

# Rekonstrukcija rashladnog postrojenja za lednu pistu i klima uređaje u kulturno-sportskom centru „Skenderija“ u Sarajevu

Drago Momčinović\*

Četrnaestog decembra 1973. godine je objekat kulturno-sportskog centra »Skenderija« u Sarajevu zahvaćen katastrofalnim požarom, čije posljedice, uprkos velikih napora i materijalnih izdataka, ni do danas nisu u cijelosti otklonjene. Kao što je vjerovatno većini čitalaca poznato, ovaj kompleks se sastoji od tri grupe objekata različite namjene, ali arhitektonski ukomponovane u jednu funkcionalnu cjelinu. Ove grupe su:

- Velika dvorana sa foajeima, uz koju se nalaze manje dvorane namjenjene za male sportove, atletiku i sl., te prostori za izložbe, tehnički servisi i press-centar.
- Omladinski dom, u kojem se pored velike sale za priredbe i manjeg amfiteatra nalazi mnoštvo prostora namjenjenih kulturno-obrazovnom radu omladine.
- Trgovački centar, smješten ispod centralnog trga u kojem se nalazi veliki broj različitih trgovina, ekskluzivni restoran te razni za-natski servisi itd.

Sve tri grupe predstavljaju energetska i pogonsku cjelinu sa centralnim kotlovskim postrojenjem, trafo-stanicama, pomoćnim dizel-elektrogeneratorima, telefonskom centralom, te zajedničkim rashladnim postrojenjem.

U podu velike dvorane koja je univerzalne namjene je izveden rashladni registar dimenzija 60x30 m, pomoću kojega se može praviti ledna pista prikladna kako za hokej na ledu, tako i za razne priredbe i natjecanja na ledu, te za rekreaciono klizanje građanstva. Programski je prije

izrade glavnih projekata utvrđeno da će dvorane biti relativno kratko vrijeme korištene za klizanje na ledu i to pretežno zimi, a samo izuzetno i kratkotrajno ljeti.

Pošto su svi skupni prostori u objektu klimatizirani, to se logično nametnulo rješenje po kojem bi zajedničko rashladno postrojenje opsluživalo kako lednu pistu, tako i klima uređaje u svim objektima kompleksa. Zbir svih učina hladnjaka u klima uređajima iznosi 2 440 000 kcal/h. Analizom vremenskog toka toplinskih opterećenja utvrđeno je da vršni rashladni teret u ljetnjem danu uz maksimalnu zaposjednutost skupnih prostora može da iznosi cca 1 200 000 kcal/h, tj. koeficijent istovremenosti opterećenja je 0,50, što je kasnije u pogonu potvrđeno kao zadovoljavajuće.

Kod rada ledne piste utvrđen je potreban rashladni učin od max. 400 000 kcal/h, kod temperature mokrog termometra od +13,5°C i service faktor od 7,5, što odgovara hokeju na ledu ili revijama sa velikim brojem izvođača. Prosječna temperatura leda je pri ovome -3°C do -4°C, a temp. rashladnog medija cca -7°C. Uz temperaturu isparavanja u hladnjacima vode za potrebe klimatizacije od +2°C, ekvivalentni rashladni učin rashladnih mašina bi iznosio cca 620 000 kcal/h. Iz prednjega je vidljivo da rashladno postrojenje, dimenzionisano za potrebe klimatizacije, može bez daljnjega da zadovolji zahtjeve ledne piste i da pri tom ostane na raspolaganju rashladnog učina od cca 600 000 kcal/h.

Detaljnije analize su pokazale da je ovo dovoljno za eventualno hlađenje hale sa pomoćnim

prostorima u ljetnjem periodu istovremeno sa pogonom ledne piste, što se može dogoditi u vrijeme ljetnjih revija na ledu. Pri ovome se može dogoditi da neki od klima uređaja u drugim prostorima bude prikraćen u rashladnom učinku. Međutim, vjerovatnost da će se pojaviti potreba za punim rashladnim učinkom u nekom od klima uređaja istovremeno sa radom ledne piste, praktično je ravna nuli, što je i potvrđeno kasnije u toku četvorogodišnje eksploatacije.

