

UNIVERZA V NOVI GORICI
POSLOVNO-TEHNIŠKA FAKULTETA

**RACIONALIZACIJA RABE VODE PRI PROIZVODNJI
SADNIH IN ZELENJAVNIH SOKOV**

MAGISTRSKO DELO

Matjaž Štokelj

Mentor: doc. dr. Henrik Gjerkeš

Nova Gorica, 2010

ZAHVALA

Zahvaljujem se doc. dr. Henriku Gjerkešu za mentorstvo, vso strokovno pomoč, ideje in nasvete. Hkrati se zahvaljujem tudi podjetju Fructal Živilska industrija d. d., ki mi je omogočilo pridobitev in uporabo podatkov za magistrsko nalogo.

NASLOV

Racionalizacija rabe vode pri proizvodnji sadnih in zelenjavnih sokov

IZVLEČEK

V magistrskem delu je predstavljena racionalizacija ravnanja z vodo v podjetju Fructal pri proizvodnji sadnih in zelenjavnih sokov od zajema do izpusta. Opisani so proizvodni in tehnološki procesi in obstoječe ravnanje z vodo. Glede na željo in potrebo podjetja po dvigu konkurenčnosti, zmanjšanju stroškov in trajnostnem razvoju podjetja smo pristopili k analizi možnosti za posodobitev tehnološkega procesa. Na osnovi izvedenega posnetka stanja, meritev in analize smo definirali in opredelili naslednje ukrepe, s katerimi bodo v podjetju racionalizirali rabo vode in dosegli zelene cilje: sanacija puščanj vodovodnega sistema, izobraževanje zaposlenih, vzdrževanje opreme in investiranje v bolj učinkovite naprave, ponovna uporaba transportne vode, delna zamenjava obstoječega kompresorskega hladilnega sistema za sisteme, ki uporabljajo hladilno vodo, ponovna uporaba hladilne vode in izgradnja čistilne naprave. V drugem delu magistrskega dela smo podrobneje razčlenili investicijo v posodobitev 90 kW hladilnega sistema z uporabo hladilne vode. Predlagamo, da v podjetju predvideno zamenjavo izrabljenega kompresorskega hladilnega agregata izvedejo s sistemom prenosnika toplote, hlajenega z uporabo hladilne vode iz vodotoka. Oba hladilna sistema smo primerjali iz tehnično-tehnološkega, okoljskega in ekonomskega vidika. Hlajenje z uporabo hladilne vode je tehnično-tehnološko manj zahtevno, saj je sistem s prenosnikom toplote bolj enostaven tako za obratovanje kot za vzdrževanje. Hlajenje s hladilno vodo razen toplotnega onesnaženja, ki nastane z izpustom uporabljene vode nazaj v vodotok in je pod predpisanimi mejnimi vrednostmi, ni okoljsko sporno, medtem ko je uporaba kompresorskega hladilnega agregata sporna predvsem zaradi rabe in možnosti puščanja okolju škodljivih freonskih hladiv. Hlajenje s kompresorskim hladilnim agregatom je tudi z vidika rabe električne energije in s tem posrednim nastajanjem CO₂ veliko bolj obremenjujoče za okolje saj v eni obratovalni uri nastane 19,239 kg CO₂ medtem, ko v eni obratovalni uri prenosnika toplote nastane 1,166 kg CO₂. Ocenjena investicija v hlajenje s prenosnikom toplote znaša 12.500 €, medtem ko investicija v kompresorski hladilni agregat znaša 22.000 €. Letni stroški obratovanja

in vzdrževanja so za hlajenje s kompresorskim hladilnim agregatom ocenjeni na 8.476 €, za hlajenje s prenosnikom toplote pa na 3164 €. Upoštevajoč investicijo in stroške vzdrževanja in obratovanja je prihranek v primeru hlajenja s prenosnikom toplote v desetih letih 62.620 €. Analiza učinkov predlaganih ukrepov za racionalizacijo rabe vode in posodobitev hladilnega procesa kaže, da bodo ukrepi, skupaj z izboljšanjem referenčnega stanja glede okoljskih in komunalnih dajatev, omogočili zmanjšanje stroškov poslovanja, celovito tehnološko optimizacijo proizvodnega procesa, predvsem pa konkurenčnejši nastop podjetja na trgu.

KLJUČNE BESEDE

pitna voda, hladilna voda, tehnološka voda, odpadna voda, onesnaževanje, investicija, hladilni sistem, prenosnik toplote, emisija, hladilni plin, vzdrževanje, kompresor, nevtralizacija, čistilna naprava

TITLE

Rationalisation of water use in the production of fruit and vegetable juices

ABSTRACT

This master thesis presents the rationalisation of water use in the Fructal Company in the production of fruit and vegetable juices from the water capture to its release. It describes the production, technological processes and the existing water use. Regarding the wish and need of the company to raise the competitiveness, to lower the costs and for a sustainable development of the company we analyzed possibilities to update the technological process. On the basis of the carried out state recording, measurements and analysis we defined the following measures, with which the company will rationalize the water use and achieve the desired objectives: repair of the water system leaks, education of employees, maintenance of the equipment and investment in more efficient devices, reuse of transport water, partial replacement of current compressor cooling system for the systems that use cooling water, reuse of cooling water and building the wastewater treatment plant. In the second part of this master thesis we analyzed in detail the investment of the modernization of 90 kW cooling system that uses the cooling water. We suggest that the company carries out the planned replacement of the worn-out compressor cooling aggregate with the heat exchanger system that is cooled with the use of cooling water from the watercourse. We have compared both cooling systems from technical-technological, environmental and economic aspects. Cooling with the cooling water is technical-technologically less demanding since the heat exchanger system is easier to use as well as to maintain. Apart from heat pollution, which is caused by the release of used water into the watercourse and is under regulation limits, cooling with the cooling water is not environmentally damaging. On the other hand, cooling with compressor cooling aggregate is environmentally problematic due to the use and the possibility of environmentally damaging freon coolants to leak. Moreover, cooling with compressor cooling aggregate is from the point of view of electricity use and consequently the production of CO₂ more burdening for the environment. Namely, compressor cooling aggregate produces 1.666 kg of CO₂ in one hour compared to

19.239 kg of CO₂ produced by heat exchanger system. The estimated investment in heat exchange system comes to € 12.500 while the investment in compressor cooling aggregate comes to € 22.000. Yearly costs for the running and maintenance of cooling with compressor cooling aggregate come to € 8.476 while cooling with heat exchanger system comes to € 3.164. With regard to the investment, the costs of running and maintenance of heat exchanger, the company could save up to € 62.620 in ten years. The effects analysis of the proposed measures for rationalisation of water use and modernization of the cooling system shows that the measures along with the improvement of the reference condition regarding the environmental and municipal charges will enable the reduction of operating costs, the whole technological optimisation of manufacturing process but above all a more competitive approach of the company on the market.

KEYWORDS

drinking water, cooling water, process water, waste water, pollution, investment, cooling system, heat exchanger, emission, refrigerant gas, maintenance, compressor, nevtalization, wastewater treatment plant

KAZALO

1	UVOD.....	1
2	OPIS PODJETJA.....	3
2.1	Lokacija podjetja in hidrološke lastnosti	5
3	RAVNANJE Z VODAMI	8
3.1	Pitna voda	10
3.1.1	Zdravstvena ustreznost pitne vode	11
3.1.2	Sistemi za oskrbo s pitno vodo – objekti in vodovodno omrežje	12
3.1.3	Postopki obdelave pitne vode.....	13
3.1.4	Vir pitne vode.....	18
3.1.5	Distribucija in priprava pitne vode.....	19
3.1.6	Porabniki pitne vode	19
3.1.7	Količina in strošek porabe pitne vode	26
3.2	Hladilna voda	28
3.2.1	Vir hladilne vode.....	28
3.2.2	Distribucija in priprava hladilne vode.....	28
3.2.3	Porabniki hladilne vode.....	29
3.2.4	Količina in strošek hladilne vode	32
3.3	Tehnološka voda	32
3.3.1	Viri tehnološke vode	33
3.3.2	Obdelava in iztok tehnološke vode	35

3.3.3	Količina in strošek tehnološke vode	37
3.4	Odpadna hladilna voda	37
3.4.1	Viri odpadne hladilne vode	37
3.4.2	Odvajanje in iztok odpadne hladilne vode	38
3.4.3	Količina in strošek odpadne hladilne vode	38
4	RACIONALIZACIJA RABE VODE.....	39
4.1	Racionalizacija rabe vhodnih vod.....	39
4.1.1	Odprava puščanj vodovodnega sistema	40
4.1.2	Izobraževanje zaposlenih	41
4.1.3	Vzdrževanje opreme in investiranje v bolj učinkovite naprave	42
4.1.4	Ponovna uporaba transportne vode	42
4.1.5	Zamenjava obstoječih neučinkovitih tehnologij za tehnologije, ki uporabljajo hladilno vodo.....	45
4.2	Racionalizacija odvajanja odpadnih vod	45
4.2.1	Izgradnja lastne čistilne naprave	46
4.2.2	Ponovna uporaba hladilne vode	47
5	PREDLOG INVESTICIJE V POSODOBITEV SISTEMOV HLAJENJA Z UPORABO HLADILNE VODE	49
5.1	Stanje kompresorskih hladilnih agregatov.....	49
5.1.1	Stanje kompresorskih hladilnih agregatov	50
5.1.2	Možnosti zamenjave kompresorskih hladilnih agregatov z uporabo hladilne vode	52

5.1.3	Določitev zamenjave kompresorskih hladilnih agregatov glede na okoljsko-finančne zahteve	53
5.2	Tehnično-tehnološki učinki	54
5.2.1	Načrtovanje zamenjave hladilnega sistema	54
5.2.2	Izgradnja hladilnega sistema	58
5.2.3	Obratovanje in vzdrževanje.....	60
5.3	Okoljski učinki.....	63
5.3.1	Vplivi na zrak.....	64
5.3.2	Vplivi na vode	68
5.3.3	Posredni vplivi na okolje.....	69
5.4	Ekonomski učinki	69
5.4.1	Zamenjava obstoječega kompresorskega hladilnega agregata z novim.	69
5.4.2	Zamenjava obstoječega kompresorskega hladilnega agregata s prenosnikom toplote	71
5.4.3	Ekonomska analiza.....	73
5.5	Analiza učinkov za izbiro hladilnega sistema.....	75
6	ZAKLJUČEK	78
7	LITERATURA	80

KAZALO SLIK

Slika 1: Kroženje vode	1
Slika 2: Tloris podjetja	6
Slika 3: Hidrologija področja	6
Slika 4: Vodovarstveno območje pitne vode	7
Slika 5: Osnovna delitev vod	8
Slika 6: Viri oskrbe z vodo v letu 2008.....	8
Slika 7: Vode v podjetju.....	9
Slika 8: Končna poraba vode v letu 2008	10
Slika 9: UV dezinfektor	17
Slika 10: Svetlobni spekter.....	18
Slika 11: Raba pitne vode	20
Slika 12: Primer proizvodnega procesa polnilne linije z vidika rabe vode.....	21
Slika 13: Primer CIP sistema	22
Slika 14: Priprava mehčane vode.....	24
Slika 15: Primer toplotnega prenosnika para/voda	25
Slika 16: Industrijski vodomer s prirobnico.....	26
Slika 17: Poraba pitne vode po mesecih v letu 2008	27
Slika 18: Črpališče hladilne vode.....	29
Slika 19: Toplotni prenosnik za pasterizacijo	30
Slika 20: Razporejanje surovine po bazenu	31

Slika 21: Zatesnitev puščanja z objemko	41
Slika 22: Vračanje transportne vode	43
Slika 23: Koncept čistilne naprave.....	47
Slika 24: Frekvenčno reguliran vijračni hladilni agregat s hladilno močjo 633 kW ...	51
Slika 25: Nov kompresorski hladilni agregat.....	56
Slika 26: Dimenzije novega kompresorskega hladilnega agregata.....	56
Slika 27: Primer prenosnika toplote hladilne moči 90 kW	58
Slika 28: Obstoječi kompresorski hladilni agregat	59
Slika 29: Hladilna strojnica	60
Slika 30: Vpliv plinov na podnebne spremembe in tanjšanje ozonske plasti	65

KAZALO TABEL

Tabela 1: Podatki prenosnika toplote	57
Tabela 2: Vrste ozonu škodljivih snovi, uporaba in lastnosti	66
Tabela 3: Snovi, ki večinoma nadomeščajo ozonu škodljive snovi (CFC in HCFC)	67
Tabela 4: Vrednotenje postavk investicije v zamenjavo obstoječega kompresorskega hladilnega agregata z novim.....	70
Tabela 5: Vrednotenje postavk investicije v zamenjavo kompresorskega hladilnega agregata s prenosnikom toplote.....	72
Tabela 6: Primerjava investicijskih in obratovalno vzdrževalnih stroškov.....	73
Tabela 7: Primerjava sistemov hlajenja	75

1 UVOD

Voda je za človeka nujno potrebna in uporabljana snov. Nenadomestljiva je kot pijača, potrebna je za pridelovanje in pripravo živil, hrane in pijač, za osebno higieno in sanitarne namene, za domala vse proizvodne procese, izdelke in storitvene dejavnosti, v energetske namene izkoriščamo njeno kinetično energijo itd. Naravnemu krožnemu toku (padavine, izhlapevanje, morski tokovi, reke) je dodalo človeštvo še en krožni tok: naravi odvzemamo vodo in jo vračamo onesnaženo.



