od bakarnih cevi koje se koriste za vodovodne instalacije koje su za niske pritiske i bez posebne zaštite, bakarne cevi za rashladnu tehniku, klimatizaciju i toplotne pumpe rade se u veličinama po standardu SRPS EN 12735-1 (ranije SRPSC.D5.500).

Ako ih delimo po obliku i meri, bakarne cevi bez šava za rashladnu tehniku, klimatizaciju i toplotne pumpe mogu biti:

- meke,
- polutvrde i,
- tvrde.

U tabeli ispod prikazane su standardne dimenzije mekih cevi (žarene i isporučene u koturu/ namotaju), po američkom standardu ASTM B 280 i po nemačkom DIN 8905 (odgovarajući srpski standard bi bio „SRPS EN 12735-1:2020 Bakar i legure bakra – Bešavne cevi kružnog poprečnog preseka za klimatizaciju i hlađenje – Deo 1: Cevi za cevovode”). Debljina zida u standardu ASTM u originalu je definisana u hiljaditom delu inča, a u tabeli su preračunate vrednosti ovih mera u milimetrima. Nazivna veličina za ovu cev je stvarni spoljni prečnik cevi. Polutvrde i tvrde cevi su po obliku prave cevi (do 6 m dužine), a meke (žarene) cevi isporučuju se u koturovima dužine 15, 30 ili 50 m.

Tabela 26: Dimenzije mekih cevi u koturu po ASTM i DIN standardima

Američki standard, Bakarni namotaji			Evropski standard, Bakarni namotaji					
Spoljni prečnik, in	Dužina, fit (foot x 0,3048 = 15,24 m)	Debljina zida, mm	Spoljni prečnik, in	Dužina, m	Debljina zida, mm	Spoljni prečnik, mm	Dužina, m	Debljina zida, mm
1/8"	50	0,76	3/16"	50	1	4	25	1
3/16"	50	0,76	1/4"	30	1	6	25	1
1/4"	50	0,76	5/16"	50	1	8	25	1
5/16"	50	0,81	3/8"	30	1	10	25	1
3/8"	50	0,81	1/2"	30	1	12	25	1
1/2"	50	0,81	5/8"	30	1	15	25	1
5/8"	50	0,89	3/4"	15	1	16	25	1
3/4"	50	0,89	7/8"	15	1	18	25	1
7/8"	50	1,14				22	25	1
1 1/8"	50	1,21						
1 3/8"	50	1,4						
1 5/8"	50	1,52						

Za tvrde cevi koje se primenjuju za rashladnu tehniku, klimatizaciju i toplotne pumpe, dimenzije su prikazane u tabeli ispod

Tabela 27: Dimenzije tvrdih cevi po ASTM i DIN standardima

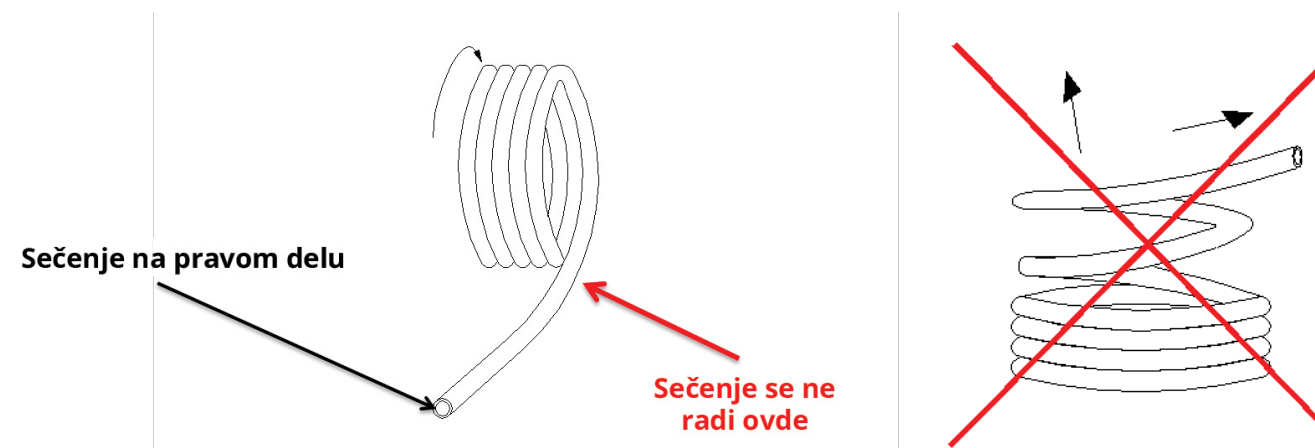
Američki standard, Tvrđi bakar, prave cevi			Evropski standard, Tvrđi bakar, prave cevi					
Spoljni prečnik, in	Dužina, in	Debljina zida, in	Spoljni prečnik, in	Dužina, m	Debljina zida, mm	Spoljni prečnik, mm	Dužina, m	Debljina zida, mm
3/8"	16,4	0,76	1/4"	4 ili 5	1	6	5	1
1/2"	16,4	0,89	3/8"	4 ili 5	1	8	5	1
5/8"	16,4	1,02	1/2"	4 ili 5	1	10	5	1
3/4"	16,4	1,07	5/8"	4 ili 5	1	12	5	1
7/8"	16,4	1,14	3/4"	4 ili 5	1	15	5	1
1 1/8"	16,4	1,21	7/8"	4 ili 5	1	16	5	1
1 3/8"	16,4	1,40	1"	4 ili 5	1	18	5	1
1 5/8"	16,4	1,53	1 1/8"	4 ili 5	1	22	5	1
2 1/8"	16,4	1,78	1 3/8"	4 ili 5	1,24	28	5	1,5
2 5/8"	16,4	2,03	1 5/8"	4 ili 5	1,24	35	5	1,5
3 1/8"	16,4	2,29	2 1/8"	4 ili 5	1,65	42	5	1,5
3 5/8"	16,4	2,54	2 5/8"	4 ili 5	2,10	54	5	2
4 1/8"	16,4	2,79	3 1/8"	4 ili 5	2,50	64	5	2
			3 5/8"	4	2,50	76	5	2
			4 1/8"	4	2,50	89	5	2
						108	5	2,5

Priprema cevi za izradu cevovoda

Potrebno je izvršiti dobru pripremu cevni komada pre nego što se pristupi izradi bilo koje vrste spoja, a potom i samih cevovoda. Kad se pripremaju komadi za spajanje, rade se operacije sa bakarnim cevima kao što su sečenje, čišćenje cevi sa spoljašnje i unutrašnje strane na mestu sečenja, ispravljanje bakarne cevi, priprema cevi za razdvojni tip veze (pertlovanje), i tako dalje.

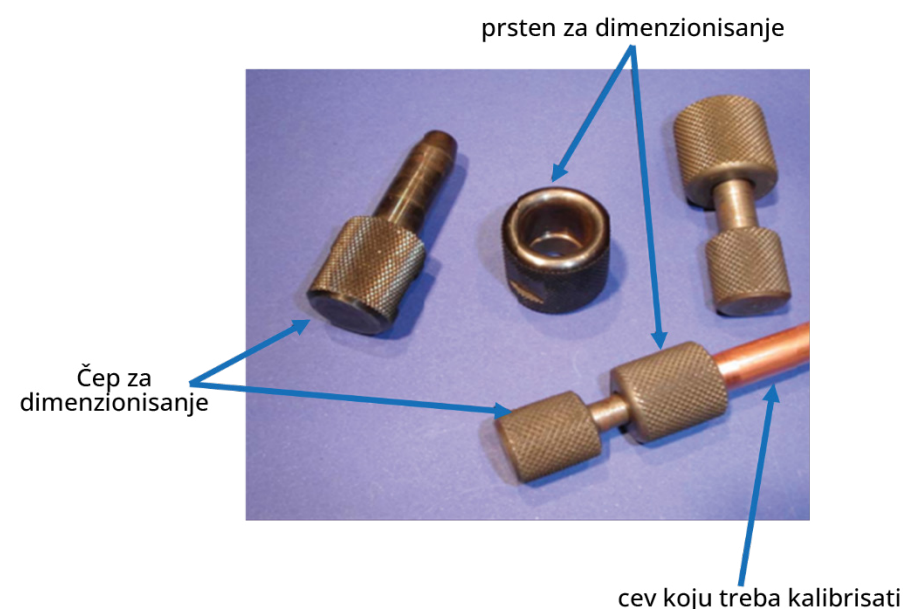
Odmotavanje kotura

Kada se radi sa mekanim žarenim cevima, kotur treba pravilno odmotati. Pre nego što počnemo da sečemo, cev treba ispraviti, i zatim obaviti sečenje na ispravljenom delu cevi. Presek tog dela treba da bude prav (pod 90°) i okrugao (ne upotrebljavati veliku silu pri sečenju da se poprečni presek ne bi deformisao u elipsu).



Slika 34: Pravilno i nepravilno razmotavanje kotura bakarne cevi i mesto za sečenje

Nakon sečenja, ako je u pitanju meki bakar, moguće je izvršiti ispravljanje poprečnog preseka odgovarajućim alatom (slika 35). Nepravilno odmotavanje cevnog kotura i sečenje na delu koji nije prav, uvećava potrošnju materijala jer neki komadi, nakon takvog načina rada, postaju neupotrebljivi. Kada završimo sa sečenjem, ostatak kotura treba uskladištiti i čepom zatvoriti krajnji otvor cevi. Na taj način se sprečava ulazak vlage iz vazduha i raznih nečistoća u cev (do njenog narednog korišćenja).



Slika 35: Alat za kalibraciju cevi

Sečenje bakarnih cevi

Prilikom montaže cevovoda kod rashladnih, klimatizacionih uređaja i toplotnih pumpi, počinje se sa sečenjem delova cevovoda, odnosno odsecanjem bakarnih cevi koje se koriste za spajanje komponenti sistema. Potrebno je voditi računa o tome da cevi budu ispravne dimenzije, da nisu napregnute ili pritisnute/nagnječene, a pri montaži da su pričvršćene osloncima na određenim, propisanim mestima.



NAPOMENA

Posebno je važno nakon završetka sečenja da unutar cevi nema ostataka bakarne strugotine!

Preporučeni način za sečenje bakarnih cevi je sečenje uz pomoć jednog od alata za sečenje prikazanih na slici ispod. Ovi sekači se mogu koristiti za sečenje i mekih i tvrdih bakarnih cevi, ali od prečnika 1/8 inča do prečnika 2 inča.



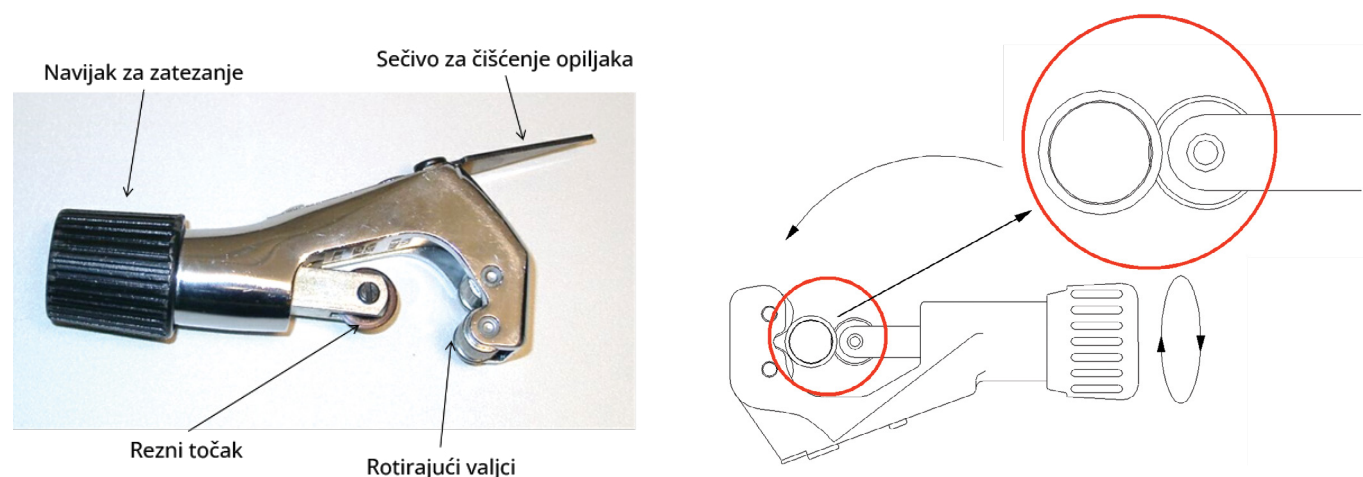
Slika 36: Sekači za bakarne cevi

Za veće prečnike bakarnih cevi (preko 2 inča) preporučuje se upotreba "testere sa ramom". Kada se koristi testera sa ramom, važno je napomenuti da sečivo treba da ima 32 zuba po 1 inču dužine (odnosno 32 zuba na 25,4 mm dužine sečiva), jer sa takvom gustinom zuba „testera“ obavlja najbolji posao. Važno je da cev koja se seče bude ravna i isečena pod pravim uglom (pod 90° u odnosu na njenu podužnu osu) kako bi bila spremna za buduću upotrebu. Postoje različite vrste rezača za bakarne cevi određenih veličina njihovih prečnika.



Slika 37: Poprečni presek bakarne cevi pri sečenju testerom sa ramom sa različitim brojem zuba

Tipični sekač za bakar koji je standardni alat svakog servisera, sastoji se od navijka za zatezanje - kojim se aksijalno pomera rezni točak, sečiva za čišćenje cevi od opiljaka i rotirajućih valjaka.



Slika 38: Sekač za bakarne cevi sa osnovnim elementima

Prilikom sečenja bakarne cevi sekačem za bakar, u poprečnom preseku može se uočiti povijanje krajeva (zaokruživanje) odsečene cevi ka njenoj unutrašnjosti. Prilikom sečenja bakarnih cevi "testerom sa ramom" dolazi do zakrivljenja krajeva na mestu sečenja, koji su (skoro pa) upravni na osu cevi.



Slika 39: Izgled presečenog kraja pri sečenju rezačem za bakar i pri sečenju testerom (desno)

Na kraju sečenja potrebno je „očistiti“ cevi od zaostalih zakrivljenja preseka, pre nego što se nastavi sa daljom ugradnjom cevi. Za ovo se koriste razvrtači ili posebni nožići. Postoji nekoliko vrsta ovakvih alata za čišćenje koji su prikazani na slici ispod.



Slika 40: Različite vrste alata za čišćenje

Nakon završetka čišćenja i nakon uklanjanja zaobljenih delova unutar i van cevi gde je urađeno sečenje, cev bi trebalo da izgleda kao na slici ispod. Na taj način je isečeni komad spreman za dalju ugradnju.

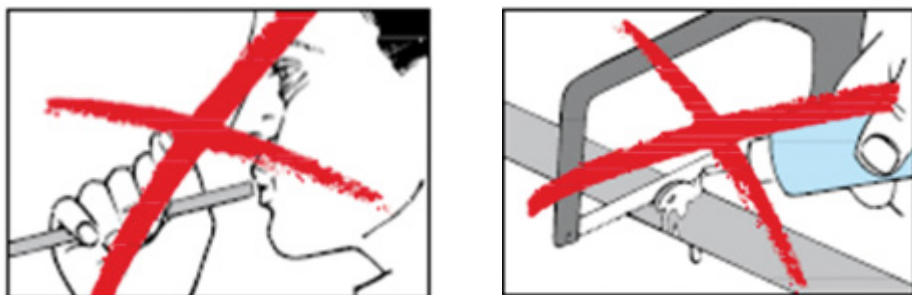


Slika 41: Pogled na cev nakon uklanjanja krajeva

Takođe, potrebno je održavati sekače za bakarne cevi radi njihovog pravilnog funkcionisanja. Ovo održavanje sekača podrazumeva sledeće:

- Čišćenje piljevine i prljavštine sa sečica nakon završetka rada;
- Podmazivanje rotirajućih delova sekača (dobro podmazan alat lakše i bolje radi, a traje duže);
- Redovnu zamenu oštećenih noževa i delova.

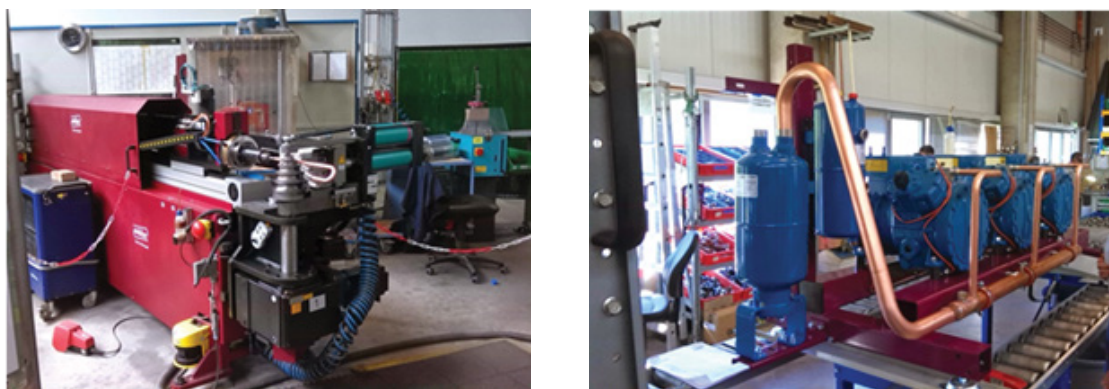
Nakon sečenja cev ne treba produvavati, niti komprimovanim vazduhom, niti ustima - dahom, jer na taj način vlaga može završiti u cevi. Koristiti samo suvi azot za produvanje. Takođe, pri sečenju ne treba koristiti kompresorsko ulje za podmazivanje radi lakšeg sečenja.



Slika 42: Ne koristiti vazduh za produvanje niti ulje za podmazivanje

Savijanje bakarnih cevi

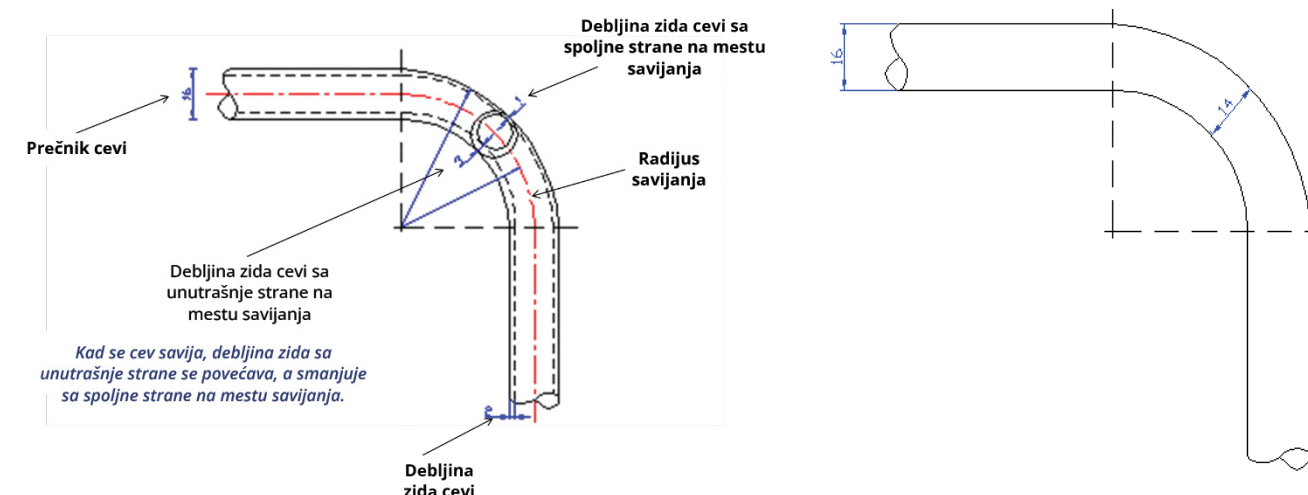
Prilikom konstruisanja sistema za hlađenje, klimatizaciju i toplotne pumpe, savijanje bakarnih cevi je uobičajena praksa. Savijanje bakarnih cevi koristi se da bi se smanjio broj mesta spajanja i upotreba dopunskog elementa, jer upravo ta mesta su potencijalne tačke na kojima može doći od curenja rashladnog fluida. Savijanje tvrdih bakarnih cevi najčešće se izvodi u fabričkim uslovima i to pomoću mašina koje su specijalno namenjene za te svrhe. Potom se vrši „agregatiranje“ komponenata i njihovo vezivanje sa mašinski savijenim cevima.



Slika 43: Mehaničko savijanje cevi i prikaz rashladnog agregata sa mašinski savijenim cevima

Tehničari često koriste odgovarajući metod za savijanje cevi prilikom izvođenja sistema za hlađenje na terenu. Koriste se meke ili tvrde cevi, a najčešće se cevi savijaju alatima za savijanje, do veličine njihovog spoljašnjeg prečnika od 18 mm.

Opasnost pri savijanju cevi, a koja se javlja pri savijanju cevi ručno, ili neodgovarajućim i nekvalitetnim alatom, je promena poprečnog preseka, geometrije, stanjenje ili zadebljavanje/nabijanje zidova, moguća je pojava pukotina usled plastične deformacije cevi po uglu savijanja (odnosno, na krivini cevi). Loše izvedeno savijanje cevi može imati značajan uticaj na pravilan protok rashladnog sredstva, odnosno može se proizvesti suženje unutrašnjeg prečnika na mestu savijanja koje utiče na protok rashladnog sredstva i na dodatno (nepovoljno) povećanje pada pritiska.



Slika 44: Kritične tačke pri savijanju i stanjenje prečnika na krivini

Takođe, drugi nepovoljan aspekt je što u toku samog savijanja dolazi do rastezanja (i stanjivanja) materijala sa spoljne strane krivine i njegovog nabiranja (ili, naboravanja) sa unutrašnje strane krivine. Loši alati za savijanje uzrokuju kritične tačke na mestu savijanja koje mogu uticati na trajnost cevi i slabljenje materijala duž radijusa savijanja. Ovo može izazvati pucanje cevi, a samim tim i curenje rashladnog fluida.

Poluprečnik (radijus) savijanja trebalo bi da bude veličine od 5 do 10 spoljnih prečnika cevi, i bez vidljivih narušavanja materijala na mestu savijanja. Naravno ovo se radi samo ukoliko postoji prostor za to, na licu mesta.



Slika 45: Alati za ručno savijanje cevi

Takođe, za ručno savijanje mogu se koristiti i opruge odgovarajućeg promera i krutosti (slika ispod). Ovaj način savijanja preporučuje se kod mekih bakarnih cevi (cevi u koturima, kada nisu potrebni mali poluprečnici savijanja i gde preciznost pri savijanju nije od velike važnosti). Opruge su različitih veličina i mogu se postaviti na unutrašnju ili spoljašnju stranu cevi. Savijanje opruge smanjuje rizik od oštećenja cevi na mestu savijanja.



Slika 46: Opruge za ručno savijanje cevi

Proširivanje bakarnih cevi

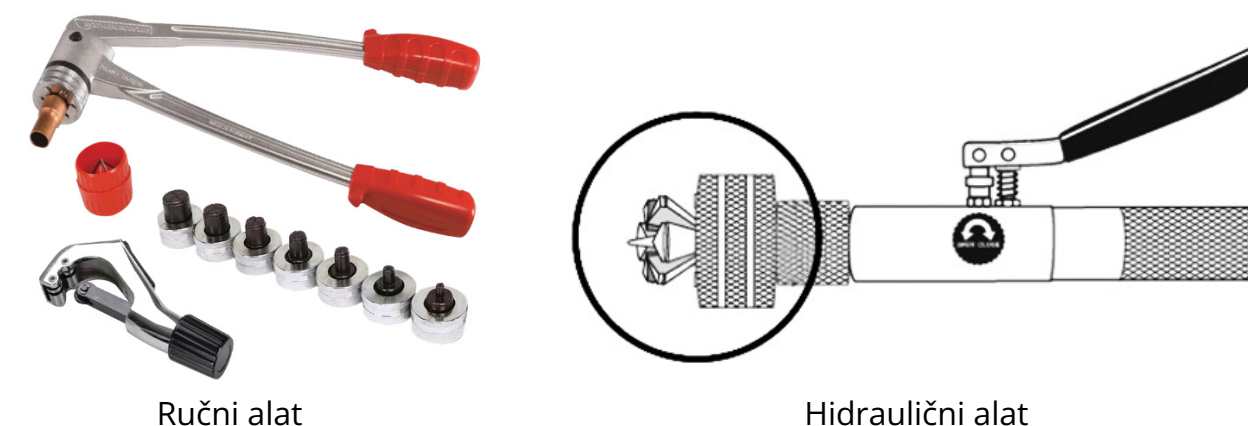
Navojni i zalemljeni spojevi su kritične tačke za curenje. Da bi se smanjio broj lemljenih spojeva i izbegla upotreba fittinga pri povezivanju cevi istog prečnika, jedna od cevi je proširena. Proširena cev se navlači na cev standardnog prečnika i lemi na uobičajeni način. Na ovaj način, umesto dva lemljena mesta, koja su neophodna pri spajanju pomoću fittinga, dobija se cevni spoj sa jednim mestom lemljenja.

Da bi se postigao kvalitetan spoj, mora postojati zadovoljavajuća dužina preklapanja cevi. Pravilo je da dužina preklapanja cevi ne sme biti manja od spoljašnjeg prečnika cevi.

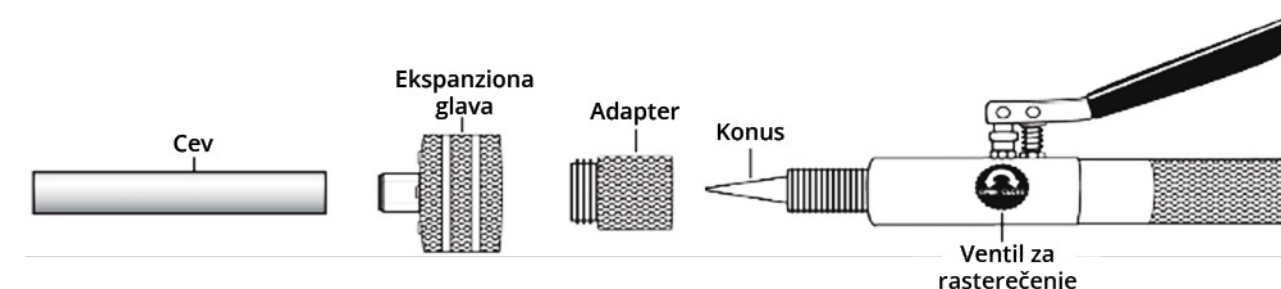


Slika 47: Proširivanje bakarnih cevi

Postoje različite vrste alata za proširenje cevi, a najčešće se koristi ručni alat za proširenje i njegova modifikacija koja koristi hidrauliku za pomeranje konusa.



Slika 48: Alat za proširivanje bakarnih cevi



Slika 49: Delovi hidrauličnog alata za proširivanje bakarnih cevi

Cevni oslonci i moment pritezanja navrtke nad konusom bakarne cevi

Što se tiče postavljanja oslonaca cevovoda, potrebno je da su precizno izračunati od strane inženjera i definisani u projektu. Preporučene maksimalne vrednosti rastojanja među osloncima mogu da se nađu u standardu SRPS EN 378-2:2018 za meke (žarene) cevi, dok se za meke i polutvrde cevi informacije mogu naći i u standardu SRPS EN 12735 (deo 1 i 2), a prikazane su i u tabeli ispod.

Tabela 28: Preporučena maksimalna rastojanja za oslonce bakarnih cevi

Spoljni prečnik cevi, mm	Rastojanje, m
5 mm do 22 mm, za meke žarene cevi	2
22 mm do 44 mm, za polutvrde cevi	3
54 mm do 67 mm za polutvrde cevi	4

Moment pritezanja navrtke nad konusom bakarne cevi za zaptivanje, prikazan je u tabeli ispod, a definisan je prema standardu SRPS EN 378-2. Pritezanje se radi odgovarajućim podešavajućim (moment) ključem, da ne bi došlo do uvrtanja cevi i njenog dodatnog naprezanja.

Tabela 29: Moment pritezanja navrtke

Nominalni spoljni prečnik (prema EN 12375-1 i EN 12375-2)				
Metrička mera	Američka mera		Minimalna debljina zida	Moment pritezanja
mm	mm	in	mm	Nm
6			0,8	14 – 18
	6,35	1/4	0,8	14 – 18
	7,94	5/16	0,8	33 – 42
8			0,8	33 – 42
	9,52	3/8	0,8	33 – 42
10			0,8	33 – 42
12			0,8	50 – 62
	12,7	1/2	0,8	50 – 62
15			0,8	63 – 77
	15,88	5/8	0,95	63 – 77
18			1	90 – 110
	19,06	3/4	1	90 – 110

Načini povezivanja bakarnih cevi sa komponentama toplotne pumpe

Povezivanje bakarnih cevi u sistemima za hlađenje, klimatizaciju i toplotne pumpe mogu se ostvariti na tri načina:

- Rastavljive veze (holendarski tip veze)
- Nerastavljive veze (presovani spojevi)
- Nerastavljive veze (tvrdo lemljenje)

Bakarne cevi se obično spajaju tvrdim lemljenjem, ali ponekad se moraju koristiti mehaničke spojnice. Navojne veze se najčešće koriste u slučajevima kada je upotreba otvorenog plamena nepoželjna ili nepraktična. Ova vrsta spajanja pripada grupi rastavljivih veza.

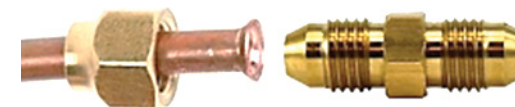
Rastavljive (holenderske) veze (engl. *flared connections*)

Prilikom povezivanja cevi sa određenim navojnim spojem, praksa je da se napravi holenderski priključak na kraju cevi. Da bi se napravila ova veza, potrebno je imati odgovarajuće alate.



NAPOMENA

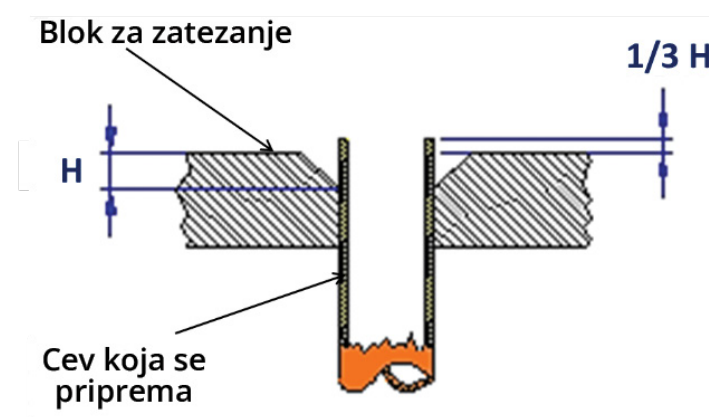
Rastavljivi spojevi rade se bez dopunskog zaptivača. Zaptivanje se vrši pritezanjem navrtke i dopirom konusa na bakarnoj cevi i konusa fittinga.



Slika 50: Izgled navojnog spoja

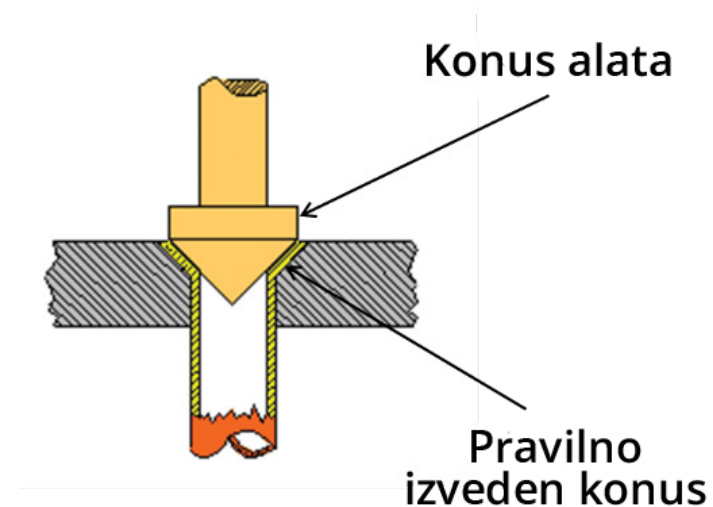
Napomena: Pre nego što počnete sa ovakvim spajanjem cevi, potrebno je očistiti krajnji presek cevi od zakrivljenosti nastalih sečenjem cevi. Uvek postavite navrtku (holender) na cev u odgovarajući položaj, pre nego što se napravi neophodni konus. U većini slučajeva holender se ne može postaviti na cev nakon što je konus na njoj izrađen.

Za pravilnu primenu ove veze potrebno je obratiti pažnju kako će se cev koja se priprema za holendersku vezu postaviti u alat. Po preporuci bi trebalo da bude ispoštovan odnos dimenzija prikazanih na slici ispod, odnosno da cev „viri“ iz alata, za 1/3 visine konusnog otvora na alatu.



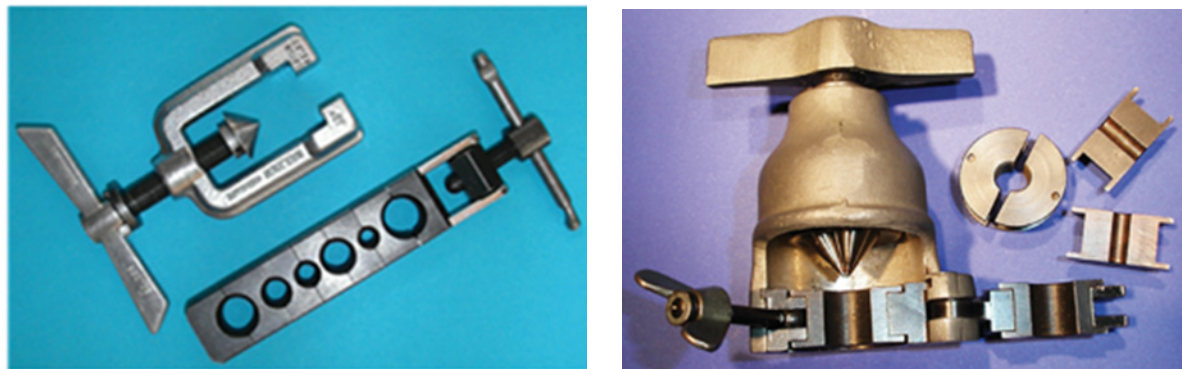
Slika 51: Postavljanje cevi u držač alata

Na slici ispod prikazano je pravilno naleganje konusa alata i pravilna deformacija cevi.



Slika 52: Naleganje konusa alata

Postoje dve vrste alata koji se koriste za izradu rastavljivih spojeva i oni su prikazani na slici ispod



Slika 53: Alati za izradu konusa alata

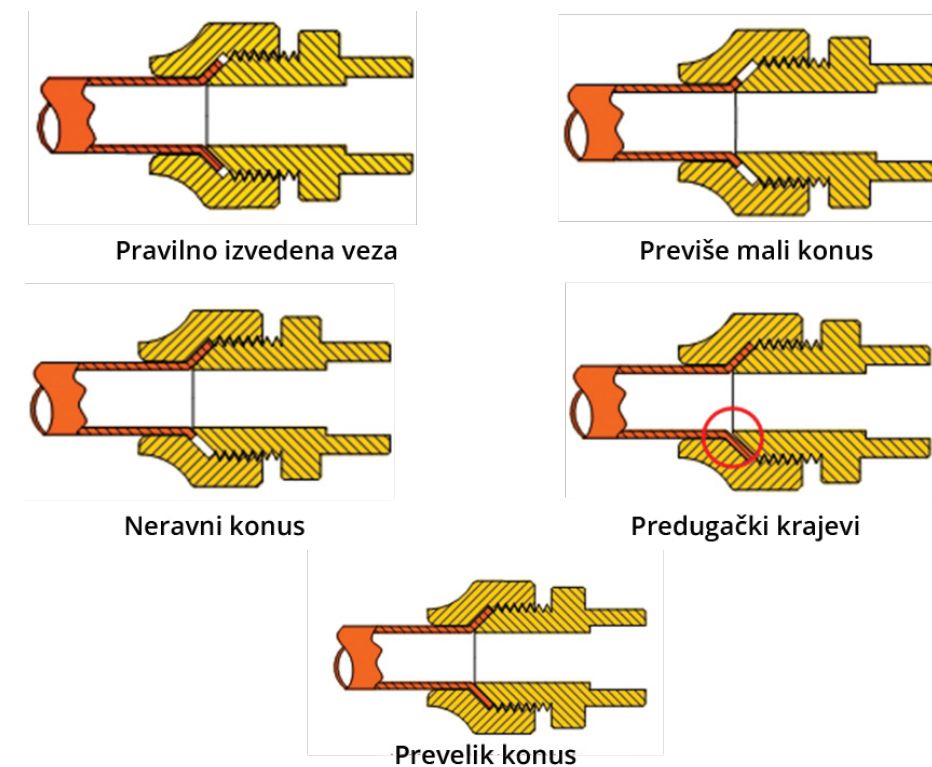
a) prvi tip (tzv. kompresioni, engl. *Compression type* – slika levo) ovog alata sastoji se od držača cevi sa odgovarajućim otvorima (koje odgovaraju spoljašnjem prečniku cevi) i stezaljki sa navojnim vretenom i konusnim vrhom za oblikovanje cevi. Prednosti ovog alata su što nije previše skup, formira odgovarajuće kosine na cevi, jednostavan je za upotrebu u malim prostorijama i pokriva širok spektar prečnika cevi. Nedostatak ovog alata je mogućnost pravljenja loših zakrivljenja; silu zatezanja definiše sam serviser, a prekomerno zatezanje može izazvati oštećenje ili pukotine na konusnoj površini. Nepravilno postavljena cev dovodi, pri izradi, do ekscentričnosti samog konusa. Ove veze se koriste za spajanje komponenti sistema za hlađenje i klimatizaciju sa mekim bakarnim **cevima manjih dimenzija (najviše prečnika do 18 mm).**

b) drugi tip (tzv. generatorski, engl. *Generator type* – slika desno) ovog alata (slika 53 desno) sastoji se od uređaja za držanje cevi, sklopa u obliku jarma, koji se sastoji od pužnog zavrtnja i konusa za pravljenje kosina. Prednosti ovog tipa alata su precizno izrađeni krajevi cevi, lako rukovanje, pokrivenost širokog raspona prečnika cevi, kao i podešavanje sile zatezanja.