U vrijeme izrade projekta (u početku 1968. godine) usvojena i rasprostranjena praksa u Evropi, kod gradnje umjetnih klizališta, je bila primjena registara sa direktnim isparavanjem u lednoj pisti i amonijaka kao rashladnog medija. Istina, već u to vrijeme su građena neka postrojenja ili sa freonima kao rashladnim medijem, ili sa indirektnim hlađenjem pomoću rasoline u sekundarnom krugu i amonijakom odnosno R22 u primarnom krugu. Najniža cijena kao i najniži pogonski troškovi i nerješeni problemi intenzivne korozije kod primjene rasoline su međutim najčešće bili osnovni argumenti pri usvajanju postrojenja sa direktnim isparavanjem NH<sub>3</sub>, što je bilo i pri usvajanju sistema u »Skenderiji«.

Na sl. 1. je dat shematski prikaz prvobitno izvedenog rashladnog postrojenja. Predviđena su tri klipna amonijačna kompresora tipa AF 41 (1), proizvod firme *Linde*, svaki kapaciteta 420 000 kcal/h kod temp. isparavanja od +2°C, odnosno 270 000 kcal/h kod  $t_i = -7°C$ , pri temp. kondenzacije  $t_k = +35°C$ . Kondenzatori (3) su hlađeni vodom u recirkulaciji preko rashladnih tornjeva. Iz kondenzatora tečni

\* Drago Momčinović, dipl. ing., Medicinski univerzitetski centar — Direkcija za izgradnju klinika, Sarajevo, Moše Pijade 4a.

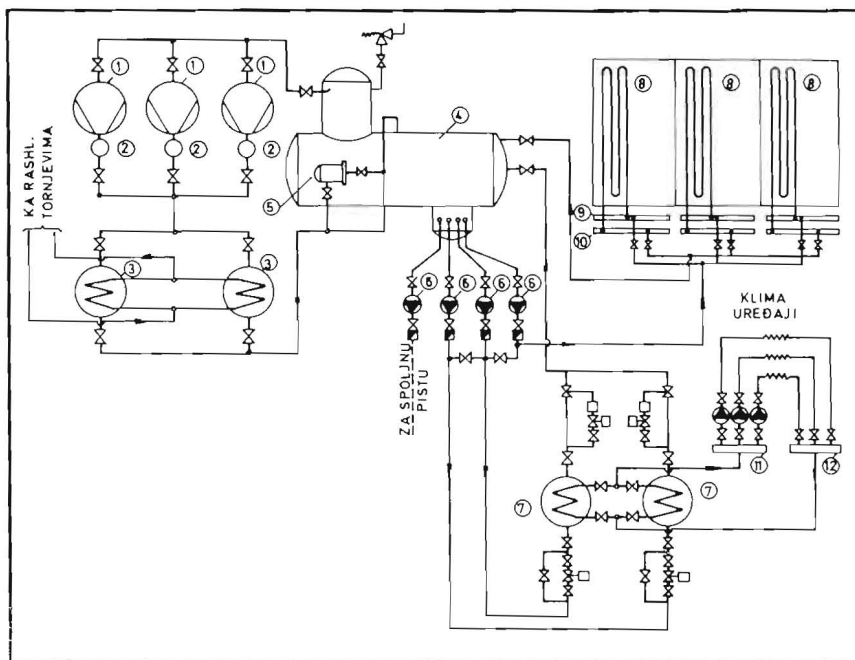
amonijak odlazi preko regulatora nivoa (5) do niskopritisnog spremnika (4), gdje ekspandira na odgovarajući pritisak. Zapremina spremnika je 7,0 m<sup>3</sup> i dimenzionisan je tako da može da preuzme normalne pogonske fluktuacije, kao i da se može evakuirati kompletan amonijak iz piste i cjevovoda.

Spremnik istovremeno služi kao separator tečnog i gasovitog amonijaka. Ohlađeni tečni amonijak se dalje transportira pomoću specijalnih cirkulacionih pumpi (6) do cjevnih registara ledne piste (8) odnosno hladnjaka vode (7) za potrebe klima uređaja.