Slika 1: Kroženje vode (U. S. Geological Survey, 2009)

Zato je pomembno, da z vodo varčujemo, da jo kar se da koristno uporabimo in jo pri tem čim manj onesnažimo.

Tudi v podjetju Fructal (Fructal d. d., 2009) se skozi politiko kakovosti zavedajo pomembnosti tega naravnega vira, ki se uporablja pri tehnoloških procesih in je tudi surovina. Zato se v podjetju trudijo, da bi se porabo vode kot pomožnega sredstva pri proizvodnih procesih čim bolj zmanjšali. Na tak način želijo poleg razbremenitve vodnega vira tudi znižati emisije odpadnih vod.

V magistrskem delu bomo opisali dosedanjo rabo vod v podjetju ter na podlagi tega podali predloge s katerimi lahko prispevamo k racionalnejši rabi vod. Podrobnejše bomo opisali in analizirali predlog investicije v posodobitev sistemov hlajenja z uporabo hladilne vode. Predlog bomo ovrednotili iz tehnično-tehnološke, okoljske in ekonomske plati in podali celovito oceno smiselnosti realizacije predlagane investicije.

Z magistrskim delom želimo prispevati k racionalnejši rabe vode tako z vidika nižanja porabe vode kot z vidika povečanja rabe vode na račun manjšanja obremenjevanja okolja in nižanja stroškov, ki nastanejo z uporabo trenutno inštaliranih tehnologij.

2 OPIS PODJETJA

Podjetje Fructal je bilo ustanovljeno 5. 10. 1945 kot Pokrajinsko podjetje za izvoz in predelavo sadja. Pet delavcev je v starih kotlih začelo kuhati žganje.

Po letu 1960 se je začela proizvodnja sadnih sokov, najprej z zastarelo tehnologijo, nato pa z vedno večjim posodabljanjem tehnoloških postopkov predelave sadja v kaše in bistre sokove, sterilnega skladiščenja polproizvodov, prvih avtomatskih linij za polnjenje sokov v steklenice in prvi v Jugoslaviji v doypack embalažo. Kakovost proizvodov je bila glavno vodilo v teh razvojno intenzivnih letih, strokovni delavci so se v skrbi za zdravo življenje zavestno odločili za zahtevnejšo proizvodnjo sokov brez kemijskih konzervansov.

Visoki transportni stroški in slabša kakovost surovine po dolgem transportu so narekovali izgradnjo hladilnice in predelovalnih linij za proizvodnjo zamrznjenih polproizvodov v bližini surovinske osnove; tako je bila leta 1973 zgrajena tovarna Frigos v Čeliću v tedanji republiki Bosni in Hercegovini.

Za leta od 1974 do 1990 je značilno intenzivno posodabljanje in vlaganje v proizvodne linije v Ajdovščini, na Duplici in v Čeliću. Zaradi vedno večjih potreb po kakovostnih surovinah je Fructal odkupil še obrat Irig sredi največjih nasadov sadja v Vojvodini.

Leto 1991 je bilo za Fructal ponovno velik mejnik v zgodovini. Z osamosvojitvijo Slovenije so se dotedanji cilji, biti najkakovostnejši in največji proizvajalec sadnih sokov ter biti prvi z novimi sorodnimi programi na jugoslovanskem trgu, porušili.

Hiter odziv na potrebe trga sta pomenili naložbi v Tetra Brik embalažo ter prenova linije za polnjenje stekleničk 0,2 l. Sočasno sta potekala še izgradnja sistema kakovosti po ISO 9001 in pridobitev certifikata leta 1995 ter lastninsko preoblikovanje podjetja leta 1996.

V letu 2000 je bila zaključena naložba v proizvodno linijo za polnjenje aseptičnih pijač v PET embalažo.

Z nakupom podjetja Konzeks v Makedoniji se je uresničil del vizije razvoja družbe Fructal d. d. S tem naj bi se izboljšal konkurenčni položaj podjetja Fructala in

njegovih proizvodov na makedonskem trgu ter odprle možnosti širjenja prodajnih poti na sosednje trge.

Poslovno leto 2001 je pomenilo za Fructal čas, zaznamovan z velikimi spremembami v podjetju in njegovem okolju. Ena od pomembnih in daljnosežnih sprememb je bila gotovo sprememba lastniške strukture podjetja. V februarju 2001 se je zaključil postopek prevzema, s katerim je Pivovarna Union d. d. postala lastnica 84,27 odstotkov vseh delnic družbe Fructal d. d. Spremenjeni lastniški strukturi je sledila zamenjava uprave in nadzornega sveta družbe. V času po razpadu nekdanje skupne države in trga je bila to največja in najzahtevnejša preizkušnja za podjetje in zaposlene, saj je šlo za spremembo temeljne podobe. Fructal je iz »delavsko-managerskega« prešel v tipično »lastniško« podjetje, v katerem imajo odločilno besedo pri postavljanju ciljev poslovanja njegovi lastniki. Njihov glavni cilj je rast vrednosti delnice, seveda v okviru omejitev, ki jih predstavljajo druge interesne skupine. Poprevzemno obdobje je praviloma povezano z določenimi krizami, ki nastopijo kot posledica organizacijskih in drugih sprememb v poslovanju podjetja, skupni imenovalec kriz pa je povečana negotovost zaposlenih. Po izteku poslovnega leta so lahko ugotovili, da se to v Fructalu ni zgodilo in da je Fructal poprevzemno obdobje zelo dobro prestal. Z doseženimi poslovnimi rezultati so zaposleni pokazali, da se je Fructal upravičeno uvrščal med odlična podjetja, v katerih je vsakdo odgovorno in strokovno opravljal svoje delo. V letu 2001 so dosegli in presegli praktično vse najpomembnejše poslovne cilje, enako tudi v letu 2002.

Zagotavljanje visoke kakovosti proizvodov so v letu 2001 začeli nadgrajevati še z nadzorovanim zagotavljanjem varnosti živil, ki temelji na načelih sistema HACCP (Hazard Analysis Critical Control Point) (Wikipedia, 2009).

Leto 2002 je Fructal zaznamoval še z eno pomembno naložbo – nakupom nove polnilne linije za vroče polnjenje sokov in nektarjev v steklenico 200 ml, skupaj z novo zgrajeno proizvodno halo, skladiščem za končne proizvode in razširitvijo dela skladišča za nakladanje tovornjakov.

Leto 2003 je bilo leto intenzivnih priprav na certificiranje sistema ravnanja z okoljem, skladno s standardom ISO 14001. Certifikacijska presoja je bila opravljena marca 2005 – to je tudi datum pridobitve tega certifikata.

Danes je Fructal največji in najpomembnejši proizvajalec sadnih sokov, nektarjev in pijač v Sloveniji, proizvaja pa tudi otroško hrano, pripravke za jogurte in sadne rezine (Fructal d. d., 2005).

2.1 Lokacija podjetja in hidrološke lastnosti

Mesto Ajdovščina (nadmorska višina 106 m, 6400 prebivalcev) je gospodarsko in kulturno središče osrednje Vipavske doline na zahodnem delu Slovenije. Zgrajena je na ostankih rimske postojanke Castra.

Območje Vipavske doline, del območja Trnovskega gozda in Nanosa je upravno razdeljeno med občinami Vipava, Ajdovščina in Nova Gorica. Občina Ajdovščina (245,2 km², 18.000 prebivalcev) leži med planotama Trnovski gozd in Gora na severu, Hrušico na severovzhodu in Krasom na jugu. Najvišja točka občine je vrh Malega Golaka (1495 m), najnižja pa rokav reke Vipave nad Batujami (60m).

Občina Ajdovščina se odpira proti zahodu, zato iz te smeri prodirajo vplivi sredozemskega podnebja, vegetacijska doba je za dva meseca daljša kot v osrednji Sloveniji, kar omogoča rast tipičnih sredozemskih rastlin – fige, kaki, lovor, oleander itd. Območje ima ugodne pogoje za razvoj kmetijstva, predvsem sadjarstva in vinogradništva. Na visokih kraških planotah pa se prepletajo vplivi alpskega, sredozemskega in celinskega podnebja, kar se kaže v pestrosti rastlinskih in živalskih vrst.

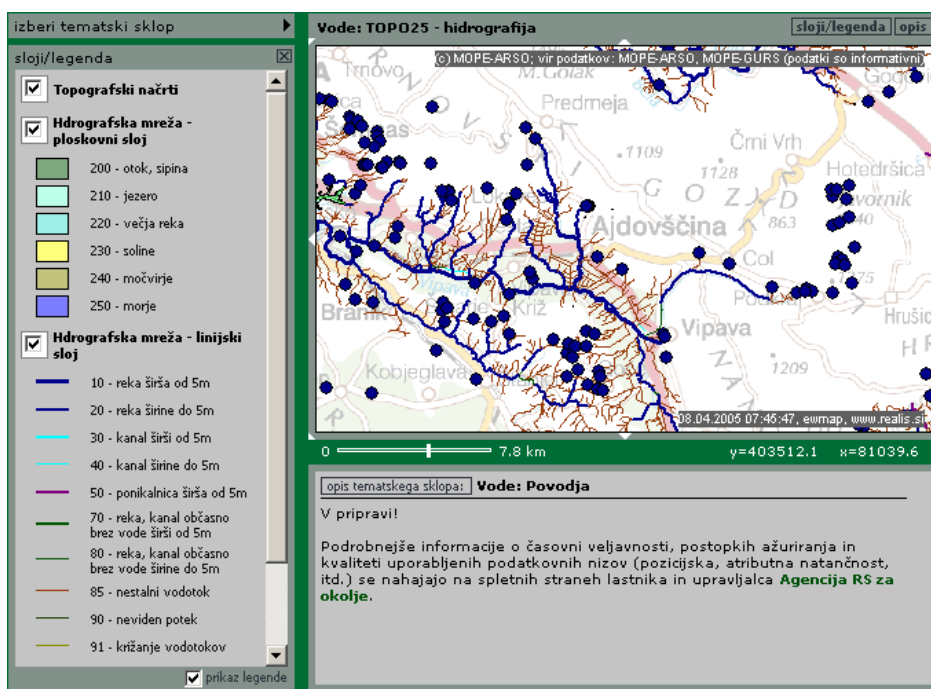
Največji reki v občini sta Hubelj in Vipava in njuni pritoki, ki so odločilno izoblikovali podobo doline.