Da bi se napravio ispravan konus potrebne veličine uz pomoć ovih alata, potrebno je:

1. Pažljivo pripremiti kraj cevi za širenje. Kraj mora biti ravan i pod pravim uglom u odnosu na osu cevi. Neravnine zaostale od operacije sečenja se moraju ukloniti „razvrtanjem“ otvora (pogledati deo o sečenju i obradi cevi).
2. Koristiti alate za pravljenje konusa prikazane na slici 53. Ovi alati su pogodni za izradu konusa bilo milimetarskih ili colovnih cevi. Uvek vodite računa da koristite pravi prečnik stezaljke za stezanje cevi da ne bi došlo do deformacija.
3. Postavite preklopni deo na cev sa otvorenim krajem. Umetnite cev u alat tako da se cev proteže iznad površine bloka za zatezanje, kao što je prikazano na slici 52. Ovo „ostavlja“ dovoljno metala da se njime formira pun konus na kraju cevi. Zategnite stezaljku tako da se cev ne može pomeriti.
4. Ako se cev proteže iznad bloka više od prikazanog iznosa, konus će biti prevelikog prečnika i navrtka neće stati preko njega. Ako se cev ne proteže iznad bloka, konus će biti premali. Može se istisnuti iz fittinga (da prođe kroz) dok se navrtka zateže.
5. Da bi se formirao konus na cevi, prvo stavite kap rashladnog ulja na konus alata za širenje, koji će doći u kontakt sa cevi. Zategnite „spiner“ uz kraj cevi za pola njegovog okreta i vratite ga potom nazad, za četvrt okreta. Potom pomerite „spiner“ za tri četvrtine obrtaja i ponovo ga vratite za jednu četvrtinu. Ponavljajte kretanje „spinera“ napred – nazad, dok se ne formira konus na kraju cevi. Određeni serviseri ne sprovode kretanje „spinera“ napred-nazad, već samo u jednom smeru. Po završetku, obavezno dobro očistite komad od ulja krpom.

Slika 54 prikazuje izgled završenog konusa.



Slika 54: Pravilno i nepravilno izrađeni konusi za holenderske spojeve

Provera konusa prema spoljašnjem prečniku cevi vrši se merenjem. Dimenzije pravilno izvedenog konusa prikazani su na slici ispod dok mere za provere konusa prikazane su u tabeli ispod.

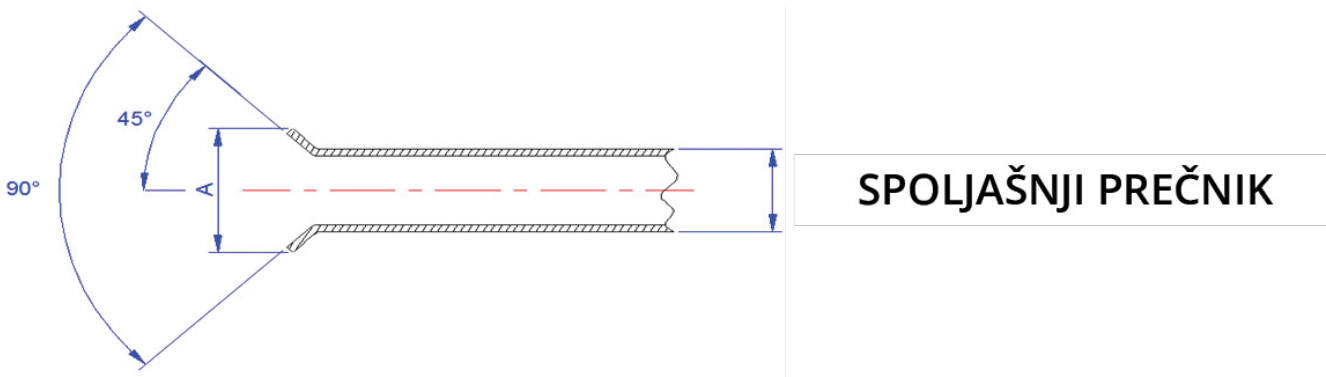


NAPOMENA

Nije dozvoljena izrada ovakve veze kod cevi sa prečnicima većim od 7/8 inča po američkom standardu i većim od 18 milimetara po evropskom standardu.

Takođe, iako je već više puta rečeno, važno je ponoviti:

Pre početka izrade konusa treba postaviti navrtku kojom zatežemo cev, jer se nakon izrade konusa ne može namestiti.

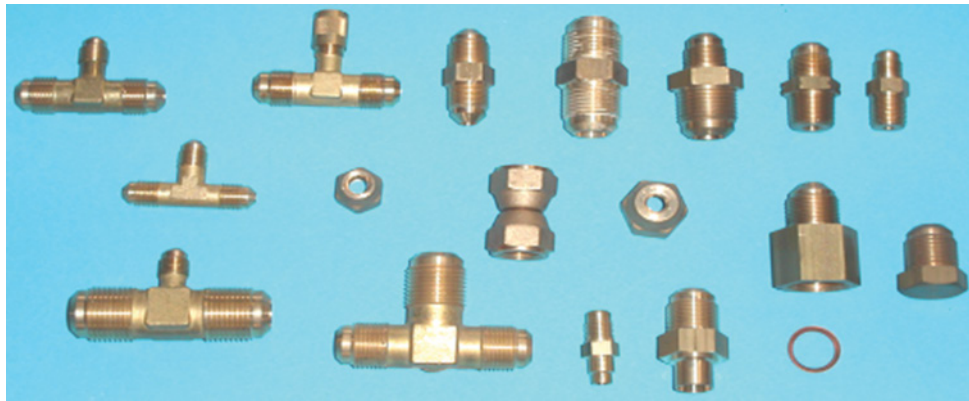


Slika 55: Karakteristične dimenzije pravilno izvedenog konusa

Spoljni prečnik po američkom standardu, in	Prečnik konusa „A“	
	Max. (inch)	Min. (inch)
1/8	0,181	0,171
3/16	0,249	0,239
1/4	0,325	0,315
5/16	0,404	0,388
3/8	0,487	0,471
7/16	0,561	0,545
1/2	0,623	0,607
9/16	0,676	0,660
5/8	0,748	0,732
3/4	0,916	0,900
7/8	1,041	1,025

Spoljni prečnik po evropskom standardu, mm	Prečnik konusa „A“	
	mm, +/- 0.2 mm	
6	9	
8	11	
10	13	
12	15	
15	19	
16	19	
18	21	

Razne vrste priključaka, nastavaka, navrtki, račvi i slično, prikazane su na slici ispod, pri čemu je potrebno obratiti pažnju na dimenzije cevi (američki ili evropski standard) i koristiti elemente odgovarajuće za taj standard.



Slika 56: Razne vrste fittinga

Izrada presovanih spojeva (nerastavljivi tip veze)

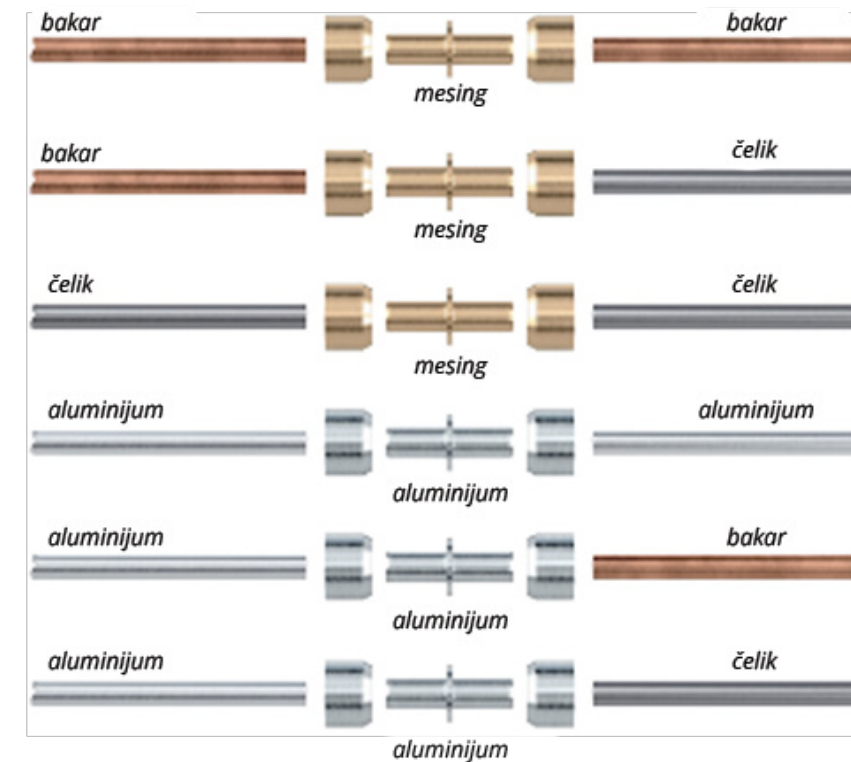
Tehnologija spajanja cevi presovanjem je dokazana metoda za dobijanje hermetičkih spojeva između dve metalne cevi. Ova vrsta spoja se može svrstati u nerastavljivu vrstu spoja izrađena hladnim procesom u odnosu na spojeve izrađene lemljenjem. Koristi se kao zamena za lemne spojeve u kućnim aparatima i sistemima koji koriste ugljovodonike, kao i u malim i srednjim klima uređajima i toplotnim pumpama.

Prednosti ovakvog spajanja bakarnih cevi su:

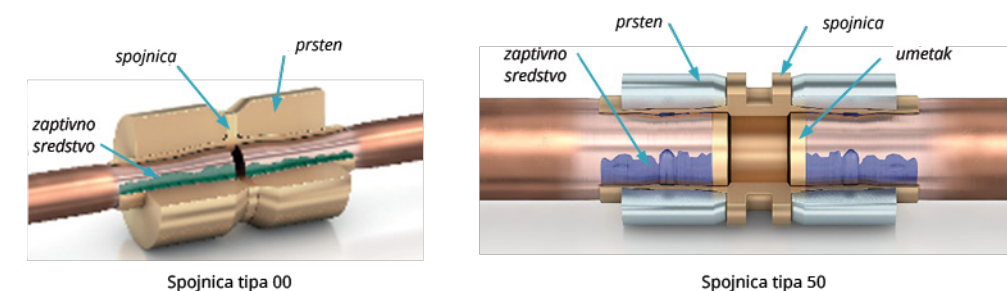
- Trajno hermetičko zaptivanje
- Lako spajanje cevi od različitih materijala
- Nije potrebna posebna priprema cevi
- Brzo i lako spajanje

Može se koristiti u sistemima sa radnim pritiskom do 50 bara i radnom temperaturom od -50°C do 150°C.

Izbor spojnice se vrši u zavisnosti od materijala od kojeg su cevi napravljene.



Slika 57: Izbor spojnice



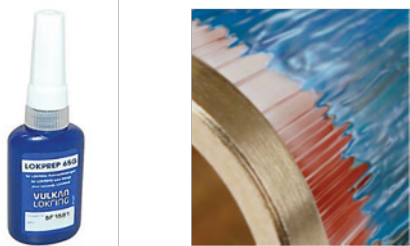
Slika 58: Spojnice tipa 00 i 50

Spojnice tipa 00 su namenjene za upotrebu u kućnim frižiderima, rashladnim vitrinama i ugostiteljskim rashladnim uređajima.

Spojnice tipa 50 se koriste u uređajima za klimatizaciju (split, multisplit, VRV), komercijalnom hlađenju, toplotnim pumpama itd.

Kod oba tipa, spoj se sastoji od spojnice i prstenova koji se navlače na spojnica pomoću alata. Zbog konusnog unutrašnjeg preseka prstena i posebnog oblika spoljašnjih i unutrašnjih ivica spojnice, unutrašnji prečnik spojnice se smanjuje tokom spajanja, tako da se postiže mehanički zaptivač.

Tokom proizvodnje na metalnim cevima mogu se formirati uzdužni žlebovi. Da bi se to nadoknadio, krajeve cevi treba premazati zaptivnim fluidom Lokprep pre montaže spojnice. Lokprep održava elastičnu strukturu u temperaturnom opsegu od -50 do 150, a pošto ne sadrži isparljive komponente, očvršćavanje se odvija veoma brzo i spoj se može koristiti ubrzo nakon spajanja.



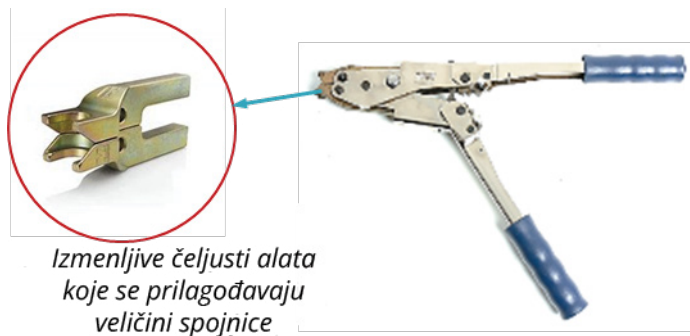
Slika 59: Zaptivni fluid

Kod spojnice tipa 50 koristi se i stabilizacioni umetak koji obezbeđuje potporu cevi i samim tim bolje pripijanje između cevi i spojnice. Umetak takođe koriguje ovalnost cevi, koja postoji u slučaju cevi isporučenih u obliku namotaja.



Slika 60: Stabilizacioni umetak

Za izradu spojeva koristi se ručni alat za presovane spojeve.

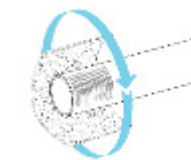


Slika 61: Alat za izradu presovanih spojeva

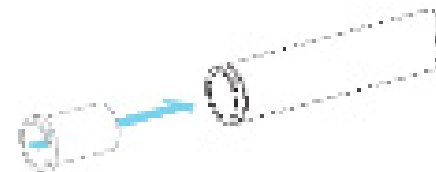
Izrada spojeva



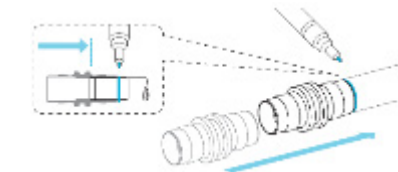
1. Očistite krajeve cevi od opiljaka i neravnina



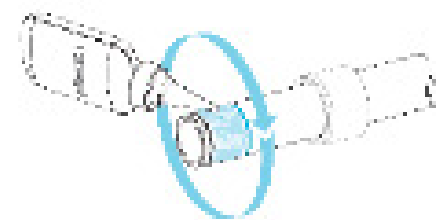
2. Kružnim pokretima očistite kraj cevi pomoću abrazivnog brisača



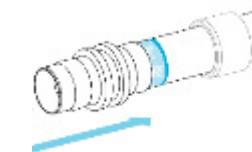
3. Stavite umetak



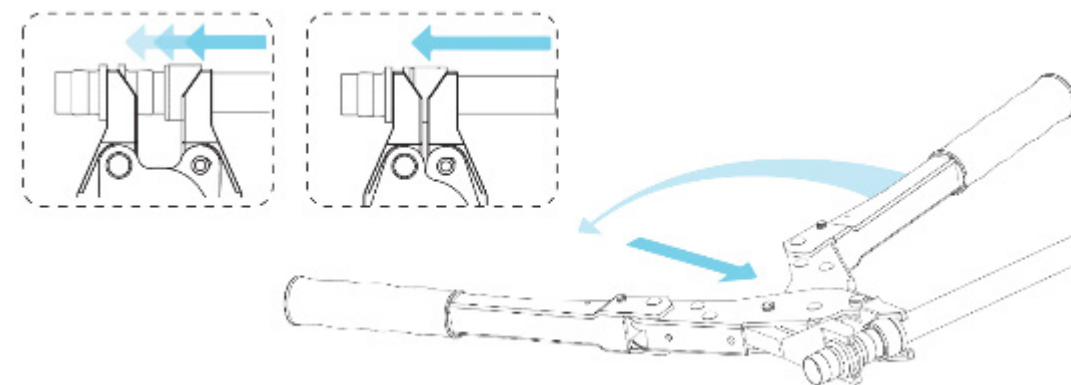
4. Pre postavljanja Lokrep-a gurnite do kraja cev u spojnicu i označite



5. Nanesite Lokrep čitavim obimom i čitavom dužinom zaptivanja cevi (do oznake).



6. Postavite spojnicu na cev i zarotirajte je 360° kako bi se zaptivno sredstvo ravnomerno rasporedilo



7. Postavite čeljusti alata za stezanje na prsten i graničnik na spojnici. Stežite ručke alata dok prsten ne dodirne graničnik. Položaj cevi tokom stezanja se ne sme menjati

Slika 62: Izrada presovanih spojeva

Pored pravih spojnika, koje se ovde koriste za demonstraciju strukture, principa rada i načina montaže, postoji i veliki broj drugih spojnika za posebne namene. Neki od njih su prikazani na sledećoj slici.



Slika 63: Neke vrste spojnika za posebne namene

Nerastavljive veze (tvrdo lemljenje)

Nerazdvojni spojevi koji se izvide lemljenjem dele se na **tvrdo lem** (engl. *Brazed*), koji se izvodi na temperaturama iznad 450°C i meki lem (engl. *Soldered*) koji se izvodi na temperaturama nižim od 450°C. Tačka topljenja materijala koji se koriste za spajanje bakarnih cevi mekim lemljenjem kreće se od +182°C do +213°C i bakarne cevi koje se koriste u sistemima vodosnabdevanja i grejanja povezane su ovom metodom. Tačka topljenja materijala koji se koriste za spajanje bakarnih cevi sa tvrdim lemljenjem, kreće se od +538°C do +816°C.



NAPOMENA

Spajanje bakarnih cevi u sistemima za hlađenje i klimatizaciju vrši se samo metodom tvrdog lemljenja.

Zbog toga se u ovom priručniku detaljnije govori samo o procesu tvrdog lemljenja (u nastavku će se **koristiti samo izraz lemljenje koji se odnosi na tvrdo lemljenje**).

Međusobno spajanje bakarnih cevi, kao i spajanje bakarnih cevi sa komponentama sistema, vrši se pomoću vezivnog, spojnog materijala – legure. Prema komponentama od kojih su napravljene, razlikujemo dve vrste legura koje se koriste kao vezivni materijal u ovom načinu spajanja, i to:

- Žica na bazi fosfora P (lemljenje bakar-fosfor sa oznakom *BCuP*, engl. **Brazing Copper Phosphorus**); ovaj materijal se koristi samo za spajanje bakarnih cevi sa bakarnim fittingom. Fosfor ima ulogu sniženja tačke topljenja, kao i topitelja legure. U tabeli 30 to je prvi navedeni primer, a ova žica za lemljenje je prikazana na slici 64 (gore). Korišćenje ove legure ne zahteva nanošenje paste/fluksa¹⁷, jer fosfor preuzima tu ulogu.

¹⁷ Fluks je hemijsko jedinjenje koje se nanosi na površine spojeva pre lemljenja. Njegova upotreba je, uz nekoliko izuzetaka, ključna u procesu lemljenja u atmosferi. Zagrevanje metalne površine ubrzava stvaranje oksida, rezultat hemijske kombinacije između vrelog metala i kiseonika u vazduhu.

Žica na bazi srebra Ag (lemljenje bakar-srebro sa oznakom *B_{Ag}*, engl. **Brazing Silver**); tako postoje i koriste se legure sa 5%, 15%, 30% i više procenata srebra, uz obavezno korišćenje topitelja (fluks/pasta na bazi vode), a ova žica za lemljenje je prikazana na slici 64 (dole).

Petopostotni lem sa srebrom koristi se za cevne spojeve na niskom pritisku. Petnaestopostotni se koristi kod cevi na strani visokog pritiska u instalaciji. Tridesetopostotni (30% i više) se koristi kada se bakarnim cevima spajaju raznorodni materijali (na primer aluminijum, mesing, čelik...). Serviseri obično nastavljaju „parčiće” sa srebrom, jer je ta žica skupa. U tabeli 30 žice od srebra (Ag legura) su navedene od drugog do petog mesta, a jedna od njih je prikazana na slici 64 (dole).

Tabela 30: Žice za lemljenje kod rashladnih i klimatizacionih sistema

Specifikacija prema EN ISO 3677	Specifikacija prema DIN 8513	Opseg topljenja, °C		Radna temperatura, °C
		Čvrsta*	Tečna**	
B - Cu 94 P - 710 / 880	L - CuP6	710	880	730
B - Cu 92 P Ag - 650 / 810	L - Ag2P	650	810	710
B - Cu 36 AgZn Sn - 630 / 730	L - Ag34Sn	630	730	710
B - Ag 45 CuZn Sn - 640 / 680	L - Ag45Sn	640	680	670
B - Ag 44 CuZn - 680 / 740	L - Ag44	680	740	730

* na ovoj temperaturi počinje topljenje materijala legure (takozvana, „solidus” temperatura). Ispod ove temperature, materijal je u čvrstom stanju.

** na ovoj temperaturi se završava topljenje materijala legure (takozvana, „likvidus” temperatura). Iznad ove temperature, materijal je u potpuno tečnom stanju.

Između ove dve temperature nalazi mešavina tečnog i čvrstog lema.

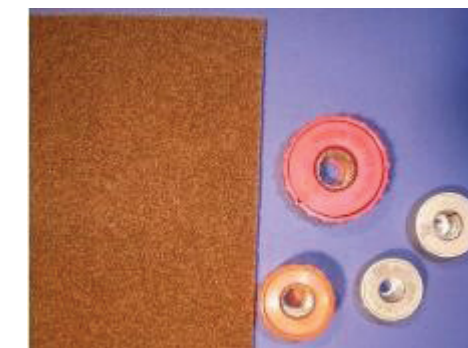
Za tvrdo lemljenje preporučuje se korišćenje paste koja ima ulogu fluksa.



Slika 64: Žice za lemljenje



Slika 65: Pasta za tvrdo lem



Slika 66: Abrazivna krpica

Procedura tvrdog lemljenja podrazumeva prethodno obavljenu dobru pripremu, i to:

- Precizno merenje komada cevi je obavezno. Nepreciznost može da ugrozi kvalitet spoja. Ako je cev kraća nego što treba, neće dostići do kraja napravljene „čashiće“ u drugoj cevi ili elementu. Ako je cev duža, postoji opasnost od istezanja cevi u fittingu i opterećenja sistema sa unutrašnje strane (na primer, pravljenja mehaničke prepreke u cevi) što će uticati na vek trajanja uređaja.
- Sečenje cevi na potrebnu meru. Sečenje može da se ostvari na više različitih načina da bi se dobio kraj cevi zadovoljavajućeg kvaliteta (više o sečenju u delu o sečenju bakarnih cevi). Bez obzira na način sečenja, isečak mora da bude pravilan i normalan (pod uglom od 90°) na podužnu osu cevi, kako bi cev dobro nalegla u spoju (fitingu, engl. *fitting*).
- Obrada ivica isečenog dela skidanjem opiljaka, čišćenje spolja i iznutra presečenog otvora. Ako se ovo ne uradi, ovakav loš spoj može izazvati dodatni neželjeni pad pritiska u sistemu usled povećane brzine strujanja u (lošem) spoju. Sa žarenim cevima mora posebno da se vodi računa, jer su mekane, pa može da dođe do njihove deformacije upotrebom velike sile. Ako se meka cev deformiše, moguće je da se ponovo ispravi spolja i iznutra.
- Mehaničko čišćenje cevi najlonskom abrazivnom krpicom ili odgovarajućim alatom sa četkom (slika 66). Pošto je bakar relativno mekan materijal, mora se voditi računa da se ovim postupkom previše ne istanji zid cevi. Hemijsko čišćenje cevi se ne preporučuje za cevi za rashladne i klima sisteme.



NAPOMENA

Materijal za čišćenje koristi se samo za čišćenje bakarne instalacije, ne smeju se čistiti drugi materijali a potom bakar.

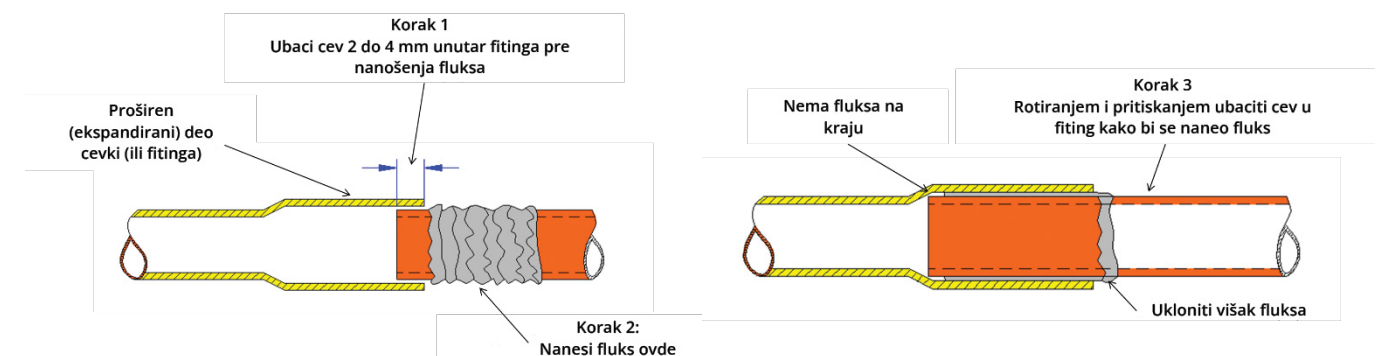
- Formiranje „čashiće“ na kraju bakarne cevi odgovarajućim ekspanderom, gde je potreban zazor na spoju „čashića“ – cevi, veličine od 0,1 do 0,2 mm, da bi se omogućili potrebni kapilarni efekti za „uvlačenje“ materijala žice za ispunu ovog spoja prilikom lemljenja;

Korak 1 – Cev se uvuče u ekspanzirani kraj druge cevi 2 mm do 4 mm (slika 67).

Korak 2 – Nanosi se pasta (fluks). Pasta se nanosi uvek samo na jedan kraj cevi (kao na slici 67). Nanošenje paste treba da bude takvo da na dnu „čashiće“ nema paste (sl. 67 desno). Rashladni fluidi su odlični rastvarači, tako da može doći do oštećenja u sistemu ako se oni pomešaju sa pastom.

Korak 3 – Uz rotiranje, uvlačiti (uguravati) cev u ekspanzirani kraj. Potrebno je ukloniti deo paste van spoja (slika 68 desno).

Korak 4 – Vodom navlaženim krpama hladiti okolinu spoja koji se tvrdo lemi, a pre lemljenja treba skinuti elemente koji se mogu oštetiti povećanjem toplote, deformabilne i topive elemente (na primer, servisnu iglicu ili „špulnu“) i zaštititi ih po potrebi.



Slika 67: Koraci 1 do 3 za postupak lemljenja

Korak 5 – Upotreba suvog azota u samom procesu je obavezna. Pustiti suvi azot kroz cev. Na ovaj način se izbegava stvaranje oksida bakra unutar spojenog dela.

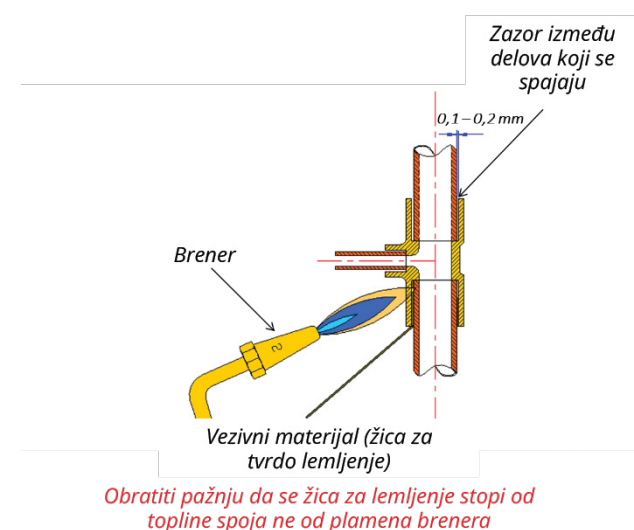
Korak 6 – Grejati cev plamenom (slika 68 u sredini), stalno široko pomerajući brener u pokretu koji oponaša ispisivanje cifre osam. Voditi računa da se plamen ne zadržava predugo na jednom mestu, da ne bi došlo do pregrevanja i progorevanja cevi. Pasta se može koristiti kao potencijalni indikator zagrejanosti cevi: potrebno je nastaviti sa zagrevanjem cevi sve dok pasta ne postane prozirna kao čista voda.

Korak 7 – Kada se postigne temperatura za lemljenje, nanosi se vezivni materijal. Vezivni materijal (srebrna žica za lemljenje) usisaće se kapilarno ka toplijem, grejanom mestu i ispuniti zazor između cevi koje se spajaju. Grejanje se vrši na mestu gde je preklop, a vezivni materijal se nanosi ispod. Vezivni materijal treba da se topi od toplote grejanog spoja, a **lem će pratiti toplotu i ići „uspravno“ ka toplijem delu cevi** (slika 69). **Ne topiti žicu plamenom** (slika 70)!

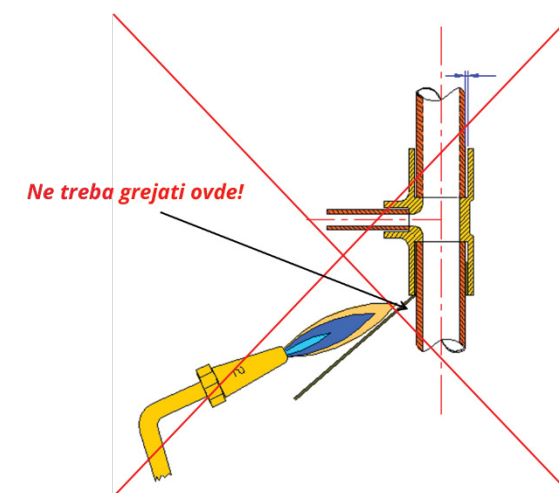


Slika 68: Nanošenje paste (fluksa) i zagrevanje spoja brenerom

Korak 8 – Kada je lemljenje završeno, potrebno je dozvoliti da se spojeni element prirodno ohladi. Zatim se spojeni element očisti spolja koristeći mlaku vodu i žičanu četku od nerđajućeg čelika. Važno je očistiti spoj koji je napravljen pomoću paste ili premazanom legurom. Ovaj ostatak može se očistiti dok je još topao. Neočišćeni spoj može se videti na slici 68, gde je strelicom prikazan ostatak paste nakon završenog lemljenja.



Slika 69: Pravilno grejanje spoja



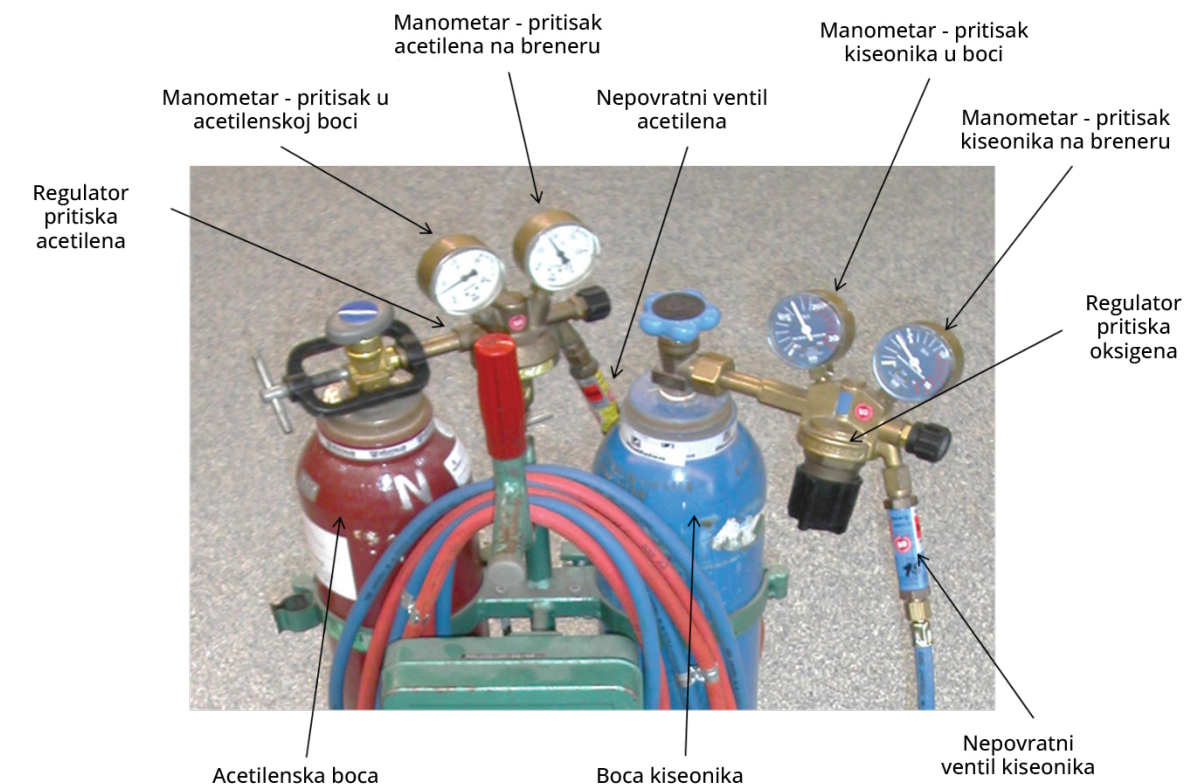
Slika 70: Nepravilno grejanje spoja

Na slici 71 levo je prikazano kako izgleda spoj bez korišćenja azota prilikom procesa tvrdog lemljenja, a na slici 71 desno je presek spoja kada se koristi azot.



Slika 71: Pogled na cevi spojene tvrdim lemovima, bez i sa upotrebom azota tokom procesa

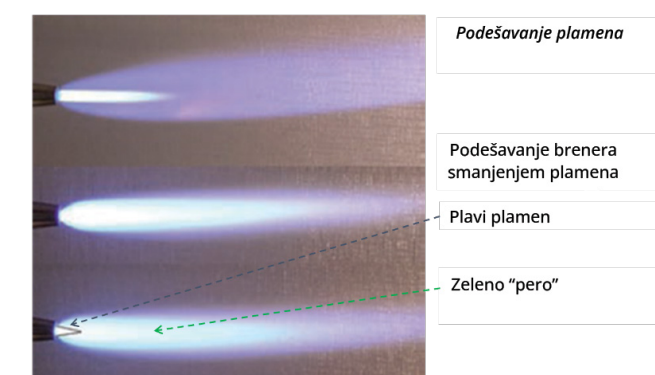
Neophodna oprema za lemljenje sastoji se od rezervoara za kiseonik (oksigen O₂), rezervoara za acetylen, regulatora pritiska za kiseonik i acetylen, nepovratnih ventila i creva i za kiseonik i za acetylen, držača za gorionike i gorionika odgovarajuće veličine (slika 73). Obavezna je upotreba i lične zaštitne opreme.



Slika 72: Boce za lemljenje i propratna oprema

Prilikom lemljenja cevi većeg prečnika potrebno je zagrejati ceo obim cevi. Kada se cela površina zagreje, početi sa nanošenjem legura. Kombinacijom acetilena i kiseonika može se dobiti temperatura do +3320°C, a sa propan-butan gasom oko 1100°C. Iz ovog razloga, ne preporučuje se korišćenje propan-butan gasa, jer ne garantuje postizanje dovoljno visoke temperature koja je potrebna za tvrdo lemljenje.

Plamen koji je dobro podešen može da postigne maksimalnu temperaturu. Na slici 73, strelicama je prikazan plamen čiji oblik podseća na zeleno pero, a na čijem vrhu je plavi jezičak na najvišoj mogućoj temperaturi.



Slika 73: Podešavanje brenera smanjenjem plamena

Priprema cevovoda za povezivanje spoljašnje i unutrašnje jedinice

U prethodnom delu prikazane su informacije o tipovima bakarnih cevi, procedure rada sa bakarnim cevima (sečenje, savijanje, proširivanje), kako i tipovi povezivanja bakarnih cevi sa komponentama sistema (razdvojive veze, presovani spojevi i nerazdvojive veze). Sve ovo je bilo potrebno da bi mogli pripremiti cevovod za povezivanje spoljašnje i unutrašnje jedinice.