Kao što je vidljivo iz sheme, uređaj je kombinovan (pista + klima) i omogućuje trovrstan pogon i to:

- a) Radi samo ledna pista. U ovom slučaju su dva kompresora u pogonu, a treći služi kao rezerva. Normalno za održavanje leda dostaje jedan kompresor, a drugi radi samo u periodu zaleđivanja.
- b) Radi dio ledne piste i dio klima uređaja. Ova situacija
- c) Rade samo klima uređaji. U ovome slučaju sva tri

**Sl. 1. Shema prvobito izvedenog rashladnog postrojenja sa direktnim isparavanjem NH<sub>3</sub> u cjevnim registrima ledne piste; 1 — amonijačni klipni kompresori AF 41; 2 — odvajači ulja; 3 — vodom hlađeni kondenzatori; 4 — niksopritisni spremnik zapremine 7,0 m<sup>3</sup>; 5 — regulator nivoa NH<sub>3</sub>; 6 — cirkulacione pumpe za NH<sub>3</sub>; 7 — hladnjaci vode za potrebe klima uređaja; 8 — sekcije ledne piste; 9 — razdjelivači tečnog NH<sub>3</sub> na pisti No. 100; 10 — sakupljači gasovitog NH<sub>3</sub> na pisti No. 125; 11 — razdjeljivač ohlađene vode za klima uređaje; 12 — sakupljač ohlađene vode za klima uređaje.**



se pojavljuje kod ljetnih revizija na ledu. Pošto sva tri kompresora odsisavaju iz zajedničkog spremnika (4), to sva tri moraju raditi na istom režimu od  $t_i = -7^{\circ}\text{C}$ , pa im je ukupan učin  $3 \times 270\,000 = 810\,000$  kcal/h. Ovo normalno zadovoljava, pošto kod ovakvih priredbi je normalno u pogonu samo 1/3 ledne piste što je omogućeno podjelom cjevnog registra u tri sekcije, pa sama pista zahtijeva cca 130 000 kcal/h.

Da bi se kod ovoga režima rada eliminisala opasnost od zaleđivanja vode u hladnjacima, na sisnim amonijačnim vodovima iz hladnjaka su predviđeni regulatori pritiska koji održavaju povećani pritisak isparavanja koji odgovara temp. isparavanja od  $+2^{\circ}\text{C}$  ( $p = 4,85$  ata.). Povećanje pritiska između spremnika i hladnjaka vode od cca 2,0 k<sub>g</sub>/cm<sup>2</sup> se postiže pumpama (6).

kompresora rade na povećanom pritisku u usisu, koji odgovara temp. isparavanja od  $+2^{\circ}\text{C}$  i pri tom im je ukupni rashladni učin  $3 \times 420\,000 = 1\,260\,000$  kcal/h. Iz ovoga se vidi i da je kapacitet hladnjaka vode po cca 630 000 kcal/h.

Iz ovoga normalno proizilazi da su elektromotori kompresora predimenzionisani za slučaj rada po režimu rada »a« i »b«, pošto su oni morali biti dimenzionirani za slučaj »c«, kada je opterećenje kompresora najveće. Za ovo opterećenje su dimenzionisani i rashladni tornjevi te kompletan cirkulacioni sistem rashladne vode.

Rad postrojenja je potpuno automatizovan. U slučaju rada po režimu »a« i »b« osnovni regulacioni krug je onaj koji održava temperaturu leda na lednoj pisti održavanjem određenog pritiska u spremniku — separatoru. Ovo se postiže uključivanjem i isključivanjem pojedinih kompresora odnosno njihovih regulacionih stepenova. Regulacija temperature vode se vrši standardno, kontrolom dotoka tečnog amonijaka posredstvom regulacionog ventila na uvodu NH<sub>3</sub> u hladnjake.

Nakon požara je izvršena temeljita revizija svih mjera koje treba provesti u cilju zaštite ljudi. Pošto je požar djelimično zahvatio i veliku dvoranu u kojoj se nalazi ledna pista, to je iskrslo bojazan da je usljed povećanih temperatura moglo doći do skrivenih oštećenja odnosno slabljenja amonijačnog cjevovoda, što se ne bi moglo utvrditi bez totalnog domoliranja poda odnosno piste. Bojazan je bila potencirana i time što je detektirano curenje amonijaka iz cjevnog registra, ali nije se nikako moglo tačno locirati, pošto su se stvorili putevi istrujavanja gasovitog amonijaka kroz razgranate prskotine u betonskoj ploči. Ove prskotine u betonskoj ploči predstavljaju mjesta mogućeg prodora vode do cijevi, što može da izazove oštećenja korozijom.