Industrijski objekti živilske industrije Fructal Ajdovščina ležijo v južnem industrijskem predelu Ajdovščine na desnem bregu reke Hubelj. Južno ga omejuje nova obvoznica, zahodno tovarna Tekstina in Tovarniška ulica, severno pa se nahajata Gasilski in Zdravstveni dom ter stanovanjski bloki na Tovarniški ulici. Na sliki 2 je na letalskem posnetku prikazan industrijski kompleks, meje so označene z belo črto.



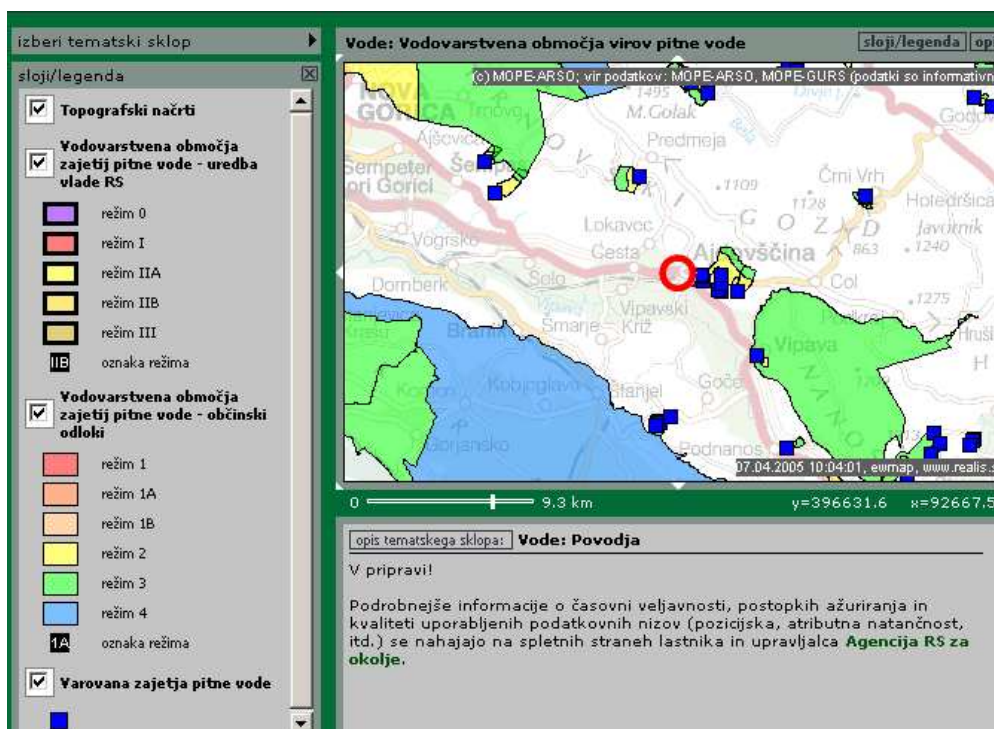
Slika 2: Tloris podjetja (Geopedia, 2008a)

Fructal za svojo proizvodnjo izkorišča vodo iz zaledja karbonatnih kamnin iz izvira Hubelj (slika 3).



Slika 3: Hidrologija področja (Geopedia, 2008b)

Vodooskrba poteka preko javnega vodovodnega sistema, ki ima zajetje na samem izviru in iz lastnega zajetja za hladilno vodo v strugi Hublja.



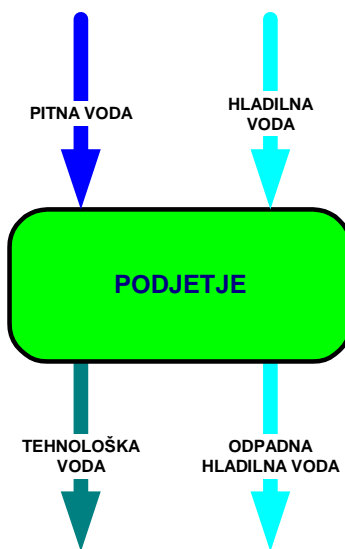
Slika 4: Vodovarstveno območje pitne vode (Geopedia, 2008c)

Tektonika in ugodne hidrogeološke razmere so v zaledju Hublja v apnencu pogojevali nastanek krasa, ki omogoča zelo hiter pretok podzemnih voda do izvira in ima zaradi velikega napajalnega območja tudi v sušnih obdobjih dovolj veliko izdatnost (slika 4). Problematična je le njegova zaščita zaradi naraščajoče urbanizacije zaledja, saj je izgradnja vodovoda na Goro glavno gibalno pri razvoju na tem področju, obenem pa žal največji potencialni vzrok za onesnaženja izvirnih vod, če ne bo hitro prišlo do vzporedne gradnje kanalizacijskega sistema. (Fructal d. d., 2005)

Lokacijsko je podjetje uvrščeno na hidrografska območja Slovenije na drugi ravni pod zaporedno št. 64, z imenom območja »Vipava« in opisom območja »Porečje Vipave«.

3 RAVNANJE Z VODAMI

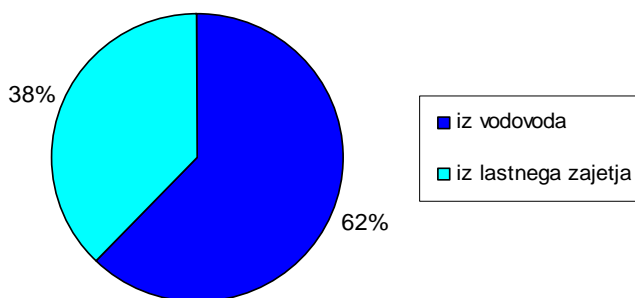
V podjetju se za proizvodni proces uporabljata dve vrsti vode, in sicer pitna voda iz javnega vodovoda in hladilna voda iz lastnega zajetja. Po procesu proizvodnje iz vstopnih vod nastajata tehnološka in odpadna hladilna voda (slika 5)



Slika 5: Osnovna delitev vod

Obe vrsti vod se zajemata iz istega vodnega vira, vendar na različnih lokacijah. Odjemno mesto za pitno vodo se nahaja na izvira reke (javni vodovod), medtem ko je odjemno mesto za hladilno vodo postavljeno nekoliko nižje v strugi vodotoka. Kot surovina za nekatere vrste proizvodov se v manjši količini uporablja še voda iz izvira Skuk.

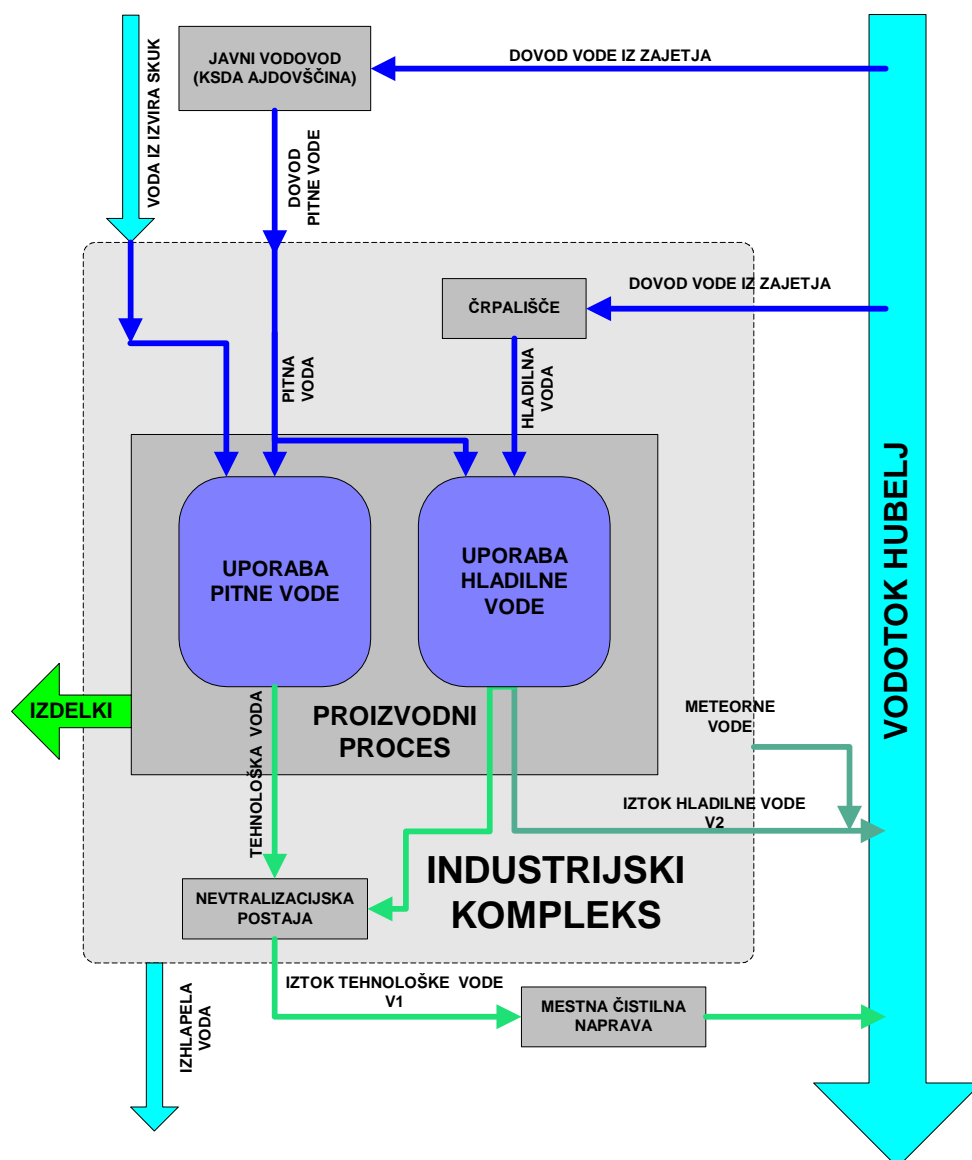
Na sliki 6 je prikazana količina posameznih vrst vstopnih vod v podjetje v letu 2008.



Slika 6: Viri oskrbe z vodo v letu 2008

Iz javnega vodovodnega omrežja je podjetje v letu 2008 prevzelo 465.190 m³ vode, medtem ko je iz lastnega vira prevzelo 285.000 m³ vode.

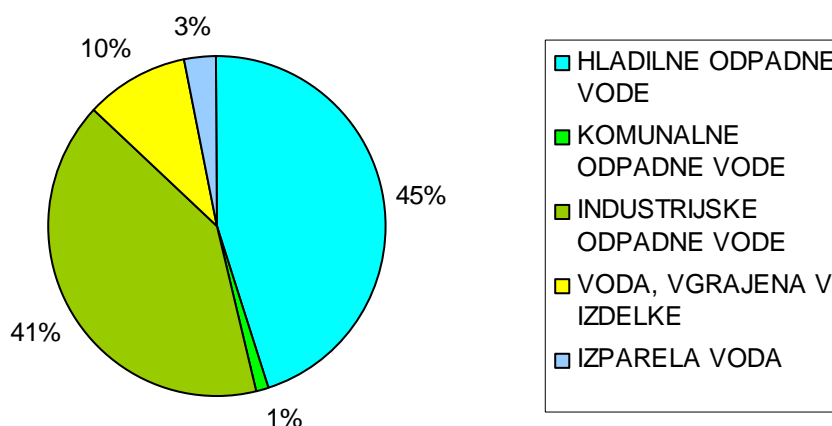
Vode se v podjetju večinoma uporabljajo v proizvodnem procesu kot tehnično sredstvo pri procesu proizvodnje in kot surovina za izdelek. Tako se po proizvodni uporabi srečamo z dvema vrstama odpadnih vod in sicer z odpadno hladilno vodo in tehnološko vodo. Del vode se sprošča tudi v ozračje kot vodna para, del vode pa se porabi v izdelkih.