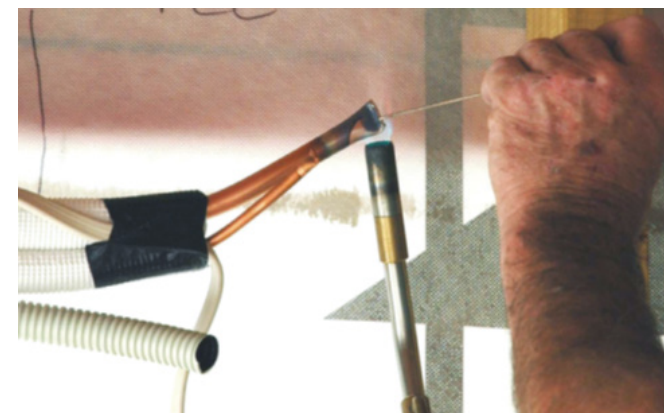
Dobro izrađen cevovod daje sigurnu, efikasnu i pouzdanu instalaciju neophodnu za pravilni rad toplotne pumpe. Previše spojeva, krivina i nepotrebnih dugih dužina može povećati rizik od curenja i smanjenje efikasnosti, jer je potrebno više energije da kompresor pumpa rashladni fluid kroz sistem.

Nepравilan rad, problemi i kvarovi na toplotnoj pumpi, nastaju zbog loše izrade cevovoda. Da bi se smanjili potencijalni problemi rada toplotne pumpe, prilikom izrade cevovoda potrebno je obratiti pažnju na:

- cevi moraju biti čiste i bez vlage
- koristite veličine cevi koje preporučuje proizvođač
- potrebno je projektovati / voditi cevovod najkraćom mogućom linijom i sa minimalnim brojem krivina za ograničavanje unutrašnjeg trenja:
 - подне конзолне унутрашње јединице могу имати минималну дужину цевовода и могу се инсталирати повезивањем са задње стране
 - visoko postavljena zidna unutrašnja jedinica treba imati minimalnu dužinu cevi, obično 3-5 metara - proveriti uputstvo proizvođača opreme za ove informacije
- savijanje cevi se treba raditi korišćenjem odgovarajućih alata
- izolovati i zaštititi sve cevovode sa izolacijom otpornu na uticaj sunca i UV zračenja
- cevne oslonce i momenat pritezanja navrtke nad konusom bakarne cevi da se rade u skladu sa preporukama proizvođača opreme ili u skladu sa standardom SRPS EN 378-2:2018 za meke (žarene) cevi, dok za meke i polutvrde cevi informacije mogu da se nađu i u standardu SRPS EN 12735 (deo 1 i 2)
- vodite cevovod sa blagim nagibom prema kompresoru kako bi se omogućilo da ulje koje uđe u cevi iscuri nazad u kompresor (deo kompresorskog ulja cirkuliše zajedno sa rashladnim fluidom kroz sistem, a ako se ne omogući povratak ulja načinom vođenja cevovoda, smanjiće se pritisak sistema, a time i njegov efikasnost)
- instalirati cevovode na način koji će omogućiti seizmičko, toplotno kretanje i kretanje usled uticaja vetra ili izvršiti zaštitu i odgovarajuće ukrućenje
- cevovod mora biti odgovarajuće pričvršćen

- cevi koje se koriste moraju biti u skladu sa pritiskom rashladnog fluida koji se koristi u sistemu

Način pripreme cevovoda za povezivanje spoljašnje i unutrašnje jedinice je identičan bez obzira da li se radi o postojećem objektu, novom objektu ili objektu koji se nalazi u fazi izgradnje.



Slika 74: Zatvaranje bakarnih cevi na objektu koji se nalazi u fazi izgradnje

Treba samo napomenuti da ukoliko se radi o pripremnim radovima, postavljanje cevovoda u objektu koji se nalazi u fazi izgradnje ili faze rekonstrukcije, cevovod se mora označiti i zaštititi od mogućih oštećenja sa strane drugih izvođača radova. Krajevi bakarnih cevi moraju obavezno biti zatvoreni. Nakon zatvaranja krajeva bakarnih cevi (lemljenja), cevovod se treba staviti pod pritiskom koristeći suvi azot odgovarajuće čistoće. Ako se cevi oštete, gas počinje da curi, upozoravajući druge izvođače na činjenicu da su oštetili cev.

Ako pre instalacije otkrijete da je gas nestao, onda znate da su cevi oštećene.

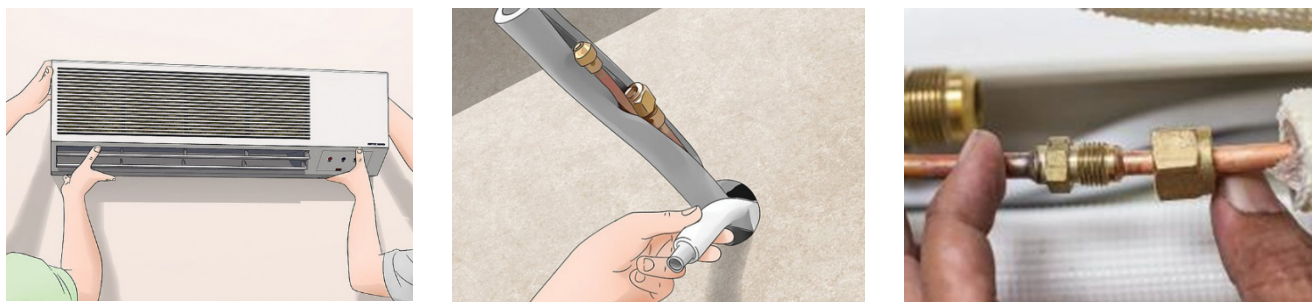
Instalacija unutrašnje jedinice i povezivanje spoljašnje jedinice

U delu 5.5 Instalacija unutrašnje jedinice, prikazani su način instalacije noseće ploče (držača) za unutrašnju jedinicu, bušenje otvora kroz zid i postavljanje PVC cevi u pripremljenom otvoru.

Sledeći korak instalacije unutrašnje jedinice je povezivanje unutrašnje jedinice sa cevovodom (bakarnim cevima).



Slika 75: Instalacija unutrašnje jedinice



Slika 76: Postavljanje unutrašnje jedinice na držaču i povezivanje cevovoda



Slika 77: Postavljanje kanale za zaštitu cevovoda



Slika 78: Povezivanje spoljašnje jedinice – priprema konusa (rastavljive veze)



Slika 79: Povezivanje spoljašnje jedinice

6.7 Test pod pritiskom – test čvrstoće i test nepropustljivosti

Zašto se sistemi testiraju pod pritiskom i kako ih bezbedno testirati na pritisak pomoću azota? Kako se izračunavaju ispitni pritisci u skladu sa EN378?

Sistemi se testiraju na pritisak **iz dva razloga**, i to kako bi se osiguralo da su:

1. **Bezbedni sistemi** – za ovaj test se koristi pritisak koji je veći od maksimalno dozvoljenog radnog pritiska PS u sistemu (tj. veći od PS), i takvim testom se proverava čvrstoća tog uređaja ili komponente. Ovaj test se naziva još i testom na čvrstoću; i
2. **Nepropusni sistemi** - ovaj test se sprovodi na vrednosti maksimalno dozvoljenog pritiska PS (ispitni pritisak na nepropustnost je jednak radnom pritisku PS), i ovakvim testom se proverava njihova zaptivenost. Ovaj test se naziva još i testom na zaptivenost.

Testiranje na pritisak je opasno i treba ga obaviti pažljivo:

a) Azot koji se koristi za ispitivanje pritiskom dovodi do gušenja (teži je od vazduha i skuplja se u donjim zonama prostorije, kao i većina rashladnih fluida), pa bi područje oko sistema trebalo dobro provetravati;

b) Koriste se visoki pritisci, pa sve „suvišne“ osobe treba evakuisati iz područja testiranja;

Usled vršenja ispitivanja na čvrstoću, korišćenjem visokih pritiska, može doći do rasprskivanja ispitivane opreme i odvajanja delova koji mogu predstavljati projekte. Fluid koji se koristi je gas koji ima svojstvo kompresibilnosti i zauzima višestruku zapreminu na ispitnom nego na atmosferskom. Prilikom oslobađanja gasa sa visokog pritiska može doći do povređivanja osoba koje se nalaze na putanji oslobađanja ispitnog fluida.

c) Svako ko vrši ispitivanje na pritisak treba da nosi zaštitne naočare.

Šta je to **maksimalno dozvoljeni pritisak PS**? PS je skraćena oznaka na pločici uređaja/elementa koja predstavlja Maksimalni dozvoljeni radni pritisak. PS je najveći dozvoljeni pritisak za koji je element i/ili sistem projektovan i koji je utvrdio proizvođač/projektant. Ovaj pritisak ne sme nikad da se prekorači u instalaciji (bilo da ona radi ili ne). Stoga, određene komponente za zaštitu od visokog pritiska moraju da budu primenjene u sistemu. **Maksimalni dozvoljeni pritisak PS** u instalaciji naziva se još u literaturi i „**Max. Allowable Pressure**“ ili „**Max. Working Pressure**“ (skraćena oznaka na pločici uređaja/elementa **MWP** znači isto što i **PS**). Pojedinačne komponente ili sklopovi (kao npr. kondenzaciona jedinica) imaju podatak o **PS** na svojoj pločici.

SPLIT TYPE AIR CONDITIONER		
OUTDOOR MODEL	MOBA30-12HFN1-QR00GW	
REFRIGERANT	R410A/800g	
EXCESSIVE OPERATING PRESSURE	DISCHARGE	4.2MPa
	SUCTION	1.5MPa
WEIGHT(OUTDOOR)	25.5kg	
POWER SOURCE	220-240V~ 50Hz, 1Ph	
RATED CURRENT	10A	
RATED INPUT	2200W	
OUTDOOR UNIT RESISTANCE CLASS	IP 24	
Contains fluorinated greenhouse gases covered by the Kyoto Protocol. GWP: 2088; 1.67 tonnes CO ₂ equivalent.		

SPLIT TYPE (OUTDOOR UNIT)				
MODEL	AMS10-16			
Service code:	AMS10-16/M			
POWER SUPPLY	230V-50Hz			
MAX. CURRENT	25.0		A	
TYPE OF REFRIGERANT (GWP)	R410A (2088)			
FACTORY REFRIGERANT CHARGE	4.0		kg	
CO ₂ equivalent	8.4		t	
MAX. HIGH PRESSURE	4.15		MPa	
MAX. LOW PRESSURE	2.21		MPa	
IP NUMBER	IP24			
UNIT WEIGHT	105		kg	
L. R. A	5/5		A	
Overall dimensions: (W/H/D)		W970×H1300×D370		
INDOOR UNIT HEAT EXCHANGER	Condition (°C) (out/in) Ambient	Heating Capacity (kW)	COP	Consumed Power (kW)
ACH-30EQ-120H	(35/30) 2	9.33	3.92	2.38
	(35/30) 7	7.03	4.85	1.45
Ambient operation temperature		min	max	
		Heating	-20	43
		Cooling	15	43
SERIAL NO. AB520096900				
PRODUCTION YEAR 2020				
PRODUCT NO. PCA003F115AJ, 064035				
 				
PSR011E193AD				

Slika 80: Oznaka maksimalnog dozvoljenog pritiska na fabričkoj ploči

Za većinu sistema, PS je različit za stranu niskog i visokog pritiska:

- Za stranu visokog pritiska **PS** zavisi od maksimalne temperature kondenzacije, jer će se maksimum pojaviti kad sistem radi;
- Za stranu niskog pritiska PS zavisi od maksimalne ambijentalne temperature (ili temperature u prostoru u kojem se nalazi oprema), jer će se maksimum pojaviti kad je sistem isključen, tj. ne radi.

Kod nekih sistema PS sa visoke strane će se primeniti i na niskoj strani, npr. kad postoji otapanje toplim gasom ili kod toplotnih pumpi sa reverziranjem ciklusa.

Izračunavanje PS

Standard SRPS EN 378 daje uputstvo za izračunavanje **PS**. Podaci u tabeli ispod definišu vrednosti ambijentalnih temperatura i odgovarajućih maksimalnih temperatura u zavisnosti od sistema koji mogu da se koriste za određivanje **PS**. Važna napomena je da **PS** od sistema nikad ne sme da bude veći od **PS** vrednosti pojedinačnih komponenti u tom sistemu.

Tabela 31: Vrednosti ambijentalne temperature i odgovarajućih maksimuma u zavisnosti od sistema

Ambijentalni uslovi	≤ 32°C	≤ 38°C	≤ 43°C	≤ 55°C
Strana visokog pritiska sa vazduhom hlađenim kondenzatorima	55°C	59°C	63°C	67°C
Strana visokog pritiska sa evaporativnim kondenzatorima	43°C	43°C	43°C	55°C
Strana niskog pritiska sa elementima u spoljoj sredini	32°C	38°C	43°C	55°C
Strana niskog pritiska sa elementima u unutrašnjoj sredini	27°C	33°C	38°C	38°C

Zaštita od previsokog pritiska

Standard SRPS EN 378 – deo 2, specificira koji tip zaštite od previsokog pritiska treba da postoji na sistemu. Potreba za aktiviranjem zaštitnih prekidača (presostata) visokog pritiska i sigurnosnih ventila zavisi od raznih aspekata sistema, uključujući i veličinu samog sistema i vrednost **PS**. U tabeli ispod prikazane su vrednosti pritisaka na kojima bi trebalo da se aktivira zaštita od previsokog pritiska.

Tabela 32: Vrednosti pritiska za aktiviranje zaštite na sistemu

Pritisci otvaranja sigurnosnih ventila, ako postoje	PS
Pritisak otvaranja sigurnosnog ventila (na kom on ima pun protok) za rasterećenje instalacije	≤ 1,1 PS
Pritisak za uključenje sigurnosnog prekidača visokog pritiska, ako je u sistemu postavljen sigurnosni ventil	≤ 0,9 x PS
Pritisak za uključenje sigurnosnog prekidača visokog pritiska ako u sistemu nije postavljen sigurnosni ventil	≤ 1 x PS

Vrednosti maksimalnog pritiska za test pod pritiskom na čvrstoću, koriste se samo za ispitivanje spojeva koji spadaju u kategorije opasnosti definisanih standardom SRPS EN 378 – deo 2 (Aneks B). Takođe, u najvećem broju slučajeva ga koriste proizvođači opreme, a na sajtu/terenu se koriste najčešće vrednosti minimalnog pritiska za test pod pritiskom na čvrstoću.

Test na čvrstoću komponente/instalacije (engl. *strength pressure test*) obavlja se opterećenjem komponente ili dela instalacije sa malo većim pritiskom od najveće dozvoljene vrednosti pritiska, sa ciljem da ne dođe do trajne deformacije ili naprsnuća komponenti/instalacije. Smatramo da su same ugrađene komponente već fabrički ispitane i za to garantuje proizvođač komponente.

Tipične vrednosti pritiska za testove pod pritiskom (na čvrstoću i nepropusnost) su prikazane u tabeli 33, a u sebi nose i odgovarajuće stepene sigurnosti.

Tabela 33: Test pod pritiskom i PS

Test pod pritiskom i PS	PS
Minimalni pritisak za test pod pritiskom na čvrstoću	= 1,1 x PS
Maksimalni pritisak za test pod pritiskom na čvrstoću	= 1,43 x PS
Pritisak za test pod pritiskom na nepropusnost	= 1 x PS

Azot i regulacija njegovog pritiska za izvođenje testa

Za potrebe ispitivanja na pritisak koristi se suvi azot (bez sadržaja kiseonika) jer je inertan i ne može da stvori zapaljivu ili eksplozivnu sredinu oko uređaja. Nikada se ne sme koristiti kiseonik za test pod pritiskom – čist kiseonik je jedan od tri uslova za požar i eksploziju, na povišenim pritiscima reaguje burno u kontaktu sa uljem što može dovesti do eksplozije. Uvek koristiti regulator pritiska na boci sa azotom.

Pravilno korišćenje regulatora pritiska na boci azota:

- Osigurajte se da je regulator zatvoren (glava ventila potpuno zavijena, ispratiti oznake na samom ventilu);
- Otvoriti ventil na boci;
- Postepeno otvoriti regulator do potrebne vrednosti pritiska.

Regulator ne treba koristiti sa pritiskom mnogo većim nego što zahteva situacija.



Slika 81: Boca sa azotom za ispitivanje pod pritiskom

Boce sa azotom treba povezati na sistem koristeći odgovarajuću opremu za ispitivanje pod pritiskom, sa meračima i crevima koji mogu da izdrže potrebne visoke pritiske. Na slici 81 prikazan je odgovarajući regulator sa meračima pritiska za test pod pritiskom. Za praćenje pritiska u sistemu, potrebno je koristiti manometarsku grupu (i njene merače), jer je skala na meraču regulatora često veoma gruba/neprecizna. Osigurajte se da je ventil na manometru otvoren pre otvaranja regulatora za azot.



NAPOMENA

Prilikom izvođenja ispitivanja pritiska koristiti dva manometra (radni i kontrolni), radni manometar obavezno mora biti proveren i etaloniran ili koristiti digitalni sa mogućnošću snimanja ispitivanja.

Koraci za test pod pritiskom:

1. Postepeno povećati pritisak u sistemu do 5 bar (manometarski) i proveriti sistem na isticanje/curenje koristeći sprej za detekciju curenja. Vreme postizanja pritiska u periodu od 5 minuta (1 bar u min). Inicijalno, ovo je dovoljan nivo pritiska da se otkrije veliki broj potencijalnih mesta curenja (ako ih ima), a na taj način će se uštedeti azot i vreme. Takođe, i bezbednije je da se nađu potencijalna curenja na nižim pritiscima, nego na konačnoj vrednosti testnog pritiska.

Često u želji da skрати vreme ispitni pritisak se dostigne u što kraćem vremenu, što u velikom broju slučajeva može da dovede do oštećenja instalacije i opreme, sa povećanim rizikom od akcidentnih stanja i povreda.

2. Povećati postepeno pritisak na vrednost pritiska na čvrstoću (ako se on radi). Zadržati 15-ak minuta tu vrednost.

NAPOMENA



Prilikom samog započinjanja radova potrebno je definisati da li oprema spada pod opremu pod pritiskom (OPP) ili ne i na osnovu toga je potrebno obezbediti prisustvo imenovanog tela, koje je obavezno da isprati, ne samo ispitivanje, nego kompletnu izradu instalacije. Ispitivanje se ponekad prepušta izvođenju od strane Akreditovane laboratorije koja vrši ovakav vid ispitivanja (poseduju opremu, znanje i tim ljudi).

Da bi se završio test na nepropusnost, postoje dve varijante. Prva varijanta podrazumeva da se svaki spoj ispita sa sprejem za detekciju curenja. Druga varijanta podrazumeva da se sistem ostavi pod testnim pritiskom u trajanju od 24 h, ali da se zapišu vrednosti pritiska pre i nakon isteka tog perioda. Cilj je da pritisak ne opadne nakon 24 h. Takođe treba zapisati i ambijentalne temperature pre i nakon testa, jer promena temperature od oko 5°C utiče na promenu pritiska azota u sistemu za oko 0,7 bar. Zato je bitno da potencijalni porast temperature ambijenta ne sakrije smanjenje testnog pritiska u instalaciji koji bi mogao da pokaže curenje.

NAPOMENA



Sve informacije i procedure oko ispitivanja na pritisak, čvrstoću i neporopustnost, treba da budu definisane od strane projektanta ili proizvođača opreme.

Po završetku testiranja, azot ventilirati/ispustiti u okolinu koja je dobro provetravana ili u spoljašnju sredinu.

Pošto strana niskog pritiska često ne može da trpi ispitni pritisak sa visoke strane, ove dve strane potrebno je razdvojiti ili je potrebno komponente i delove cevovoda testirati tokom izvođenja radova ako je reč o novoj instalaciji. Ukoliko to nije moguće, onda se ceo sistem testira na pritisak definisan za testni pritisak na strani niskog pritiska.

Test na neporopusnost

Pritisak kojim testiramo zaptivenost - nepropusnost (tightness test) je veličine 1 x PS. Za ispitivanje instalacije pod pritiskom koristimo isključivo suvi azot (oxygen free dry nitrogen).

Važno: Pre početka ispitivanja obavezno je podesiti regulator pritiska cilindra azota. Naravno, potrebno je proveriti maksimalno dozvoljene pritiske komponenti na strani niskog pritiska. Nakon dostizanja pritiska u sistemu, sledi pregled, koji može biti kombinacija više vrsta pregleda i to:

- Standardni test na pritisak. Sistem se ostavlja na određeno vreme (preporuka proizvođača opreme ili 24 sata) i proverava se da li je pritisak nepromenjen ili postoji tendencija smanjenja pritiska.
- Ispitivanje kritičnih mesta sapunicom (posebno navojnih spojnih elemenata).
- Provera ostalih kritičnih mesta uz pomoć elektronskog detektora curenja (otkriva curenje azota), ako postoji mogućnost detekcijom ultrazvuka.

Unapred napunjeni split AS sistemi

Ukoliko se na pritisak testiraju cevovodi na klimatizacionom split sistemu kod koga je freonom već bila napunjena spoljna jedinica, postoji rizik zaprljanja rashladnog fluida azotom, ukoliko ventili na spoljnoj jedinici procure/popuste. Da bi se ovo izbeglo, vrednost pritiska za test ne treba da bude veći od pritiska koji je ekvivalentan temperaturi zasićenja spoljašnje jedinice. Na primer, ako je klima sa freonom R410A u ambijentu čija je temperatura 20°C, testni pritisak ne treba da je veći od 13,5 bar.

Procedura ispitivanja nepropusnosti je sledeća:

Korak 1: Skinite poklopac ventila servisnog priključka sa gasnog ventila na spoljnoj jedinici (**izolacioni ventil mora biti zatvoren**).

Korak 2: Povežite bocu sa azotom na ventil servisnog priključka gasa.

Korak 3: Podesite pritisak na regulatoru pritiska, stavite sistem pod pritiskom azota i ostavite da odstoji 5 minuta.

Korak 4: Pratite da li dolazi do opadanja pritiska.

Korak 5: Testirajte spojeve pomoću rastvora sapunice i pene.

Korak 6: Ispustite azot.

Korak 7: Sklonite azotnu bocu.

Korak 8: Obrišite ta mesta na kome je rađen test sapunicom i penom.



Slika 82: Test na nepropusnost

6.8 Vakuumiranje sistema

Nakon sprovedenog testa nepropusnosti pod pritiskom sledeći korak je vakuumiranje sistema.

Postoje različite vakuum pumpe u zavisnosti od protoka koji mogu da ostvare. Odabrati odgovarajuću vakuum pumpu u skladu sa veličinom toplotne pumpe koja se instalira. Potrebno je da se dostigne vakuum koji je preporučen od proizvođača uređaja. U tabeli na kraju ovog poglavlja dati su preporučeni nivoi vakuuma. Poželjno je da se koriste kratka i deblja creva (npr. 3/8") i odgovarajući priključci na bateriji servisnih manometara i na vakuum pumpi (za razliku od standardnih servisnih creva koja su 1/4" i žute su boje). Ukoliko se koristi previše snažna vakuum pumpa, može da dođe do smrzavanja vode (ukoliko postoji vlaga) u cevovodima i komponente usled naglog snižavanja pritiska – što može da produži proces izvlačenja vlage/ vakuumiranja. Cilj (funkcija) vakuumiranja je da se iz instalacije izvuku nekondenzibilni gasovi i odstrani vlaga koja je unutar instalacije, kako bi se instalacija pripremila za punjenje.

Pre upotrebe vakuum pumpe treba testirati rad pumpe i zagrejati ulje u pumpi radom bez opterećenja. Kada se zagreva ulje radom pumpe u praznom hodu, otvori se ventil koji omogućava usisavanje spoljnog vazduha oko pumpe. Proveriti (preporučeni) nivo ulja u pumpi. Ulje u pumpi povremeno treba da se zameni, posebno ako se ranije dogodila neka velika kontaminacija rashladnog sistema. Redovna zamena ulja u vakuum pumpi je na preporučenom nivou od njenih 20 radnih sati.



NAPOMENA

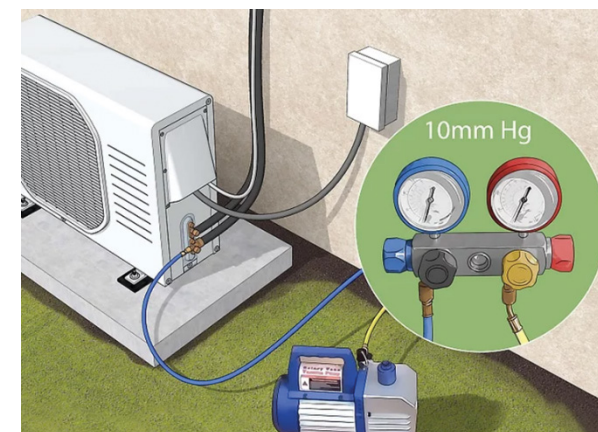
Vakuumiranje sistema je samo potvrda nepropusnosti sistema, ali se vakuumiranjem nikad ne testira sistem na curenje!

Vakuumiranje je obavezna aktivnost tokom instalacije i servisiranja rashladnih, klimatizacionih uređaja i toplotne pumpe, pre punjenja sistema rashladnim fluidom. Ono uklanja gasove koji se ne kondenzuju u sistemu, kao što su azot ili vazduh koji su možda ušli u sistem, a takođe se uklanja akumulirana vlaga koja je ušla u sistem tokom montaže ili servisiranja. Na slici ispod prikazan je standardni način vakuumiranja sistema. Preporučljivo je koristiti vakuumetar i izmeriti vakuum u samom sistemu.



NAPOMENA

Izolacioni ventili na spoljašnjoj jedinici su zatvoreni



Slika 83: Vakuumiranje toplotne pumpe

Vakuumiranje sistema se odvija kroz sledeće korake:

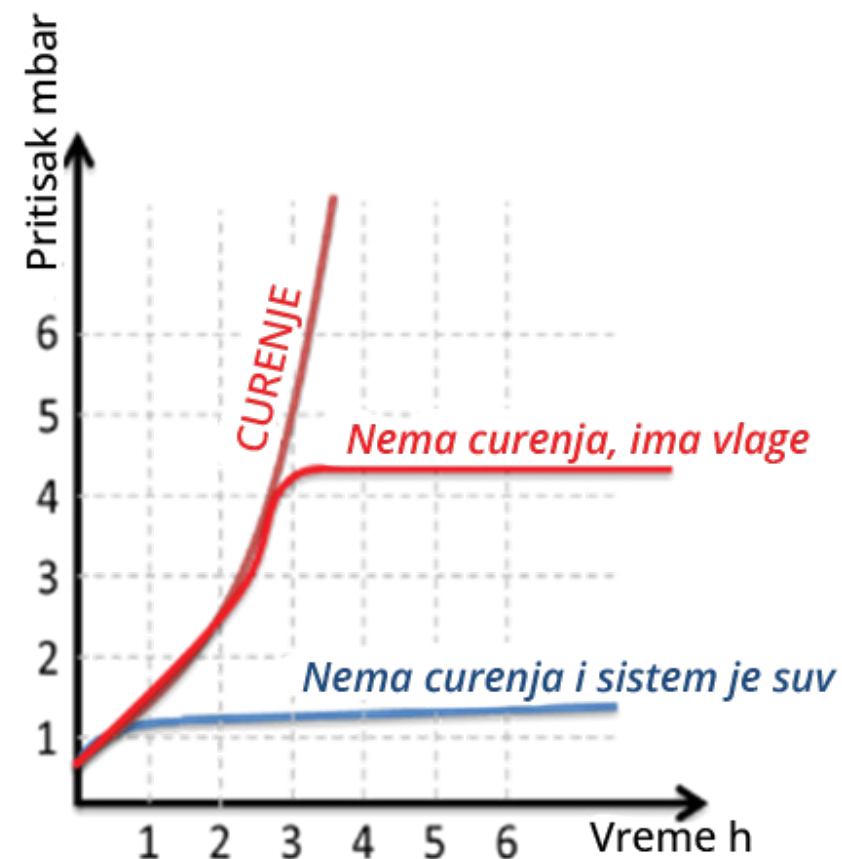
1. Vakuum pumpa je povezana na grupu manometara. U zavisnosti od mogućnosti, poželjno je koristiti deblje i kraće crevo (9,52 mm ili 3/8"), što skraćuje vreme potrebno za vakuumiranje. Standardna fleksibilna creva (1/4") imaju ograničenja protoka i teško je sa njima postići potreban nivo vakuuma.
2. Preporučuje se da se sistem vakuumira do pritiska od 0,5 mbar (50 Pa, tj. 375 mikrona živinog stuba) ili niže.
3. Po dostizanju ovog vakuuma, ventili manometarske grupe se zatvaraju i sistem se ostavlja na određeno vreme, prateći da li je došlo do promene vakuuma.
4. Najkraći preporučeni vremenski interval je 15 minuta. Tokom ovog perioda, dozvoljeno narušavanje vrednosti vakuuma je 1 mbar.

Praćenje vakuuma u sistemu vrši se **isključivo vakuummetrima**. Standardna baterija servisnih manometara daje samo informaciju da je sistem ušao u vakuum, ali ne daje preciznu informaciju o nivou vakuuma. Dva tipa vakuummetra, mehanički i elektronski, prikazani su na slici ispod.



Slika 84: Elektronski (levo) i mehanički (desno) vakuummetar

Ako se pri isključenju vakuum pumpe i zatvaranju ventila na sistemu pritisak vrati na atmosferski, znači da postoji nedovoljno dobro dihtovanje instalacije (vazduh će ulaziti u instalaciju!). Na slici 85 grafički je prikazana promena vakuuma u instalaciji, gde najstrmija tamno crvena linija (uz koju piše curenje) prikazuje upravo ovaj slučaj.



Slika 85: Promena vakuuma u instalaciji tokom vremena

Ako se pritisak u vakuumu poveća i zaustavi na određenom nivou ispod atmosferskog, u sistemu ima još vlage i nečistoća i potrebno je nastaviti vakuumiranje. Na slici 85 ovaj slučaj prikazan je crvenom linijom (strmi porast vakuuma do postizanja određenja konstante visoke vrednosti).

Plavom linijom, prikazana je promena vakuuma u sistemu koji je dobro izvakuumiran, gde se može uočiti da se nivo pritiska skoro ne menja tokom vremena.

Sistem se ostavlja pod vakuumom do 12 sati. Treba zapisati okolnu temperaturu Tamb1, kada je završeno vakuumiranje i očitati vakuum sa vakuummetra P1. Takođe, nakon vremena mirovanja, ponovno zapisati temperaturu ambijenta Tamb2 i pritisak sa vakuummetra P2. Ovo se radi sa ciljem da se proverí, da se odstupanja u vrednosti vakuuma nisu desila zbog promene temperature u okruženju.

Odstupanje pritiska zbog razlike temperatura ambijenta može se preračunati kao:

$$P2 = P1 \times T_{amb2} / T_{amb1}$$

U sledećoj tabeli je prikazana tačka ključanja vode. Možemo videti da je tačka ključanja vode npr. 6,11°C, pri vakuumu od 2.540 mikrona Hg.

Tabela 34: Temperatura ključanja vode u zavisnosti od pritiska

Temperatura ključanja vode °C	Vakuum u inčima živinog stuba	kPa	Mikroni Hg
100	0	0	759.968
80	15,94	-53,87	355.092
60	24,04	-81,25	149,352
40	27,75	-93,79	55.118
22,22	29,12	-98,42	20.320
11,67	29,52	-99,77	10.160
0	29,72	-100,5	4.572
-6,11	29,82	-100,7	2.540
-14,44	29,87	-100,9	1.270
-31,11	29,91	-101,09	254

U sledećoj tabeli je prikazan željeni nivo vakuuma u različitim jedinicama mere.

Tabela 35: Željeni nivo vakuuma u različitim jedinicama mere

SI jedinice	Standardna atmosfera	1 bar (apsolutno)	Željeni nivo vakuuma (apsolutni)
Bar	1,01325 bar	1 bar	0,001 bar
Kilopascal	101,3 kPa	100 kPa	0.10 kPa
Mikron H ₂ O	1.013.250 microns	1.000.000 microns	1.000 microns H ₂ O
Milibar	1013,25 mbar	1.000 mbar	1 mbar
Pascal (Pa)	101,325 Pa	100.000 Pa	100 Pa
Jedinice koje nisu SI			
Inč žive	30,5 in Hg	29,5 in Hg	0,030 in Hg
mm žive	760 mm Hg	750 mm Hg	0,75 mm Hg - 750 mikrona Hg
(Togg)	760 Togg	750 Togg	0,75 Togg
Funte (sile) po kvadratnom inču	15,0 psl	14,5 psl	0,015 psl

Unapred napunjeni split AS sistemi

Ukoliko se radi instalacija na toplotnoj pumpi sa unapred napunjenom spoljnom jedinicom, kao u našem primeru, onda je vreme vakuumiranja 10 minuta. U toku tih 10 minuta pratimo promene vakuuma, a narušenje vakuuma i razlog narušenja vakuuma su identični kao što je prikazano na slici 85.

Nakon uspešnog završetka vakuumiranja, sistem je spreman za punjenje rashladnim fluidom.

6.9 Punjenje sistema rashladnim fluidom

Punjenje sistema za hlađenje, klimatizaciju i toplotne pumpe je dodavanje odgovarajuće količine rashladnog fluida u sistem kako bi on funkcionisao po želji. Svaki sistem ima, za predviđene uslove rada, optimalnu količinu punjenja, odnosno masu rashladnog fluida u sistemu koji obezbeđuje najveću efikasnost i projektovani kapacitet hlađenja (ili grejanja u slučaju toplotnih pumpi).

Punjenje sistema rashladnim fluidom je poslednji korak pre puštanja sistema u rad.

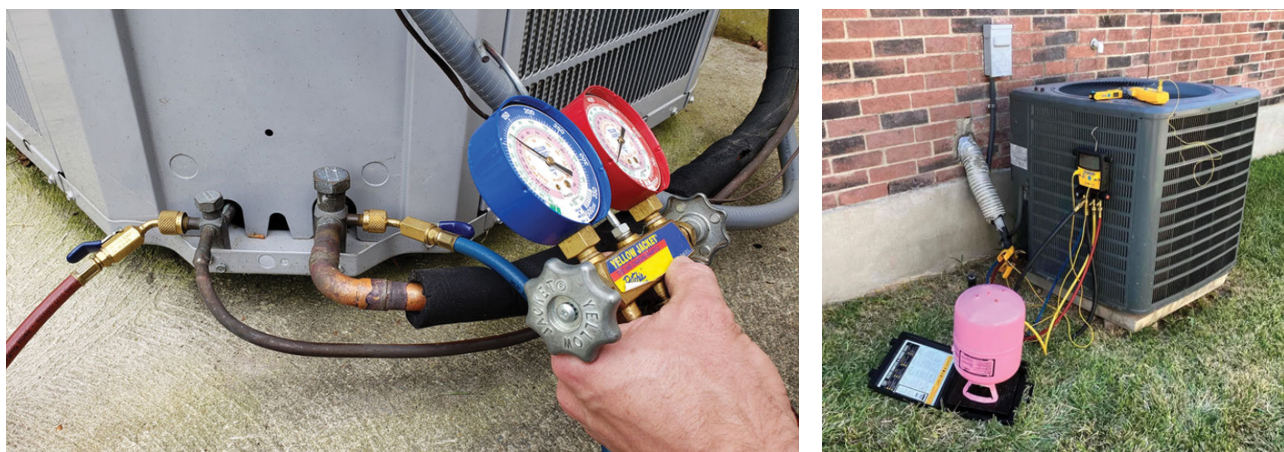
Toplotne pumpe koje nisu napunjene rashladnim fluidom

Punjenje rashladnog fluida zavisi od tipa rashladnog fluida.

Za rashladne fluide koji su jednokomponentni, koristi se procedura punjenja instalacije **u parnoj fazi** (npr. R22, R134a, R32...).

Azeotropne smeše (oznake fluida od **R500** do **R599**) nisu mnogo osetljive na dekompoziciju smeše u parnoj fazi, pa se zbog toga dopuna sistema čak i u parnoj fazi neće mnogo odraziti na rad rashladnog agregata. Ipak, preporučuje **se punjenje sistema u tečnoj fazi kad god je smeša u pitanju**.

Smeše iz grupe **zeotropskih** (oznake freona od **R400** do **R499**) vrlo su osetljive na dekompoziciju sastava u parnoj fazi (sastav pare koji je u kontaktu sa tečnošću je uvek značajno drugačiji, odnosno u pari se nalazi uvek više lakše isparljive komponente iz smeše). Zbog toga se instalacija puni rashladnim fluidom **isključivo u tečnoj fazi** da ne bi došlo do dekompozicije smeše.



Slika 86: Punjenje rashladnog fluida u tečnoj fazi

Napomena: Voditi računa da količina tečnosti rashladnog fluida, prilikom punjenja u tečnoj fazi preko usisnog servisnog ventila kompresora, ne bude velika da ne bi došlo do hidrauličnog udara i oštećenja kompresora (voditi računa da kompresor nije postao preglasan).

Napomena: Jednokomponentne supstance uz oznaku mogu imati samo malo latinično slovo (npr. R134a).

Napomena: Višekomponentne supstance (smeše sa ciframa četiri i pet na početku oznake) uz oznaku uvek imaju i veliko latinično slovo (npr. R404A).