Iz prednjih razloga je donjeta odluka da u cilju zaštite ljudi koji se mogu naći u hali, treba izbaciti amonijak iz područja ha-

le, pošto bi eventualno prskanje cjevovoda moglo da izazove paniku pa i direktna oštećenja sluznice ljudi koji bi se našli u blizini mjesta curenja, i zamijeniti ga nekim drugim bezopasnim sredstvom.

Kod iznalaženja rješenja razmatrano je nekoliko varijanti od kojih su u užu izbor ušle tri i to:

- I. direktna zamjena amonijaka freonom 22;
- II. zamjena amonijaka freonom 12;
- III. u primarnom krugu se zadržava amonijak, a formira se sekundarni krug pomoću rasoline, koja će cirkulisati kroz registar piste umjesto amonijaka.

Razmotrene su prednosti i mane pojedinih rješenja i pri tom smo došli do slijedećih zaključaka.

### Varijanta I

Ova varijanta u prvi mah izgleda najprijehvatljivija, pošto kapacitet amonijačnih mašina ostaje praktički nepromijenjen, kada se  $\text{NH}_3$  zamijeni sa R22. Međutim, detaljnijom analizom je utvrđeno da bi investicioni troškovi ove rekonstrukcije bili prilično visoki i to iz dva osnovna razloga: da bi se ulje ispravno vraćalo u kompresore, radi toga što se R22 miješa sa uljem, bilo bi potrebno izvršiti rekonstrukciju svih cjevovoda. Ovo se dopunski komplikuje i time što je cijevni registar piste podijeljen u 3 sekcije, radi čega se protok u glavnom cjevovodu mijenja u omjeru 1:3, kod punog opterećenja sekcije (zaleđivanje piste i sl.). Kod nižeg opterećenja se protok dalje smanjuje, pa bi brzina opadala ispod minimuma potrebnog za normalni povrat ulja.

Bile bi potrebne zamjene regulacione i zaporne armature radi različite propusne moći. Zbog slabijeg koeficijenta prenosa toplote, hladnjake vode za klima uređaje bi trebalo bilo zamijeniti, bilo instalirati dopunske.

Međutim, najveći nedostatak ovoga rješenja bi bio u tome što je cijena R22 veoma visoka, a treba ga za punjenje više od

$\text{NH}_3$ , jer mu je kod istih uslova gustoća skoro dva puta veća od  $\text{NH}_3$ . (Radi se o količini od cca 8 000 kg.) Kao što je ranije pomenuto, usljed prikrivenih oštećenja cjevnog registra, postoji opasnost stalnog curenja medija iz cjevovoda, sa nemogućnošću detektiranja mjesta curenja. Gubitak jednog punjenja R22 iz sistema prouzrokovao bi štetu od cca 1 000 000 dinara. Iz ovoga razloga, uprkos poznatih kvaliteta ovoga rashladnog medija, odustalo se od ove varijante.

### Varijanta II

Po ovoj varijanti problemi vezani za povrat ulja su isti kao i kod varijante I, s tim što se normalno radi o drugim dimenzijama cjevovoda i armatura.

Mada je sam R12 znatno jeftiniji od R22, rekonstrukcija uređaja bi koštala još više, pošto bi sa ovim medijem kapacitet postojećih rashladnih mašina opao za 40%, pa bi trebalo instalirati još dvije mašine jednake veličine da bi se postigao prvobitni učin. Pored ostalog, ovakav zahvat se ne bi mogao izvršiti, jer nije bilo mjesta za instalisanje dodatnih mašina, pa bi jedino rješenje bilo zamjena postojećih mašina novim većeg kapaciteta, što je zahtijevalo suviše velika