Slika 7: Vode v podjetju

Na sliki 7 je prikazana osnovna shema vhodnih in izhodnih vod v industrijski kompleks. Komunalne odpadne vode, ki nastanejo kot raba sanitarne vode za

stranišča ter industrijske odpadne vode lahko zaradi skupnega zbiranja in izpusta obravnavamo skupaj kot tehnološke vode.



Slika 8: Končna poraba vode v letu 2008

Skupna bilanca vod na vhodu in izhodu je nič, kar pomeni, da je količina prevzetih vod prikazanih na sliki 6 in količina porabe vod prikazanih na sliki 8 enaka in znaša 750.190 m³. V to količino niso štete meteorne vode, ki se ne uporabljajo v proizvodnem procesu, ampak se samo odvajajo s površin preko ustreznih zbiralnikov (oljelovilci, peskolovilci) v reko Hubelj. Meteorne vode se odvajajo po skupnem kanalizacijskem omrežju z odpadnimi hladilnimi vodami.

3.1 Pitna voda

Zakonodaja varstva pitne vode v Sloveniji je urejena z različnimi predpisi, ki se med seboj prepletajo in dopolnjujejo. Krovna predpisa, ki urejata način upravljanja z vodami, sta:

- Zakon o vodah (Uradni list RS, št. 67/2002);
- Zakon o varstvu okolja (Uradni list RS, št. 41/2004).

Krovna predpisa, ki urejata kakovost pitne vode, sta:

- Zakon o zdravstveni ustreznosti živil in izdelkov ter snovi, ki prihajajo v stik z živili (Uradni list RS, št 52/2000);

- Pravilnik o pitni vodi (Uradni list RS, št. 19/2004, 35/2004, 26/2006, 92/2006).

Predpisi na področju upravljanja z vodami in kakovosti pitne vode se neprestano spreminjajo, zato je potrebno neprestano spremljanje zakonodaje.

3.1.1 Zdravstvena ustreznost pitne vode

Najpomembnejši parameter kvalitete pitne vode je njena zdravstvena ustreznost pitne vode. Glede na Zakon o zdravstveni ustreznosti živil in izdelkov ter snovi, ki prihajajo v stik z živili (Uradni list RS, št. 52/2000), je za zagotavljanje zdravstvene ustreznosti pitne vode potrebno izvajati dva nadzora. Notranji nadzor, ki ga izvajajo upravljavci vodovoda sami na terenu ali v svojih usposobljenih laboratorijih. Vzpostavljen mora biti na osnovah HACCP sistema. Uradni zdravstveni nadzor nad pitno vodo, ki ga izvajajo zdravstveni inšpektorji, obsega pregled, vzorčenje, preskušanje – analizo, preverjanje dokumentacije in ugotovitve glede higienskih in zdravstveno-tehničnih pogojev objektov, zdravstvene ustreznosti pitne vode, higienskega stanja prostorov, naprav, opreme in pripomočkov, zdravja oseb, ki delajo v proizvodnji in prometu z živili, osebne higiene oseb, ki so v stiku z vodo, strokovne usposobljenosti oseb in izvajanje HACCP sistema.

Strokovno podporo izvajanju uradnega nadzora zagotavlja od ministrstva za zdravstvo imenovani območni javni Zavod za zdravstveno varstvo. Tudi Pravilnik o pitni vodi (Uradni list RS, št. 19/2004) določa upravljavcu, da izvaja notranji nadzor nad pitno vodo. Nosilec državnega monitoringa pa je imenovan s strani ministra pristojnega za zdravje. Ta pravilnik določa frekvenco vzorčenja in katere preiskave je potrebno opraviti za oceno zdravstvene skladnosti pitne vode. To so mikrobiološke, fizikalne, kemijske, biološke in radiološke preiskave.

Parametri preskušanja pitne vode se pri ocenjevanju obravnavajo kot mikrobiološki, fizikalno-kemijski in indikatorski. Za indikatorske parametre (barva, električna prevodnost, pH itd.) velja, da njihove mejne vrednosti niso določene na osnovi neposredne nevarnosti za zdravje. Imajo le indikatorsko vrednost, kar je opozorilna vloga. Povišane vrednosti zahtevajo raziskavo vzroka in morebitno iskanje prisotnosti ostalih onesnaževalcev.

Redna mikrobiološka preskušanja pitne vode v večini primerov obsegajo določanje: *Escherichia coli* (ali *E. coli*), skupne koliformne bakterije in skupno število mikroorganizmov pri 22°C ter pri 37°C. Kadar je vir pitne vode površinska voda ali, ko na vir vpliva površinska voda, se opravijo tudi preiskave na prisotnost bakterije *Clostridium perfringens* (s sporami). V obsegu občasnih mikrobioloških preskušanj pitne vode so vključeni parametri rednega mikrobiološkega preskušanja ter določanje enterokokov, ki so poleg *E. coli* zanesljiv kazalec fekalnega onesnaženja. Redna fizikalno-kemijska preskušanja pitne vode obsegajo pri večini kontrolnih točk na omrežju naslednje parametre: barvo, vidne nečistoče, vonj, okus, motnost, pH, elektroprevodnost, oksidativnost, amonij, nitrit oz. druge parametre, ki so povezani z okoljem. V obsegu občasnih fizikalno-kemijskih preiskav so vključeni poleg parametrov iz rednih preiskav še skupna trdota, osnovni anioni in kationi, mikroelementi, pesticidi, aromatski ogljikovodiki in lahko hlapni halogenirani ogljikovodiki (Vodovodi in kanalizacija Nova Gorica d. d., 2009).

3.1.2 Sistemi za oskrbo s pitno vodo – objekti in vodovodno omrežje

Proces oskrbe s pitno vodo tvori zaključen sklop elementov od zajetja vodnega vira pa vse do uporabnika. Glede na namen ločimo elemente pridobivanja, tretiranja oz. obdelave in distribucije vode. Pri tem si pomagamo s shemo procesa oskrbe, ki je v osnovi razdeljena na glavne faze procesa, ki so:

- zajetje s črpališčem;
- postopki čiščenja;
- dezinfekcija;
- shranjevanje in distribucija.

Izhodišče je dobava ustrezne pitne vode na vseh mestih njene porabe v zadostnih količinah na celotnem območju dobave. Pri tem hitrost vode ne sme presegati tehnološko dopustne meje. Tlak se zagotovi z ustrezno višinsko namestitvijo vodohrama ali črpanjem. Zaradi previsokih tlakov ali nenadnih sunkovitih sprememb le-tega prihaja do lomov, zato je potrebno nadzorovati optimalni nivo tlaka.

Za transport vode se uporabljajo cevovodi iz različnih materialov, kot so jeklo, duktilna litina, plastične mase ter nekateri drugi, ki pa jih zaradi tveganja povezanega z njihovo uporabo ne uporabljamo več.

Pri izbiri materiala cevovodov velja, da ta v stiku z vodo ne sme glede fizikalnih, kemijskih ali mikrobioloških lastnosti vplivati na kakovost vode. S spremljanjem vsebnosti prostega preostalega klora, tlaka ter drugimi ciljno izbranimi parametri na ustrezno izbranih točkah omrežja se ugotavlja morebitne povratne tokove, zastoje, netesna mesta in podobne nepravilnosti, napake, ki so lahko vzrok za pojav tveganja.

V smislu varnosti je potrebno načrtovati omrežje, ki tvori zaključene kroge in ne slepo zaključenih krakov. Posebna pazljivost je potrebna tudi pri popravilih in vzdrževalnih delih, da ne pride do poškodb cevovodov oz. do vdora nečistoč v vodovodni sistem.

Procesi oskrbe s pitno vodo se od primera do primera razlikujejo, in sicer od najbolj enostavnih do najbolj kompleksnih. Za lažjo identifikacijo vseh posameznih nevarnosti v procesu oskrbe s pitno vodo se je potrebno natančno seznaniti z vsemi karakteristikami posameznega elementa, ki ga sistem vsebuje.

Več kot polovica vodovodnih sistemov v Sloveniji ima proces oskrbe omejen le na črpanje in distribucijo vode v omrežjih, v ostalih primerih pa je v proces vključena vsaj ena ali več faz obdelave. Ker je proces oskrbe v mnogih primerih odvisen predvsem od kvalitete surove vode, je potrebno pri analizi izhajati iz vrste vira pitne vode.

3.1.3 Postopki obdelave pitne vode

Odločitev o potrebni obdelavi pitne vode – čiščenju, načinu in postopkih je izredno kompleksna ter zahteva sodelovanje strokovnjakov različnih strok. Glavno vodilo je kvaliteta surove vode in režim varovanja vodnega zaledja. Načini in postopki poprave se določajo na osnovi karakteristik (stanje v vodovarstvenih pasovih, značilnost zajetja, ugotovitev laboratorijskih preiskav vode ter stanja ostalih elementov oskrbe z vodo).

Za pripravo pitne vode se lahko uporabljajo najrazličnejši biološki, kemijski, fizikalni in membranski procesi oziroma kombinacije teh procesov.

Za podtalnico v (drobnih) peščenih naplavinskih vodonosnikih se izkustveno kaže, da je naravna filtracija zadovoljiva tako v pogledu motnosti kot tudi v mikrobiološkem pogledu, kompenzira marsikatero onesnaženje in je v tem relativno varna. V teh primerih, v kolikor zanesljivo ni drugih indikacij, ni potrebno tretiranje vode. Podzemno vodo (podtalnico) kot vir pitne vode uporablja približno dve tretjini vodovodnih sistemov v Sloveniji. Od tega je v polovici primerov proces omejen le na pridobivanje vode s črpanjem in distribucijo v omrežju, v polovici primerov se izvaja še dezinfekcija bodisi redno ali občasno.

Za površinske vode ali vode, ki prihajajo v stik s površinskimi (kraške), je značilna odsotnost ali zmanjšana možnost samočiščenja. Če jih obravnavamo kot vir pitne vode je potreben poseben pristop. Te vode na svoji poti pobirajo najrazličnejša onesnaženja in se bogatijo z glinenimi sedimenti, ki se pojavljajo kot koloidni delci (motnost) in slabijo učinek dezinfekcije. Pomembno je predvsem odstranjevanje parazitov iz vode, ki so odporni na delovanje dezinfekcijskih sredstev in so hkrati indikator učinkovitosti čiščenja (filtracije) pitne vode.

V takih primerih je potrebno zagotoviti večstopenjsko čiščenje (multibarrier concept), ki mora zadostiti najmanj klasični obdelavi vode z elementi koagulacije, flokulacije, sedimentacije in filtracije. S tem se bistveno omeji motnost in zmanjša število mikroorganizmov, ki so prisotni v surovi vodi (Gospodarska zbornica Slovenije, 2002).

Motnost vode je pokazatelj prisotnosti delcev, velikosti od 1nm do 1mm. Delce tvorijo anorganske in organske snovi ter mikroorganizmi (glineni delci, mulj, koloidni delci, huminske snovi, alge, plankton, bakterije itd.). Posamezne komponente se med seboj lahko povezujejo, npr. glineno-organski del. Nekateri delci so prisotni že pred pripravo (večjo motnost se izmeri v površinskih vodah, v podtalnici je običajno nizka, če ta ni v stiku s površinsko vodo), nekateri pa so posledica neustrezne priprave ali dviganja usedline oziroma luščenja biofilma v distribucijskem sistemu. Motnost se izraža v NTU (nefelometrične turbidimetrične

enote). Metoda merjenja motnosti temelji na primerjavi sipanja svetlobe pri prehodu skozi vzorec vode in skozi standardno suspenzijo z znano motnostjo.