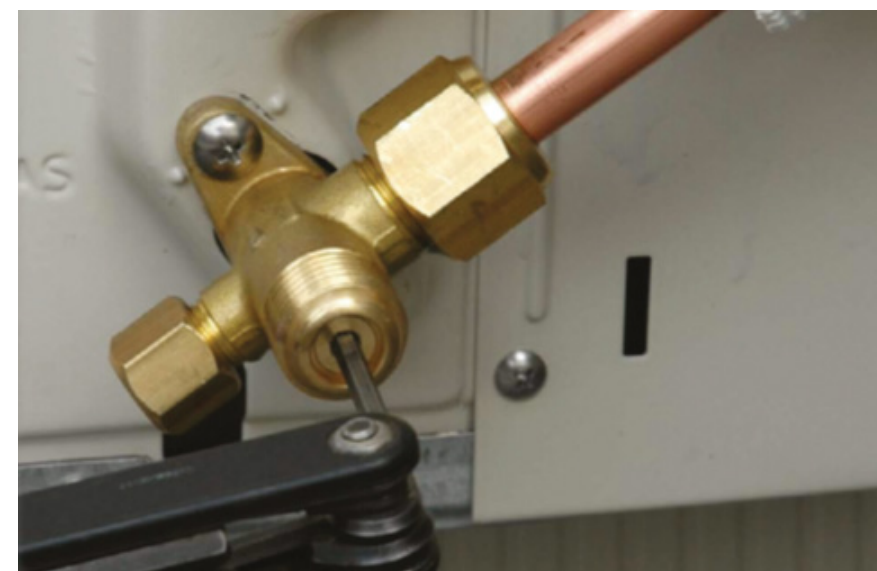
Najtačniji metod punjenja rashladnog fluida je pomoću vage. Moguće je koristiti opružnu vagu, na koju se okači cilindar (stariji metod), ili elektronsku vagu koja pokazuje izmerenu masu cilindra sa rashladnim fluidom. Takođe, nove elektronske vage specijalizovane su za precizno punjenje sistema sa zapaljivim fluidima, jer poseduju elektroventil koji prekida punjenje kada se dostigne unapred programirana količina fluida (količina koja je zadata).



Slika 87: Vaga za merenje pri punjenju sistema

Unapred napunjeni split AS sistemi

Spoljna jedinica je fabrički napunjena sa dovoljno rashladnog sredstva da omogući unutrašnju jedinicu i određeni cevovod. Ukoliko je cevovod veće dužine pogledajte uputstvo za instalaciju proizvođača za dužinu cevi i dopunu koja se treba uraditi zbog dužine cevovoda. U **našem slučaju** toplotna pumpa, tipa pojedinačnog razdvojenog sistema vazduh/vazduh (klasični takozvani split klima uređaj), je fabrički napunjena, a punjenje instalacije se radi na sledeći način:



Slika 88: Punjenje toplotne pumpe kod sistema gde je spoljašnja jedinica fabrički napunjena

- Postepeno otpuštajte vakuum otvaranjem i tečne i gasne strane na izolacionim ventilima. Koristite jezgro ventila i alat za uklanjanje i okrenite ga u smeru suprotnom od kazaljke na satu.
- Otvarajte polako sve dok se pritisak u sistemu ne izjednači.

Ukoliko je potrebna dopuna rashladnog fluida zbog veće dužine cevi sistem se dopunjuje na način kako se pune i toplotne pumpe koje nisu napunjene rashladnim fluidom. Dodata količina meri se vagom.



Slika 89: Zatvaranje poklopca na servisnim ventilima

Zatvorite poklopce ventila za tečnost i gas i zategnite pomoću odgovarajućeg alata. Ako poklopac ventila ne može, prvo zategnite rukom, nemojte zatezati silom jer to može oštetiti navoj. Umesto toga, uklonite i vratite poklopac. Sigurno pričvrstite poklopce da biste sprečili curenje rashladnog fluida iz sistema.

Uraditi proveru zaptivenosti pomoću sapunice i pene.

6.10 Obeležavanje sistema i priprema izveštaja za mašinske instalacije

Sve važne informacije za identifikaciju toplotne pumpe su odštampane na fabričkoj pločici. Ako se u instalaciji primenjuje kompresor koji je moguće da radi sa više različitih rashladnih fluida, tip rashladnog fluida koji se koristi treba da bude takođe utisnut na oznaci postavljenoj od strane instalatera.

U skladu sa članom 11, Uredbe o postupanju sa fluorovanim gasovima sa efektom staklene bašte iz 2013. godine, kao i o uslovima za izdavanje dozvola za uvoz i izvoz tih gasova („Službeni glasnik“, br. 120 od 31. decembra 2013, 44 od 8. juna 2018 - dr. zakon), postoji obaveza obeležavanja proizvedene ili uvezene opreme ili proizvoda koji sadrže fluorovane gasove sa efektom staklene bašte, pre prvog stavljanja u promet. Oznaka treba da sadrži informacije:

- “OPASNOST: sadrži fluorovani gas sa efektom staklene bašte; izbegavati ispuštanje sadržaja u životnu sredinu; nakon prestanka upotrebe odlagati supstancu kao opasan otpad”;
- Navesti rashladni fluid korišćenjem naziva iz standarda (npr. R-410A);
- količinu fluorovanih gasova sa efektom staklene bašte izraženu u kilogramima;
- “Hermetički zatvoreno” ako odgovara opisu (član 3, (16)) – sa stopom ispuštanja manjom od 3 grama godišnje, pod pritiskom najmanje jednakom četvrtini maksimalno dozvoljenog pritiska. Iste informacije treba da budu i u Uputstvu za upotrebu tih proizvoda-opreme.

Pored zakonske obaveze i informacije na fabričkoj tablici, instalater treba postaviti trajnu nalepnicu otpornu uticaju sunca i UV otpornu, ili je postaviti na dostupno zaklonjenu lokaciju koja sadrži sledeće informacije:

- Tip rashladnog fluida
- Datum instalacije
- Punjenje instalacije (fabričko punjenje, dopunsko punjenje i ukupno punjenje)
- Tip kompresorskog ulja

Nakon uspešno završene instalacije instalater treba pripremiti izveštaj o svom radu i ispitivanjima koje je uradio. Zakonski propisana forma izveštaja ne postoji. Aneks G standarda SRPS EN 378-2:2017 sadrži kontrolnu listu za spoljašnju vizuelnu kontrolu nakon instalacije. Ipak treba napomenuti da je ova kontrolna lista informativne prirode.

Standard SRPS EN 378-2:2017, takođe u delu označavanja i dokumentacije daje smernice o pripremi oznake i dokumentacije o instalaciji rashladnog, klimatizacionog uređaja i toplotne pumpe.

U delu standarda SRPS EN 378-2:2017 koji se odnosi na dokumentaciju o instalaciji stoji da će instalater dokumentovati da je sistem instaliran u skladu sa zahtevima projekta i navesti sva podešavanja sigurnosnih i kontrolnih uređaja, ako su podesivi, kao što je ostalo nakon puštanja u rad. Ovu dokumentaciju će čuvati instalater i biće dostupna na zahtev.

Predlog pripreme izveštaja o instalaciji prikazan je ispod.

Tabela 36: Predlog izveštaja o instalaciji toplotne pumpe

IZVEŠTAJ O INSTALACIJI TOPLOTNE PUMPE	
OSNOVNE INFORMACIJE O VLASNIKU TOPLOTNE PUMPE	
Naziv i adresa vlasnika toplotne pumpe	
Ime, telefon i e-mail adresa vlasnika toplotne pumpe	
Mesto instalacije (adresa)	
Dopunske informacije i komentari o vlasniku opreme:	
OSNOVNE INFORMACIJE O TOPLOTNOJ PUMPI	
Naziv i model toplotne pumpe	
Proizvođač toplotne pumpe	

Serijski broj toplotne pumpe							
Datum isporuke							
Naziv rashladnog fluida sadržan u toplotnoj pumpi							
Fabrička količina rashladnog fluida u toplotnoj pumpi u (kg)							
Tip kompresorskog ulja				Količina kompresorskog ulja (kg)			
Dopunske informacije i komentari o toplotnoj pumpi:							
INFORMACIJE O INSTALACIJI TOPLOTNE PUMPE							
Datum početka instalacije:				Datum završetka instalacije:			
Rastojanje od okolnih prepreka – spoljašnja jedinica (sm)	ispred	iza	leva strana	desna strana	iznad	ispod	
Rastojanje od okolnih prepreka – unutrašnja jedinica (sm)	ispred	iza	leva strana	desna strana	iznad	ispod	
Dužina cevovoda (m)	Visinska razlika između spoljašnje i unutrašnje jedinice (m)						
Dopunske informacije i komentari o toplotnoj pumpi:							
AKTIVNOSTI TOKOM INSTALACIJE (PROVERE SISTEMA TOKOM INSTALACIJE)							
☐	Izvršena proba na pritisak na određene delove instalacije (strength pressure test)						
☐	Izvršena proba pod pritiskom da bi se proverila nepropustnost sistema						
☐	Vakuumiranje sistema						
☐	Punjenje sistema rashladnim fluidom						
☐	Dopuna sistema rashladnim fluidom (dužina cevovoda, iscurili rashladni fluid, itd.)						
Izvršena proba na pritisak na određene delove instalacije (strength pressure test)							
Maksimalno dozvoljeni pritisak	nisko pritisna strana		visoko pritisna strana		Vreme trajanje testa (čas)		
Ispitni pritisak							
Komentar:					Gas kojim se ispituje		

Izvršena proba pod pritiskom da bi se proverila nepropusnost sistema			
Maksimalno dozvoljeni pritisak	nisko pritisna strana	visoko pritisna strana	Vreme trajanje testa (čas)
Ispitni pritisak			
Komentar:			Gas kojim se ispituje
Vakuumiranje sistema			
Željeni nivo vakuuma	nisko pritisna strana	visoko pritisna strana	Vreme trajanje vakuumiranja
Postignuti vakuum			Vreme pod vakuumom
Temperatura T ₁			
Temperatura T ₂			
Komentar:			
Punjenje i dopuna sistema			
A. Fabrička količina rashladnog fluida u toplotnoj pumpi u (kg)			
B. Dopuna toplotne pumpe rashladnim fluidom (kg)			
Ukupna količina rashladnog fluida nakon instalacije (kg) = (A+B)			
Komentar i razlog dopune:			
OSNOVNE INFORMACIJE O FIRMI I INSTALATERU KOJI JE INSTALIRAO TOPLOTNU PUMPU			
Naziv i adresa firme koja je radila instalaciju toplotne pumpe			
Ime, telefon i e-mail adresa kontakt osobe u firmi koja je radila instalaciju toplotne pumpe			

Broj dozvole za rad izdata sa strane Ministarstva zaštite životne sredine		
Ime i prezime instalatera toplotne pumpe		
Broj sertifikata servisera (instalatera) izdat sa strane Ministarstva zaštite životne sredine		
Potpis instalatera		Datum

6.11 Povezivanje elektro instalacije na spoljašnjoj i unutrašnjoj jedinici

Ovaj deo daje osnovne informacije o zahtevima elektro instalacije i o povezivanju spoljašnje i unutrašnje jedinice.



NAPOMENA

Elektro instalacije i povezivanje električnih instalacija radi sertifikovani električar u skladu sa nacionalnom regulativom Srbije. Takođe, elektro radovi se moraju izvoditi u skladu sa nacionalnom regulativom Srbije.



NAPOMENA

Informacije navedene u ovom delu su informativne prirode i ne mogu se računati kao veštine i znanje za povezivanje elektro instalacije na toplotnim pumpama.

U zavisnosti od ulazne električne snage toplotne pumpe i postojećeg električnog napajanja u zgradi instalacije, toplotna pumpa može biti povezana na postojeće električno napajanje koje ima dovoljan rezervni kapacitet (npr. isključen iz pogona pomoću strujne utičnice) ili u posebnom namenskom kolu (povezano u glavnu električnu tablu na novom osiguraču).

Povezivanje električnog napajanja prati sledeće faze:

Odabir električnog kruga glavnog napajanja

Proveriti informacije o električnim parametrima toplotne pumpe na fabričkoj tablici toplotne pumpe i u uputstvu o instalaciji toplotne pumpe – deo elektro instalacije i povezivanje.

SPLIT TYPE AIR CONDITIONER				
OUTDOOR MODEL	MOBA30-12HFN1-QRD0GW			
REFRIGERANT	R410A/800g			
EXCESSIVE OPERATING PRESSURE	DISCHARGE	4.2MPa		
	SUCTION	1.5MPa		
WEIGHT(OUTDOOR)	25.5kg			
POWER SOURCE	220-240V~ 50Hz, 1Ph			
RATED CURRENT	10A			
RATED INPUT	2200W			
OUTDOOR UNIT RESISTANCE CLASS	IP 24			
Contains fluorinated greenhouse gases covered by the Kyoto Protocol. GWP: 2088; 1.67 tonnes CO ₂ equivalent.				

SPLIT TYPE (OUTDOOR UNIT)		
MODEL	AMS10-16	
Service code	AMS10-16AM	
POWER SUPPLY	230V~50Hz	
MAX. CURRENT	25.0 A	
TYPE OF REFRIGERANT (GWP)	R410A (2088)	
FACTORY REFRIGERANT CHARGE	4.0	kg
CO ₂ equivalent	8.4	t
MAX. HIGH PRESSURE	4.15	MPa
MAX. LOW PRESSURE	2.21	MPa
IP NUMBER	IP24	
UNIT WEIGHT	105	kg
L R A	5/5	A
Overall dimensions: (W/H/D)	W970×H1300×D370	
INDOOR UNIT HEAT EXCHANGER	Condition (°C) (out/in) Ambient	Heating Capacity (kW)
ACH-30ED-120H	(35/30) 2	9.33
	(35/30) 7	7.03
		COP
		3.92
		4.85
		Consumed Power (kW)
		2.38
		1.45
Ambient operation temperature		
	min	max
Heating	-20	43
Cooling	15	43
SERIAL NO. AB5200969DQ		
PRODUCTION YEAR 2020		
PRODUCT NO. PCA003F115AJ, 064035		

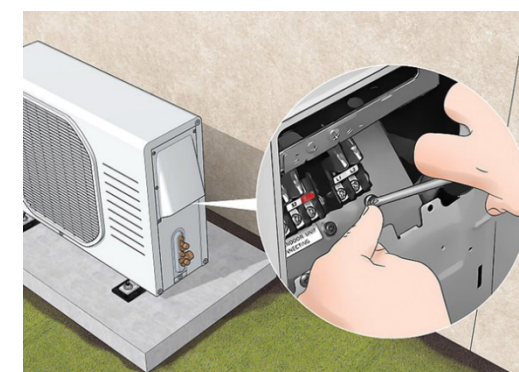
Slika 90: Informacije o električnim kapacitetima i napajanju na fabričkoj tablici

Informacije koje su nam potrebne su:

- napon
- ulazni kapacitet/veličina osigurača
- dimenzija električnog kabla
- dijagram ožičenja za električne instalacije (jednopolne šeme)

U novim objektima koji su u fazi izgradnje predvideti posebno napajanje na povezivanje toplotne pumpe prema toplotnoj pumpi odabranoj u projektnoj dokumentaciji.

Povezivanje spoljašnje jedinice



Slika 91: Povezivanje spoljašnje jedinice

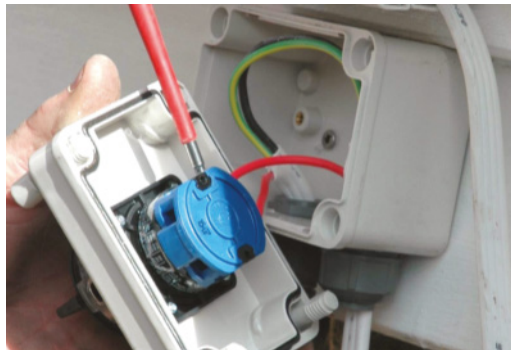
Za povezivanje spoljašnje jedinice potrebno je:

- skinuti zaštitni poklopac na spoljašnjoj jedinici
- povezati glavno napajanje toplotne pumpe (glavni napojni električni kabl) na klemama predviđene za glavno napajanje
- pričvrstiti glavni napojni električni kabl
- povezati komunikacijski kabl – kabl koji spaja spoljašnju sa unutrašnjom jedinicom
- Pripremiti glavni prekidač napajanja spoljašnje jedinice



NAPOMENA

Postavljanje glavnog prekidača je obaveza



Slika 92: Priprema i povezivanje glavnog prekidača toplotne pumpe

- Potrebna je da priključka ima vodootpornu zaštitu, kao što su: — kablovska uvodnica — fleksibilna cev.
- Vratiti servisni poklopac spoljašnje jedinice kada su sve veze završene

Često se, kada se govori o pojedinim elektro ormarima ili električnim kućištima napominje zaštita koju treba da ima. Ističe se određeni nivo zaštite koji ormar treba da ima, na primer IP56. Šta znači ova zaštita?

Funkcionisanje električne i elektronske opreme se pogoršava ili ne funkcioniše kada voda ili prašina uđu u uređaj. Međunarodna elektrotehnička komisija¹⁸ (IEC) razvila je skalu zaštite od ulaska (IP)¹⁹ koja ocenjuje otpornost kućišta na ulazak prašine ili tečnosti. Ocene se široko koriste u industriji.

Standard IEC 60529 je razvijen da proceni i proceni otpornost kućišta električnih i elektronskih uređaja na ulazak prašine i tečnosti. Takođe procenjuje koliko je lako za pojedinačne prašine i tečnosti da pristupe potencijalno opasnim delovima u kućištu.

Ocene otpornosti električnog kućišta prikazani su ispod.

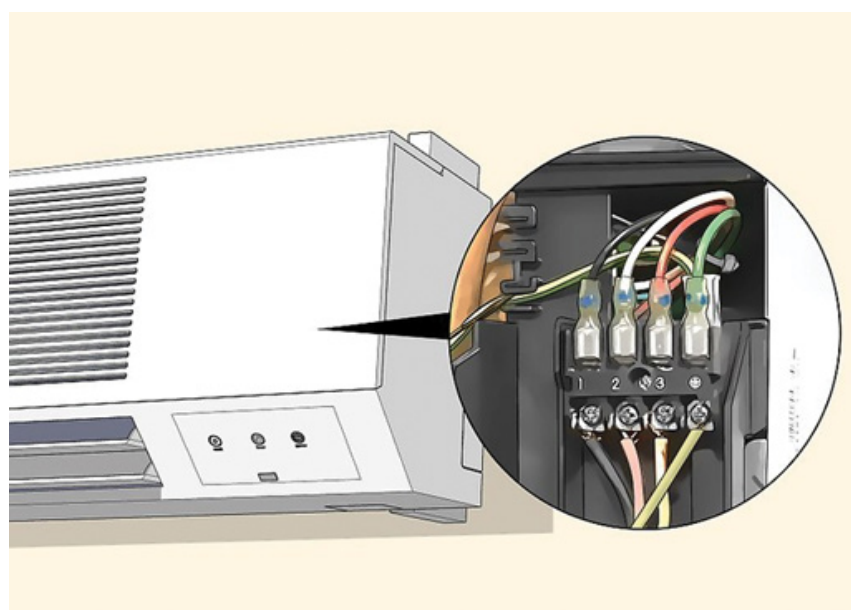
PRAŠINA		VODA	
0	Zaštita nije ocenjena (bez zaštite)	0	Zaštita nije ocenjena (bez zaštite)
1	Zaštita od prodora čvrstih tela većih od 50 mm ali ne i od nenamernog kontakta (kontakt otvorenim dlanom)	1	Zaštita od kapi vode koje padaju vertikalno (kondenzacija)
2	Zaštita od prodora čvrstih tela većih od 12 mm (kontakt prsta)	2	Zaštita od kapi vode koje padaju vertikalno pod uglom od 15 stepeni
3	Zaštita od prodora čvrstih tela većih od 2,5 mm (žice ili alat)	3	Zaštita od zapljuskivanja kapi vode pod uglovima do 60 stepeni
4	Zaštita od prodora čvrstih tela većih od 1 mm (tanki šrafovi ili ekseri, veći insekti ili potencijalno invazivni mali predmeti)	4	Zaštita od zapljuskivanja vodom, prskajuća voda pod bilo kojim uglom najmanje 10 minuta

¹⁸ International Electrotechnical Commission (IEC) – Međunarodno telo za standardizaciju električnih i elektronskih uređaja i povezane tehnologije

¹⁹ Ingress Protection (IP)

5	Delimična zaštita od prodora prašine i sličnih čestica	5	Zaštita od mlaza vode pod niskim pritiskom (primer vode iz creva)
6	Totalna zaštita od prodora prašine i čvrstih tela	6	Zaštita snažnog mlaza vode brzinom od 100 litara u minuti (100 kPa pritisak na rastojanju od 3 metra u vremenu od 15 minuta)
IP ZAŠTITA primer: IP 5 6		7	Zaštita od celosnog potapanja do 1 metar dubine u vremenu od 30 minuta. (Uvek proveriti fabričke specifikacije proizvođača za ovu ocenu)
		8	Zaštita od celosnog potapanja do 1 metar dubine ili više u vremenu duže od 30 minuta. (Obavezno proveriti fabričke specifikacije proizvođača za ovu ocenu)

Povezivanje unutrašnje jedinice



Slika 93: Povezivanje unutrašnje jedinice

6.12 Obeležavanje povezivanja na elektro instalacije

Potrebno je postaviti posebne oznake na kablju za glavno napajanje toplotne pumpe. Na glavnom prekidaču postaviti oznaku "GLAVNI PREKIDAČ TOPLOTNE PUMPE"

Ovlašteni električar priprema šemu povezivanja toplotne pumpe.

7. TESTIRANJE, PRIPREMA ZA PUŠTANJE U RAD, PUŠTANJE U RAD I OBUKA OPERATERA

7.1 Kontrolna lista pre puštanja u rad vazdušne toplotne pumpe

U prethodnom poglavlju već je bilo pomenuto da Aneks G standarda SRPS EN 378-2:2017 sadrži kontrolnu listu za spoljašnju vizuelnu kontrolu nakon instalacije. Ipak treba napomenuti da je ova kontrolna lista informativne prirode.

Pre nego se toplotna pumpa pusti u rad potrebno je uraditi još jednu proveru. Neki proizvođači toplotnih pumpi u uputstvima za instalaciju ili u svom servisnom uputstvu uključuju kontrolnu listu koja sadrži provere koje se trebaju uraditi pre puštanja u rad, a ova kontrolna lista nastavlja sa proverama i merenjem radnih parametara koje se vrše tokom početnog perioda rada.

Primer (predlog) kontrolne liste koja uključuje provere koje se trebaju uraditi pre puštanja u rad prikazana je u tabeli ispod.

Tabela 37: Predlog kontrolne liste pre puštanja u rad toplotne pumpe vazduh – vazduh

KONTROLNA LISTA PRE PUŠTANJA U RAD TOPLOTNE PUMPE				
1. Da li je toplotna pumpa i instalacija toplotne pumpe urađena u skladu sa projektom?				
☐	DA	☐	NE	☐ POSTOJE ODSTUPANJA ☐ Projekt nije izrađen
Ukoliko je projekt izrađen i odgovor je POSTOJE ODSTUPANJA, opisati odstupanja. Ukoliko nije moguće nastaviti puštanje u rad dati preporuku o neophodnim korektivnim merama i zatražiti od projektanta da dostavi svoje preporuke i odobrenje o neophodnim korektivnim merama:				
Korektivne mere predložene od strane projektanta:				
2. Da li je toplotna pumpa instalirana u skladu sa preporukama proizvođača i uputstvu o instalaciji dostavljenih od strane proizvođača opreme?				
☐	DA	☐	NE	☐ POSTOJE ODSTUPANJA
Ukoliko je odgovor POSTOJE ODSTUPANJA, opisati odstupanja. Ukoliko nije moguće nastaviti puštanje u rad dati preporuku o neophodnim korektivnim merama:				

3. Da li je pripremljen izveštaj o instalaciji toplotne pumpe od strane instalatera?			
☐	DA	☐	NE
4. Da li je pripremljena sva ostala dokumentacija (izveštaji ispitivanja, deklaracije uputstva itd.)			
☐	DA	☐	NE
☐	DOKUMENTACIJA NIJE KOMPLETNA		
Ukoliko je odgovor DOKUMENTACIJA NIJE KOMPLETNA navesti dokumentaciju koja nedostaje:			
5. Da li postoje neka vidljiva oštećenja na spoljašnjoj i unutrašnjoj jedinici?			
☐	DA	☐	NE
Ukoliko je odgovor DA, opisati oštećenja i ukoliko nije moguće nastaviti puštanje u rad dati preporuku o neophodnim korektivnim merama:			
6. Da li je spoljašnja jedinica pravilno instalirana, da li su minimalna rastojanja do okolnih prepreka zapažena, zaštitne kape na servisnim ventilima postavljene i jedinica pravilno pričvršćena?			
☐	DA	☐	NE
Ukoliko je odgovor NE, i nije moguće nastaviti puštanje u rad dati preporuku o neophodnim korektivnim merama:			
7. Da li je cevovod izolovan, pravilno pričvršćen i nema vidljivih oštećenja?			
☐	DA	☐	NE
Ukoliko je odgovor NE, i nije moguće nastaviti puštanje u rad dati preporuku o neophodnim korektivnim merama:			

8. Da li je vod za odvod kondenzata pravilno postavljen i pričvršćen (ima propisani pad od jedinice, nema prepreke koje bi sprečili odvod kondenzata itd.)?			
☐	DA	☐	NE
Ukoliko je odgovor NE, dati preporuku o neophodnim korektivnim merama:			
9. Postaviti manometarsku grupu, povezati servisno crevo na servisnom ventilu i izmeriti pritisak. Da li je sistem pod pritiskom?			
☐	DA	☐	NE
Ukoliko je odgovor NE, i nije moguće nastaviti puštanje u rad dati preporuku o neophodnim korektivnim merama:			
Upisati koji je rashladni fluid u sistemu?		Izmereni pritisak (bar)	
Koja je trenutna ambijentna temperatura?		Odgovarajući pritisak (bar)	

7.2 Provera elektro instalacije

Nakon provere mašinskih instalacija potrebno je proveriti i izvedene elektro instalacije.

Predlog kontrolne liste za proveru elektro instalacije pre puštanja u rad toplotne pumpe prikazana je u tabeli ispod.

Tabela 38: Predlog kontrolne liste za proveru elektro instalacije pre puštanja u rad toplotne pumpe vazduh – vazduh

KONTROLNA LISTA ZA PROVERU ELEKTRO INSTALACIJE PRE PUŠTANJA U RAD TOPLOTNE PUMPE			
1. Da li su elektro kablovi pravilno postavljeni i pričvršćeni?			
☐	DA	☐	NE
Ukoliko je odgovor NE, i nije moguće nastaviti puštanje u rad dati preporuku o neophodnim korektivnim merama:			
NAPOMENA: Kod toplotnih pumpi koji imaju trofazno napajanje uraditi kontrolu i obratiti pažnju o rasporedu faza.			

2. Da li je osigurač(i) na kome je povezana toplotna pumpa odgovarajuće veličine prema uputstvu proizvođača opreme?			
☐	DA	☐	NE
Ukoliko je odgovor NE, i nije moguće nastaviti puštanje u rad dati preporuku o neophodnim korektivnim merama:			
3. Da li su dimenzije kablova (poprečni presek i dužina) kojima je povezana toplotna pumpa odgovarajuće veličine prema uputstvu proizvođača opreme?			
☐	DA	☐	NE
Ukoliko je odgovor NE, i nije moguće nastaviti puštanje u rad dati preporuku o neophodnim korektivnim merama:			
4. Izmeriti napon na ulazu toplotne pumpe. Da li je napon odgovarajuć prema podacima na fabričkoj tablici?			
☐	DA	☐	NE
Ukoliko je odgovor NE, i nije moguće nastaviti puštanje u rad dati preporuku o neophodnim korektivnim merama:			
Izmereni napon:	L1 =	L2 =	L3 =
Veličina glavnog (glavnih) osigurača (A):			

7.3 Puštanje vazdušne toplotne pumpe u probni rad i provera radnih parametara

Nakon izvršene provere pre puštanja u rad, sledeći korak je puštanje toplotne pumpe u probni rad i provera radnih parametara.



Slika 94: Puštanje toplotne pumpe u probni rad

Puštanje toplotne pumpe u probni rad radi se kada je toplotna pumpa postavljena u režimu hlađenja.

- Uključiti glavni prekidač.
- Uključiti sistem.
- Pogledati da li su LED sijalice uključene i da li se javlja neka greška na ekranu. Ako LED sijalice trepću, to ukazuje da postoji greška. Pogledajte priručnik da bi se identifikovala greška, isključite napajanje i otklonite kvar/grešku.
- Nakon otklanjanja greške uključiti sistem ponovo.

Provera spoljašnje jedinice

- Proveriti spoljašnju jedinicu da li radi mirno, bez veće buke i vibracija.
- Proveriti struju koju vuče toplotna pumpa mereći na ulaznom kablju. Ukoliko je toplotna pumpa trofazna, proveriti struju koju vuče toplotna pumpa na svakoj fazi pojedinačno.
- Pustiti toplotnu pumpu i u režimu grejanja i izmeriti struju koju vuče toplotna pumpa u režimu grejanja.
- Zapisati izmerene vrednosti u izveštaju za puštanje u rad i proveriti da li izmerene vrednosti odgovaraju vrednostima koje su date od strane proizvođača opreme.
- Odgovarajućim termometrom proveriti temperaturu rashladnog fluida merenjem temperature spoljašnje cevi većeg prečnika. Temperatura rashladnog fluida u režimu hlađenja treba da bude od 8 – 12°C, dok u režimu grejanja od 40 – 50°C.



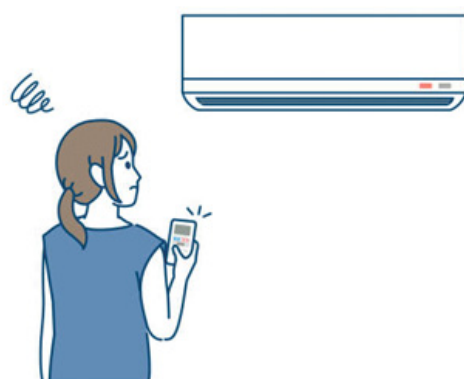
Slika 95: Merenje temperature

Provera unutrašnje jedinice

- Proveriti da li ventilator unutrašnje jedinice radi na svim brzinama menjajući brzine rada ventilatora.
- Proveriti da li ima vibracije tokom rada, na svim brzinama rada ventilatora.
- Proveriti da li usmerivač vazduha radi u svim pozicijama i u režimu automatskog rada.
- Proveriti da li toplotna pumpa radi u svim predviđenim režimima rada (samo ventilacija, grejanje, hlađenje).
- Proveriti da li se odvodi kondenzat iz jedinice ili se uključuje pumpa za odvod kondenzata ukoliko je ugrađena.

Preporuka je da se ova provera uradi pre puštanja u rad, sipanjem tečnosti u kadicu i proverom nagiba.

- Ukoliko je navedeno da toplotna pumpa ima auto restart, na prekidaču toplotne pumpe ugasiti napajanje toplotne pumpe. Nakon pola minuta ga ponovo uključiti i proveriti da li se jedinica uključuje i nastavlja da radi u režimu u kojem je bila postavljena.



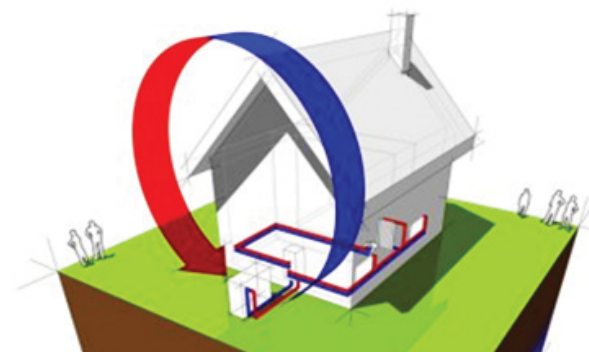
Slika 96: Provera funkcije na unutrašnjoj jedinici

Koraci koji su navedeni za puštanje vazdušne toplotne pumpe tipa "Split" sistema u probni rad i provera radnih parametara, manje više su identični i za ostale sisteme toplotnih pumpi vazduh – vazduh kao što su "Multi split" sistemi i kanalski sistemi.



Slika 97: Sistem u funkciji

Kod sistema vazduh – voda provera koraka koji su navedeni za puštanje vazdušne toplotne u probni rad i provera radnih parametara se malo razlikuju u odnosu na sisteme vazduh – vazduh.



Slika 98: Toplotna pumpa vazduh-voda

Provera cirkulacionog kruga na vodenoj strani kod toplotne pumpe vazduh – voda

Kod toplotnih pumpi vazduh – voda koraci puštanja u rad toplotne pumpe zavisi od samog sistema i načina na koji je sistem dizajniran.

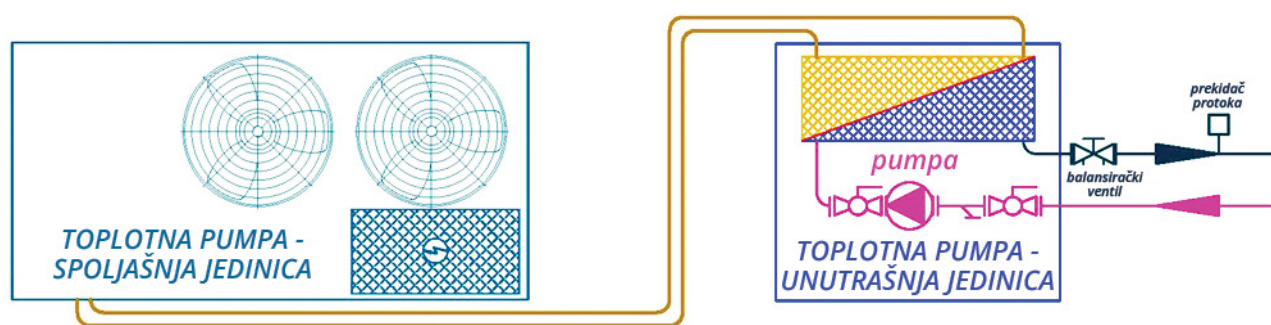


NAPOMENA

Koraci koji su navedeni u nastavku su samo informativne prirode i ne mogu se koristiti kod svih sistema i instalacija. Puštanje u rad treba se izvesti u skladu sa preporukama proizvođača opreme i projektne dokumentacije.

- Pre uključivanje toplotne pumpe neophodno proveriti stranu cirkulacionog kruga vode (vodena strana) i uraditi ispiranje vodene strane cevnog sistema pre i posle toplotne pumpe.
- Očistiti hvatače nečistoća, separatore ili magnetne hvatače.
- Obratiti pažnju da kvalitet vode koji će cirkulisati vodenom stranom je u skladu sa preporukama proizvođača.
- Ispustiti vazduh iz instalacije pre puštanja u rad (Napomena: povremeno proveriti i ispustiti vazduh i prilikom zagrevanja vode i rada kompletnog sistema, kako i nakon određenog broja sati rada).
- Uključiti i proveriti smer rada cirkulacione pumpe.

- Proveriti da li je prekidač protoka u funkciji. Provera se vrši merenjem na klemama prekidača protoka kada pumpa radi i kada pumpa ne radi. Treba da dođe do prekida električnog kruga.



Slika 99: Principijelna šema povezivanja razdvojene (split) toplotne pumpe vazduh-voda

- Proveriti / izmeriti da li protok vode kroz izmenjivač toplote (isparivač) je u skladu sa protokom koji je tražen sa strane proizvođača opreme (informacija o protoku kod nekih proizvođača nalazi se i na fabričkoj tablici uređaja).



NAPOMENA

Proveru merenja protoka vode kroz izmenjivač toplote (isparivač) raditi i nakon određenog broja sati rada i proveravati zaprljanost hvatača nečistoća.

- Ukoliko nisu zadovoljeni zahtevi proizvođača na vodenj strani, toplotna pumpa se ne uključuje sve dok se ne zadovolje zahtevi.

Provera toplotne pumpe - spoljašnje jedinice

Kod toplotne pumpe vazduh/voda sve provere tokom puštanja u rad prave se na spoljašnjoj jedinici.

- Uključiti toplotnu pumpu u režimu hlađenja.
- Proverite spoljašnju jedinicu da li radi mirno, bez veće buke i vibracija.
- Proverite struju koju vuče toplotna pumpa mereći na ulaznom kablju. Ukoliko je toplotna pumpa trofazna proveriti struju koju vuče toplotna pumpa na svakoj fazi pojedinačno.

- Zapisati izmerene vrednosti u izveštaju za puštanje u rad i proveriti da li izmerene vrednosti odgovaraju vrednostima koje su date od strane proizvođača opreme.

- Pustiti toplotnu pumpu i u režimu grejanja i izmeriti struju koju vuče toplotna pumpa u režimu grejanja.

- Prikazati manometarsku grupu i povezati servisna creva na visokopritisnoj i niskopritisnoj strani.

- Izmeriti radne pritiske na visokopritisnoj i niskopritisnoj strani. Sve izmerene parametre upisati u finalnom izveštaju.

- Pratite razliku temperature vode na ulazu i izlazu iz izmenjivača toplote (isparivač).