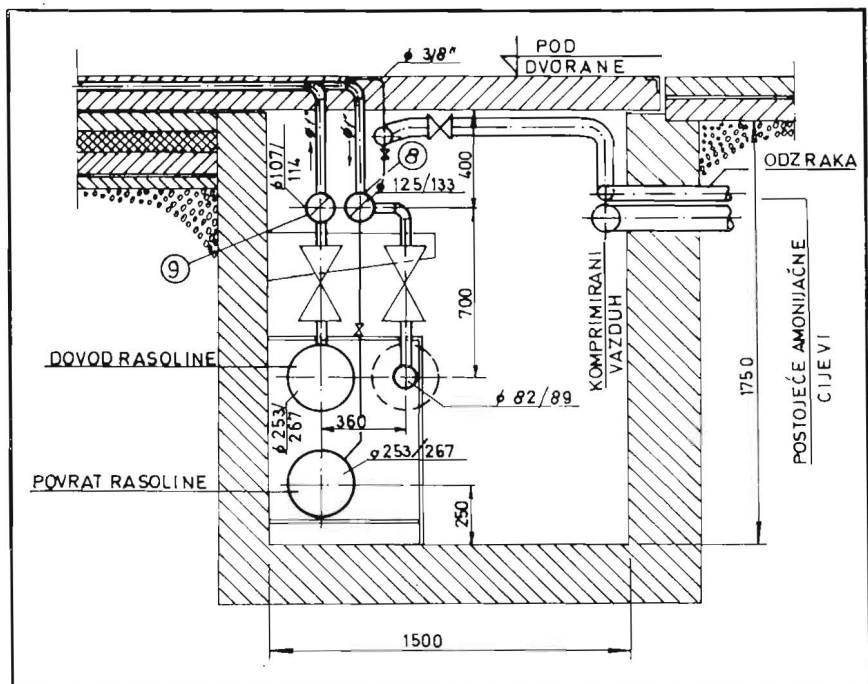
ulaganja. Iz navedenih razloga odustalo se i od ove varijante.

### Varijanta III

Po ovoj varijanti se primarni rashladni medij u cijelosti izbacuje iz registra ledne piste i cjevovoda koji povezuje strojnici sa dvoranom i zamjenjuje rasolinom kao nosačem toplote. Na taj način je amonijak preostao samo u strojnici, gdje je lako vršiti inspekciju i opravke, a u slučaju da i dođe do havarije uređaja, do dvorane mogu doći samo tragovi amonijaka, pošto je strojnica udaljena od dvorane cca 50 m. Prema tome sa ovim postrojenjem je u cijelosti zadovoljen zahtjev bezbjednosti pogona. Cijena rekonstrukcije je nešto niža od prethodne dvije varijante, uz nešto povećane pogonske troškove. Ovo povećanje pogonskih troškova se odnosi dijelom na smanjeni efekat rashladnih mašina, pošto se pri temperaturi rasoline od  $-7^\circ\text{C}$ , temperatura isparavanja morala oboriti na  $-12^\circ\text{C}$  do  $-15^\circ\text{C}$ , a dijelom na dopunski, povećani utrošak energije za cirkulaciju rashladnog medija (ranije tečni  $\text{NH}_3$  — sada rasolina ethylen glycol-voda).

Rashladni kapacitet uređaja za potrebe klimatizacije se ne mije-

Sl. 2. Presjek kroz podni kanal sa razdjeljivačima i sakupljačima



nja u odnosu na ranije stanje, mada u režimu rada kompresora za potrebe ledne piste učin jedne mašine opada na 220 000 odnosno 180 000 kcal/h, zavisno od temperature isparavanja  $-12^{\circ}\text{C}$  odnosno  $-15^{\circ}\text{C}$ . Ovaj pad učina međutim praktično ništa ne znači, pošto pri pogonu same ledne piste kompresori su imali rezervu u kapacitetu, a u mogućem kombinovanom ljetnjem pogonu radi normalno samo 1/3 piste, što može da zadovolji jedan kompresor.