V Pravilniku o pitni vodi (Uradni list RS, št.19/2004 in 35/2004) je motnost uvrščena v Prilogo 1, del C med indikatorske parametre, kar pomeni, da mejna vrednost ni določena na podlagi podatkov o nevarnostih za zdravje. Mejna vrednost oz. specifikacija zahteva, da je motnost sprejemljiva za uporabnike in je brez neobičajnih sprememb. V primeru priprave pitne vode iz površinske vode motnost ne sme presegati 1,0 NTU v vodi po izstopu iz naprave za pripravo pitne vode. Po podatkih Svetovne zdravstvene organizacije je izgled vode z motnostjo do 5 NTU običajno še sprejemljiv za uporabnike; zaradi mikrobiološke varnosti vode priporočajo čim nižjo motnost. Za rezultate monitoringa pitne vode v Sloveniji je za oceno skladnosti dogovorjena mejna vrednost 1 NTU v primeru priprave in/ali, če je voda površinska ali če površinska voda nanjo vpliva, v primeru če ni priprave in voda ni površinska ali če površinska voda nanjo ne vpliva pa 5 NTU.

Motnost je eden od parametrov, ki sam pove zelo malo, zato spremembe motnosti ocenjujemo v povezavi z vrednostmi ostalih parametrov. Pomaga pri globalni oceni kakovosti vode, je pomemben parameter v procesu nadzora, priprave in distribucije vode. Povečana motnost na pipi lahko kaže na stik s površinsko vodo, napake oz. neustrezno pripravo vode, poškodbo cevovoda in kontaminacijo, dviganje usedline ali luščenje biofilma v distribucijskem sistemu. Zato je za ocenjevanje nujno poznavanje stanja vodovodnega omrežja, sistema za oskrbo s pitno vodo in hišnega vodovodnega omrežja. V primeru neskladnosti je treba ugotoviti stopnjo in hitrost nastanka neskladnosti ter vzroke oz. s pregledom celotnega sistema za oskrbo s pitno vodo preveriti njegovo stanje in ukrepati v skladu z ugotovitvami. Rezultat ugotovitev lahko narekuje prekinitev ali omejitev dobave ali drug ukrep. (Pitna voda, 2009)

Najpomembnejša zaščita je dezinfekcija, ki v optimalnih pogojih zagotavlja najvišjo mikrobiološko varnost. Mehanizem flokulacije je lajšanje aglomeracije s postopki intenzivnega mešanja, pri čemer nastanejo večji delci flokuli, ki povečajo vezavo primesi in se tudi lažje zadržijo v filtrih. V flokulih se ujamejo bakterije, skupki bakterij, blato in drugi suspendirani delci. Učinkovitost teh sredstev se manjša pri nižji motnosti. V primeru zelo majhne motnosti (pod 0,5 NTU) in ob dodajanju

koagulantov se lahko motnost tudi umetno povečuje. Sedimentacija je posedanje večjih delcev in nastajanje flokulov. Odvisna je predvsem od velikosti delcev in pretoka.

Filtracija očisti vodo mikroorganizmov ter snovi, ki povzročajo motnost. Učinkovitost in hitrost filtracije je odvisna od vrste filtra. Učinkovitost delovanja filtrov je potrebno stalno nadzirati, zato se priporoča kontinuirana meritev motnosti pred in predvsem po filtriranju, kar omogoča stalen nadzor in hitro ukrepanje. Motnost po filtriranju se ne sme bistveno spreminjati. Zagotoviti je potrebno redno pranje filtra.

Kemijska dezinfekcija je le še zadnja zaščita, pogosto edina in zato tudi najpomembnejša v procesu oskrbe, ki preprečuje prenos mikroorganizmov in naknadno kontaminacijo v omrežju. Ta se običajno izvaja le tam, kjer so za to mikrobiološke indikacije oziroma to zahteva varnost oskrbe (voda, ki ima lastnosti površinske oz. je pogosto mikrobiološko kontaminirana, dotrajano omrežje, pogosti lomi ipd).

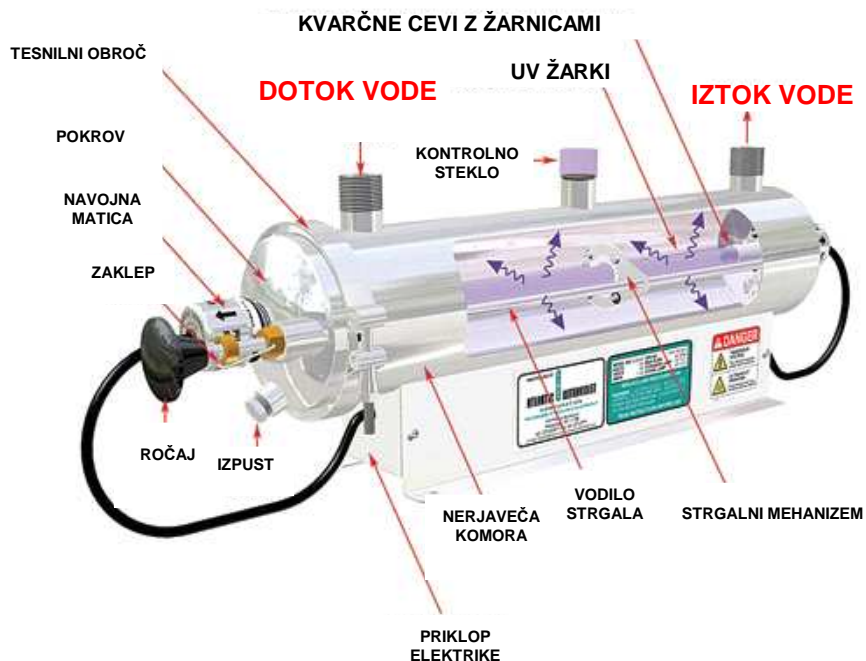
Dezinfekcijo ovira motnost (večja od 0,5 NTU), kjer prisotni delci »varujejo« mikroorganizme. Prav tako je neuspešna za aglutinirane mikroorganizme, ki so zaščiteni pred učinkovanjem sredstva. S klasičnim načinom čiščenja vode zmanjšamo porabo klora in tvorbo stranskih neželenih produktov dezinfekcije. Kot kemijska dezinfekcijska sredstva se za vodovodne sisteme najpogosteje uporablja klor in klorov dioksid. Učinkovitost dezinfekcije je odvisno od koncentracije dezinfekcijskega sredstva in od časa učinkovanja (CT). Na učinkovitost dezinfekcije vplivajo tudi vrsta dezinfekcijskega sredstva, pH, temperatura in kvaliteta vode.

Tudi pri kemijski dezinfekciji imamo pogosto opraviti z nevarnostmi, ki so povezane s prenizkim oz. previsokim odmerki dezinfekcijskega sredstva. Zato je nujno potrebno kontinuirano (on-line) nadzorovati koncentracijo prostega klora in ukrepati ob vsakem odstopanju. Pozorni moramo biti na tvorbo stranskih produktov, ki lahko predstavljajo dodatno tveganje. Pogosto se tudi zgodi, da klora zmanjka, še pogostejše pa so okvare na klorinatorjih.

V praksi se lahko uporabljajo tudi različne kombinacije posameznih dezinfekcijskih sredstev oziroma postopkov.

Optimalno naravnana dezinfekcija z UV žarki uspešno učinkuje na viruse in bakterije. Ker se učinkovitost UV dezinfekcije slabša z naraščanjem motnosti, je zelo pomembna kvaliteta vode, zato je potrebno UV dezinfekcijo kombinirati s predhodnimi fazami koagulacije, sedimentacije in filtracije, ki zmanjšujejo motnost na »želeno« vrednost. Uporablja se le kot primarna dezinfekcija oz. v kombinaciji z nekim drugim postopkom, ker ne daje rezidualnega učinka v omrežju. Prednost UV dezinfekcije je, da ne ustvarja stranskih produktov.

UV dezinfektor je naprava (slika 9), ki je narejena iz mešalne komore, skozi katero se pretaka voda, po komori pa so enakomerno razporejene kvarčne cevi, v katerih so montirane žarnice, ki svetijo z UV svetlobo.

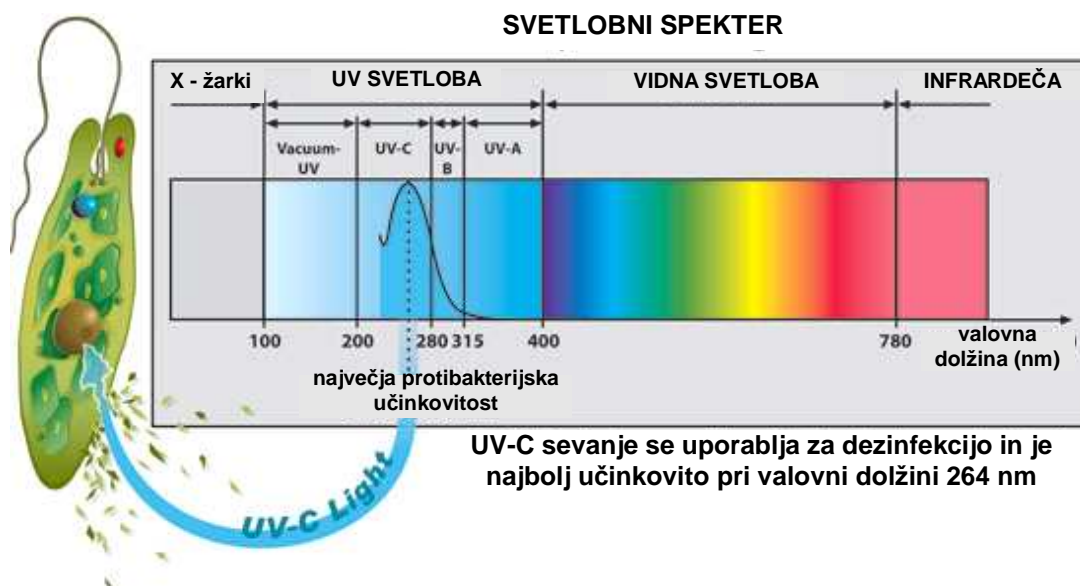


Slika 9: UV dezinfektor (Water filters, 2009a)

Zaradi fotoreaktivacijske možnosti priporoča stroka sevalno dozo, ki naj bi bila v času zamenjave žarnic še vedno 40 mWs/cm^2 (400 J/m^2 – standard, DVGW predpis

W-294), omenjen predpis je za pitno vodo in se nanaša na koliformne fekalne bakterije (*E. coli*).

Na sliki 10 je prikazan spekter svetlobe, ki se uporablja za uničevanje mikrobov. Najbolj učinkovita je svetloba z valovno dolžino 264 nm.



Slika 10: Svetlobni spekter (Water filters, 2009b)

Vse do pojava parazitnih obolenj prenesenih s pitno vodo je prevladovalo mišljenje, da mikrobiološko onesnaženje vode ustrezno odstranimo s filtracijo na »zadovoljivo« kalnost ter naknadno dezinfekcijo. Od takrat naprej se v tehniki in tehnologiji priprave pitnih vod opaža nov zagon. Poudarek je na tehničnih rešitvah, ki jih podpirajo industrija in industrijski lobiji. V zadnjem desetletju je razvoj usmerjen na tehnično, tehnološko in ekonomsko učinkovite (so)naravne fizikalne in biološke postopke priprave pitne vode brez uporabe kemikalij. V zadnjem obdobju se tako vse bolj uveljavljajo t. i. membranski procesi, ki zagotavljajo uspešno odstranjevanje koooidno suspendiranih delcev kot tudi najmanjših trdovratnih cist parazitov brez dodajanja kemikalij in ostankov kemikalij v prečiščeni vodi.

3.1.4 Vir pitne vode

Vodovodni sistem Hubelj upravljata na dva upravljavca: Komunalno stanovanjska društva Ajdovščina (KSDA) in Vodovodi in kanalizacija Nova Gorica d. d. Del

sistema v upravljanju oskrbuje območje z 10.744 uporabniki (podatek iz leta 2007). Na zajetju Hublja je urejena le dezinfekcija s klorom. Učinkovitost dezinfekcije upravljavec spremlja neprekinjeno preko računalniške povezave z objekti. V teku je sanacijski program tehnologije čiščenja surove vode Hubelj, ki predvideva ultrafiltracijo. V letu 2008 so bila pridobljena sredstva iz evropskih kohezijskih skladov za nadaljevanje sanacijskega programa, ki naj bi bil zaključen v naslednjih letih.