- Proveriti da li su izmereni parametri u skladu sa radnim parametrima koje su dati od strane proizvođača opreme.

7.4 Obuka operatera

Nakon puštanja u probni rad i provere rada toplotne pumpe potrebno je preneti najosnovnije informacije o principu rada toplotne pumpe korisniku ili operateru.

Informacije o načinu rada i korišćenja toplotne pumpe:

- Prikazati korisniku/operateru kako se postavlja radni režim toplotne pumpe (kako se uključuje režim hlađenja, režim grejanja i ostale radne režime u kojima može toplotna pumpa da radi).

- Pokazati kako se koristi daljinski upravljač ili kako funkcioniše kontroler toplotne pumpe.

- Prikazati kako se radi demontaža, kako se čiste filteri za vazduh i kako se radi njihova ponovna montaža.

- Preneti informacije da je u slučaju ekstremno niskih temperatura ili ekstremno visokih temperaturama potrebno kratko vreme da toplotna pumpa postigne određenu radnu temperaturu pre nego što krene sa radom ventilator unutrašnje jedinice.

- Dati preporuke o redovnim servisnim aktivnostima u skladu sa preporukama proizvođača opreme.

- Preporučiti korisniku/operateru da prođe kroz uputstvo za korisnike dostavljeno od strane proizvođača opreme.

- Pripremiti i predati kontrolnu listu za redovno održavanje toplotne pumpe.

- Pripremiti i predati izveštaj o puštanju u radu toplotne pumpe.

- Pripremiti i predati zapisnik o izvedenim električnim instalacijama. Informisati korisnika/operatera da traži zapisnik o izvedenim električnim instalacijama od instalatera električnih instalacija, u slučaju da osoba koja izvodi instalaciju toplotne pumpe nije izvođač radova elektro instalacije.
- Overiti garanciju i predati je korisniku/operateru.
- Uraditi registraciju proizvoda, i dati informacije o davaocu garancije (internet strana, telefon kontakt osobe koja je zadužena za podršku korisnika u garantnom roku, e-mail).

Informacije o korišćenju toplotne pumpe na način koji omogućava veću efikasnost

Razumevanje kako efikasno koristiti toplotnu pumpu je važna informacija za korisnike.

- Uključite toplotnu pumpu samo kada vam je potrebno - ne ostavljajte toplotnu pumpu uključenu ceo dan ako niste u objektu. Koristite tajmer da uključite toplotnu pumpu neposredno pre nego što dođete kući i isključite je kada vam ne treba. Novije verzije toplotnih pumpi nekih proizvođača se mogu uključiti preko aplikacije pripremljene od strane proizvođača opreme.
- Postavite termostat na normalnu (projektnu) temperaturu prostora (grejanje u opsegu od 18 do 21°C, hlađenje 26 – 28°C²⁰). Rad na drugim temperaturnim režimima više temperature tokom grejanja i niže temperature tokom hlađenja ili odvlaživanje vazduha, povećavaju potrošnju električne energije.
- Izbegavajte korišćenje režima “Auto” – koristite režim “Grejanje” ili “Hlađenje”. U režimu “Auto”, toplotna pumpa pokušava da održi podešenu temperaturu stalnim menjanjem između grejanja i hlađenja, kako sobna temperatura varira. Ovo može doprineti povećanju potrošnje električne energije.
- Izbegavajte podešavanja ventilatora “Nisko” i “Tiho” tokom veoma hladnog vremena. Da biste dobili punu grejnu energiju iz vaše toplotne pumpe, izaberite postavku “Automatski” za rad ventilatora.
- Normalno je da toplotna pumpa ponekad prestane da greje ili izduva hladan vazduh, kad je spoljašnja temperatura niska, dok se spoljašnja jedinica odmrzava. Ovo obično traje nekoliko minuta. Obratite se servisnoj radionici ili proizvođaču ako imate bilo kakvih nedoumica.

²⁰ Preporuka je da temperatura prostora u režimu hlađenja bude za 6 do 8°C niža od spoljašne temperature

- Redovno čistite filter (što češće mesečno) - ovo je brz i lak posao koji možete da uradite za sebe. Začepljeni/zaprljani filteri toplotne pumpe znače da toplotna pumpa koristi više energije za rad.
- Redovno raditi proveru izmenjivača toplote (kondenzatora) na spoljašnjoj jedinici tokom režima hlađenja. Začepljeni/zaprljani kondenzator smanjuje protok vazduha kroz kondenzator i time povećava potrošnju električne energije.
- Redovno vršiti proveru rada toplotne pumpe pre promene radnog režima iz režima grejanja u hlađenje i obrnuto. Proveru treba vršiti sertifikovani serviser.

7.5 Priprema izveštaja za puštanje u rad i primopredaja toplotne pumpe

Priprema izveštaja i instalacija toplotne pumpe je poslednji korak instalacije i puštanja u rad toplotne pumpe. Primopredaja toplotne pumpe podrazumeva pripremu i predavanje izveštaja za puštanje u rad korisniku/operateru i overavanje garancije.

Zakonski propisana forma o pripremi izveštaja o instalaciji i puštanju u rad ne postoji. Neki proizvođači opreme dostavljaju kontrolnu listu koja se koristi za pripremu izveštaja za instalaciju i puštanje u rad.

U tabeli ispod prikazan je predlog izveštaja o izvršenom puštanju u rad toplotne pumpe. Primer kontrolne liste o instalaciji toplotne pumpe prikazan je u poglavlju 5 ovog priručnika (tabela 34: Predlog izveštaja o instalaciji toplotne pumpe).

Tabela 39: Izveštaj o puštanju u rad toplotne pumpe vazduh – vazduh

IZVEŠTAJ O PUŠTANJU U RAD TOPLOTNE PUMPE VAZDUH – VAZDUH	
OSNOVNE INFORMACIJE O SERVISNOJ RADIONICI KOJA JE IZVRŠILA PUŠTANJE U RAD	
Naziv i adresa firme koja je radila puštanje u rad toplotne pumpe	
Ime, telefon i e-mail adresa kontakt osobe u firmi koja je radila puštanje u rad toplotne pumpe	
Broj dozvole za rad izdata sa strane Ministarstva zaštite životne sredine	
Ime i prezime servisera koji pušta u rad toplotnu pumpu	
Broj sertifikata servisera izdat sa strane Ministarstva zaštite životne sredine	
Potpis servisera	Mesto i datum
OSNOVNE INFORMACIJE O KORISNIKU/OPERATERU TOPLOTNE PUMPE	

Naziv i adresa korisnika/operatora toplotne pumpe			
Ime, telefon i e-mail adresa korisnika/operatora toplotne pumpe			
Mesto instalacije (adresa)			
Dopunske informacije i komentari o korisniku/operatoru toplotne pumpe:			
OSNOVNE INFORMACIJE O TOPLOTNOJ PUMPI			
Naziv i model toplotne pumpe			
Proizvođač toplotne pumpe			
Serijski broj toplotne pumpe			
Proizvođač toplotne pumpe		Datum instalacije	
Naziv rashladnog fluida sadržan u toplotnoj pumpi			
A. Fabrička količina rashladnog fluida u toplotnoj pumpi u (kg)			
B. Dopuna toplotne pumpe rashladnim fluidom (kg)			
Ukupna količina rashladnog fluida nakon instalacije (kg) = (A+B)			
Tip kompresorskog ulja		Količina kompresorskog ulja (kg)	
Tip kompresora	Model	Broj kompresora	
Rashladni kapacitet (kW)		Grejni kapacitet (kW)	
Zapisnik o instalaciji toplotne pumpe	☐ DA	☐ NE	☐ NIJE DOSTUPAN
Dopunske informacije i komentari o toplotnoj pumpi:			

PROVERA INSTALACIJE TOPLOTNE PUMPE PRE PUŠTANJA U RAD						
Rastojanje od okolnih prepreka – spoljašnja jedinica (cm)	ispred	iza	leva strana	desna strana	iznad	ispod
Rastojanje od okolnih prepreka – unutrašnja jedinica (cm)	ispred	iza	leva strana	desna strana	iznad	ispod
Dužina cevovoda (m)	Visinska razlika između spoljašnje i unutrašnje jedinice (m)					
Dopunske informacije i komentari povezane sa lokacijom spoljašnje i unutrašnje jedinice i cevovoda (ili ubaciti skicu spoljašnje i unutrašnje jedinice):						
PUŠTANJE U RAD TOPLOTNE PUMPE						
☐	PROVERA RADA SPOLJAŠNJE JEDINICE					
☐	PROVERA RADA UNUTRAŠNJE JEDINICE					
☐	OSTALE AKTIVNOSTI					
PROVERA RADA SPOLJAŠNJE JEDINICE						
Vibracije na spoljašnjoj jedinici	☐	NE	Buka na spoljašnjoj jedinici	☐	DA	NE
Glavno napajanje toplotne pumpe	Monofazno		☐	Trofazno		☐
REŽIM HLAĐENJA						
Izmeren napon na spoljašnjoj jedinici (V)			Izmerena struja koju kompresor(i) vuče/vuku (A)	Kompresor 1	L1	L2
Izmereni napon je u skladu sa preporukama proizvođača opreme	☐	DA	☐	NE	Kompresor 2	
				Kompresor 3		

Izmerena struja je u skladu sa preporukama proizvođača opreme	☐	DA	☐	NE	Komentar i preporuke:				
Izmerena temperatura rashladnog fluida °C									
Izmereni pritisak rashladnog fluida (bar)									
REŽIM GREJANJA									
Izmeren napon na spoljašnjoj jedinici (V)					Izmerena struja koju kompresor(i) vuče/vuku (A)	Kompresor 1	L1	L2	L3
Izmereni napon je u skladu sa preporukama proizvođača opreme	☐	DA	☐	NE		Kompresor 2			
						Kompresor 3			
Izmerena struja je u skladu sa preporukama proizvođača opreme	☐	DA	☐	NE	Komentar i preporuke:				
Izmerena temperatura rashladnog fluida °C									
Izmereni pritisak rashladnog fluida (bar)									
PROVERA RADA UNUTRAŠNJE JEDINICE									
Ventilator unutrašnje jedinice radi na svim brzinama	☐	DA	☐	NE					
Vibracije na unutrašnjoj jedinici	☐	DA	☐	NE	Buka na unutrašnjoj jedinici	☐	DA	☐	NE
Usmerivač vazduha radi u svim pozicijama i u režimu automatskog rada	☐	DA	☐	NE					
Toplotna pumpa radi u svim predviđenim režimima rada	☐	DA	☐	NE					
Auto restart funkcija ispravna	☐	DA	☐	NE					
Kondenzat se odvodi iz unutrašnje jedinice	☐	DA	☐	NE					
Komentar i preporuke:									

OBUKA KORISNIKA / OPERATERA				
Korisnik/operator upoznat za načinom postavljanja režima rada	☐	DA	☐	NE
Korisnik/operator upoznat za načinom postavljanja željene temperatura	☐	DA	☐	NE
Korisnik/operator upoznat za načinom postavljanja brzine rada ventilatora	☐	DA	☐	NE
Korisnik/operator upoznat za načinom postavljanja regulacije strujanje vazduha	☐	DA	☐	NE
Korisnik/operator upoznat za načinom čišćenja filtera za vazduh	☐	DA	☐	NE
Korisniku/operatoru predato korisničko uputstvo	☐	DA	☐	NE
Pripremljena i dostavljena lista za redovne servisne aktivnosti u skladu sa preporukama proizvođača opreme	☐	DA	☐	NE
Dostavljena informacije o kontakt osobi i telefon kontakt osobe koja je zadužena za podršku korisnika u garantnom roku	☐	DA	☐	NE
Garancija overena i predata korisniku/operatoru	☐	DA	☐	NE
Kopija zapisnika o puštanju u rad toplotne pumpe predat korisniku/operatoru	☐	DA	☐	NE
Korisnik operator potvrđuje tačnost navedenih podataka u delu obuka korisnika / operatera	☐	DA	☐	NE
Ime i prezime korisnika / operatera koji je prošao obuku	Potpis korisnika/operatora koji je prošao obuku			

8. ODRŽAVANJE I SERVISIRANJE VAZDUŠNE TOPLOTNE PUMPE

8.1 Redovno održavanje toplotne pumpe – napomene za operatera

Redovno održavanje toplotnih pumpi produžava njihov životni vek, performanse, pouzdanost i sigurnost. Redovno održavanje je takođe važno za održavanje energetske efikasnosti sistema i zaštite životne sredine. Curenje rashladnog fluida utiče na smanjenje energetske efikasnosti kao i na ispravnost rada toplotne pumpe.

Smanjenje mogućnosti iznenadnog kvara na toplotnoj pumpi, zahteva periodične preglede, čišćenje i zamenu neispravnih delova. Ukoliko se utvrdi da određeni delovi sistema loše rade, potrebno ih je promeniti a ne čekati da prestanu sa radom. Loš i nesiguran rad određenih komponenti sistema doprinosi smanjenju energetske efikasnosti sistema i do veće potrošnje električne energije.

U zavisnosti od vrste i kompleksnosti aktivnosti redovno održavanje može izvoditi:

- Korisnik/operator toplotne pumpe
- Sertifikovani (kvalifikovani) serviser



NAPOMENA

Proveriti i slediti preporuke proizvođača opreme u vezi sa preporučenim informacijama o aktivnostima i postupcima održavanja koje može da vrši operator/korisnik. Za sve ostale aktivnosti obavezno je angažovati za izvršavanje sertifikovanog serviser.



NAPOMENA

Proizvođači opreme preporučuju redovno održavanje od strane sertifikovanih serviser najmanje dvaput godišnje zbog korišćenja sistema za letnji i zimski period. Preporuka je da se redovno servisiranje toplotne pumpe od strane sertifikovanog serviser radi pre svake promene radnog režima (krajem proleća da se sistem pripremi za hlađenje i krajem jeseni da se sistem pripremi za grejanje).

Redovne servisne aktivnosti koje obavlja korisnik/operator kod vazdušnih toplotnih pumpi

Aktivnosti vezane za preventivno održavanje koje obavlja korisnik/operator kod vazdušnih toplotnih pumpi, u skladu sa preporukama proizvođača²¹ prikazane u uputstvu za korisnike najčešće su:

Redovno održavanje na unutrašnjoj jedinici

²¹ Uvek proveriti preporuke proizvođača opreme

- Kod intenzivnog korišćenja toplotne pumpe vazduh/vazduh proveriti čistoću vazdušnih filtera jednom mesečno. Ukoliko su filteri zaprljani potrebno je uraditi čišćenje filtera.
- Čišćenje filtera raditi u skladu sa preporukama proizvođača opreme, koji u korisničkom uputstvu daje informacije o načinu čišćenja filtera.
- Ukoliko se radi o toplotnoj pumpi vazduh/voda proveriti razliku pritiska na manometrima koje se nalaze pre i iza filtera na ulazu u izmenjivaču toplote u kojem cirkuliše voda. Ukoliko nije sprovedena obuka korisnika/operatora o načinu čišćenja filtera na vodenoj strani potrebno je pozvati serviser koji će da očisti filter.
- Kod toplotnih pumpi vazduh/vazduh, proverite da li ventilator unutrašnje jedinice radi na svim brzinama bez čudnih zvukova, pojačane buke i vibracije, jednom u tri meseca.
- Kod toplotnih pumpi vazduh/vazduh, proverite da li usmerivač vazduha na unutrašnjoj jedinici radi u svim pozicijama i u "auto" režimu rada, jednom u tri meseci.
- Očistite poklopac jedinice vlažnom krpom.
- Proveriti i očistite posudu za odvod kondenzata.
- Ukoliko se pojavi neuobičajeni zvuk ili vibracije na unutrašnjoj jedinici, kontaktirajte sertifikovanog serviser.
- Obratiti pažnju na frekvenciju odmrzavanja ("defrost") u režimu grejanja. Ukoliko jedinica često ulazi u režim odmrzavanja kada je spoljna temperatura u opsegu od 0 do 5°C, pri normalnom suvom vremenu (nema magle, nema kiše i sl.), kontaktirati sertifikovanog serviser i preneti mu zapažanja.

Redovno održavanje na spoljašnjoj jedinici

- Proveriti okolinu spoljašnje jedinice. Ukoliko postoji neka prirodna prepreka (bujna vegetacija okolnih biljaka, korov i sl.), očistite područje oko spoljašnje jedinice.
- Proveriti čistoću vazdušnog izmenjivača toplote. Ukoliko je previše zaprljan kontaktirati sertifikovanog serviser i preneti mu zapažanja.
- Ukoliko se pojavi neuobičajeni zvuk ili vibracije na spoljašnjoj jedinici, kontaktirajte sertifikovanog serviser.



NAPOMENA

Nepridržavanje redovnog održavanja ili nepravilni postupci tokom određenih aktivnostima mogu doprineti narušavanju garantnih uslova i do prekidanja garancije. Preporuka korisnicima/operaterima je da se dobro upoznaju sa garantim uslovima i naprave ugovor o održavanju sa licenciranom servisnom radionicom / sertifikovanim serviserom.

Redovne servisne aktivnosti koje obavlja sertifikovani serviser kod vazдушnih toplotnih pumpi

Sertifikovani serviser je upoznat sa procedurama redovnog servisiranja. Sertifikovani serviser izvodi servisne aktivnosti u skladu sa preporukama proizvođača opreme prateći kontrolnu listu.

8.2 Priprema kontrolne liste za redovno održavanje

Proizvođači toplotnih pumpi u uputstvu za korisnike daju informacije o preventivnom (redovnom) održavanju. Korisničko uputstvo uključuje u listu alarma, koji su moguću razlozi za pojavu alarma i preporuke šta treba proveriti. Uputstvo za korisnike je dokument koji korisnik/operater treba dobiti nakon instalacije i obuku za korišćenje toplotne pumpe. Preporuka je da korisnik/operater prođu kroz uputstvo za korisnike. Većina proizvođača toplotnih pumpi postavlja uputstvo za korisnike i na svojoj internet stranici.

U slučaju da ne postoji uputstvo za korisnike ili unutar uputstva nije uključena kontrolna lista za preventivno (redovno) održavanje toplotne pumpe, servisna radionica / instalater koji je radio instalaciju toplotne pumpe priprema kontrolnu listu za redovno održavanje. Kontrolna lista uključuje raspored preventivnog (redovnog) održavanja i aktivnosti koji se rade na određeni vremenski period prema rasporedu.

Primer kontrolne liste za redovno održavanje toplotne pumpe prikazan je u tabeli ispod.

Tabela 40: Primer kontrolne liste za redovno održavanje toplotne pumpe vazduh – vazduh

KONTROLNA LISTA ZA REDOVNO ODRŽAVANJE TOPLOTNE PUMPE VAZDUH/VAZDUH	
OSNOVNE INFORMACIJE O SERVISNOJ RADIONICI KOJA VRŠI REDOVNO ODRŽAVANJE	
Naziv i adresa firme koja je radila puštanje u rad toplotne pumpe	
Ime, telefon i e-mail adresa kontakt osobe u firmi koja je radila puštanje u rad toplotne pumpe	
Broj dozvole za rad izdata sa strane Ministarstva zaštite životne sredine	
Ime i prezime servisera koji pušta u rad toplotnu pumpu	
Broj sertifikata servisera izdat sa strane Ministarstva zaštite životne sredine	
Potpis servisera	Mesto i datum
OSNOVNE INFORMACIJE O KORISNIKU/OPERATERU TOPLOTNE PUMPE	
Naziv i adresa korisnika/operatera toplotne pumpe	
Ime, telefon i e-mail adresa korisnika/operatera toplotne pumpe	
Mesto (adresa) toplotne pumpe	
Dopunske informacije i komentari o korisniku/operateru toplotne pumpe:	
OSNOVNE INFORMACIJE O TOPLOTNOJ PUMPI	
Naziv i model toplotne pumpe	
Proizvođač toplotne pumpe	
Serijski broj toplotne pumpe	

REDOVNO ODRŽAVANJE TOPLOTNE PUMPE – UNUTRAŠNJA JEDINICA											
☐	Provera filtera vazduha	Da li je filter čist	☐	DA	☐	NE	Da li je urađeno čišćenje filtera	☐	DA	☐	NE
☐	Provera unutrašnjeg razmenjivača toplote	Da li je izmenjivač čist	☐	DA	☐	NE	Da li je urađeno čišćenje izmenjivača	☐	DA	☐	NE
☐	Provera ventilatora na unutrašnjoj jedinici	Da li je ventilator čist	☐	DA	☐	NE	Da li je urađeno čišćenje ventilatora	☐	DA	☐	NE
☐	Provera posude/kadice za odvod kondenzata	Da li je posuda/kadica čista	☐	DA	☐	NE	Da li je urađeno čišćenje posude/kadice	☐	DA	☐	NE
☐	Provera brzine rada ventilatora		Da li ventilator radi na svim predviđenim brzinama				☐	DA	☐	NE	
☐	Provera usmerivača vazduha		Da li usmerivač radi u svim predviđenim položajima				☐	DA	☐	NE	
☐	Provera režime rada		Da li toplotna pumpa radi u svim predviđenim režimima rada				☐	DA	☐	NE	
Dopunske informacije i komentari povezani sa redovnim održavanjem unutrašnje jedinice:											

REDOVNO ODRŽAVANJE TOPLOTNE PUMPE – SPOLJAŠNJA JEDINICA													
Da li ima prirodne prepreke na spoljašnjoj jedinici (bujna vegetacija okolnih biljaka, korov i sl.)			☐	DA	☐	NE	Da li je urađeno čišćenje okoline spoljašnje jedinice			☐	DA	☐	NE
Provera zaprljanosti spoljašnjeg izmenjivača toplote			☐	DA	☐	NE	Da li je urađeno čišćenje izmenjivača			☐	DA	☐	NE
Vibracije na spoljašnjoj jedinici			☐	DA	☐	NE	Buka na spoljašnjoj jedinici			☐	DA	☐	NE
Provera spojeva na curenje			☐	DA	☐	NE	Da li je otkriveno curenje			☐	DA	☐	NE
Glavno napajanje toplotne pumpe			Monofazno			☐	Trofazno			☐			

REŽIM HLAĐENJA									
Izmeren napon na spoljašnjoj jedinici (V)					Izmerena struja koju kompresor(i) vuče/vuku (A)	Kompresor 1	L1	L2	L3
Izmereni napon je u skladu sa preporukama proizvođača opreme	☐	DA	☐	NE		Kompresor 2			
Izmerena struja je u skladu sa preporukama proizvođača opreme	☐	DA	☐	NE		Kompresor 3			
Izmerena temperatura rashladnog fluida °C					Komentar i preporuke:				
Izmereni pritisak rashladnog fluida (bar)									

REŽIM GREJANJA									
Izmeren napon na spoljašnjoj jedinici (V)					Izmerena struja koju kompresor(i) vuče/vuku (A)	Kompresor 1	L1	L2	L3
Izmereni napon je u skladu sa preporukama proizvođača opreme	☐	DA	☐	NE		Kompresor 2			
Izmerena struja je u skladu sa preporukama proizvođača opreme	☐	DA	☐	NE		Kompresor 3			
Izmerena temperatura rashladnog fluida °C					Komentar i preporuke:				
Izmereni pritisak rashladnog fluida (bar)									

Ostaviti kopiju kontrolne liste korisniku/operateru nakon svakog redovnog servisa. Kod toplotnih pumpi koji imaju količinu punjenja rashladnim fluidom 3 i više kilograma u skladu sa Uredbom o postupanju sa supstancama koje oštećuju ozonski omotač i zabrani uvoza opreme i CFC fluida i ograničenju dozvola za uvoz HCFC opreme i rashladnih fluida („Sl. glasnik RS” br. 114/2013) i Uredbom o postupanju sa fluorovanim gasovima sa efektom staklene bašte iz 2013. godine, kao i o uslovima za izdavanje dozvola za uvoz i izvoz tih gasova („Službeni glasnik”, br. 120/13) postoji zakonska obaveza za korisnike / operatere toplotnih pumpi da rade proveru ispuštanja (curenja) rashladnog fluida sledećom frekvencijom:

- 3 kg ≤ punjenje < 30 kg - provera na ispuštanje jedanput u 12 meseci
- 6 kg ≤ punjenje < 30 kg - provera na ispuštanje jedanput u 12 meseci - važi za hermetički zatvorene sisteme (definicija za „hermetički” je data u članu 3, tačka 16);

- $30 \text{ kg} \leq \text{punjenje} < 300 \text{ kg}$ – provera najmanje jednom u 6 meseci (a ako ima fiksni automatski detektor isticanja na 12 meseci; tačnost detektora se kontroliše jednom u 12 meseci);
- $\text{punjenje} \geq 300 \text{ kg}$ – najmanje jednom u 3 meseca (a uz fiksni automatski detektor isticanja na 6 meseci; tačnost automatskog detektora se kontroliše jednom u 12 meseci)

Popravka sistema (za tačke 3 i 4) će se obaviti najkasnije za 14 dana od uočenog ispuštanja ili provere. U Obrazac 10, Prilog 3, potrebno je da serviser izvrši upis o aktivnosti i o količini i vrsti dopunjenog gasa. Ponovna provera posle utvrđenog ispuštanja/popravke je u roku od 30 dana od aktivnosti.

U Prilogu 4. uredbe dati su minimalni zahtevi za tehničke alate servisera, i to:

- za proveru ispuštanja iz sistema sa 3 kg i više fluorovanih gasova sa efektom staklene bašte (ako su hermetički zatvoreni sistemi i obeleženi kao takvi onda sa 6 kg i više);
- za montažu, održavanje i servisiranje sistema sa manje od 3 kg gasa (ako su hermetički onda sa manje od 6 kg);
- za montažu, održavanje i servisiranje sistema sa više od 3 kg gasa (ako su hermetički onda sa 6 kg i više), uključujući i proveru ispuštanja svake opreme koja podrazumeva prekid rashladnog kola (npr. sa fluorescentnom bojom);
- za sakupljanje iz sistema sa manje od 3 kg gasa (ako su hermetički onda sa manje od 6 kg);
- za sakupljanje iz sistema sa više od 3 kg gasa.

Provere ispuštanja upisuju se u obrascu 10 iz Uredbe o fluorovanim gasovima („Službeni glasnik”, br. 120/13), odnosno obrascu 14 iz Uredbe o supstancama koje oštećuju ozonski omotač („Službeni glasnik”, br. 114/13)

NAPOMENA



Obavezu za sprovođenje redovne provere ispuštanja ima korisnik/operator.

U članu 17 Uredbe o postupanju sa fluorovanim gasovima sa efektom staklene bašte iz 2013. godine, kao i o uslovima za izdavanje dozvola za uvoz i izvoz tih gasova („Službeni glasnik”, br. 120/13) stoji:

“Operator iz stava 1. ovog člana obezbeđuje da proveru ispuštanja sprovodi kvalifikovano lice koje ima odgovarajuće uverenje, a zaposleno je kod operatera ili kod pravnog lica ili preduzetnika koji ima dozvolu Ministarstva iz člana 16. ovog pravilnika i da se provera ispuštanja sprovodi u skladu sa procedurama datim u Prilogu 5. ove uredbe – Procedure koje je neophodno pratiti pri proveru ispuštanja rashladne i klimatizacione opreme, toplotnih pumpi i sistema za zaštitu od požara koji sadrže 3 kg ili više fluorovanih gasova sa efektom staklene bašte.”

U Prilogu 5 Uredbe date su procedure za proveru na ispuštanje gasa iz opreme:

U Prilogu 5 Uredbe date su procedure za proveru na ispuštanje rashladnog fluida iz opreme:

A) direktnih metoda:

1) detektori isticanja (curenja) gasa, 2) primena ultraljubičaste tečnosti ili boje koje obavlja serviser sa sertifikatom A1 kategorije, 3) test sapunicom.

B) indirektnih metoda:

1) vidljivo ispuštanje, npr. mrlje ulja na podu ili ulje i prašina na rashladnoj instalaciji, 2) merenje pritiska, 3) merenje temperature, 4) merenje jačine električne struje.

U tabeli ispod prikazana je zakonska forma obrasca koji serviser popunjava tokom provere ispuštanja:

Tabela 41: Izgled obrasca 10 o proveru ispuštanja u skladu sa Uredbom o fluorovanim gasovima („Službeni glasnik”, br. 120/13), odnosno obrasca 14 iz Uredbe o supstancama koje oštećuju ozonski omotač („Službeni glasnik”, br. 114/13)

REPUBLIKA SRBIJA HFC - „Log Book” - Obrazac br. 10 , Uredbe o F-gasovima (Sl. glasnik 120/13) ili CFC , HCFC - „Log Book” - Obrazac br. 14 , Uredbe o ODS (Sl. glasnik 114/13)								
OBRAZAC ZA VOĐENJE EVIDENCIJE OPERATERA PREMA OBAVEZAMA IZ člana 17. Uredbe o fluorovanim gasovima, odnosno člana 33. Uredbe o supstancama koje oštećuju ozonski omotač								
Naziv i adresa operatera:								
Ime, telefon i e-mail adresa kontakt osobe kod operatera:								
Rashladna i klimatizaciona oprema, toplotne pumpe ili sistemi za zaštitu od požara:								
- Naziv, model:								
- Datum montaže ili isporuke:								
- Naziv fluorovanog gasa ili smeše sadržane u opremi ili sistemu:								
- Količina gasa ili smeše sadržane u opremi ili sistemu (prema značenju izraza iz člana 3. ove uredbe):								
Datum	Vrsta obavljene delatnosti	Razlog za obavljanje delatnosti	Količina skupljene supstance ili smeše	Količina dodate supstance ili smeše	Naziv i adresa servisa koji je obavio delatnost	Ime, broj telefona i e-mail adresa servisnog tehničara koji je obavio delatnost	Potpis servisnog tehničara koji je obavio delatnost	Komentar servisnog tehničara koji je obavio delatnost

Napomena (1): Sve količine uneti u kg sa tačnošću od jedne decimale.

Napomena (2): Pod „Vrsta obavljene delatnosti” izabrati jednu ili više od navedenih stavki:

- montaža,
- održavanje ili servisiranje,
- redovna provera ispuštanja,
- hitno saniranje uočenog isticanja u roku od 14 dana (Uredba 120/13, prilog 5, tačka 5 i član 17. stav 4) i ponovne kontrole na kvalitet saniranog dela u roku od 30 dana od izvršene popravke (član 17. stav 5),
- trajno odlaganje opreme.

Napomena (3): Pod „Razlog za obavljanje delatnosti”, izabrati od navedenog:

- montaža nove opreme ili sistema,
- prva provera nakon isporuke nove opreme ili sistema,
- rutinska provera,
- hitne popravke.

Napomena (4): Komentari servisnih tehničara mogu uključivati svaku sugestiju za operatera u pogledu održavanja opreme ili sistema ili za obavljanje predstojećih delatnosti.

Napomena (5): Kolona „Naziv i adresa servisa koji je obavio delatnost” ne popunjava se ako delatnost obavlja ovlašćeno lice koje poseduje odgovarajući sertifikat, a zaposleno je kod operatera.

Kopiju obrasca ostaviti korisniku/operateru nakon svake provere ispuštanja.

U uredbi stoji i da operater²² vodi evidenciju o sprovedenim proverama ispuštanja tokom celog radnog veka opreme i podnosi je Ministarstvu do kraja februara tekuće godine za prethodnu godinu na Obrascu br, 10 (ili 14), a na zahtev Ministarstva dostavlja je i u elektronskom formatu.

²² operater opreme ili sistema je svako pravno lice ili preduzetnik koji radi na tehničkom funkcionisanju opreme ili sistema u skladu sa ovom uredbom. Ako nije moguće identifikovati operatera opreme ili sistema, za obaveze operatera definisane prema uredbi odgovoran je vlasnik opreme ili sistema.

8.3 Servisiranje toplotne pumpe i vođenje evidencije o servisnim aktivnostima

Servisiranje toplotne pumpe radi samo sertifikovani serviser koji ima sertifikat odgovarajuće kategorije u skladu sa nacionalnom regulativom²³ izdat od strane Ministarstva za zaštitu životne sredine.

Sertifikovani serviser ima kvalifikacije i znanje kako da radi sa uređajima koji sadrže rashladne fluide u skladu sa nacionalnom regulativom²⁴ i srpskim standardom SRPS EN 378.

Deo procedura koje se koriste tokom servisiranja toplotne pumpe kao što su test pod pritiskom – test na nepropustnost, vakuumiranje sistema i punjenje sistema rashladnim fluidom bio je prikazan u poglavlju 5 ovog priručnika, jer se ove procedure koriste i tokom instalacije toplotne pumpe. Takođe, u poglavlju 5 prikazane su i procedure rada sa bakarnim cevima i načini spajanja komponenta sistema i cevovoda. Poglavlje 5, takođe uključuje informacije i o alatima koji se koriste tokom servisiranja toplotnih pumpi.

U ovom delu, prolazimo kroz sve procedure rada, tokom servisiranja toplotnih pumpi. Sve procedure koje su detaljnije opisane u poglavlju 5, neće biti detaljnije objašnjene već će biti samo spomenute.

Upoznavanje sa principom rada toplotne pumpe

Pre nego serviser pristupi servisiranju toplotne pumpe potrebno je da pregleda toplotnu pumpu i da se upozna sa dizajnom i načinom rada²⁵.

Upoznavanje sa sistemom se obavlja pregledom uputstva za servisiranje koje je dostavio proizvođač opreme i prepoznavanjem komponenti od kojih je toplotna pumpa sastavljena, cirkulacijom rashladnog fluida u režimu hlađenja i grejanja, povezivanjem komponenta sistema i sl. Serviser nastavlja sa postupkom servisiranja nakon što se upoznao sa principom rada toplotne pumpe.

Identifikacija rashladnog fluida

Drugi korak u servisiranju toplotne pumpe je identifikacija rashladnog fluida u toplotnoj pumpi. Identifikacija rashladnog fluida može se uraditi korišćenjem kombinacije sledećih koraka:

- Provera fabričke tablice toplotne pumpe, fabričke tablice određenih komponenta sistema (kompresor, termoekspanzioni ventil i sl.)
- Merenjem pritiska rashladnog fluida kada toplotna pumpa ne radi, i provera tablične vrednosti temperature zasićenja i ambijentne temperature prostora na mestu instalacije toplotne pumpe.
- Korišćenjem analizatora kojim se radi analiza rashladnog fluida



Slika 100: Analizator sastava freona i primer dva štampana izveštaja

Procena rizika i mere bezbednosti²⁶

Kada se serviser upoznao sa principom rada toplotne pumpe i rashladnim fluidom koji je u toplotnoj pumpi, sledeći korak je procena rizika i mere bezbednosti koji se trebaju preduzeti da se servisna aktivnost odradi bezbedno i sigurno kako za samog servisera tako i za okolinu mesta servisiranja.

²³ Uredba o sertifikaciji lica koja obavljaju određene delatnosti u vezi sa supstancama koje oštećuju ozonski omotač i određenim fluorovanim gasovima sa efektom staklene bašte („Službeni glasnik RS”, br. 24/16)

²⁴ Uredba o postupanju sa supstancama koje oštećuju ozonski omotač i zabrani uvoza opreme i CFC fluida i ograničenju dozvola za uvoz HCFC opreme i rashladnih fluida („Sl. glasnik RS” br. 114/2013) i Uredba o postupanju sa fluorovanim gasovima sa efektom staklene bašte iz 2013. godine, kao i o uslovima za izdavanje dozvola za uvoz i izvoz tih gasova („Službeni glasnik”, br. 120/13) ozonski omotač i određenim fluorovanim gasovima sa efektom staklene bašte („Službeni glasnik RS”, br. 24/16)

²⁵ Princip rada toplotne pumpe prikazan je u poglavlju 3 ovog priručnika.

²⁶ Poglavlje 5 – priručnika (5.1 Mere bezbednosti)

Provera ispuštanja (curenja)

Jedan od bitnih parametara na pravilan rad rashladnih, klimatizacionih sistema i toplotne pumpe je ispuštanje rashladnog fluida. Ovi sistemi su predviđeni da rade u zatvorenom krugu (bez ikakvog isticanja – gubitka rashladnog fluida), ali pošto se sastoje od mnoštva komponenti, samim tim postoji i veliki broj različitih spojeva u njima (više o spojevima u poglavlju o cevovodima) koji, svaki za sebe, predstavljaju potencijalna mesta curenja rashladnog fluida. Pošto su pritisci u sistemu najčešće značajno veći od atmosferskog, postoji stalna opasnost da se određeni spoj ili deo sistema olabavi i da dovede do isticanja. Smanjena količina rashladnog sredstva usled isticanja (ako ona nisu obimna) u početku uzrokuje povećanje potrošnje električne energije i smanjenje efikasnosti rashladnog sistema. Ukoliko se isticanje ne uoči na vreme, usled nepravilnog rada sistema može doći do oštećenja pojedinih komponenti rashladnog sistema. Zbog toga, provera curenja spada u preventivno održavanje mašine. U slučaju curenja HCFC rashladnog sredstva (npr. R22) dolazi do direktnog uticaja na životnu sredinu na dva načina. Takvi fluidi uzrokuju oštećenje ozona i izazivaju efekat staklene bašte. Ako je u pitanju HFC rashladno sredstvo, onda se isticanjem direktno stvara uticaj na globalno zagrevanje.