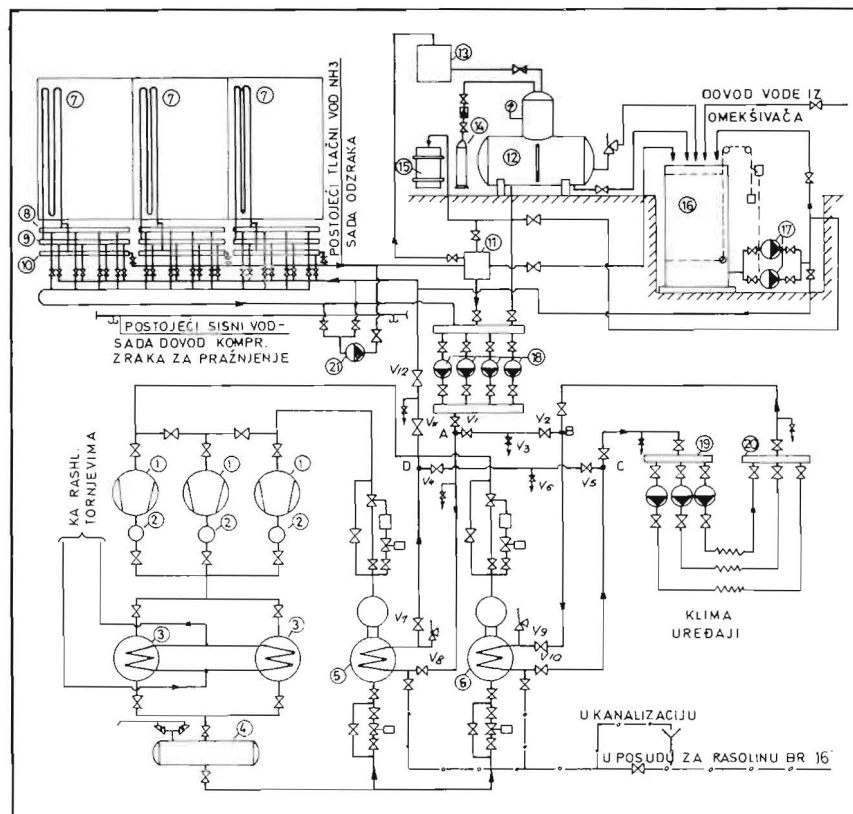
Kontrolnim proračunima je utvrđeno da jedan postojeći hladnjak vode uz male izmjene može da zadovolji kao hladnjak rasoline. Isto tako je utvrđeno da cijevni registar u lednoj pisti može u potpunosti da zadovolji, kada kroz njega umjesto amonijaka bude cirkulisala rasolina kod određenog Reynoldsovog broja.

Da bi se sačuvao nepromjenjeni rashladni učin postrojenja za potrebe klimatizacije, moguće je sistem izvesti tako da se u jednom slučaju obadva hladnjaka vode mogu i dalje koristiti u tu svrhu, a u drugom slučaju jedan hladnjak može da služi za hlađenje vode, a drugi za hlađenje rasoline.

Jedan od problema je predstavljalo rješenje odzračnog cijevnog registra, problem koji kod direktnog isparavanja nije postojao.

Kao što je vidljivo iz sl. 2, razdjeljivači i sakupljači cijevnih registara se nalaze u podzemnom kanalu, tako da najviše tačke u ovom dijelu sistema su u stvari cijevi cijevnog registra koji je ubetoniran u podnu ploču. Nakon cijelog niza razmotrenih varijanti usvojeno je rješenje po kojem se odzračka vrši dinamički tj. ne mirnim izdvajanjem vazdušnih mjehurića, nego njihovim odvođenjem povećanom brzinom strujanja tečnosti. Cijevni registar je izveden od crnih cijevi, s tim što su po četiri susjedne cijevi povezane serijski u zmiju čiji krajevi se spuštaju u kanal ka razdjeljivačima odnosno sakupljačima. U svrhu odzračke predviđeno je da se na krajnjoj gornjoj tački povratnog kraka svake zmije zavari cijev  $\varnothing 3/8''$  koja se spušta u kanal ka odzračnim sakupljačima (označeni