3.1.5 Distribucija in priprava pitne vode

Distribucija pitne vode v podjetju Fructal poteka preko javnega vodovodnega omrežja do priključnega mesta na meji industrijskega kompleksa, kjer so tudi glavni zaporni ventili in števec pitne vode.

Ker se podjetje napaja iz javnega vodovodnega omrežja, mora biti kvaliteta pitne vode v skladu z zakonodajo.

Dodatno se na definiranih odjemnih mestih znotraj tovarniškega kompleksa po planu izvaja vzorčenje in analiza pitne vode, občasno pa se izvede klorni šok celotnega internega vodovodnega omrežja. S tem se v podjetju zagotovi zdravstveno neoporečna kvaliteta pitne vode.

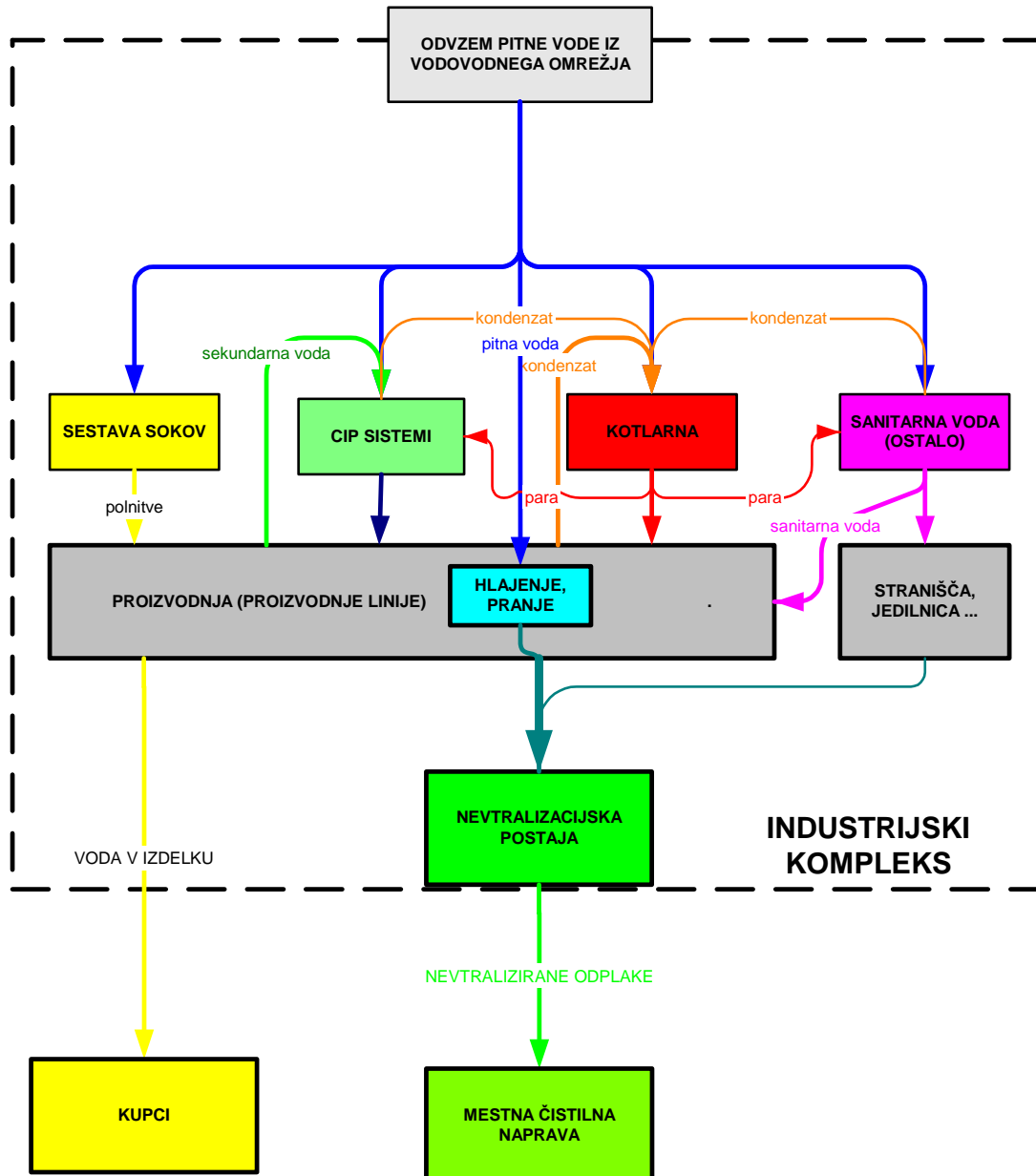
3.1.6 Porabniki pitne vode

Porabniki pitne vode so vsi stroji in naprave, kjer se voda potrebuje kot sam material za proizvod ali pa kot tehnično sredstvo za izdelavo proizvoda .

Kot je razvidno na sliki 11, se poraba vode uporablja predvsem v proizvodnji in kot sanitarna voda. V proizvodnji se tako voda uporablja na pet načinov, in sicer kot:

- polnitev – voda v izdelku;
- voda za CIP sisteme;
- pitna voda, ki neposredno vstopa v proizvodnjo;
- voda za kotlarno;

- sanitarna voda.



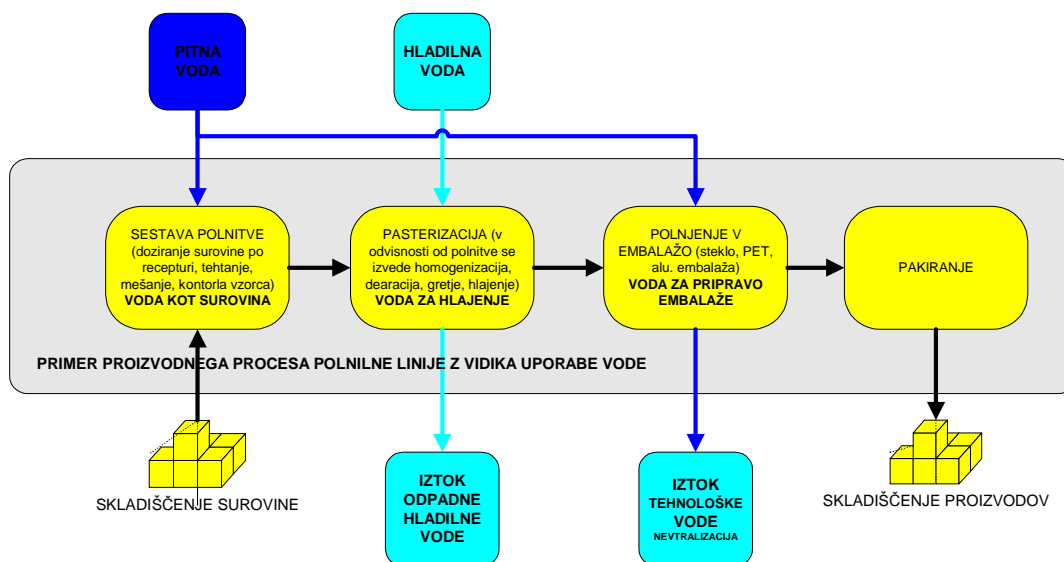
Slika 11: Raba pitne vode

3.1.6.1 Polnitev – voda v izdelku

V podjetju je inštaliranih več polnilnih linij, ki obratujejo različno glede na potrebe prodaje. Sokovi, nektarji in pijače se polnijo v različne vrste embalaže (steklenice, tetrapak embalažo in PET plastenke) različnih volumnov. V ta namen služita dve

polnilni liniji za vroče polnjenje v steklenice, pet polnilnih linij za polnjenje v tetrapak embalažo in aseptična linija za polnjenje v PET plastenke, kjer se polnijo sadne pijače.

Poleg teh so tu še polnilne linije za polnjenje otroških sokov v steklenice, otroške hrane v steklene kozarčke, linija za izdelavo sadnih rezin ter linija za izdelavo sadnih pripravkov. Tehnologija polnjenja je pri vseh linijah podobna. Sokovi, nektarji in pijače se po recepturi sestavijo v oddelku sestave, od koder se vodijo na polnilno linijo, kjer se pasterizirajo oz. ustrezno toplotno obdelajo, polnijo v pripravljeno embalažo in do prodaje skladiščijo v skladišču končnih proizvodov (slika 12).



Slika 12: Primer proizvodnega procesa polnilne linije z vidika rabe vode

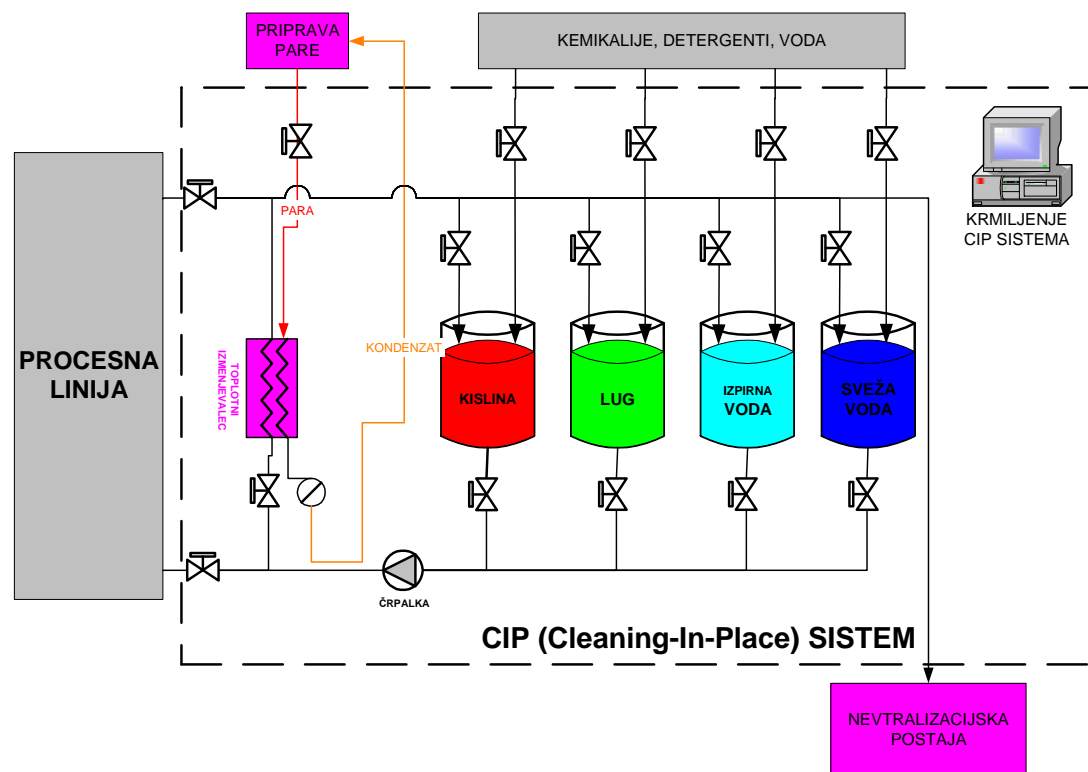
Na linijah za izdelavo otroške hrane, sadnih rezin ter sadnih pripravkov se proizvodi sestavljajo po recepturi direktno na proizvodni liniji.

Na linijah za predelavo sadja (kašasta in bistra predelava) pa se voda uporablja za pranje proizvodov.

Voda, uporabljena kot voda za izdelke, predstavlja približno 10% vse prevzete pitne vode in približno 70% celotne mase proizvodov. Prihranki na primeru porabe pitne vode neposredno za proizvod niso možni, saj bi s tem posegali v sam izdelek in ga spremenili.