Zato je jako važno shvatiti proces provere curenja na odgovarajući način. Glavni razlog zašto je ova obaveza uvedena u zakonodavstvo (na način da se vodi regularna evidencija opreme koja sadrži tri i više kilograma sredstava za hlađenje i da se redovno sprovodi provera isticanja) je da se ostvari pozitivan uticaj na zaštitu životne sredine kroz smanjenje direktne emisije štetnih gasova i kroz regularan rad opreme i postrojenja u projektovanim režimima sa očekivanom potrošnjom električne energije.

Postoje razni uticajni faktori koji mogu da dovedu do ispuštanja (curenja) rashladnog fluida:

- Dizajn sistema (česte i velike promene u vrednostima pritiska i temperature u sistemu za koji on nije predviđen) i kvalitet materijala koji je korišćen (problem takođe može da bude i pogrešan izbor materijala).
- Tipovi veza (razdvojive ili nerazdvojive – lemljene).
- Uvijanje cevi i njihovo pogrešno fiksiranje prilikom montaže koja nije dobro urađena (tj. nedovoljan kvalitet izvođenja radova i loše spajanje materijala).
- Loša kontrola kvaliteta (elemenata instalacije, celog uređaja, radova, itd.)
- Vibracije tokom rada sistema i mehaničko trenje elemenata.
- Kvalitet izvedenog testa pritiskom pri montaži, fabričkom testu ili pri prvom punjenju (ukoliko je loše sproveden, može postojati npr. čak i fabrički defekt, mada to nije čest slučaj).

Nepravilno održavanje ili održavanje od strane nekvalifikovanih servisera, izostanak preventivnog održavanja i redovne kontrole sistema i provere curenja.

Korozija, kao jedan od čestih i glavnih uticajnih parametara.

Slučajna oštećenja.

Strana visokog pritiska i tečna faza rashladnog fluida najozbiljnija su mesta potencijalnog curenja, što se odnosi i na veliku količinu i na brzinu isticanja. Strana niskog pritiska je kritična kada instalacija radi u vakuumu, jer tada sistem usisava okolni vazduh (samim tim i vlagu) što dovodi do zagađenja sistema i velikih troškova čišćenja i isušivanja sistema.

U daljem tekstu navedena su određena (učestala) mesta isticanja i potencijalni razlozi za njihovu pojavu, kao i moguće preporuke za prevenciju curenja.

Ventili na usisnim i potisnim granama kompresora

Ventili na usisu kompresora su podložniji koroziji zbog direktnog kontakta sa vlagom iz vazduha. Mogu se oštetiti prilikom ugradnje, pregrevanjem tokom lemljenja ili prekomernim zatezanjem elemenata, ili nepravilnim rukovanjem.



Slika 101: Korodirani ventil na usisu kompresora

Mogući razlog

- Pojava korozije tokom vremena, npr. zbog vlage/inja;
- Pregrevanje prilikom lemljenja spojeva tokom montiranja;
- Prekomerno zatezanje rastavljivih veza;
- Zaštitne kapice nisu postavljene.

Preporuka

- Proverite izolaciju i da li su svi spojevi dobro zategnuti (ne previše).
- Namotajte vlažnu tkaninu prilikom lemljenja.
- Uvek vratite zaštitne kapice nakon servisiranja.

Servisni igličasti ventili

Ako se igla ventila ne ukloni tokom lemljenja, ili ako je došlo do oštećenja gumenih zaptivki ventila, može doći do curenja na ventilu. Servisne ventile uvek treba zatvoriti poklopcem koji ima gumenu ili bakarni prsten kao zaptivni element.



Slika 102: Curenje na servisnom igličastom ventilu

Mogući razlog

- Oštećenje tela prilikom lemljenja. - Iglica ventila nije dobro nameštena pri montaži, nakon lemljenja ili promene.
- Oštećenje unutrašnjeg zaptivača tokom vremena.
- Zaštitna kapica nije postavljena ili nema o-prsten (o-ring) zaptivača.

Preporuka

- Odstranite obavezno igličasti ventil prilikom lemljenja.
- Koristite odgovarajući alat za promenu iglice.
- Proverite da zaštitna kapica ima o-prsten i da je dobro nameštena i zategnuta.

Razdvojive veze (holenderski spojevi)

Razlog isticanja na holenderskom spoju može da bude otpuštanje navrtke ili loše izrađen konus pri izradi ove vrste spoja (više o ovim spojevima u poglavlju 5 – deo koji se odnosi na pripremu cevovoda).



Slika 103: Curenje na holenderskom spoju

Mogući razlog

- Popuštanje holendera zbog temperaturnih promena tokom rada, naročito kod termoeekspanzionog ventila.
- Nedovoljno zategnuta veza.
- Loša priprema navojne razdvojive veze.
- Pretezanje dovodi do oštećenje konusa na razdvojivoj vezi, itd.

Preporuka

- Kad god je moguće, izbegavajte korišćenje razdvojive veze. Ako se ne može izbeći:
- koristite odgovarajuće dimenzije holendera i cevi,
- koristite profesionalne alate za sečenje cevi i izradu konusa,
- proverite konus na bakarnoj cevi,
- podmažite alat za izradu konusa,
- nemojte pretezati stezati navrtke
- koristite moment ključ.

Mehanički spojevi (spojke)

Na mehaničkim spojkama ne treba štedeti, jer su one čest uzrok curenja. Zaptivka može biti oštećena, ili nepromenjena, kada se menja jezgro filtera, a zavrtnji na spojki mogu biti neravnomerno zategnuti.



Slika 104: Curenje na mehaničkim spojkama

Mogući razlog

- Nepravilno pripremljena veza, zaptivač nije postavljen.
- Neravnomerno zategnuti vijci na prirubnici-flanšni.
- Nepravilna sila pritezanja ili pogrešna procedura pritezanja elemenata.
- Pogrešni materijal i dimenzije zaptivke.

Preporuka

- Izbegavajte korišćenje PTFE zaptivača za HFC supstance.
- Zamenite zaptivač na prirubnici.
- Odstranite ostatke starog zaptivača pre nego što postavite nov.
- Pritezanje vijaka na prirubnici radite podjednakim momentom i unakrsno (kroz najmanje tri prolaza).
- Koristite moment-ključ da izvršite finalno pritezanje.

Sigurnosni ventili i druge zaštitne komponente od previsokog pritiska

Sigurnosni ventil (engl. *Pressure Relief Valve - PRV*) ili drugi odušni element obavezan je deo svake rashladne i klima instalacije i predstavlja zaštitu od visokog pritiska. Ako se poveća nivo pritiska u sistemu, ventil će se otvoriti i otpustiti određenu količinu rashladnog fluida u okolinu, dok se pritisak u sistemu ne smanji. Ako sistem radi na višim pritiscima od normalnog, može doći do ispuštanja dela fluida, ili potpunog otvaranja sigurnosnih ventila.



Slika 105: Curenje na sigurnosnim ventilima ili drugim odušnim elementima

Mogući razlog

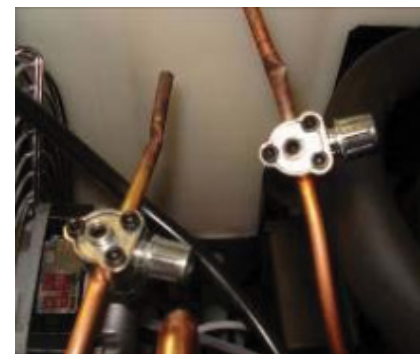
- Zaštitni čepovi protiv prevelikog pritiska izrađeni su od različitih materijala koji imaju slabije karakteristike od osnovnog šticeenog dela opreme, komponente, posude ili cevi. Za navedene čepove postoji mogućnost da popuste zbog prevelike temperature i/ili prevelikog opterećenja pritiskom tokom korišćenja.
- Sigurnosni ventil se ne zatvori dobro kad pritisak u sistemu padne ispod pritiska na kome se on otvara, tako da se nastavi curenje.

Preporuka

- Zaštitne čepove kad god je moguće zamenite sigurnosnim ventilom.
- Kad god se radi provera curenja, obavezno proveriti ove tačke.
- Ako postoji curenje na sigurnosnom ventilu, zameniti ga ekvivalentnim, kao što je onaj koji je bio ugrađen.
- Sigurnosni ventil koji je jednom izvršio svoju funkciju i kod kojeg je primetno curenje radnog fluida, mora se pod obavezno zameniti sa istovetnim sigurnosnim ventilom koji poseduje iste karakteristike kao i zamenjeni.
- Gde je to moguće, postaviti dupli sigurnosni ventil.

Priključivanje na bakarnu cev i servisni ventili

Loš zaptivač ili nagnječen kraj cevovoda, korišćenje nestandardne ili pogrešne dimenzije priključaka, nedovršen posao do kraja i tako dalje, samo su neki od razloga za curenje rashladnog fluida.



Slika 107: Curenje na uklopnom spoju - fittingu - priključku

Mogući razlog

- Loš zaptivač ili nagnječen kraj cevovoda.
- Korišćenje nestandardne ili pogrešne dimenzije priključka.
- Razlabavljen poklopac servisnog ventila zbog vibracije u sistemu.

Preporuka

- Koristite samo standardne i odgovarajuće dimenzije priključka.
- **Ne ostavljajte priključak na cevi**
- zamenite ga sa igličastim servisnim ventilom koji ćete zatim zalemiti.
- Redovno kontrolišite curenje na ovim mestima.

Zaptivke na osovini kompresora (kod otvorenog tipa kompresora)

Zaptivke na vratilu otvorenih kompresora predstavljaju često mesto isticanja rashladnog fluida. Takođe, treba obratiti pažnju i na sve mehaničke spojeve poluhermetičkih i otvorenih kompresora.



Slika 106: Curenje na zaptivci na vratilu otvorenih kompresora

Mogući razlog

- Gubitak ulja iz zaptivača na osovini je indicacija da postoji curenje rashladnog fluida.
- Problemi sa podmazivanjem.
- Neodgovarajuća veličina zamenjenog zaptivača (semeringa).
- Problem sa osovinom ili ležajevima.

Preporuka

- Prekontrolišite sistem i isticanja ulja iz sistema.
- Proverite curenje kad je kompresor isključen.
- Koristite originalne zaptivače kada ih menjate.
- Ujednačiti okretanje radilice.

Kondenzatori

Curenje rashladnog fluida kod kondenzatora (skraćeno KD) je često uzrokovano korozijom i oštećenjem. Ono što uzrokuje koroziju, može činiti dugačak spisak razloga. Takođe, ništa manje važni razlozi su i spoljni uticaji od prašine, čestica, mehaničkih oštećenja (ili, oštećenja od vremenskih nepogoda kao što je grad), zatim, kontinuirane vibracije u sistemu, istanjeni cevni lukovi usled loše izrade, i tako dalje.



Слика 108: Цурење код кондензатора

Mogući razlog

Vazdušno hlađeni kondenzatori

- Korozija zbog agresivne sredine.
- Spoljašnja oštećenja od raznih čestica (prašina, prljavština i razni ostaci, vremenske nepogode, npr. grad).
- Vibracije koje se prenose zbog npr. loše učvršćenih cevi. Vibracije mogu imati mnogo različitih izvora. Npr., prljav sistem je primoran da radi jače, što izaziva vibracije koje mogu dovesti do olabavljivanja nekih delova.
- Korišćenje neprikladnih hemikalija za čišćenje.

Vodeno hlađeni kondenzatori

- Korozija delova kao posledica netretiranja vode za hlađenje.
- Svaka voda koja sadrži fluor može izazvati koroziju, kao i mnogi kiseli rastvori kao što su proizvodi za čišćenje KD, zatim boje ili lepkovi.

Preporuka

Vazdušno hlađeni kondenzatori

- Proveriti kolena kondenzatora i potražiti tragove ulja.
- Kad se menja kondenzator, napraviti izbor pažljivo, naročito ako radi u agresivnoj sredini (okolini).
- Održavanje sistema i redovno čišćenje kondenzatora (voditi računa da li su ispravljene lamele, popraviti/ zameniti neispravne ventilatore).

Vodeno hlađeni kondenzatori

- Tretman vode koja prolazi kroz KD.
- Redovna kontrola i praćenje nivoa korozije.
- Redovno održavanje i monitoring sistema. Kad se curenje pojavi na jednoj cevi, izolovati je iz toka rashladnog fluida (npr. grip kleštima) ili zameniti. Ako se curenje javi na više cevi, ili je izuzetno agresivan medijum, ili je loš kvalitet cevi.
- Curenje se otkriva na osnovu testiranja instalacije na pritisak. Zavisno od konstrukcije KD, ispitati cev po cev, ili u grupama.

Kolena na kondenzatorima i isparivačima

Na krivinama razmenjivača (npr. isparivača za hlađenje vazduha) zbog korozije bakarne cevi u kontaktu sa agresivnom sredinom u industrijskim postrojenjima (npr. u industriji mesa), usled manje debljina cevni lukova u odnosu na debljine bakarnih cevi koje se koriste za povezivanje komponenti sistema, itd. može da dođe do curenja rashladnog fluida.



Slika 109: Curenja na kolima kondenzatora i isparivača

Mogući razlog

- Korozija izazvana hemijskom reakcijom na kolima isparivača (kao i KD). Pošto je bakar koji se koristi na ovim spojevima istanjen usled savijanja, mala oštećenja ili agresivna sredina mogu izazvati pojavu curenja rashladnog fluida.
- Agresivna slana ili kisela sredina (okolina) ubrzavaju oštećenje i povećavaju rizik od curenja.

Preporuka

- Proverite curenje veoma pažljivo, naročito u agresivnoj sredini (fabrike gde se pranje vrši hlornom vodom, u vinarijama, industriji mesa, fabrikama sirćeta i sl.).
- Ako se isparivač (ili KD) moraju menjati, izaberite materijal prema sredini u kojoj se koriste.
- Kad se koriste hemijska sredstva za čišćenje kondenzatora ili isparivača, obratite pažnju da se na kraju čišćenja dobro isperu vodom.

Prekidači pritiska – presostati

Sigurnosni elementi sistema - presostati, pretvarači pritiska (transdjuseri engl. *Transducers*) i slično trebalo bi da budu redovna mesta za kontrolu curenja rashladnog fluida.



Slika 110: Curenje na sigurnosnim elementima sistema

Mogući razlog

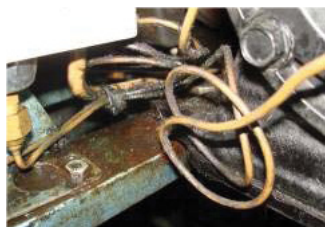
- Vibracije kapilare i/ili creva mogu dovesti do pucanja spojnice na presostatu.
- Oštećenje spojnice
- Oštećenje kao posledica hidrauličnih udara.
- Oštećenje na vezi prekidača i linije na koju je povezan.
- Loši oslonci na mestu gde je pričvršćeno telo presostata.

Preporuka

- Koristite fleksibilne veze kad god je to moguće i to od nerđajućeg čelika.
- Osigurajte da se crevo i/ili kapilara koja spaja presostat, ne naslanja na neke delove instalacije, ili nekontrolisano vibrira.
- Potrudite se da telo presostata bude valjano pričvršćeno.
- Koristite razdvojive veze i standardne adaptere kad se koristi bakarna cev.
- Povežite presostat tako da vibracije budu minimalne, ili da ih uopšte nema.
- Kad radite proveru curenja, obratite pažnju na to da kontrolisani element može da bude pod naponom.

Kapilara

Kod kapilarnih elemenata usled vibracija, mehaničkih oštećenja, itd. može da nastane problem i da dođe do curenja rashladnog fluida.



Slika 111: Curenje kod kapilarnih elemenata sistema

Mogući razlog

- Pucanje zbog lošeg pričvršćivanja.
- Curenje na mestu gde se spajaju kapilara i ulazna cev u isparivač.

Preporuka

- Proverite da li su kapilarne cevi dobro pričvršćene i da ne vibriraju.

O – prsteni (zaptivači)

Oštećeni zaptivni element na određenoj komponenti (kao što je magnetni ventil) može da bude značajno mesto curenja rashladnog fluida.



Slika 112: Curenje na zaptivnim elementima komponenti sistema

Mogući razlog

- Na mestima gde postoji opasnost da se pri montaži zaptivač (o-prsten) zgnječi, ili je izložen ekstremnim temperaturama.
- Loš materijal, ili dimenzija zaptivača.

Preporuka

- Proverite oblik i elastičnost kad menjate o-prstene, posebno ako želite da ponovo koristite stari, ili postojeći o-prsten.
- Namažite komponente uljem pre nego što ih ugradite.
- Pri zameni o-prstena (zaptivača) obratite pažnju da materijal odgovara rashladnom fluidu i ulju koje se koristi.

Provera curenja može se obaviti direktnim ili indirektnim metodama.

Indirektne metode mogu da se podele na dve grupe, i to:

- Vizuelni i ručni pregled sistema/instalacije i
- Merenje i analiza radnih parametara sistema/instalacije.

Vizuelni i ručni pregled sistema/instalacije

U Prilogu 5 Uredbe o postupanju sa fluorovanim gasovima sa efektom staklene bašte, kao i o uslovima za izdavanje dozvola za uvoz i izvoz tih gasova („Službeni glasnik“, br. 120/13, 44 od 8. juna 2018 – dr.zakon) i Prilog 11 Uredbom o postupanju sa supstancama koje oštećuju ozonski omotač i zabrani uvoza opreme i CFC fluida i ograničenju dozvola za uvoz HCFC opreme i rashladnih fluida („Sl. glasnik RS“ br. 114/2013) date su procedure za proveru na ispuštanje rashladnog fluida za indirektne i direktne metode.

U skladu sa navedenim uredbama propisana je obavezna provera kritičnih tačaka sistema. Proveravaju se sledeća kritična mesta: kritični spojevi i priključci, ventili i filteri-sušaći, uključujući i sve prateće zaptivke, delovi sistema koji su podložni vibracijama, priključci za sigurnosne prekidače i ventile, itd. Ako je bilo isticanja rashladnog fluida tokom dužeg vremenskog perioda, na mestu isticanja mogu da se pojave mrlje od ulja i prašine (npr. u blizini kompresora, na kondenzatoru, itd.), pa je potrebno obratiti posebnu pažnju.

Merenje i analiza radnih parametara sistema/instalacije

Da bi se obavilo indirektno testiranje na curenje pomoću merenja parametara i analiza dobijenih podataka, potrebno je koristiti neophodnu opremu kao što su manometri, termometri, multimetri („unimeri“ za električne veličine), itd. Da bi se na pravi način tumačili izmereni podaci, potrebno je ponoviti pravila pomoću kojih se određuju karakteristične temperature i pritisci.

Temperatura kondenzacije t_{kd} kod vazduhom hlađenih kondenzatora određuje se na osnovu sledećeg pravila:

$$t_{kd} = t_{amb} + (12 \div 18) ^\circ\text{C}$$

gde je t_{amb} temperatura ambijentalnog vazduha, a $(12 \div 18)^\circ\text{C}$ temperatura ambijentalnog vazduha, a predstavlja dodatnu temperaturnu razliku. Radi pojednostavljivanja, temperatura kondenzacije se računa sa usvojenom temperaturnu razlikom od 15°C , odnosno $t_{kd} = t_{amb} + 15^\circ\text{C}$.

Na primer, ako je spoljni vazduh na temperaturi $t_{amb} = 35^\circ\text{C}$, lako se izračunava temperatura kondenzacije $t_{kd} = t_{amb} + 15^\circ\text{C} = 35^\circ\text{C} + 15^\circ\text{C} = 50^\circ\text{C}$. U zavisnosti koji je rashladni fluid u instalaciji, lako se može odrediti pritisak kondenzacije iz tablica za dati fluid, na osnovu veze pritiska i temperature.

Što se tiče isparivača za hlađenje vazduha, temperatura isparavanja t_o se određuje prema pravilu:

$$t_o = t_{vk} - (7 \div 10) ^\circ\text{C}$$

gde je t_{vk} temperatura ohlađenog vazduha u komori, a $(7 \div 10)^\circ\text{C}$ predstavlja dodatnu temperaturnu razliku za isparivač za hlađenje vazduha.

Potrebno je izvršiti proveru visokog pritiska u sistemu (na odgovarajućoj temperaturi kondenzacije) koji odgovara pritisku na potisu kompresora. Isto tako se proverava i niski pritisak u sistemu (pritisak na usisu u kompresor). Ako su oba izmerena pritiska na kompresorskim servisnim ventilima niži od očekivanih (dobijenih na osnovu prethodnih pravila i preporuka), postoji osnovana sumnja na primer, na curenje fluida iz sistema.

Ako je izmerena struja koju utroši kompresor manja od nominalne (koja je na primer, data na tablici kompresora), to može da bude indikator nedostatka rashladnog fluida u sistemu, koji će zbog posledica curenja i smanjenog masenog protoka rashladnog fluida u instalaciji, da obara vrednosti parametara temperature/pritiska isparavanja i kondenzacije, čija posledica je i nešto smanjena potrošnja električne energije. Sa druge strane, usled nedostatka rashladnog fluida, sistem će mnogo duži vremenski period da radi (jer neće moći da postigne zadate parametre hlađenog prostora) pa će sistem, iako mu je trenutna potrošnja manja, u sumi da troši mnogo više struje (duže radi i više se „muči“). Ovo može da bude jedan od indikatora nedostatka rashladnog fluida.

Ako je izmerena struja koju troši kompresor viša od nominalne, možda je sistem prepunjen, ili je rashladna supstanca neodgovarajućeg kvaliteta (npr. postoje nekondenzibilni gasovi u sistemu - vazduh), loš je možda kvalitet ulja i slično. Takođe, i to je indikator da je potrebno detaljno pregledati sistem.

Alarm da sistem ne radi dobro može da bude i povišena temperatura gasa na potisu kompresora.

Direktne metode podrazumevaju:

- Test curenja korišćenjem ultravioletne boje i UV detektora curenja,
- Korišćenje elektronskih detektora za isticanje i
- Korišćenje mešavine sapunice i pene.

Vakuumiranje se ne preporučuje za testiranje zaptivenosti (pogledati deo o vakuumiranju – poglavlje 5).

Test curenja korišćenjem ultravioletne boje i UV detektora curenja

Ova procedura isticanja se primenjuje kada dođe do curenja iz sistema koje nismo u mogućnosti da otkrijemo uz pomoć drugih metoda. **Ne preporučuje se njeno korišćenje izuzev u posebnim slučajevima.** Najčešće se ovom metodom proveravaju curenja u vazduhom hlađenim kondenzatorima ili isparivačima za hlađenje vazduha.

Set se sastoji od sledećih elemenata: UV lampa (npr. od 100 W), specijalno sredstvo (tečnost) za ubrizgavanje u sistem, priključci creva, ručna pumpa za ubrizgavanje proizvoda i zaštitne naočare. Sredstvo se ubrizgava u sistem koji se ostavlja da radi nekoliko sati. Sredstvo cirkuliše u sistemu zajedno sa rashladnim fluidom i ostavlja fluorescentni trag na mestu gde curi.



Slika 113: Test curenja ultravioletnom bojom i lampom

Uz pomoć UV lampe i naočara vršimo pregled sistema na svim nepristupačnim mestima. Mesta na kojima dolazi do curenja su vidljiva zbog fluorescentnog traga. Glavni nedostatak ovog postupka je što se nakon detekcije isticanja mora očistiti kompletan sistem, potpuno se menjaju ulje za podmazivanje i rashladni fluid koje je primenom ovog postupka kontaminiran ovim specijalnim sredstvom (tečnošću). Sistem se mora dobro „oprati“ iznutra.

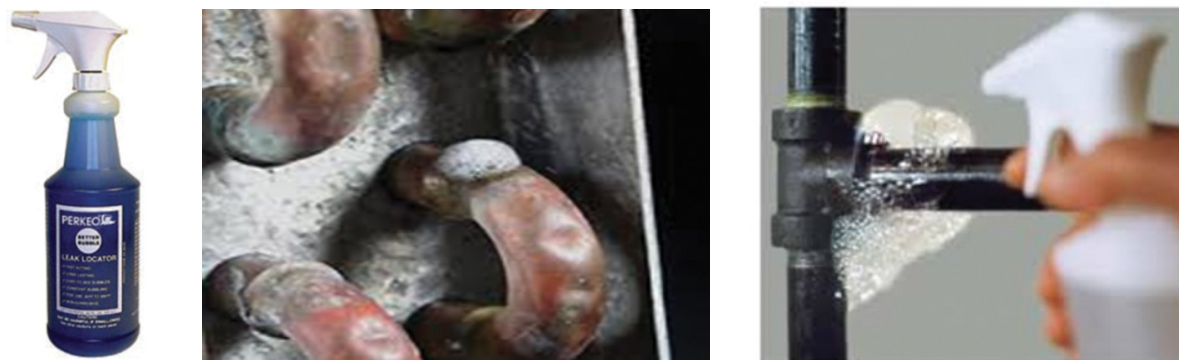
Napomena: Ovu proceduru obavlja serviser sa sertifikatom A1, koji može da izvrši prekid rashladnog kruga.

Korišćenje mešavine sapunice i pene

Navedeni izraz **“provera ne dovodi do prekida rashladnog kruga”** bi trebalo razumeti na sledeći način: da se ne izvlači rashladni fluid iz sistema, da se ne ubrizgava tečni indikator za test sa ultravioletnom lampom (jer se on meša sa uljem) i da se ne dopunjava sistem rashladnim fluidom.

Provera curenja kod koje se ne dovodi do prekida rashladnog kruga vrši se sapunicom ili elektronskim detektorom isticanja. Intervali provere na isticanje rashladnog fluida iz instalacije, u Republici Srbiji zakonski su određeni po važećim uredbama.

Provera isticanja sapunicom je često korišćena metoda. Dostupni su i razni sprejevi. Oni nisu korozivni i imaju visok viskozitet, a u zavisnosti od vrste rashladnog sredstva, osetljivost ove metode se vidi u detekciji isticanja od 250 g godišnje (i više). Izgled spreja (boce) i princip nanošenja sapunice prikazani su na slici ispod.



Slika 114: Provera zaptivenosti instalacije sapunicom

Korišćenje elektronskih detektora za isticanje

Pre nego što se pristupi rashladnom sistemu, potrebno je da se poznaju mogućnosti elektronskog detektora curenja i da li je on kompatibilan sa rashladnim sistemom, odnosno fluidom u njemu.

Napomena: Alkohol i ugljen-monoksid mogu da utiču na osetljivost određenih tipova elektronskih detektora. Stoga, poželjno je osigurati da ove supstance nisu prisutne tokom testiranja.

v) Detekcija isticanja elektronskim detektorima (npr. tačnosti i od 5 g godišnje)

U nastavku, razmotriće se četiri različita tipa elektronskih detektora za proveru curenja.

- **Prvi** (ujedno i najstariji) tip elektronskog detektora isticanja je tzv. Korona (engl. *Corona-suspension*). On radi na principu generisanja visokog napona u osetljivom davaču, u kome je električno pražnjenje omogućeno usled jonizacije vazduha koji okružuje provodnik u davaču koji je električno naelektrisan. Ovaj tip uređaja je proverene tehnologije gde električno (korona) pražnjenje za detekciju curenja stvara visoki napon u senzorskom vrhu. Kada je ovo polje prekinuto prisustvom čestica rashladnog fluida, aktivira se alarm uređaja (najčešće zvučni). Svi detektori curenja ovog tipa nisu isti, a kvalitet ključnih komponenti je kritičan u obezbeđivanju efikasnog delovanja ovog instrumenta.

- **Drugi** tip elektronskog detektora isticanja je sa tzv. žarećom/grejanom diodom (engl. *Heated diode*). Elektronski detektori curenja sa grejanom diodom manje su skloni lažnim signalima i precizniji su od detektora Korona. Ovaj tip detektora radi na principu zagrevanja rashladnog fluida i raspadanja njegovih molekula. Kad se molekuli raspadnu dolazi do formiranja pozitivnog jona hlora ili fluora koji se vezuju za negativno naelektrisanu centralnu sabirnu žicu. Kako joni fluora i hlora „teku“ ka centralnoj sabirnoj žici, stvara se mali protok električne struja. Kada se nivo rashladnog sredstva između ove dve tačke poveća, jačina struje raste do vrednosti da aktivira pojedinačni alarm. Usled prevelikog curenja može doći do oštećenja osetljivih delova detektora.

- **Treći** je infracrveni elektronski detektor curenja (sl. 115) koji ima infracrveni (IC) senzor. Princip rada ovog senzora je zasnovan na apsorpciji IC zračenja (u gasovima čije se curenje traži) koje zavisi od koncentracije tih gasova. Ovaj fizički princip merenja čini senzor imunim na promene iz okoline, kao i na ostale (druge) gasove koji ne apsorbuju zračenje na odabranoj talasnoj dužini. Kontrolisani (ambijentalni) vazduh oko rashladnog sistema difunduje u optički deo detektora. Svetlost koju emituje infracrveni izvor prolazi kroz difundovani gas i odbija se od zidova odakle se usmerava ka elementu detektora. Za određivanje koncentracije gasa čije se curenje traži, koristi se smanjena osetljivost zbog njegovog prisustva. Interna elektronika i softver izračunavaju koncentraciju i proizvode linearizovani izlazni signal. Veličina optičkog dela je bitan faktor za precizno merenje rashladnih sredstava. Većina rashladnih sredstava apsorbuje svetlost na talasnoj dužini od oko 9 μm .



Slika 115: Izgled instrumenta infracrveni elektronski detektor curenja, njegova kalibracija i detekcija na rashladnom sistemu

Prednosti ove tehnologije su: senzor traje duže, na početku svakog ispitivanja se radi kalibracija uređaja i time se neutrališe kontaminacija iz okoline (čime su potencijalni lažni alarmi svedeni na minimum), senzori ne mogu da se prezasi rashladnim fluidom (što bi moglo da dovede do oštećenja senzora), i, imaju visoku osetljivost od 5 g godišnje (što znači da ovaj uređaj može da oceni i tako mali gubitak fluida...). U ovom trenutku ovaj tip elektronskog detektora curenja je najprimenljiviji tip.

- **Četvrti** tip detektora su takozvani ultrasonični detektori (engl. *Ultrasonic Detectors*). Ne rade na principu detektovanja rashladnih fluida, već reaguju na zvuk koji rashladni fluid pravi kad postoji curenje. Kad rashladni fluid curi iz sistema, stvara se ultrazvučni signal koje ljudsko uho ne čuje. Prednost ovih uređaja je da reaguju na pritisak, a ne na zapreminsku koncentraciju rashladnog fluida, a prednost je što mogu da detektuju i curenje u „vakuumu“. Njihova mana je što ne mogu da razlikuju zvukove iz okoline sistema, što je vrlo važno kad su sistemi npr. blizu druge mašinske opreme.

Nezavisno od tipa, testiranje na isticanje se uvek sprovodi sa punim baterijama na instrumentu, radi sigurnosti za pravilan rad detektora. Kad se uključi detektor, radi se njegova kalibracija. Na primer, kalibracija za određene tipove elektronskih detektora može da se sprovede na uzorku testiranog gasa (slika 115) iz testera (tj. pufera, engl. *Puffer*), a zatim se i podešava nivo njegove osetljivosti. Potom se lagano prelazi detektorom po kritičnim tačkama sistema, počevši od najviših mesta na instalaciji. Obično se u priboru nalaze rezervni vrhovi, kao i tester za kalibraciju uređaja.

Za toplotne pumpe čije je punjenje tri i više kilograma rashladnog fluida postoji zakonska obaveza i zakonska forma obrasca za upisivanje provere curenja kako se sprovodi provera curenja.

Za toplotne pumpe čije je punjenje manje od tri kilograma ne postoji zakonska obaveza i zakonski propisan obrazac za upisivanje provere curenja.



NAPOMENA

Preporuka je da se koriste isti obrasci i za provere curenja koji se izводе kod toplotne pumpe čije je punjenje rashladnim fluidom manje od 3 kilograma.

Izvlačenje rashladnog fluida iz toplotne pumpe

Servisni cilindri

Rashladni fluid se pakuju u cilindre za jednokratnu upotrebu, kao i u povratne cilindre (za višekratnu upotrebu). Oba tipa cilindara bi trebalo da ispunjavaju određene specifikacije (npr. po američkom standardu DOT – engl. *Department of Transportation* ili u skladu sa regulativom u Srbiji “Pravilnik o mobilnoj opremi pod pritiskom” kao i ADR). Cilindri za jednokratnu upotrebu su upravo to, za jednokratnu upotrebu i nikada ih ne treba naknadno ničime puniti. Povratni cilindri imaju ventile tečne-parne faze koji se nalaze na vrhu cilindra. Povratni cilindar nikada ne bi trebalo da se puni sadržajem sa više od 80% po masi. Ako će cilindar biti izložen temperaturama većim od 55°C (što nije očekivano za naše krajeve u Srbiji), ne treba ga puniti sadržajem iznad 60% po masi.

Servisni cilindri za sakupljanje rashladnih fluida su standardno sive boje sa žutom „kragnom“. Ukoliko je gas zapaljiv, kragna je crvena.

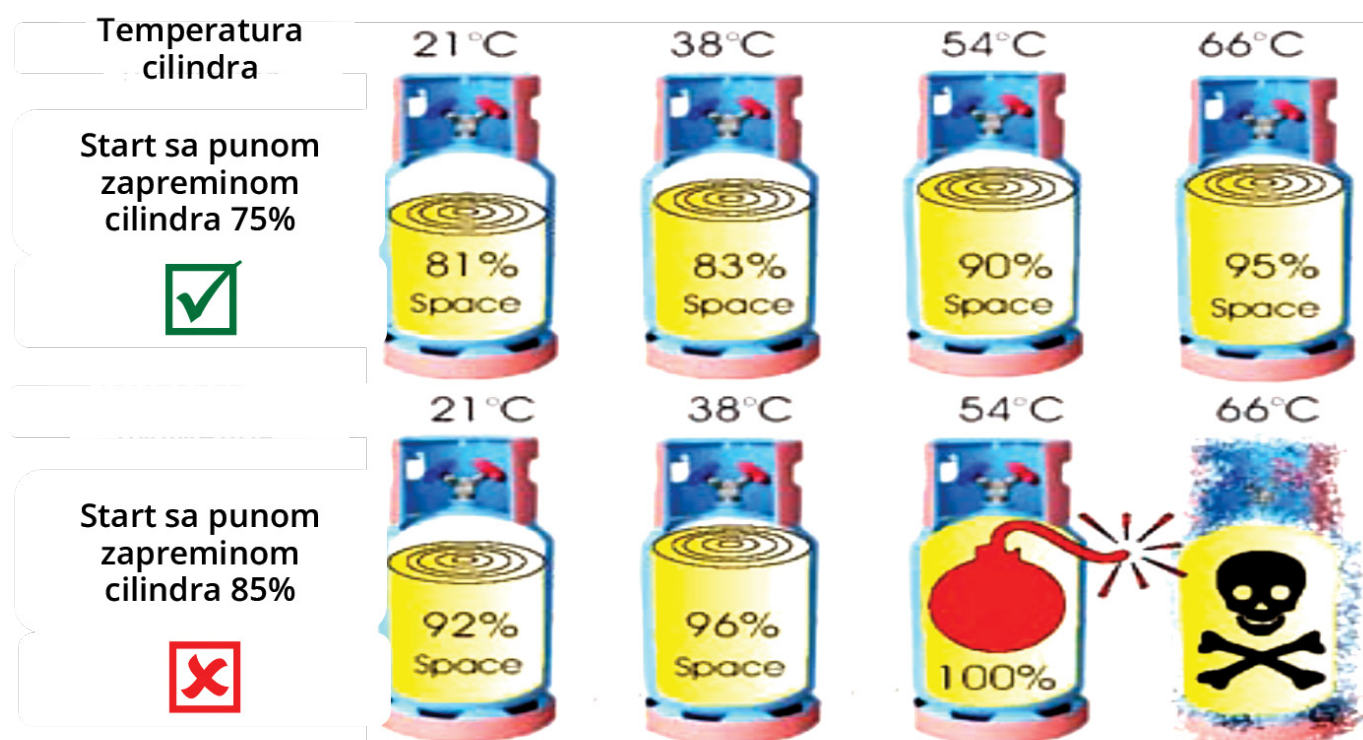
Plavi ventil na boci označava gasnu fazu (povezan na unutrašnju kratku cev), a crveni ventil na boci tečnu fazu (unutrašnja duga cev).



Slika 116: Servisni cilindri za sakupljanje rashladnih fluida

Zbog širenja rashladnog fluida unutar cilindra pri povišenju temperature, veoma je bitno da se cilindri ne prepunjavaju. Na slici ispod prikazano je širenje rashladnog fluida unutar boce za prikupljanje, a u zavisnosti od promene spoljašnje temperature. Dozvoljeno je napuniti cilindar do 80% po masi (težinski) kod HFC gasova. Kod ugljovodonika (HC) dozvoljeno je punjenje sa ne više od 50% po masi u odnosu na HFC gasove. U određenim literaturnim izvorima kaže se da punjenje ugljovodonika ne sme da bude veće od 40% po masi u odnosu na odgovarajuće punjenje sa HFC fluidima. Merenje mase (težine) rashladnog fluida u cilindru je najsigurnija metoda kontrole.

Preporuka: Nikad ne puniti servisni cilindar na osećaj (tzv. „na ruku“), jer to može dovesti do katastrofalnih posledica.