**Sl. 3. Shema rekonstruisanog rashladnog postrojenja sa indirektnim hlađenjem ledne piste pomoću ohlađene rasoline ethylen glycol — voda; 1 — amonijačni klipni kompresori tipa AF 41; 2 — odvajači ulja; 3 — vodom hlađeni kondenzatori; 4 — spremnik tečnog  $\text{NH}_3$ ; 5 — hladnjak rasoline voda — ethylen glycol; 6 — hladnjak vode; 7 — sekcije ledne piste; 8 — sakupljač rasoline — ranije sakupljač gasovitog  $\text{NH}_3$ ; 9 — razdjeljivač rasoline — ranije razdjeljivač tečnog  $\text{NH}_3$ ; 10 — sakupljači odzračnih vodova; 11 — posuda za umirenje — odvajač vazduha; 12 — zatvoreni ekspanzioni sud; 13 — odzračni sud; 14 — boce sa komprimiranim azotom  $\text{N}_2$ ; 15 — bačve za uskladištenje rasoline; 16 — posuda za pripremu rasoline; 17 — pumpe za punjenje i mješanje rasoline; 18 — pumpe za cirkulaciju rasoline; 19 — razdjeljivač ohlađene vode; 20 — sakupljač ohlađene vode; 21 — pumpa za pražnjenje rasoline.**



sa 10 na sl. 3). Ovi sakupljači su cjevovodima i ventilima povezani sa postojećim tlačnim vodom amonijaka koji služi za formiranu cirkulaciju rasoline u procesu odzračke od cijevnih registara ka posudi za umirenje (11), odakle se vazduh slobodno izdvaja preko odzračnog suda (13). Odzračna rasolina se posredstvom jedne pumpe (br. 18) povraća tlačnim vodom preko izmjenjivača (br. 5) nazad u cijevni registar. Odzračka se vrši po sekcijama registra, da bi se dobila što veća brzina strujanja u cijevima registra i odzračnim cijevima  $\varnothing 3/8''$ .

Nakon prethodnog sagledavanja svih problema i mogućnosti njihovog rešavanja, te analize cijene postrojenja, a imajući stalno u vidu osnovni zahtjev bezbjednosti pogona, usvojena je

treća varijanta, koja je shematski prikazana na sl. 3. Kao što je vidljivo, izbačen je veliki niskopritisni spremnik amonijaka i pumpe za cirkulaciju  $\text{NH}_3$ . Iza kondenzatora je postavljen novi visokopritisni spremnik tečnosti iz kojega tečan amonijak pod pritiskom kondenzacije dolazi do hladnjaka vode odnosno rasoline. Regulacija nivoa tečnog amonijaka se vrši elektronskim kapacitivnim regulatorima, koji nisu prikazani u šemi. Da bi pojedini kompresori mogli da rade istovremeno na različitim pritiscima isparavanja, sisni vodovi su razdvojeni i povezani ventilima, tako da može jedan kompresor raditi na režimu  $-12^{\circ}\text{C}$ , a druga dva na  $+2^{\circ}\text{C}$  i obratno.

Na sekundarnoj strani hladnjaci su tako povezani da mogu raditi pod slijedećim režimima:

- a) hladnjak (br. 5) služi za hlađenje rasoline, a (br. 6) služi kao rezerva;
- b) hladnjak (br. 5) hladi rasolinu, a (br. 6) vodu;
- c) oba hladnjaka hlade vodu za potrebe klima uređaja.

Iz izloženog programa rada vidljivo je da pojedini hladnjaci mogu da mijenjaju ulogu, pri čemu se oni uključuju jedanput u krug rasoline, drugi put u krug vode. Pri ovome se rasolina ispušta u posudu za rasolinu (16) odnosno voda u kanalizaciju. Pošto se ove operacije vrše dva do tri puta godišnje, došlo se do zaključka da ne bi bilo racionalno ugrađivati dopunske izmjenjivače u cilju potpunog razdvajanja sekundarnih krugova. Da bi se omogućila kontrola da ne dolazi usljed propuštanja ventila do presstrujavanja vode u krug rasoline i obratno, na veznim dionicama su predviđena po dva ventila sa ispusnom slavinom između njih. (Npr. dionica A—B sa ventilima V1 i V2 i ispusnom slavinom V3.) U slučaju da uređaj radi pod režimom »B«, ventili V1 i V2 su zatvoreni i međudionica ispražnjena, te pri tom ne smije na slavini V3 curiti tečnost. Ova ispražnjena dionica istovremeno služi kao osigurač da se voda u »B« ne zaledi, zbog proticanja rasoline u »A«. Kao što je vidljivo iz sheme, na ovaj način su obezbeđena sva kritična mjesta.