3.1.6.2 Voda za CIP (Cleaning-In-Place) sisteme

CIP sistem je sestavljen iz bazenov za lug, kislino in vodo za spiranje ter krmilno tehniko z računalniško podporo za izvajanje procesa pranja (slika 13).



Slika 13: Primer CIP sistema

Čiščenje opreme se izvaja periodično po točno določenih programih. Namen čiščenja je odstraniti ostanke proizvoda in ostale nečistoče iz prejšnje proizvodne faze.

Po končanem procesu proizvodnje se proizvod izpodrine in s tem izprazni iz opreme, nato se začne izvajati čiščenje opreme.

CIP sistem čiščenja je sestavljen iz več korakov: izpiranja z vodo, krožnega čiščenja z raztopino lužnega čistilnega sredstva, vmesnega izpiranja, krožnega čiščenja z raztopino kislega čistilnega sredstva, vmesnega izpiranja, dezinfekcije opreme, končnega izpiranja z vodo.

Postopki – koraki čiščenja in koncentracije čistilnih sredstev so točno določeni. Doziranje in vzdrževanje koncentracij ter CIP čiščenje je avtomatsko in je vodeno preko računalnika.

CIP sistem vključuje več posod za čistilna sredstva za čiščenje (lug, kislina in voda), grelnik – toplotni prenosnik in dozirno postajo za lug, kislino in dezinfekcijsko sredstvo. V nekaterih primerih je dodatno vgrajena še posoda, kjer se zbira izpirna voda (voda iz zadnjega koraka predhodnega pranja) za ponovno uporabo.

Vsa onesnažena voda, ki je ni več mogoče uporabiti, se vodi na interno nevtralizacijsko napravo in nato na mestno čistilno napravo.

Optimizacija CIP sistemov je projekt, ki se izvaja v podjetju od začetka leta 2009. Namen projekta je na podlagi meritev ponovno določiti faze oz. korake posameznih ciklov v samem procesu pranja glede na nova pralna sredstva in posamezne proizvodnje linije. Predviden prihranek pitne vode je med 5 do 15 % vse pitne vode.

3.1.6.3 Pitna voda, ki direktno vstopa v proizvodnjo

Ta del pitne vode se porablja direktno na porabnikih, in sicer kot voda za ročno pranje, hlajenje strojev in naprav, kjer zaradi zahteve po čistosti ni možna uporaba hladilne vode (hladilne komore). Taka voda je v veliki večini primerov po rabi onesnažena, zato se jo preventivno odvaja na nevtralizacijsko napravo oz. mestno čistilno napravo.

K pitni vodi, ki direktno vstopa v proizvodnjo, lahko štejemo tudi vodo, ki se uporablja pri predelavi sadja za pranje sadja, in sicer na liniji za predelavo sadja za motne sokove in na liniji za predelavo sadja v bistre sokove. Proizvedena kaša in sok sta polproizvoda, ki se sterilno skladiščita v cisternah v kletih do uporabe v proizvodnji.

Pri porabi pitne vode, ki direktno vstopa v proizvodni proces, so mogoči prihranki, vendar jih je zaradi kompleksnosti naprav težko oceniti, vsekakor pa se nanašajo v večji meri na človeški faktor.

3.1.6.4 Voda za kotlarino

Ta del pitne vode se uporablja kot sveža napajalna voda za parne kotle. V tem primeru se voda pred doziranjem v kotel še ustrezno mehča, kar pomeni, da se s pomočjo mehčalcev vode iz sveže vode odstranijo vse rudninske snovi, ki bi se lahko kasneje v parnem kotlu izločale kot obloge na vodni strani kotla – kotlovec.

Pri procesu priprave mehke vode se poleg solnice uporabljata dve posodi, ki sta povezani z enim samim modulom (slika 14). Modul vsebuje krmilni sistem, ki avtomatično uravnava polnjenje solnice, povratno izpiranje ionske mase, razsoljevanje ionske mase in celoten proces mehčanja v eni ali drugi posodi. Voda, ki teče skozi modul, poganja posebne merilnike pretoka vode, ki beležijo količino pretečene vode in tako prožijo proces regeneracije. Trdota vode, ki je odvisna od števila kalcijevih, magnezijevih, železovih, manganovih in ostalih kationov v vodi, določa količino vode, ki lahko preteče skozi sistem v eni fazi mehčanja. Ko merilniki odčitajo opredeljeno količino, modul samodejno vključi drugo posodo v proces mehčanja. Hkrati tudi prične postopek regeneracije prve posode, ki po regeneraciji ostane v fazi pripravljenosti. Tako postopek mehčanja poteka neprestano in zagotavlja stalno oskrbo z mehko vodo.



Slika 14: Priprava mehčane vode

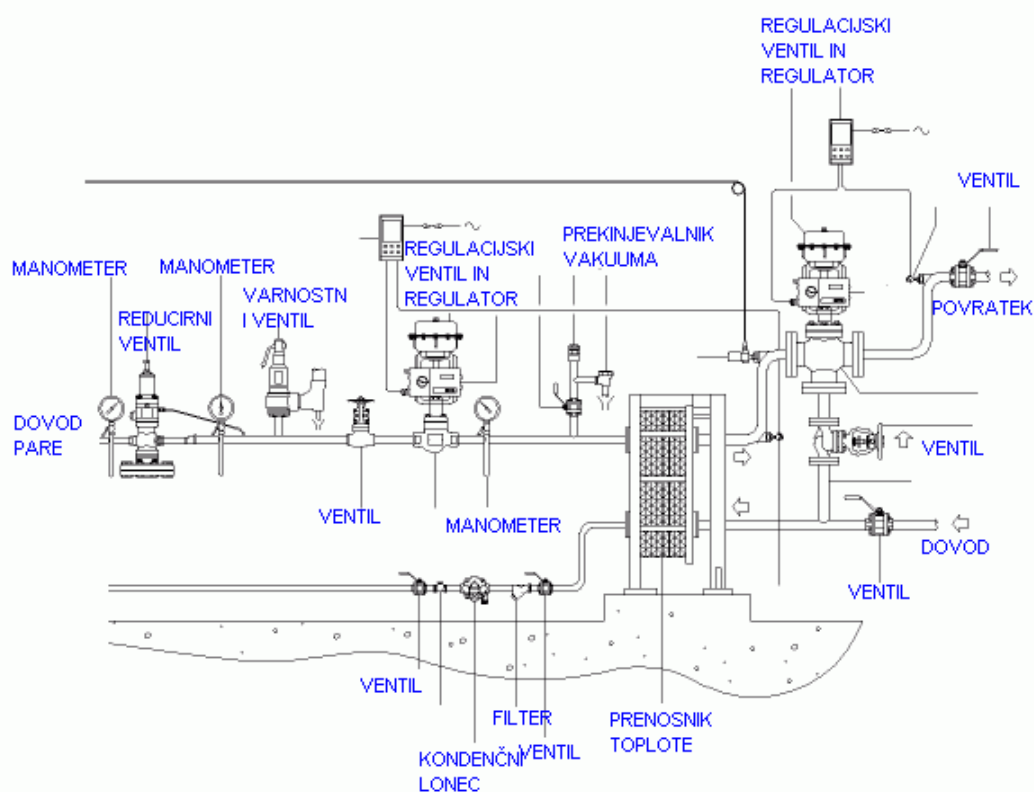
S pomočjo termičnega odplinjevalnika se napajalni vodi odstrani kisik, ki bi v nasprotnem primeru povzročal korozijo naprav. Napajalna voda se zbira v napajalnem rezervoarju, kjer se jo po potrebi še dodatno segreje na 105 °C. V parni kotel se namreč zaradi nevarnosti pred parnimi eksplozijami v času med normalnim obratovanjem ne sme dozirati hladnejše vode.

Kot del napajalne vode se uporablja tudi iz proizvodnih procesov vrnjena kondenzirana para – kondenzat, vendar le v primeru, da ta ustreza kriterijem za ponovno uporabo.

Po potrebi se v napajalno vodo dozira še dodatne kemikalije za vezavo prostega kisika oz. druge snovi, ki izboljšajo kvaliteto napajalne vode. Od kvalitete napajalne vode je odvisno stanje kotlov ter sama poraba energije za proizvedeno paro.

3.1.6.5 Sanitarna voda

Ta del pitne vode se uporablja v sanitarne namene, kot je na primer uporaba vode za umivanje rok (topla ali mrzla), izpiranje v straniščih, pranje ... Toplo vodo se pripravi s pomočjo toplotnih prenosnikov (slika 15), ki so ogrevani s paro pripravljeno v kotlarni podjetja.



Slika 15: Primer toplotnega prenosnika para/voda (Spirax Sarco, 2009)

Količino porabljene sanitarne vode je zelo težko oceniti, saj so tako naprave za pripravo sanitarne vode kot porabniki sanitarne vode nameščeni na več lokacijah po

podjetju brez opreme za merjenje pretokov vode. Za spremljavo porabljenih količin bi bilo potrebno dograditi ustrezne vodomere.

3.1.7 Količina in strošek porabe pitne vode

Cena pitne vode predstavlja za podjetje določen strošek, zato je potrebno, da se v podjetju redno spremlja količino porabljene vode. Osnovni kazalnik je poraba vode na enoto proizvoda. Podjetje se s pitno vodo napaja preko glavnega števca pitne vode, po katerem Komunalno stanovanjska družba d.o.o. iz Ajdovščine (KSDA), ki izvaja obvezne in neobvezne gospodarske dejavnosti javne službe na območju občin Ajdovščina in Vipava, obračuna strošek oskrbe podjetja z vodo.

Popis glavnega vodomera (slika 16) za obračun izvede KSDA enkrat mesečno, navadno v zadnjem tednu meseca. Račun se v podjetju pregleda tako količinsko kot stroškovno.



Slika 16: Industrijski vodomere s prirobnico (CMC EKOCON, 2009)

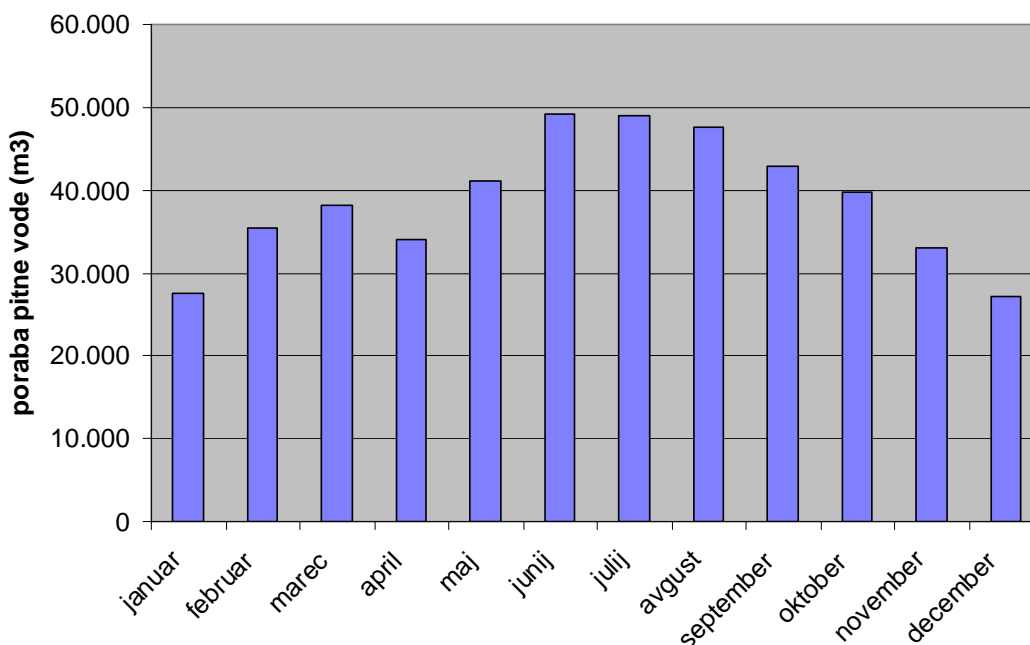
Ceno pitne vode na predlog upravljavca in v skladu z veljavnimi predpisi potrjuje občinski svet. Cena mora vsebovati stroške enostavne in razširjene reprodukcije ter

stroške upravljanja s sistemi vodooskrbe. Uporabniku se poleg porabe vode zaračunavajo tudi stroški vzdrževanja vodovodnega sistema in priključka. Cena se določa na podlagi obračuna dejanskih stroškov posameznega sistema vodooskrbe.