Slika 117: Širenje rashladnog fluida unutar servisnog cilindra usled porasta temperature

Za razliku od cilindara bez zaštite, postoje cilindri sa ugrađenom zaštitom od prepunjavanja prema DOT specifikaciji. Najčešće je to određena varijanta zaštite sa plovkom, ili elektronskim uređajem za zatvaranje koji štiti od visokog nivoa. Ukoliko ova opcija postoji, potrebno je povezati cilindar sa uređajem, kako bi se uređaj za sakupljanje rashladnog fluida isključio kada se cilindar napuni maksimalno dozvoljenom količinom rashladnog fluida.



Slika 118: Cilindar za sakupljanje sa zaštitom od prepunjavanja i njegovo povezivanje

Prilikom izvlačenja rashladnog fluida iz toplotne pumpe u servisni cilindar potrebno je obratiti pažnju na bezbednosne aspekte. Rad servisera treba da se obavlja u skladu sa propisanim bezbednosnim pravilima i potrebno je obratiti pažnju na sledeće:

Pročitajte uputstva za rukovanje i održavanje opreme koju je obezbedio proizvođač opreme.

Izvršiti vizuelni pregled svakog cilindra pre početka punjenja.

Cilindar treba napuniti samo do 80% njenog kapaciteta po masi.

Tečno rashladni fluid koji je pod pritiskom, pri ekspanziji na atmosferski pritisak može izazvati promrzline. Zbog toga je pri radu obavezna upotreba lične zaštitne opreme (zaštitne rukavice i naočare, zaštitni vizir, radna odela sa dugim rukavima i sl.).

Radni prostor treba da bude dobro provetren i u njemu je zabranjeno pušenje. Rashladna sredstva su fluidi bez mirisa i ukusa, najčešće su teža od vazduha, istiskuju ga i smanjuju količinu kiseonika u radnom prostoru!

Boce u kojima se skladišti rashladni fluid ne treba čuvati na visokim temperaturama okoline, niti ih izlagati suncu.

Radni pritisak cilindra ne sme biti prekoračen. Pre početka punjenja cilindra proverite podatke o radnom pritisku cilindra (moraju da budu utisnuti na njemu).

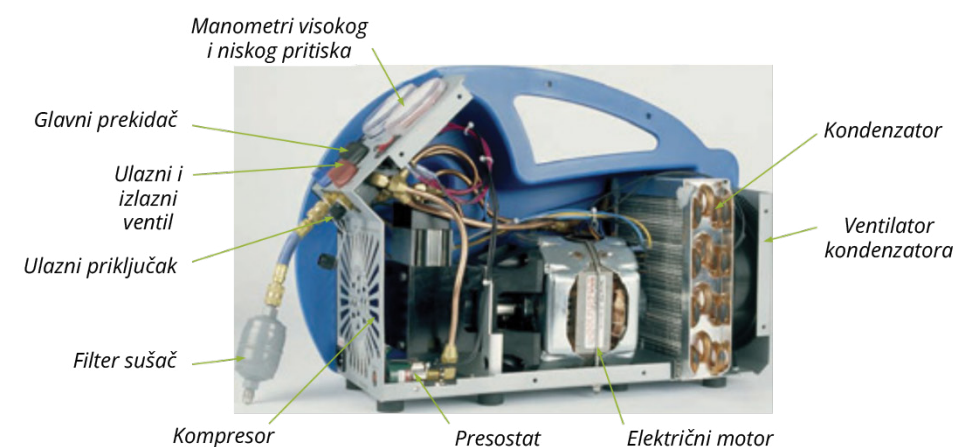
Mogu se koristiti samo čisti cilindri, nezagađeni uljem, kiselinom i/ili vlagom.

Količina rashladne tečnosti sakupljena u cilindru se meri pomoću vage.

Napomena: Servisni cilindri su čelični i zapremine su od 5 do 60 i više litara. Obojeni su bojom različitom od boje cilindara u kojima se **isporučuju** rashladni fluidi. Opremljeni su specijalnim ventilima za tečnu i gasovitu fazu, kao i sigurnosnim (odvodnim) ventilom. Neki od njih su opremljeni i prekidačem nivoa (engl. **Over Fill Protection - OFP**) za isključivanje uređaja za izvlačenje, kada se cilindar napuni do određenog nivoa.

Oprema i alati koji se koriste za sakupljanje rashladnih fluida

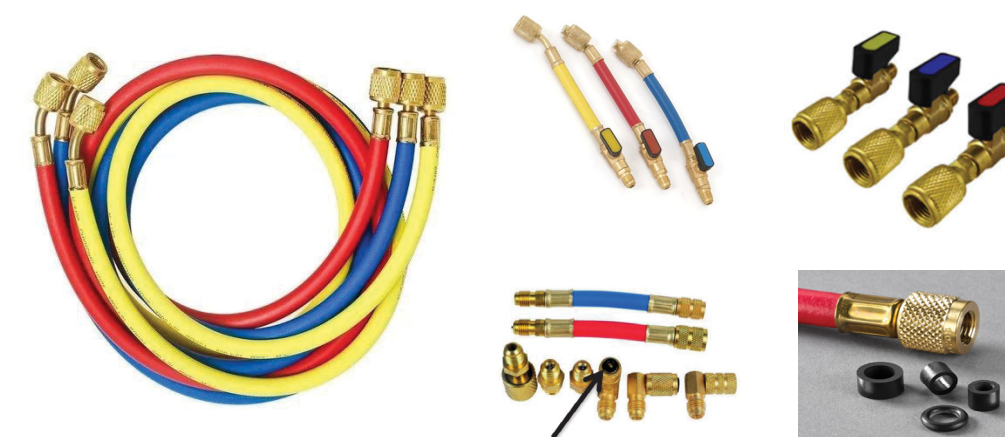
Prema definiciji u standardu SRPS EN378-1:2021 (Sistemi za hlađenje i toplotne pumpe. Bezbednosni i ekološki zahtevi. Osnovni zahtevi, definicije, kriterijumi za klasifikaciju i izbor) i SRPS EN378-4:2020 (Sistemi za hlađenje i toplotne pumpe. Bezbednosni i ekološki zahtevi. Rad, održavanje, popravke i sakupljanje), koji definiše ovaj korak u poslu, pojam sakupljanje (engl. *recovery*) definisan je kao izvlačenje rashladnog fluida iz sistema i njegovo skladištenje u servisni cilindar (engl. *recovery cylinder*). Za izvlačenje rashladnog fluida iz sistema koristi se uređaj za sakupljanje (engl. *recovery unit*). Ti uređaji su postali neophodni i zato su na spisku opreme bez koje se ne može dobiti obavezna dozvola za rad. Razvijeno je više generacija ovih uređaja. Starija generacija ima uljne kompresore i samim tim je namenjena za jednu vrstu (klasu) rashladnog fluida zbog mešanja sa uljem. Novija generacija uređaja za sakupljanje je bezuljna i namenjena je za više različitih rashladnih fluida.



Slika 120: Uređaj za sakupljanje CFC, HCFC i HFC rashladnih fluida

Za sakupljanje rashladnog fluida pored servisnog cilindra i uređaja za sakupljanje potrebna su nam još i servisna creva, manometarska grupa i elektronska vaga.

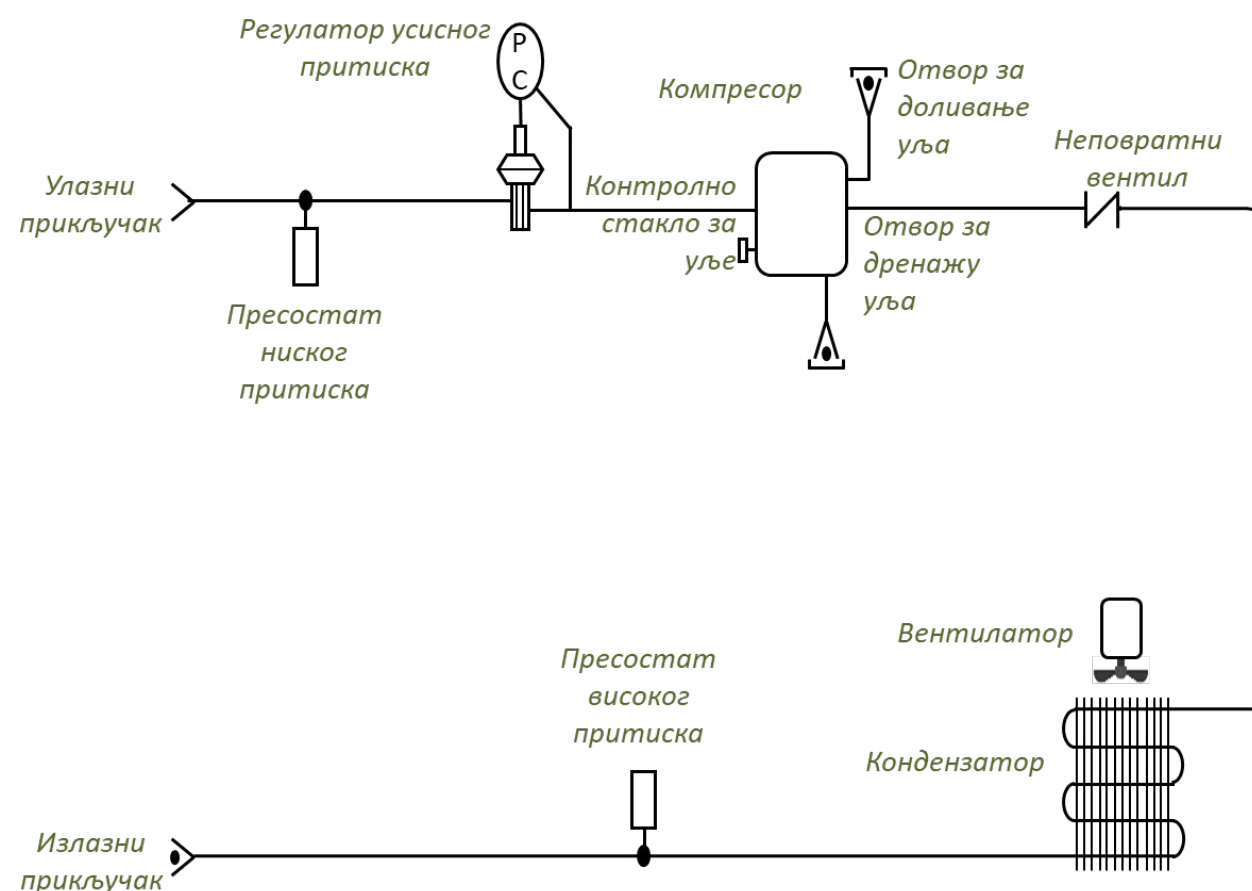
Povezivanje toplotne pumpe na servisnom ventilu sa jedne strane i uređaja za sakupljanje sa druge strane radi se preko manometarske grupe pomoću servisnih creva.



Slika 121: Servisna creva i priključci

Preporuka je da se uvek koristi servisno crevo sa ventilom ili dopunski priključak sa servisnim ventilom kako bi se smanjila količina rashladnog fluida koji se nakon servisiranja najčešće ispušta iz creva u atmosferu. Dobra servisna praksa predviđa priključivanje mašine za prikupljanje rashladnog fluida i prikupljanje zaostalog rashladnog fluida iz creva.

Često korišćeni priključak na crevima je 1/4 SAE (SAE je skraćenica za Društvo automobilskih inženjera – engl. **Society of Automotive Engineers**; zato se SAE fitinzi koriste u rashladnim uređajima, automobilskim cevovodnim sistemima i drugim aplikacijama, a na strani niskog pritiska). Sistemi koji rade sa rashladnim fluidom R410A imaju drugačiji priključak, pa se koristi dodatni adapter. Pre povezivanja creva veoma je bitno proveriti u **kakvom su stanju zaptivke koje se nalaze na samim crevima**. Jedan kraj servisnog creva je potpuno otvoren, a na drugom kraju je *depresor* - element koji vrši pritisak na iglicu servisnog ventila i otvara ga.



Slika 119: Šematski prikaz uređaja za sakupljanje sa zaštitom od hidrauličkog udara

Visokopritisna strana sistema povezuje se servisnim crevom crvene boje. Niskopritisna strana sistema povezuje se servisnim crevom plave boje. Servisno crevo žute boje koristi se za vakuumiranje i punjenje sistema rashladnim fluidom.

Manometarska (kolektorska) grupa zajedno sa servisnim crevima je glavni alat svakog servisnog tehničara. Najčešće se koristi set sa mehaničkim manometrima.



Slika 122: Set sa mehaničkim manometrima



Slika 123: Elektronska manometarska grupa

U novije vreme sve više servisera koristi elektronsku manometarsku grupu. Jako je važno da manometri pre početka rada „budu na nuli“ i kalibrisani, a ako nisu, obavezno ih treba podesiti.

Preporuka: Kad god je moguće, koristite dopunski priključak sa servisnim ventilom na krajevima servisnih creva, ili servisna creva sa ventilom.

Najtačniji metod merenja sakupljene količine rashladnog fluida iz toplotne pumpe kao i punjenja rashladnog fluida je pomoću vage. Moguće je koristiti opružnu vagu, na koju se okači cilindar (stariji metod), ili elektronsku vagu koja pokazuje izmerenu masu cilindra sa rashladnim fluidom. Takođe, nove elektronske vage specijalizovane su za precizno punjenje sistema sa zapaljivim fluidima, jer poseduju elektroventil koji prekida punjenje kada se dostigne unapred programirana količina fluida (količina koja je zadata).



Slika 124: Vaga za merenje pri sakupljanju i punjenju toplotne pumpe rashladnim fluidom

Prikupljanje rashladnog fluida iz toplotne pumpe

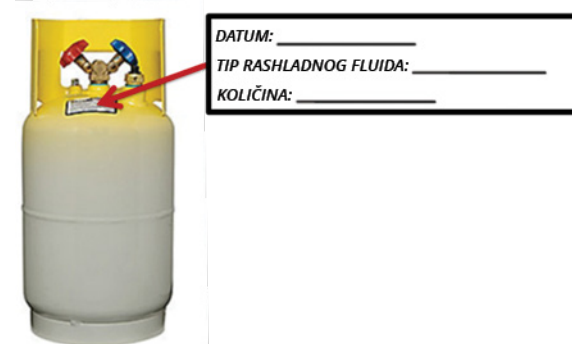
Postoje tri načina prikupljanja rashladnog fluida iz toplotne pumpe:

A) Prikupljanje rashladnog fluida u parnoj fazi – parnom agregatnom stanju

B) Prikupljanje rashladnog fluida u tečnoj fazi – tečnom agregatnom stanju

C) Takozvana metoda „PUSH-PULL“.

Napomena: Korišćenje vage je dobra servisna praksa. Pre početka sakupljanja meri se prazan cilindar. Po završetku sakupljanja meri se pun cilindar. Te informacije, uz datum i tip rashladnog fluida, upisuju se na etiketi na samom cilindru.

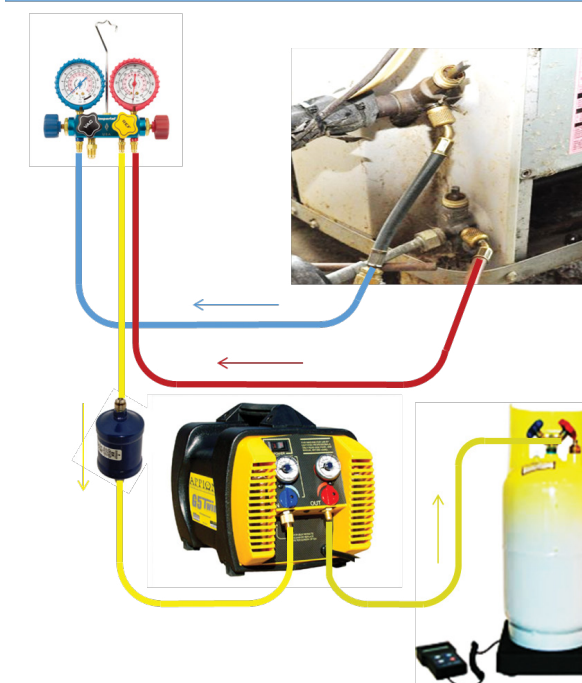


Slika 125: Etiketa za popunjavanje na cilindru

A) Prikupljanje rashladnog fluida u parnoj fazi – parnom agregatnom stanju

Prikupljanje rashladnog fluida u parnoj fazi

Прикупљање расхладног флуида у парној фази



Uobičajena upotreba uređaja za sakupljanje je da u parnom agregatnom stanju prikupljamo rashladni fluid u slučaju sistema sa malim punjenjima i jednokomponentnom supstancom. Na slici levo prikazano je povezivanje uređaja sa toplotnom pumpom.

Slika 126: Prikupljanje rashladnog fluida u parnom agregatnom stanju

Žuto crevo se povezuje na jednom kraju sa manometarskom grupom, a na drugom kraju priključuje se na ulazni deo filtera – sušača. Zatim, koristi se još jedno žuto crevo da bi se povezao izlaz iz filtera – sušača sa ulazom na uređaju za sakupljanje (plavi ulaz). Postavite servisni cilindar na vagu i izmerite ga. Ako se koristi novi cilindar ili cilindar sa ostatkom nekog drugog gasa od prethodnih procedura, on se mora izvakuirati. Zatim, izlaz iz uređaja za sakupljanje (crveni izlaz) se novim žutim crevom povezuje sa cilindrom, konkretno sa crvenim ventilom na boci sa dva ventila (crveni ventil na boci je za tečnu fazu i povezan je na dugu cev uronjenu u tečnost u boci). Tek tada se uključuje u rad uređaj za sakupljanje. Na visokopritisnom manometru se prati pritisak u instalaciji. Potrebno je biti oprezan, jer neki uređaji za izvlačenje rade samo sa gasnom fazom i treba voditi računa da tečna faza ne uđe u njih. Određeni uređaji za izvlačenje imaju i opciju čišćenja-pražnjenja (engl. purge), koja izvlači rashladni fluid i iz samih servisnih creva.

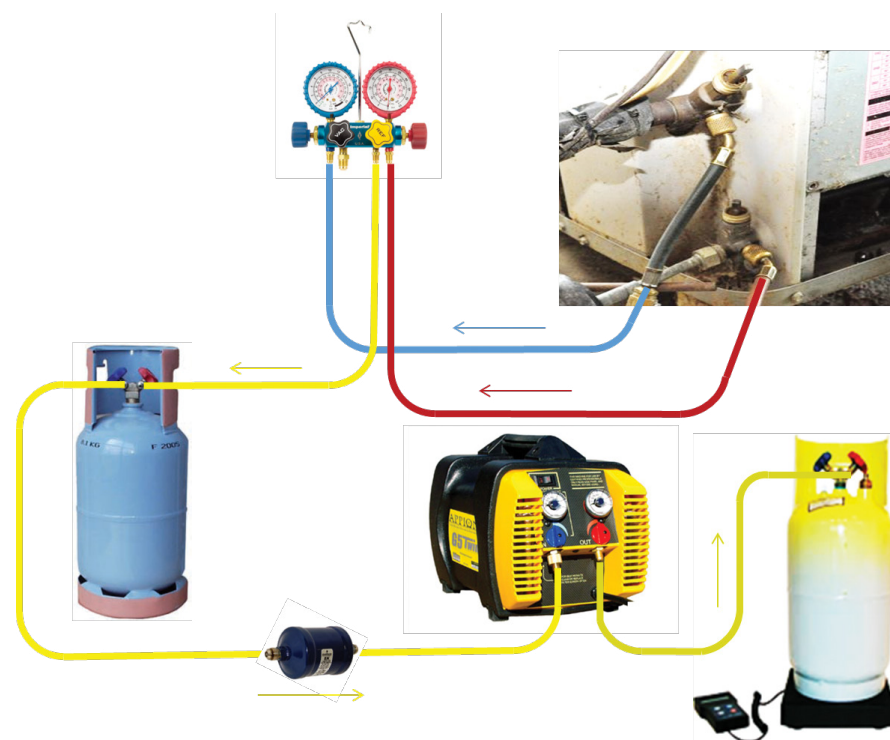


NAPOMENA

Ugljovodonici i potpuno halogenovani freoni (CFC) su veoma slabo rastvorljivi u vodi, dok je rastvorljivost delimično halogenizovanih freona HCFC i HFC nešto veća (ali nedovoljno velika). Ipak, pošto je ovaj rastvor korozivan, neophodno je efikasno sušenje (i primena filtera-sušača) za sve navedene fluide!

B) Prikupljanje rashladnog fluida u tečnoj fazi – tečnom agregatnom stanju

Prikupljanje rashladnog fluida u tečnoj fazi



Slika 127: Prikupljanje rashladnog fluida u tečnom agregatnom stanju

Crveni izlaz iz uređaja za izvlačenje povezujemo na crveni ventil druge boce (servisni cilindar). Ponovo se servisni cilindar u koji sakupljamo rashladno sredstvo postavlja na vagu i meri se količina izvučenog sredstva. Izvlačenje gasovite faze iz prvog (plavog) servisnog cilindra, uz pomoć uređaja za izvlačenje, izaziva smanjenje pritiska u njemu i tečnost iz sistema ubrzano ulazi u plavi cilindar. Nakon izvlačenja tečne faze, ostatak gasovitog rashladnog sredstva iz sistema se izvlači metodom ekstrakcije u gasnoj fazi.



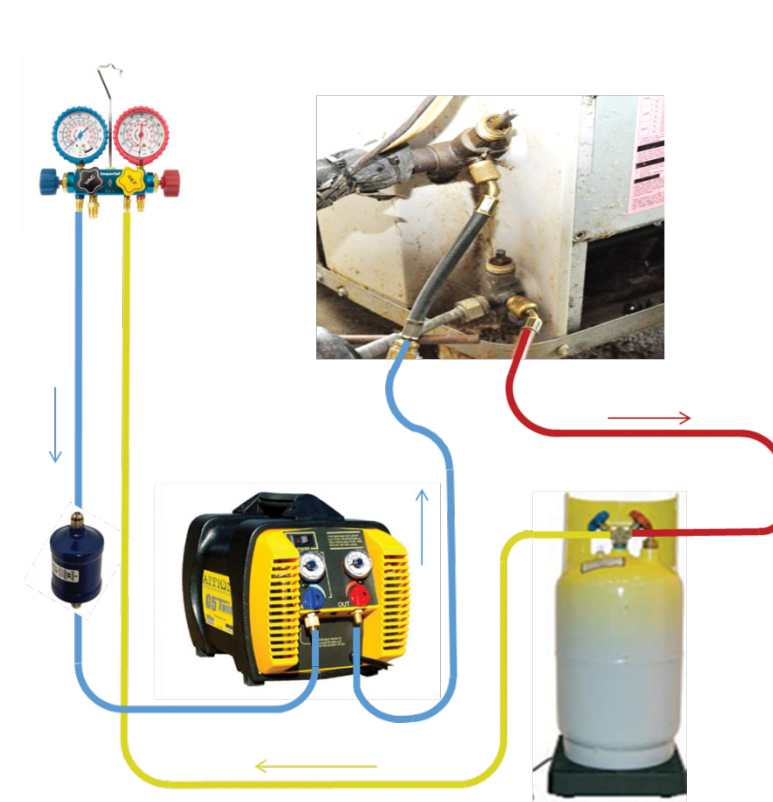
NAPOMENA

Eventualno otpadno ili kontaminirano ulje iz instalacije ostaje u prvoj boci. Ovaj postupak koristimo i kod uređaja za izvlačenje (recovery) sa uljnim kompresorom da bi ga poštedeli mešanja sa uljem iz rashladnog sistema.

C) Takozvana metoda „PUSH-PULL”.

Povezujući instalaciju kao na slici ispod, para iz boce (koja se nalazi na vagi) se kroz žuto crevo preko manometarske grupe, plavog creva, filtera-sušača i uređaja za izvlačenje vraća na stranu niskog pritiska rashladnog sistema. Para, koja dolazi iz uređaja za izvlačenje u sistem, potiskuje rashladni fluid u tečnoj fazi iz risivera rashladnog uređaja ka cilindru, kroz crveno crevo prikačeno na crvenom priključku na boci za tečnu fazu.

Prikupljanje rashladnog fluida po metodi "Push-Pull"



Ova metoda izdvaja rashladnu tečnost iz sistema koji imaju punjenje veće od 4 kg. Ovaj postupak se takođe primenjuje i kod toplotnih pumpi ili uređaja koji imaju ugrađen ventil za obrtanje toka. Izvlačenje rashladnog sredstva se vrši u tečnoj fazi. U ovom postupku, uređaj za izvlačenje usisava gasnu fazu iz servisnog cilindra, čime se smanjuje pritisak u njemu. To omogućava da tečna faza rashladnog sredstva iscuri iz sistema za hlađenje ili klimatizaciju i da napuni servisni cilindar. Potiskivanjem gasne faze, uređaj za izvlačenje povećava pritisak u sistemu, potiskujući rashladnu tečnost u servisni cilindar.

Slika 128: Metoda izvlačenja "Push-Pull"



NAPOMENA

Ako je toplotna pumpa ispravna, možemo je pokrenuti i ubrzati proces izvlačenja.

“Push-Pull” procedura omogućava, u toplotnoj pumpi koja radi, brže prikupljanje rashladnog fluida u tečnoj fazi, usisavajući paru iz boce za sakupljanje koja je iznad tečnosti. To je bitno za velike sisteme kod kojih treba izvaditi određenu količinu rashladne supstance. Trebalo bi uvek upoznati se sa šemom sistema i sistemom na kome se radi, kao i proveriti otvorenost svih (elektro) ventila.

Izdvajanje zagađenog ulja iz toplotne pumpe

U slučajevima kada se rashladni fluid i ulje međusobno ne rastvaraju, na površinama za razmenu toplote se formira tanak film ulja koji značajno smanjuje efikasnost razmenjivača; osim toga, tada je otežan i povratak ulja iz instalacije u kompresor. Neorganski rashladni fluidi (kao što su amonijak i ugljen-dioksid) praktično ne rastvaraju mineralna ulja, dok ih ugljovodonici (HC) dobro rastvaraju. Rashladni fluidi, na žalost, rastvaraju mineralna ulja samo kada imaju atome hlora u molekulu (CFC i HCFC fluidi), a takvi Rashladni fluidi su štetni po ozonski sloj (po Montrealskom protokolu su zabranjeni, ili su u procesu smanjenja količina u upotrebi). Rashladni fluidi, koji su halogenizovani samo sa fluorom, ne mešaju se sa mineralnim, već samo sa sintetičkim uljima.

Pored odsustva korozije na metalnim površinama, rashladni fluid ne sme da rastvara i degradira plastične materijale i elastomere u instalaciji, kao i lak na namotajima elektromotora (kod hermetičkih i poluhermetičkih kompresora). Posebno je poželjna neagresivnost prema bakru koji je veoma pogodan za izradu cevovoda i razmenjivača toplote. Rashladni fluid ne sme hemijski da reaguje sa uljem za podmazivanje kompresora. Međutim, u prisustvu vlage, vazduha i/ili drugih nečistoća, a naročito pri povišenim temperaturama na kraju procesa kompresije, može nastati razlaganje ulja i njegova hemijska reakcija sa rashladnim fluidom. Pri tome se javljaju nekondenzibilni gasovi, garež (npr. na čelu klipa, ventilskoj ploči i potisnom ventilu) i kiseline koje izazivaju koroziju površina čelika, a u prisustvu bakra i njegovih legura može se pojaviti i bakarisanje tih površina na kojima se oslobađa dodatna toplota trenja. Zbog toga je od ključnog značaja:

- smanjivanje primesa vlage, vazduha i nečistoća u samoj instalaciji,
- provera temperature gasa na potisu kompresora, kao i snižavanje temperature na kraju sabijanja (odnosno, da kompresor radi u očekivanim parametrima!) i
- povišavanje kvaliteta ulja.

Time se napred navedene nepovoljne pojave mogu znatno smanjiti pa čak i potpuno eliminisati. Uvek je preporuka da se koristi ono ulje koje je već bilo u instalaciji (po vrsti i viskoznosti), odnosno ulje koje je preporučio proizvođač opreme. Uzorkovanjem i potom analizom rashladnog ulja mogu se dobiti razne korisne informacije. Na primer, ako je na testu ulje bilo kiselo, znači da postoji zaostala vlaga u sistemu (kontrola vlage u sistemu može se vršiti i pomoću indikatora vlažnosti na nivokaznom staklu).



Slika 129: Razni testeri za kompresorsko ulje

Test pod pritiskom - test na nepropusnost

Detaljne informacije o testu pod pritiskom, vidove testa pod pritiskom i procedura izvođenja testa pod pritiskom prikazana je u poglavlju 6 u delu 6.7 ovog priručnika.

Kod servisiranja najčešće se radi test na nepropusnost dok se bezbednost sistema ispituje samo ako je toplotna pumpa bila dugo van upotrebe, pre nego što je ponovo stavimo u upotrebu.

Procedura testa pod pritiskom tokom instalacije toplotne pumpe je identična sa procedurom testa pod pritiskom tokom servisiranja toplotne pumpe.

Vakuumiranje sistema

Detaljne informacije o vakuumiranju toplotne pumpe, razlozi zašto je vakuumiranje bitno i zašto se mora obratiti pažnju na pravilno vakuumiranje toplotne pumpe prikazani su u poglavlju 6 u delu 6.8 ovog priručnika.

Procedura vakuumiranja tokom instalacije toplotne pumpe je identična sa vakuumiranjem tokom servisiranja toplotne pumpe.

Punjenje sistema rashladnim fluidom

Detaljne informacije o punjenju toplotne pumpe, načini punjenja toplotne pumpe prikazani su u poglavlju 6 u delu 6.9 ovog priručnika.

Procedura punjenja rashladnog fluida tokom instalacije toplotne pumpe je identična sa punjenjem toplotne pumpe nakon servisiranja toplotne pumpe.

Priprema izveštaja za izvršenu servisnu aktivnost

Nakon uspešno završenog servisiranja toplotne pumpe serviser treba pripremiti izveštaj o svom radu i ispitivanja koje je uradio. Zakonski propisana forma izveštaja ne postoji.

SRPS EN378-4:2020 (Sistemi za hlađenje i toplotne pumpe. Bezbednosni i ekološki zahtevi. Rad, održavanje, popravke i sakupljanje) daje informacije o radu, održavanju, popravke i sakupljanju rashladnog fluida.

Nakon uspešno izvršenog servisiranja toplotne pumpe serviser treba pripremiti izveštaj o svom radu i ispitivanja koje je uradio. Zakonski propisana forma izveštaja ne postoji.

Predlog pripreme izveštaja o servisiranju toplotne pumpe prikazan je ispod.

Tabela 42: Predlog izveštaja o servisiranju toplotne pumpe

IZVEŠTAJ O SERVISIRANJU TOPLOTNE PUMPE			
OSNOVNE INFORMACIJE O VLASNIKU TOPLOTNE PUMPE			
Naziv i adresa vlasnika toplotne pumpe			
Ime, telefon i e-mail adresa vlasnika toplotne pumpe			
Mesto instalacije (adresa)			
Dopunske informacije i komentari o vlasniku opreme:			
OSNOVNE INFORMACIJE O TOPLOTNOJ PUMPI			
Naziv i model toplotne pumpe			
Proizvođač toplotne pumpe			
Serijski broj toplotne pumpe			
Datum isporuke		Datum instalacije	
Naziv rashladnog fluida sadržan u toplotnoj pumpi			
Fabrička količina rashladnog fluida u toplotnoj pumpi u (kg)			
Tip kompresorskog ulja		Količina kompresorskog ulja (kg)	
Dopunske informacije i komentari o toplotnoj pumpi:			

PROVERA ISPRAVNOSTI TOPLOTNE PUMPE (DEFEKTAŽA)	
Opisati informacije i komentare povezane sa zapažanjima određenih neispravnosti toplotne pumpe i preporuke za njihovo otklanjanje:	
SERVISNE AKTIVNOSTI (SERVISIRANJE TOPLOTNE PUMPE)	
☐	Komponente toplotne pumpe
☐	Identifikacija rashladnog fluida
☐	Mere bezbednosti i procena rizika
☐	Provera curenja
☐	Prikupljanje rashladnog fluida iz toplotne pumpe
☐	Izvršena proba na pritisak na određene delove instalacije (strength pressure test)
☐	Izvršena proba pod pritiskom da bi se proverila nepropustnost sistema
☐	Vakuumiranje toplotne pumpe
☐	Punjenje toplotne pumpe rashladnim fluidom
☐	Merenje radnih parametara, puštanje u rad i priprema izveštaja o servisiranju toplotne pumpe

Komponente toplotne pumpe											
Tip kompresora	Hermetični		☐	Polu-hermetični		☐	Otvoreni tip		☐		
	klipni		☐	vijčani		☐	spiralni		☐	Drugi	
U slučaju da je odabrano "drugi" opisati tip kompresora:											
Tip kondenzatora	vazduh / vazduh		☐	vazduh / voda		☐	voda / voda		☐		
Tip kondenzatora	vazduh / vazduh		☐	vazduh / voda		☐	voda / voda		☐		
Termostatski ekspanzioni ventil			kapilara		☐	mehanički		☐	elektronski		☐
Filter-sušač	holendarska veza			☐	kućište i uložak			☐			
Risiver tečnosti	☐	DA	☐	NE	Usisni akumulator		☐	DA	☐	NE	
Servisni ventili visoko pritiska strana	☐	DA	☐	NE	Servisni ventili nisko pritiska strana		☐	DA	☐	NE	
Četvokraki ventil	☐	DA	☐	NE	Separator ulja		☐	DA	☐	NE	
Ostale komponente i komentar:											
Identifikacija rashladnog fluida											
Provera fabričke tablice toplotne pumpe, fabričke tablice određenih komponente sistema (kompresor, termoekepanzioni ventil i sl.)											☐
Merenjem pritiska rashladnog fluida kada toplotna pumpa ne radi, i proverom tablične vrednosti temperature zasićenja i ambijentalne temperature prostora na mestu instalacije toplotne pumpe											☐
Korišćenjem analizatora kojim se radi analiza rashladnog fluida											☐
Identifikovani rashladni fluid											
Komentar											

Mere bezbednosti i procena rizika						
Procenjen rizik:	Zapaljivost	☐	Toksičnost	☐	visok radni pritisak	☐
Opis preduzetih mera bezbednosti:						
Provera curenja						
☐	Direktna metoda			☐	Indirektna metoda	
☐	Korišćenje mešavine sapunice i pene			☐	Vizuelni i ručni pregled sistema/instalacije	
☐	Test curenja korišćenjem ultraviolettne boje i UV detektora curenja			☐	Merenje i analiza radnih parametara sistema/instalacije	
☐	Korišćenje elektronskih detektora za curenje			Broj otkrivenih tačka curenja		
Otkriveno curenje	☐	DA	☐	NE	Komentar (i opis lokacije curenja u slučaju da su curenja pronađena):	
Da li su curenja otklonjena	☐	DA	☐	NE		
Da li je pripremljen zapisnik na obrascu u skladu sa nacionalnom regulativom	☐	DA	☐	NE		
Prikupljanje rashladnog fluida iz toplotne pumpe						
Prikupljanje rashladnog fluida u parnoj fazi – parnom agregatnom stanju						☐
Prikupljanje rashladnog fluida u tečnoj fazi – tečnom agregatnom stanju						☐
"PUSH-PULL" metoda						☐

Tip rashladnog fluida				Ukoliko je rashladni fluid sakupljen u više cilindara upisati sakupljenu količinu za svaki cilindar pojedinačno:		
A. Težina servisnog cilindra pre početka sakupljanja (kg)						
B. Težina servisnog cilindra nakon sakupljanja (kg)						
Količina sakupljenog rashladnog fluida (kg) (B) – (A)						
Da li je ukupna količina sakupljena u jednom cilindru	☐	DA	☐	NE	Cilindar 1 (kg)	
					Cilindar 2 (kg)	
Ukoliko je rashladni fluid sakupljen u više cilindara upisati broj cilindara					Cilindar 3 (kg)	
					Cilindar 4 (kg)	
Komentar:					Cilindar 5 (kg)	
					Cilindar 6 (kg)	
					Cilindar 7 (kg)	
					Cilindar 8 (kg)	
					UKUPNO SAKUPLJENO:	
Izvršena proba na pritisak na određene delove instalacije (strength pressure test)						
Maksimalno dozvoljeni pritisak	nisko pritisna strana		visoko pritisna strana		Vreme trajanje testa (čas)	
Ispitni pritisak						
Komentar:					Gas kojim se ispituje	
Izvršena proba pod pritiskom da bi se proverila nepropusnost sistema						
Maksimalno dozvoljeni pritisak	nisko pritisna strana		visoko pritisna strana		Vreme trajanje testa (čas)	
Ispitni pritisak						
Komentar:					Gas kojim se ispituje	

Vakuumiranje sistema			
Željeni nivo vakuuma	nisko pritisna strana	visoko pritisna strana	Vreme trajanje vakuumiranja
Postignuti vakuum			Vreme pod vakuumom
Temperatura T ₁			
Temperatura T ₂			
Komentar:			
Punjenje i dopuna sistema			
Fabrička količina rashladnog fluida u toplotnoj pumpi u (kg)			
A. Količina napunjena sakupljenim rashladnim fluidom (kg)			
B. Količina napunjena novim rashladnim fluidom (kg)			
C. Dopuna rashladnim fluidom tokom merenja i podešavanja radnih parametara (kg)			
Ukupna napunjena količina rashladnog fluida nakon servisiranja (kg) = (A+B+C)			
Komentar i razlog dopune:			
Merenje radnih parametara i puštanje u rad			
☐	PROVERA RADA SPOLJAŠNJE JEDINICE		
☐	PROVERA RADA UNUTRAŠNJE JEDINICE		

Provera rada spoljašnje jedinice									
Vibracije na spoljašnjoj jedinici	☐	DA	☐	NE	Buka na spoljašnjoj jedinici	☐	DA	☐	NE
Glavno napajanje toplotne pumpe					Monofazno	☐	Trofazno		☐
REŽIM HLAĐENJA									
Izmeren napon na spoljašnjoj jedinici (V)					Izmerena struja koju kompresor(i) vuče/vuku (A)	Kompresor 1	L1	L2	L3
Izmereni napon je u skladu sa preporukama proizvođača opreme	☐	DA	☐	NE		Kompresor 2			
						Kompresor 3			
Izmerena struja je u skladu sa preporukama proizvođača opreme	☐	DA	☐	NE	Komentar i preporuke:				
Izmerena temperatura rashladnog fluida °C									
Izmereni pritisak rashladnog fluida (bar)									
REŽIM GREJANJA									
Izmeren napon na spoljašnjoj jedinici (V)					Izmerena struja koju kompresor(i) vuče/vuku (A)	Kompresor 1	L1	L2	L3
Izmereni napon je u skladu sa preporukama proizvođača opreme	☐	DA	☐	NE		Kompresor 2			
						Kompresor 3			
Izmerena struja je u skladu sa preporukama proizvođača opreme	☐	DA	☐	NE	Komentar i preporuke:				
Izmerena temperatura rashladnog fluida °C									
Izmereni pritisak rashladnog fluida (bar)									

Provera rada unutrašnje jedinice									
Ventilator unutrašnje jedinice radi na svim brzinama						☐	DA	☐	NE
Vibracije na unutrašnjoj jedinici	☐	DA	☐	NE	Buka na unutrašnjoj jedinici	☐	DA	☐	NE
Usmerivač vazduha radi u svim pozicijama i u režimu automatskog rada						☐	DA	☐	NE
Toplotna pumpa radi u svim predviđenim režima rada						☐	DA	☐	NE
Auto restart funkcija ispravna						☐	DA	☐	NE
Kondenzat se odvodi iz unutrašnje jedinice						☐	DA	☐	NE
Komentar i preporuke:									
OSNOVNE INFORMACIJE O FIRMI I SERVISERU KOJI JE RADIO SERVISIRANJE TOPLOTNE PUMPE									
Naziv i adresa firme koja je radila servisiranje toplotne pumpe									
Ime, telefon i e-mail adresa kontakt osobe u firmi koja je radila servisiranje toplotne pumpe									
Broj dozvole za rad izdata sa strane Ministarstva zaštite životne sredine									
Ime i prezime servisera toplotne pumpe									
Broj sertifikata servisera izdat sa strane Ministarstva zaštite životne sredine									
Potpis servisera						Datum			

9.1 Najčešći izazovi prilikom instalacije i servisiranja TP

Poslednjih godina toplotne pumpe su postale sve popularniji izvor za grejanje i hlađenje u domovima na teritoriji Srbije, jer su energetske efikasne i ekonomski isplativiji način grejanja, hlađenja i pripreme sanitarne tople vode.