Dosadašnji niskotlačni spremnik (4) sa sl. 1. je iskorišten, te je od njega napravljen zatvoreni ekspanzioni sud (12) i posuda za pripremu rasoline (16). Sistem se drži pod pritiskom azota iz boce (14) i na taj način je sprečen pristup vazduha u sistem, što je veoma važno za smanjenje unutrašnje korozije sistema. U posudi (16) se vrši primarno pripremanje rasoline (podešavanje koncentracije), a ona istovremeno služi kao rezervoar za punjenje i manipulaciju kod promene režima rada hladnjaka (5) i (6). Preostali dio izmjenjivača i vezama vidljiv je iz sheme. Nakon detaljne analize fizičko-hemijskih i termičkih svojstava pojedinih rasolina, njihovog korozionog dejstva na sistem, mogućnosti nabavke, cijene i dr., usvojen je 40-procentni

rastvor ethylen-glycola kao najprikladniji sekundarni medij.

U zajednici sa stučnjacima *Hena*, utvrđeno je da se dodavanjem prikladnih inhibitora i stabilizatora, koroziono dejstvo rastopine može svesti na zamenjeni iznos, a stabilnost spoja produžiti praktično neograničeno.

U tu svrhu je potrebno organizovati stalni nadzor, koji se praktično svodi na kontrolu kiselosti mjerenjem pH vrijednosti. Ethylene-glycol inhibiran u cilju kontrole korozivnosti je jedan od najčešće upotrebljivanih medija za prenos toplote na niskim temperaturama. On je bezbojan i praktično bez mirisa i potpuno se miješa sa vodom u svim omjerima.

Čisti ethylen-glycol smrzava se na temperaturi od —13 stepeni Celzijusovih. Mješavina vode i ethylen-glycola ima svojstvo eutektikuma tj. dodavanjem ethylen-glycola vodi tačka smrzavanja se snižava do određene koncentracije (—63°C kod 60%), nakon čega se koncentracija ponovo povećava.

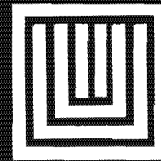
Komercijalno čisti ethylen-glycol je općenito manje korozivan od vode. Vodeni rastvori međutim poprimaju korozivno dejstvo vode od koje su pripremljeni i mogu postati jako korozivni, ako nisu dobro inhibirani. Ovo je radi toga što su glycoli kao i većina drugih organskih kompaunda podložni oksidaciji u prisustvu vazduha u kisele krajnje produkte. Korodivni inhibitori djeluju na taj način što formiraju zaštitni film na površini metala, koji štiti metal od daljnjeg napadanja.

Ovaj film se stvara bilo apsorbovanjem inhibitora od strane metala, bilo reakcijom inhibitora i metala odnosno inhibitora i početnog produkta reakcije. U većini slučajeva metalna površina se pokrije filmom vlastitog oksida i inhibitor služi da pojača i očvrstne ovaj film.

Za punjenje sistema trebalo je nabaviti 15 t čistog ethylen-glycola, koji je na licu mjesta mješan sa vodom, omekšavan preko jon-skih izmjenjivača.

Pumpe za cirkulaciju su kapaciteta 100 m<sup>3</sup>/h, od kojih su tri radne i jedna rezervna.

Jasno je da je i ranije opisani sistem automatske regulacije morao biti izmjenjen i prilagođen novom rješenju. Isto tako je morala biti izmjenjena i instalacija elektromotornog razvoda. Rekonstrukcija uređaja je završena u januaru 1975. god., nakon čega je uređaj sasvim zadovoljavajuće funkcionisao.



## UNIKLIMA

**Tvornica klima uređaja  
71000 Sarajevo  
Iliđanska cesta 109a**

**Nudimo vam kompletan  
asortiman proizvoda iz  
oblasti**

- centralnog grejanja
- ventilacije i razvoda vazduha
- klimatizacije niskog i visokog pritiska