Izrada termotehničkog projekta od strane ovlašćenog / licenciranog projektanta je pravilan i siguran način da se dobije funkcionalno i energetske efikasno rešenje za sistem grejanja i hlađenja toplotnom pumpom. Projektant ima kvalifikacije i znanje da uradi proračune i odredi potrebnu energiju (toplotno opterećenje / toplotni gubici i dobici) za grejanje i hlađenje, da uradi pravilan odabir toplotne pumpe i komponente čitavog sistema, da pripremi dokumentaciju i da smernice za instalaciju, korišćenje i održavanje čitavog sistema kako bi sistem bio funkcionalan i energetske efikasan.

Samom pripremom termotehničkog projekta, samo se stvaraju uslovi da krajnji korisnik dobije funkcionalno i energetske efikasno rešenje za grejanje i hlađenje toplotnom pumpom. Pravilna instalacija, pravilno i redovno održavanje i servisiranje toplotne pumpe omogućiće krajnjem korisniku pravilan i efikasan rad toplotne pumpe.

Instalacija toplotne pumpe zahteva detaljnu analizu projektne dokumentacije i smernice za instalaciju koje je projektant dao u samom projektu, a u slučaju da ne postoji projekat ili smernice za instalaciju u projektnom dokumentu, instalateri moraju uzeti u obzir više faktora i specifikacije sistema koje žele izgraditi, da bi toplotna pumpa radila pravilno i efikasno.

Instalateri toplotnih pumpi, tokom same instalacije nailaze na više izazova. Neki od izazova su slični bez obzira na tip toplotne pumpe, a neki izazovi zavise od tipa toplotne pumpe.

Najčešći izazovi tokom instalacije toplotne pumpe su:

- **Lokacija toplotne pumpe i poštovanje zahteva za propisana minimalna rastojanja od prepreke.**

Instalater sa jedne strane ima želju krajnjeg korisnika da toplotna pumpa bude "nevidljiva" i da ne zauzima previše prostora, ali sa druge strane instalater mora obavezno poštovati preporuke samog proizvođača opreme pre svega o minimalnim rastojanjima od okolne prepreke koje se nalaze u uputstvu za instalaciju toplotne pumpe. Pravilna lokacija spoljne i unutrašnje jedinice je neophodna za postizanje optimalne performanse. Mnogi problemi sa toplotnim pumpama, nepravilan rad i loš učinak su zbog loše lokacije spoljašnje jedinice i zbog nepoštovanja minimalnih rastojanja od okolnih prepreka datih od strane proizvođača opreme u uputstvu za instalaciju toplotne pumpe.

- **Dužina cevovoda, dimenzije cevovoda i način vođenja samih cevovoda.**

Minimalna i maksimalna dužina cevovoda kod najjednostavnijeg tipa toplotne pumpe vazduh – vazduh tipa "Single split system" (jedinačni razdvojeni sistem) je definisana od strane proizvođača opreme. Instalater mora poštovati minimalnu dužinu cevovoda propisanu od strane proizvođača opreme u uputstvu za instalaciju toplotne pumpe, koja najčešće iznosi 3 metra, bez obzira da li je rastojanje između spoljašnje i unutrašnje jedinice puno manje od ove dužine. Takođe, instalater mora poštovati i maksimalno dozvoljeno rastojanje kod ovog tipa toplotne pumpe, koje ne sme biti veće od propisanog, a i nadopuniti određenu količinu rashladnog fluida u slučaju kada je rastojanje veće od normalnog rastojanja (najčešće 5 metara), prema preporukama datim od strane proizvođača opreme u uputstvu za instalaciju, a koje se nekada nalaze i na fabričkoj tablici same spoljašnje jedinice.

Pored maksimalne dužine cevovoda i maksimalne visinske razlike propisane od strane proizvođača opreme kod toplotnih pumpi vazduh – vazduh tipa "Multi split system" (višestruki razdvojeni sistemi u kojima spadaju i VRV sistemi), dimenzije cevovoda su takođe jedan od izazova tokom instalacije. Dimenzija cevovoda je propisana i određena projektom i smanjenje dimenzije cevovoda nije dozvoljeno tokom instalacije. Pravilan i efikasni rad toplotne pumpe zavisi od brzine strujanja rashladnog fluida u određenim delovima instalacije i zato je potrebno poštovati dimenzije cevovoda propisane od strane projektanta.

Način vođenja cevovoda, naročito kod toplotnih pumpi vazduh – vazduh tipa "Single split system", "Multi split system" kako i kod kanalskih sistema, kod kojih postoji veća visinska razlika između spoljašnje i unutrašnjih jedinica takođe je jako bitan zbog povratka ulja u kompresor. Način vođenja cevovoda kada je visinska razlika veća od 4 metra je prikazana u projektnom dokumentu, a i sami proizvođači opreme daju preporuke o načinu vođenja cevovoda i izrade takozvane "uljne zamke" kod veće visinske razlike, kako bi se omogućio povratak ulja u kompresor u uputstvu za instalaciju toplotne pumpe.

- **Kvalitet i protok vode kod toplotnih pumpi vazduh – voda i voda – voda.**

Kvalitet vode u sistemu i protok vode kod toplotnih pumpi vazduh – voda i voda – voda je jako bitna karakteristika za pravilan i efikasni rad toplotne pumpe. Preporuke za kvalitet vode i sistema za pripremu vode kojom se sistem puni i dopunjuje, dati su u samom projektu. Kvalitet vode je propisan od strane proizvođača opreme u uputstvu za instalaciju toplotne pumpe. Protok vode kod izmenjivača toplote u režimu hlađenja i režimu grejanja propisan je od strane proizvođača opreme u uputstvu za instalaciju toplotne pumpe a često se može videti i na fabričkoj tablici toplotne pumpe.

- **Elektro instalacije (izvod za glavno napajanje, dimenzije kablova, osigurača i postavljanje glavnog prekidača napajanja)**

Elektro instalacije izvodi kvalifikovani električar. Elektro instalacije se izvode u skladu sa projektnom dokumentacijom i poštovanjem preporuke proizvođača opreme date u uputstvu od strane proizvođača opreme. Postavljanje glavnog prekidača kod toplotnih pumpi manjih kapaciteta naročito kod toplotnih pumpi koji se koriste u rezidencijalnim objektima je obaveza.

Instalacijom toplotne pumpe se ne završava rad na toplotnoj pumpi, njen radni životni ciklus tek počinje, a redovno servisiranje toplotne pumpe je jedan od bitnih faktora za duži, pravilniji i energetski efikasniji rad.

Pored instalatera, i serviseri toplotnih pumpi nailaze na različite izazove tokom servisiranja toplotnih pumpi.

Najčešći izazovi tokom servisiranja toplotne pumpe su:

- **Pristupačnost komponenti i delova instalacije toplotne pumpe**

Pristupačnost komponenti toplotne pumpe kod fabričkih izrađenih toplotnih pumpi je jedan od čestih izazova tokom servisiranja toplotne pumpe. Proizvođači opreme da bi smanjili veličinu same toplotne pumpe ne ostavljaju dovoljno prostora za promenu određenih komponenti jer se kod njih komponente montiraju određenim redosledom. Ovo znači da se promena određene komponente može odraditi samo deinstalacijom određenog dela instalacije, što zahteva vreme za samo servisiranje sa jedne strane, a i povećava mogućnost oštećenja i neke ispravne komponente, tokom deinstalacije i ponove instalacije sa druge strane.

- Pristupačnost određenih delova instalacije, pre svega cevovoda je takođe jedan od izazova jer se nakon instalacije određeni delovi instalacije, pre svega cevovodi, pokrivaju fiksnim preprekama pa je pristup ovim delovima veoma teška, odnosno zahteva puno građevinskih radova da bi se omogućio ponovo pristup instalaciji.

- **Dostupnost originalnih rezervnih delova, cena originalnih rezervnih delova i kvalitet odgovarajućih rezervnih delova**

Servisiranje toplotne pumpe i promene određenih komponenti podrazumeva promenu neispravne komponente sistema originalnom fabrički ugrađenom komponentom. Brzi razvoj komponente i modifikacije toplotnih pumpi doprinosi da se u prodaji nalaze noviji modeli i ugrađuju nove komponente. Pošto toplotne pumpe imaju dugi životni vek, jedan od izazova sa kojim se serviser susreće je dostupnost originalnih rezervnih delova za starije modele sa jedne strane, a drugi izazov je cena originalnih rezervnih delova. To dovodi do korišćenja raspoloživih odgovarajućih rezervnih delova na tržištu tokom serviranja toplotne pumpe, ali se mora obratiti pažnja na kvalitet ovih delova.

Dobra servisna praksa nalaže korišćenje originalnih rezervnih delova tokom servisiranja, a u slučajevima kada ne postoji dostupnost originalnih rezervnih delova, korišćenje preporučenih od strane proizvođača. Na ovaj način omogućuje se pravilni i efikasan rad toplotne pumpe.

9.2 Primeri dobre prakse

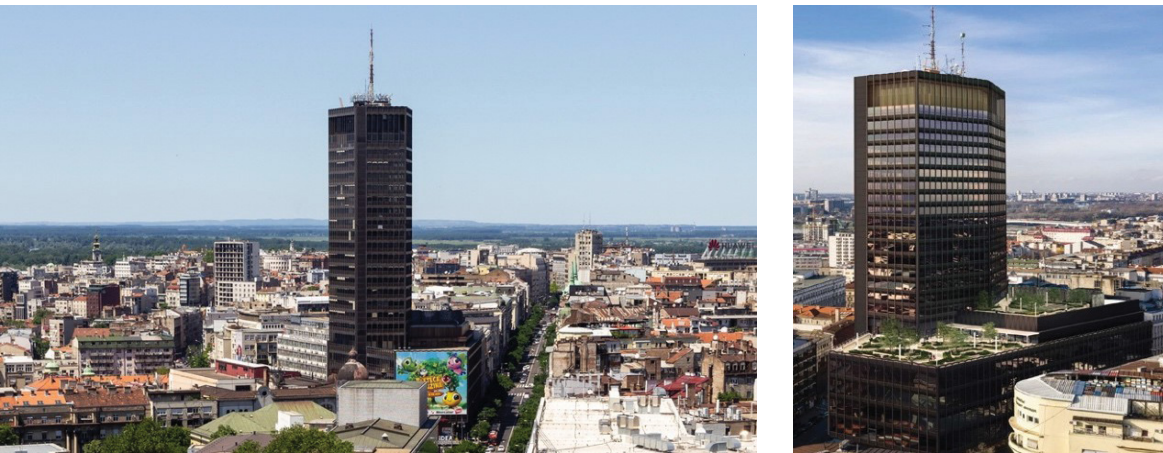
Naziv objekta	Meteorološka stanica NIDEC ELECTRIC MOTOR SERBIA
Površina objekta:	424 m²
Tip toplotne pumpe	Vazduh - voda
Kapacitet:	35 kW



Naziv objekta	Proizvodna hala NIDEC ELECTRIC MOTOR SERBIA
Površina objekta:	16000-18000 m²
Tip toplotne pumpe	Vazduh - vazduh
Kapacitet:	919 kW



Naziv objekta	MARERA PALATA BEOGRAD
Površina objekta:	19.727,00 m²
Tip toplotne pumpe	Vazduh - vazduh
Kapacitet:	1556 kW



Naziv objekta	
Tip toplotne pumpe	Vazduh - voda
Kapacitet:	16 kW



Naziv objekta	STAMBENA ZGRADA
Broj stanova:	38 stanova
Tip toplotne pumpe	Vazduh - voda
Kapacitet:	8 kW



LISTA TABELA

Tabela 1: Prodaja toplotnih pumpi i broj toplotnih pumpi u upotrebi prema podacima iz 21 zemlje iz Evrope

Tabela 2: Obaveze operatera i servisera rashladnih, klimatizacionih uređaja i toplotnih pumpi prema uredbi EU 517/2014

Tabela 3: Zabrane za stavljanje u promet rashladne, klimatizacione opreme i toplotne pumpe u skladu sa Aneksom 3 uredbe EU 517/2014

Tabela 4: Zabrane za stavljanje u promet klimatizacione opreme i toplotne pumpe u skladu sa novom F-gas regulativom EU 2024/573

Tabela 5: Glavne komponente vazdušnih toplotnih pumpi

Tabela 6: Kontrolna lista za dizajn sistema toplotne pumpe

Tabela 7: Nedostaci lošeg izbora toplotne pumpe

Tabela 8: Kontrolna lista za određivanje potrebe za grejanje / hlađenje

Tabela 9: Spoljašnje projektne zimske temperature u skladu sa pravilnikom o energetske efikasnosti zgrada ("Službeni glasnik RS" broj 61 od 19. avgusta 2011. – tabela 3.3.4.1)

Tabela 10: Broj stepen dana za grejanje HDD i srednja temperatura grejnog perioda $\theta_{H,min}$ za mesta u Republici Srbiji (Pravilnik o energetske efikasnosti zgrada "Službeni glasnik RS" broj 61 od 19. avgusta 2011. – tabela 6.3)

Tabela 11: Unutrašnje projektne temperature u stambenim zgradama

Tabela 12: Unutrašnje projektne temperature u poslovnim prostorijama

Tabela 13: Unutrašnje projektne temperature u bolnicima, klinikama, ambulantama

Tabela 14: Unutrašnje projektne temperature u apotekama

Tabela 15: Unutrašnje projektne temperature u restoranima

Tabela 16: Unutrašnje projektne temperature u pozorištima i bioskopima

Tabela 17: Unutrašnje projektne temperature u hotelima, internatima, domovima

Tabela 18: Unutrašnje projektne temperature u zatvorenim bazenima i sportskim dvoranama

Tabela 19: Unutrašnje projektne temperature u objektima javne namene

Tabela 20: Primer pregleda toplotnog opterećenja kod postojećeg objekta

Tabela 21: Usvojene vrednosti specifičnog toplotnog opterećenja grejanja za stambene objekte q (W/m^2)

Tabela 22: Usvojene vrednosti specifičnog toplotnog opterećenja grejanja za javne i poslovne objekte q (W/m^2)

Tabela 23: Primer performanse toplotne pumpe u zavisnosti od spoljašnje temperature

Tabela 24: Preporučene brzine rashladnog fluida u cevovodu

Tabela 25: Kontrolna lista pre instalacije

Tabela 26: Dimenzije mekih cevi u koturu po ASTM i DIN standardima

Tabela 27: Dimenzije tvrdih cevi po ASTM i DIN standardima

Tabela 28: Preporučena maksimalna rastojanja za oslonce bakarnih cevi

Tabela 29: Moment pritezanja navrtke

Tabela 30: Žice za lemljenje kod rashladnih i klimatizacionih sistema

Tabela 31: Vrednosti ambijentalne temperature i odgovarajućih maksimuma u zavisnosti od sistema

Tabela 32: Vrednosti pritiska za aktiviranje zaštite na sistemu

Tabela 33: Test pod pritiskom i PS

Tabela 34: Temperatura ključanja vode u zavisnosti od pritiska

Tabela 35: Željeni nivo vakuuma u različitim jedinicama mere

Tabela 36: Predlog izveštaja o instalaciji toplotne pumpe

Tabela 37: Predlog kontrolne liste pre puštanja u rad toplotne pumpe vazduh – vazduh

Tabela 38: Predlog kontrolne liste za proveru elektro instalacije pre puštanja u rad toplotne pumpe vazduh – vazduh

Tabela 39: Izveštaj o puštanju u rad toplotne pumpe vazduh – vazduh

Tabela 40: Primer kontrolne liste za redovno održavanje toplotne pumpe vazduh – vazduh

Tabela 41: Izgled obrasca 10 o proveru ispuštanja u skladu sa Uredbom o fluorovanim gasovima („Službeni glasnik”, br. 120/13), odnosno obrasca 14 iz Uredbe o supstancama koje oštećuju ozonski omotač („Službeni glasnik”, br. 114/13)

Tabela 42: Predlog izveštaja o servisiranju toplotne pumpe

LISTA SLIKA

Slika 1: Podela toplotnih pumpi

Slika 2: Toplotna pumpa vazduh – voda i toplotna pumpa voda – voda

Slika 3: Prodaja toplotnih pumpi prema tipu toplotne pumpe

Slika 4: Primeri oznake na uređaju

Slika 5: Grupni standard SRPS EN 378 i četiri dela standarda

Slika 6: Grupni standard SRPS EN 14511 i četiri dela standarda

Slika 7: Jedinačni razdvojeni sistem – toplotna pumpa vazduh – vazduh

Slika 8: Višestruki razdvojeni sistem – toplotna pumpa vazduh – vazduh

Slika 9: Kanalski sistem – toplotna pumpa vazduh – vazduh

Slika 10: Toplotna pumpa vazduh/voda – kompaktna izvedba

Slika 11: Toplotna pumpa vazduh/voda za pripremu sanitarne tople potrošne vode

Slika 12: Klasični rashladni sistem

Slika 13: Princip rada toplotne pumpe u režimu grejanja

Slika 14: Princip rada toplotne pumpe u režimu hlađenja

Slika 15: Toplota dobijena od okoline i rad uložen u procesu kompresije

Slika 16: Nalepnica sa energetsom ocenom

Slika 17: Promena efikasnosti toplotne pumpe u zavisnosti od spoljašnje temperature

Slika 18: Način cirkulacije vazduha kod zidne podplafonske jedinice

Slika 19: Način cirkulacije vazduha kod plafonske jedinice

Slika 20: Način cirkulacije vazduha kod podno konzolne unutrašnje jedinica

Slika 21: Minimalna rastojanja za montažu spoljašnje jedinice

Slika 22: Minimalna rastojanja za montažu visoko postavljenu zidnu unutrašnju jedinicu

Slika 23: Uljne zamke za povrat ulja u kompresor

Slika 24: Lična zaštitna sredstva

Slika 25: Znaci opasnosti postavljeni na samoj opremi

Slika 26: Procena rizika na zapaljivost, toksičnost i visoke radne pritiske

Slika 27: Korišćeni alati pri instalaciji i servisiranju toplotnih pumpi

Slika 28: Instalacija spoljašnje jedinice na betonskoj podlozi

Slika 29: Instalacija spoljašnje jedinice na nosačima pričvršćeni za zid

Slika 30: Instalacija spoljašnje jedinice na krov koji može prihvatiti opterećenja

Slika 31: Instalacija noseće ploče unutrašnje jedinice

Slika 32: Bušenje otvora za prolazak bakarnih cevi, crevo za odvod kondenzata i elektro kablove

Slika 33: Postavljanje PVC cevi u izbušenom otvoru

Slika 34: Pravilno i nepravilno razmotavanje kotura bakarne cevi i mesto za sečenje

Slika 35: Alat za kalibraciju cevi

Slika 36: Sekači za bakarne cevi

Slika 37: Poprečni presek bakarne cevi pri sečenju testerom sa ramom sa različitim brojem zuba

Slika 38: Sekač za bakarne cevi sa osnovnim elementima

Slika 39: Izgled presečenog kraja pri sečenju rezačem za bakar i pri sečenju testerom (desno)

Slika 40: Različite vrste alata za čišćenje

Slika 41: Pogled na cev nakon uklanjanja krajeva

Slika 42: Ne koristiti vazduh za produvavanje niti ulje za podmazivanje

Slika 43: Mehaničko savijanje cevi i prikaz rashladnog agregata sa mašinski savijenim cevima

Slika 44: Kritične tačke pri savijanju i stanjenje prečnika na krivini

Slika 45: Alati za ručno savijanje cevi

Slika 46: Opruge za ručno savijanje cevi

Slika 47: Proširivanje bakarnih cevi

Slika 48: Alat za proširivanje bakarnih cevi

Slika 49: Delovi hidrauličnog alata za proširivanje bakarnih cevi

Slika 50: Izgled navojnog spoja

Slika 51: Postavljanje cevi u držač alata

Slika 52: Naleganje konusa alata

Slika 53: Alati za izradu konusa alata

Slika 54: Pravilno i nepravilno izrađeni konusi za holenderske spojeve

Slika 55: Karakteristične dimenzije pravilno izvedenog konusa

Slika 56: Razne vrste fitinga

Slika 57: Izbor spojnice

Slika 58: Spojnice tipa 00 i 50

Slika 59: Zaptivni fluid

Slika 60: Stabilizacioni umetak

Slika 61: Alat za izradu presovanih spojeva

Slika 62: Izrada presovanih spojeva

Slika 63: Neke vrste spojnice za posebne namene

Slika 64: Žice za lemljenje

Slika 65: Pasta za tvrdi lem

Slika 66: Abrazivna krpica

Slika 67: Koraci 1 do 3 za postupak lemljenja

Slika 68: Nanošenje paste (fluksa) i zagrevanje spoja brenerom

Slika 69: Pravilno grejanje spoja

Slika 70: Nepravilno grejanje spoja

Slika 71: Pogled na cevi spojene tvrdim lemovima, bez i sa upotrebom azota tokom procesa

Slika 72: Boce za lemljenje i propratna oprema

Slika 73: Podešavanje brenera smanjenjem plamena

Slika 74: Zatvaranje bakarnih cevi na objektu koji se nalazi u fazi izgradnje

Slika 75: Instalacija unutrašnje jedinice

Slika 76: Postavljanje unutrašnje jedinice na držaču i povezivanje cevovoda

Slika 77: Postavljanje kanale za zaštitu cevovoda

Slika 78: Povezivanje spoljašnje jedinice – priprema konusa (rastavljive veze)

Slika 79: Povezivanje spoljašnje jedinice

Slika 80: Oznaka maksimalnog dozvoljenog pritiska na fabričkoj ploči

Slika 81: Boca sa azotom za ispitivanje pod pritiskom

Slika 82: Test na nepropusnost

Slika 83: Vakuumiranje toplotne pumpe

Slika 84: Elektronski (levo) i mehanički (desno) vakuummetar

Slika 85: Promena vakuuma u instalaciji tokom vremena

Slika 86: Punjenje rashladnog fluida u tečnoj fazi

Slika 87: Vaga za merenje pri punjenju sistema

Slika 88: Punjenje toplotne pumpe kod sistema gde je spoljašnja jedinica fabrički napunjena

Slika 89: Zatvaranje poklopca na servisnim ventilima

Slika 90: Informacije o električnim kapacitetima i napajanju na fabričkoj tablici

Slika 91: Povezivanje spoljašnje jedinice

Slika 92: Priprema i povezivanje glavnog prekidača toplotne pumpe

Slika 93: Povezivanje unutrašnje jedinice

Slika 94: Puštanje toplotne pumpe u probni rad

Slika 95: Merenje temperature

Slika 96: Provera funkcije na unutrašnjoj jedinici

Slika 97: Sistem u funkciji

Slika 98: Toplotna pumpa vazduh-voda

Slika 99: Principijelna šema povezivanja razdvojene (split) toplotne pumpe vazduh-voda

Slika 100: Analizator sastava freona i primer dva štampana izveštaja

Slika 101: Korodirani ventil na usisu kompresora

Slika 102: Curenja na servisnom igličastom ventilu

Slika 103: Curenja na holenderskom spoju

Slika 104: Curenja na mehaničkim spojkama

Slika 105: Curenja na sigurnosnim ventilima ili drugim odušnim elementima

Slika 106: Curenje na zaptivci na vratilu otvorenih kompresora

Slika 107: Curenje na uklopnom spoju – fittingu – priključku

Slika 108: Curenje kod kondenzatora

Slika 109: Curenja na kolenima kondenzatora i isparivača

Slika 110: Curenja na sigurnosnim elementima sistema

Slika 111: Curenja kod kapilarnih elemenata sistema

Slika 112: Curenja na zaptivnim elementima komponenti sistema

Slika 113: Test curenja ultravioletnom bojom i lampom

Slika 114: Provera zaptivenosti instalacije sapunicom

Slika 115: Izgled instrumenta infracrveni elektronski detektor curenja, njegova kalibracija i detekcija na rashladnom sistemu

Slika 116: Servisni cilindri za sakupljanje rashladnih fluida

Slika 117: Širenje rashladnog fluida unutar servisnog cilindra usled porasta temperature

Slika 118: Cilindar za sakupljanje sa zaštitom od prepunjavanja i njegovo povezivanje

Slika 119: Šematski prikaz uređaja za sakupljanje sa zaštitom od hidrauličkog udara

Slika 120: Uređaj za sakupljanje CFC, HCFC i HFC rashladnih fluida

Slika 121: Servisna creva i priključci

Slika 122: Set sa mehaničkim manometrima

Slika 123: Elektronska manometarska grupa

Slika 124: Vaga za merenje pri sakupljanju i punjenje toplotne pumpe rashladnim fluidom

Slika 125: Etiketa za popunjavanje na cilindru

Slika 126: Prikupljanje rashladnog fluida u parnom agregatnom stanju

Slika 127: Prikupljanje rashladnog fluida u tečnom agregatnom stanju

Slika 128: Metoda izvlačenja "Push-Pull"

Slika 129: Razni testeri za kompresorsko ulje

SPISAK SRPSKIH I EVROPSKIH REGULATIVA

1. Uredba EU 517/2014

2. Uredba EU 2024/573

3. Implementaciona Uredba EU 2015/2067

4. Direktiva o mašinama 2006/42/ES

5. Direktiva 2014/68/EU za Opremu pod pritiskom

6. Direktiva 2014/35/EU za električnu opremu za upotrebu u određenim granicama napona

7. Direktiva o elektromagnetnoj kompatibilnosti (EMC).2014/30/EU

8. Direktiva 2014/34/EU za opremu i zaštitne sisteme namenjene za upotrebu u potencijalno eksplozivnim atmosferama

9. Zakon o ratifikaciji Bečke konvencije o zaštiti ozonskog omotača, sa priložima I i II ("Službeni list SFRJ – Međunarodni ugovori", br. 1/90)

10. Zakon o ratifikaciji Montrealskog protokola o supstancama koje oštećuju ozonski omotač („Službeni list SFRJ – Međunarodni ugovori", br. 16/90 i „Službeni list SCG – Međunarodni ugovori", br. 24/2004 – državni zakon)

11. Zakon o ratifikaciji amandmana na Montrealski protokol (London – 1990, Kopenhagen – 1992, Montreal – 1997 i Peking – 1999) o supstancama koje oštećuju ozonski omotač („Službeni list SCG – Međunarodni ugovori”, br. 24/2004“)
12. Zakon o zaštiti vazduha („Službeni glasnik RS”, br. 36/2009, br.10 od 30. januara 2013, 26 od 23. marta 2021 - dr. zakon)
13. Uredba o postupanju sa supstancama koje oštećuju ozonski omotač i zabrani uvoza opreme i CFC fluida i ograničenju dozvola za uvoz HCFC opreme i rashladnih fluida („Sl. glasnik RS” br. 114 od 23. decembra 2013, 23 od 23. marta 2018, 44 od 8. juna 2018 - dr. zakon, 95 od 8. decembra 2018 - dr. zakon)
14. Uredba o postupanju sa fluorovanim gasovima sa efektom staklene bašte iz 2013. godine, kao i o uslovima za izdavanje dozvola za uvoz i izvoz tih gasova („Službeni glasnik RS”, br. 120 od 31. decembra 2013, 44 od 8. juna 2018 - dr. zakon)
15. Uredba o sertifikaciji lica koja obavljaju određene delatnosti u vezi sa supstancama koje oštećuju ozonski omotač i određenim fluorovanim gasovima sa efektom staklene bašte („Službeni glasnik RS”, br. 24/16)
16. Pravilnik o bezbednosti mašina („Službeni glasnik RS”, br. 58 od 22. juna 2016, 21 od 6. marta 2020.)
17. Pravilnik o opremi pod pritiskom („Službeni glasnik RS”, broj 114 od 30. novembra 2021.)
18. Pravilnik o pregledu opreme pod pritiskom tokom veka upotrebe („Službeni glasnik RS”, br. 114 od 30. novembra 2021, 63 od 28. jula 2023.)
19. Pravilnikom o električnoj opremi namenjenoj za upotrebu u okviru određenih granica napona (LVD) („Službeni glasnik RS”, br. 25/16 i 21/20.)
20. Pravilnik o elektromagnetskoj kompatibilnosti (EMC) („Službeni glasnik RS”, broj 25/16 i 21/20)
21. Pravilnik o opremi i zaštitnim sistemima namenjenim za upotrebu u potencijalno eksplozivnim atmosferama („Službeni glasnik RS”, br. 10 od 14. februara 2017, 21 od 6. marta 2020.)
22. Zakonom o hemikalijama („Službeni glasnik RS”, br. 36 od 15. maja 2009, 88 od 23. novembra 2010, 92 od 7. decembra 2011, 93 od 28. septembra 2012, 25 od 13. marta 2015.)
23. Pravilnikom o sadržaju bezbednosnog („Službeni glasnik RS”, broj 11 od 14. februara 2024)

Hronološki pregled nacionalnog zakonodavstva:

1990. – Zakon o ratifikaciji Bečke konvencije o zaštiti ozonskog omotača, sa priložima I i II („Službeni list SFRJ – Međunarodni ugovori”, br. 1/90);
1990. – Zakon o ratifikaciji Montrealskog protokola o supstancama koje oštećuju ozonski omotač („Službeni list SFRJ – Međunarodni ugovori”, br. 16/90 i „Službeni list SCG – Međunarodni ugovori”, br. 24/2004 – državni zakon);
2001. – SCG je prijemom u UN nasledila pravni subjektivitet i izjave u vezi sa međunarodnim ugovorima SFRJ;
2004. – Zakon o ratifikaciji amandmana na Montrealski protokol (London – 1990, Kopenhagen – 1992, Montreal – 1997 i Peking – 1999) o supstancama koje oštećuju ozonski omotač („Službeni list SCG – Međunarodni ugovori”, br. 24/2004“);
2006. – po raspadu SCG, Srbija je nasledila subjektivitet SCG, pa i članstvo u međunarodnim ugovorima na snazi, shodno čl. 60 Povelje Državne zajednice SCG;
2009. – Zakon o zaštiti vazduha („Službeni glasnik RS”, br. 36/2009, br.10 od 30. januara 2013, 26 od 23. marta 2021 - dr. zakon);
2013. – usvojena je Uredba o postupanju sa supstancama koje oštećuju ozonski omotač i zabrani uvoza opreme i CFC fluida i ograničenju dozvola za uvoz HCFC opreme i rashladnih fluida („Sl. glasnik RS” br. 114 od 23. decembra 2013, 23 od 23. marta 2018, 44 od 8. juna 2018 - dr. zakon, 95 od 8. decembra 2018 - dr. zakon);
2013. – Uredba o postupanju sa fluorovanim gasovima sa efektom staklene bašte, („Sl. glasnik RS” br. 120 od 31. decembra 2013, 44 od 8. juna 2018 - dr. zakon) sa dozvolama za praćenje uvoza HFC opreme, supstanci i smeša;
2015. – Pariski sporazum - Srbija je dobrovoljno prihvatila ograničenje o smanjenju količine gasova sa efektom staklene bašte od 18% do 2020. u odnosu na nivo iz 1990. godine;
2016. – usvojena je Uredba o sertifikaciji lica koja obavljaju određene delatnosti („Sl. glasnik RS” br. 24/2016);
2018. – zabrana uvoza u R. Srbiju opreme koja sadrži ili se oslanja na HCFC supstance, kao na primer freon R22 i drugi („Sl. glasnik RS” br. 23/2018).

Uredba o postupanju sa supstancama koje oštećuju ozonski omotač i zabrani uvoza opreme i CFC fluida i ograničenju dozvola za uvoz HCFC opreme i rashladnih fluida („Sl. glasnik RS” br. 114/2013) i Uredbi o postupanju sa fluorovanim gasovima sa efektom staklene bašte iz 2013. godine, kao i o uslovima za izdavanje dozvola za uvoz i izvoz tih gasova („Službeni glasnik”, br. 120/13), obe donesene u 2013. godini propisuju iste obaveze u odnosu na stacionarne uređaje i opremu za rashladu, klimatizaciju i toplotne pumpe. Razlika je samo da li stacionarni uređaji i oprema sadrže supstance koje oštećuju ozonski omotač ili fluorovane gasove sa efektom staklene bašte. Uzimajući u obzir da je od aprila 2018. godine uvedena zabrana za uvoz opreme koja sadrži ili se oslanja na HCFC supstance, kao na primer freon R22 i drugi („Sl. glasnik RS” br. 23/2018), u ovom priručniku su detaljnije prikazane obaveze koje proizlaze iz uredbe o postupanju sa fluorovanim gasovima sa efektom staklene bašte iz 2013. godine, kao i o uslovima za izdavanje dozvola za uvoz i izvoz tih gasova.

KORIŠĆENA LITERATURA

1. European Heat Pump Market and Statistics Report 2023 – European Heat Pump Association
2. Good practice guide: Heat pump installation – EECA New Zealand
3. Priručnik za servisere rashladnih i klima uređaja – Ministarstvo zaštite životne sredine Republike Srbije / Zaštita vazduha i ozonskog omotača
4. Dobra servisna prakтика vo sistemite za ladeње i klimatizacija - Ministerstvo za životna sredina i prostorno planiranje / Kancelarija za zaštita na ozonskata obvivka
5. Mali termo tehnički priručnik – Savez mašinskih i elektrotehničkih inženjera i tehničara Srbije (SMEITS)
6. Studija o mogućnosti primene toplotnih pumpi na teritoriji AP Vojvodine, kako za individualne i komercijalne objekte pojedinačno, tako i za daljinske sisteme grejanja po ugledu na EU a u skladu sa aktuelnom direktivom – Fakultet tehničkih nauka Novi Sad / Pokrajinski Sekretarijat za energetiku i mineralne sirovine Novi Sad
7. Bundesfachschule Kälte Klima Technick, lectures
8. SRPS EN 378:2016 – delovi 1, 2, 3 i 4
9. ASHRAE Refrigeration handbook 2022 – ASHRAE
10. GIZ Good practices in installation and servicing of room AC 2013



Немачка сарадња

DEUTSCHE ZUSAMMENARBEIT

Sprovedeno od strane:

giz Deutsche Gesellschaft
für Internationale
Zusammenarbeit (GIZ) GmbH



Република Србија

Министарство
рударства и
енергетике



ENERGYNET

U krugu dobre energije

ENERGYNET  **AKADEMIJA**