Fructal plačuje podjetju KSDA za vsak prevzeti kubični meter pitne vode 0,5283 €. Dodatni strošek, ki direktno nastane zaradi privzema pitne vode, je še strošek števecine, ki znaša približno 38,9 € na mesec (cene iz let 2008, 2009).

V letu 2008 se je iz vodovodnega omrežja prevzelo 465.191 m³ pitne vode, kar predstavlja strošek v višini 246.246 € (strošek je brez davka na dodano vrednost in vključuje vodarino in števecnino).

Na sliki 17 je prikazano gibanje porabe pitne vode na mesečnem nivoju. Razvidno je, da se poraba pitne vode poveča že pred začetkom poletja in traja do jeseni – v prvi polovici poletja se poveča na račun povečane proizvodnje pred poletno sezono, medtem ko je na prehodu iz poletja v jesen povečana zaradi predelave sadja (odkup in predelava breskev, hrušk, jabolk).



Slika 17: Poraba pitne vode po mesecih v letu 2008

Gibanje porabe vode je iz leta v leto podobno, saj sta tako proizvodni letni cikel kot predelovalni letni cikel iz leta v leto bolj ali manj konstantna.

3.2 Hladilna voda

Hladilna voda je voda, ki se zajema neposredno iz vodotoka Hubelj in se uporablja v hladilne namene.

3.2.1 Vir hladilne vode

Hladilna voda se zajema na vodotoku Hubelj neposredno na strugi reke pred priklopi raznih komunalnih onesnaževal, nedaleč od samega izvira. Vodotok je hudourniške narave, vendar tudi v poletnih mesecih, ko je splošno pomanjkanje vode, zagotavlja dovolj velik pretok, tako da lahko podjetje neovirano izkorišča maksimalni dovoljeni odvzem 56 l/s. Struga vodotoka pred zajetjem je čista in urejena, samo zajetje pa ima peskolov, ki preprečuje morebitno odnašanje peska po vodovodu proti tovarni. Meritve dotoka hladilne vode, ki se izvajajo skladno z zakonsko osnovo Uredbe o emisiji snovi in toplote pri odvajanju odpadnih vod v vode in javno kanalizacijo ter Pravilnika o prvih meritvah in obratovalnem monitoringu nam pokažejo, da se temperatura dotoka konstantno giblje med 6 °C in 10 °C glede na letni čas, vrednost pH pa je med 7,4 in 7,9.

3.2.2 Distribucija in priprava hladilne vode

Zajetje hladilne vode je narejeno tako, da je v dno struge vgrajena rešetka za zajem vode. Zajeta voda se steka v peskolov z razbremenilnim kanalom, ki odvajata višek vode, ki nastane zaradi z zapornico omejenega dotoka vode v kanal proti industrijskemu kompleksu. Tako podjetju vodni vir ob omejitvah glede na izdano vodno dovoljenje predstavlja pomemben energetski potencial. Hladilno vodo se s pomočjo zbirnega kanala zavarovanega z reškami vodi preko zapornice in lovilca peska v zbirnem razbremenilnem jašku do tovarniškega kompleksa.

V tovarni se z avtomatsko zapornico uravnava nivo vode v črpalnih bazenih, v katerih so sesalni koši za črpalke. Črpalke s pomočjo hidroforjev (slika 18) zagotavljajo tlačno stabilno oskrbo s potrebnimi količinami hladilne vode za hladilne naprave.



Slika 18: Črpališče hladilne vode

Tlak v sistemu hladilne vode je približno 4,5 bar. Iz črpališča so tako speljane štiri glavne distribucijske veje, ki so opremljene z merilniki pretoka, ki se jih dnevno popisuje in na tak način vodi monitoring nad odvzemom hladilne vode iz vodotoka.

3.2.3 Porabniki hladilne vode

3.2.3.1 *Voda za hlajenje*

Ko se tehnološka voda uporablja kot hladilni medij, se z njo odvaja toploto iz naprav. Te naprave so toplotni prenosniki, ki imajo funkcijo hlajenja izdelka pri postopku toplotne obdelave (pasterizatorji – slika 19) in pa hlajenje nekaterih energetskih naprav, kot so npr. vodno hlajeni kompresorji.



Slika 19: Toplotni prenosnik za pasterizacijo

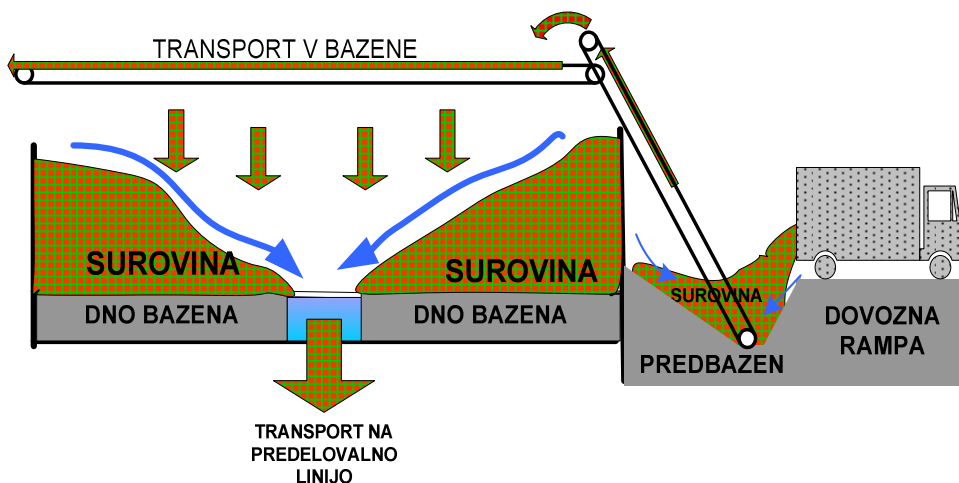
Voda po uporabi ni kemično in biološko onesnažena, zato jo je dovoljeno izpuščati neposredno v vodotok. Ker je letna količina uporabljene vode dovolj velika, je potrebno na določenem merilnem mestu pred iztokom v vodotok izvajati zakonsko določene meritve.

3.2.3.2 *Voda za transport surovine*

Hladilna voda, ki se uporablja kot transportni medij, je onesnažena s kosi sadja, ki se okrušijo pri transportu od zbirnega bazena do predelovalne linije. Tako onesnaženo vodo, ki se je v preteklosti odvajala preko mehanskih filtrov v vodotok, je potrebno odvesti na nevtralizacijsko postajo, kjer se voda filtrira in po potrebi nevtralizira. Ustrezno obdelano vodo se nato preko mestnega kolektorja spušča na mestno čistilno napravo.

Dovod hladilne vode za transportni kanal se upravlja s pomočjo ventilov, ki imajo funkcije regulacije količine vode. Transportni kanal (vsak bazen ima svoj transportni kanal) je speljan po sredini bazena za zbiranje surovine in je prekriti z rešetko iz nerjavečega materiala, ki med polnjenjem bazena preprečuje vsipanje surovine vanj. Bezeni služijo za zbiranje dovolj velike količine surovine oz. za akumulacijo surovine za predelovalno linijo. Na sliki 20 je prikazan celoten postopek transporta surovine, od sipanja surovine s tovornjaka v predbazen, razporejanja surovine v

bazene s pomočjo transportnih trakov in na koncu transporta s pomočjo hladilne vode po transportnem kanalu na linijo za predelavo.



Slika 20: Razporejanje surovine po bazenu

Ko predelovalna linija začne s predelavo, se bazena izmenično praznita oz. v primeru prihoda nove surovine polnita. Kapaciteta obeh zbirnih bazenov znaša približno 350 ton surovine v odvisnosti od kvalitete sipanja surovine. Transport poteka tako, da se po transportnih kanalih spusti dotok vode in postopno odkriva zaščitno rešetko. Surovina se tako sipa v kanal, v katerem jo voda odnaša do linije za predelavo. Nivo vode v kanalu širine 20 cm in globine 30 cm je približno 10 cm, kar pomeni, da surovina plava v vodi in se ob transportu ne poškoduje. Ko transportna voda prinese surovino do linije za predelavo, se surovina odstrani iz vode s pomočjo transportnega polža. Ta dvigne surovino iz vode, ki odteče po kanalu do interne nevtralizacijske naprave in od tam naprej na mestno čistilno napravo.

Transportno vodo za spiranje materiala se pod tlakom črpa po ceveh do šob, ki so razporejene v predbazenu, v kateremu se tako s tehnološko vodo spira material na transportni trak, ki razporeja surovino po zbirnih bazenih. Zaradi občasnega slabega sipanja surovine v transportni kanal pa se dodatno uporablja še ročno brizgo, ki je priklopljena na isti dovod hladilne vode kot šobe za spiranje.

V primeru uporabe transportne vode temperatura zajete vode ne pomeni bistvenega parametra. Transportno vodo se uporablja izključno v transportne namene. Po končanem transportu je vsa surovina oprana s pitno vodo.

V letu 2008 se je tako za omenjene proizvodnje linije za predelavo sadja porabilo približno 22.000 m³ vode, kar predstavlja 1.200 € stroška za vodna povračila za odvzem vode iz vodotoka.

3.2.4 Količina in strošek hladilne vode

Poraba hladilne vode se vsakodnevno popisuje iz števec, ki so montirani na glavne distribucijske cevi za hladilno vodo takoj za črpalkami. Podatke o stanju števec se beleži v dnevnik.

Hladilna voda pomeni strošek 0,056 €/m³ kar je približno 10-krat nižji strošek od stroška za privzeto pitno vodo. V letu 2008 se je iz vodotoka prečrpalo 285.000 m³ hladilne vode, kar predstavlja cca. 15.675 € stroška za vodno povračilo. Porabniki niso opremljeni z merilci pretoka zato delitev stroška na porabnike ni možna, lahko pa ocenimo, da se približno 90 % vode uporabi za hlajenje pasterizatorjev, ostalih 10 % pa za transport jabolk na liniji za predelavo in ostale porabnike.

3.3 Tehnološka voda

Mesto Ajdovščina ima zgrajeno kanalizacijo pretežno mešanega sistema. Glavni zbirni kanal, ki vodi na mestno (centralno) čistilno napravo, poteka ob vodotoku Hubelj. Njegov potek je gravitacijski vse do črpališča pred čistilno napravo. Kanalizacija je urejena v mešanem sistemu po principu gravitacijske odvodnje z razbremenjevanjem razredčenih meteornih voda v Hubelj. Kanalizacija industrijskih obratov je v večini grajena v ločenem sistemu tako, da je odvod meteornih vod ločen od kanalizacije odpadnih vod. Tako tehnološke kot fekalne odpadne vode iz teh obratov so po večini združene v skupno kanalizacijo, ki se izteka na iztoku na mestno čistilno napravo (iztok št. 1, merilno mesto V1).

Odpadna voda iz polnilnih linij je onesnažena pretežno z ostanki sokov, voda iz linij za predelavo sadja pa z organskimi snovmi, ki nastanejo pri pranju in predelavi sadja. Odpadna voda v obeh primerih vsebuje tudi ostanke pralnih sredstev, ki se uporabljajo pri čiščenju proizvodnih linij. Polnilne linije obratujejo enakomerno skozi celo leto, linije za predelavo sadja pa sezonsko od julija do oktobra.

Podjetje ima zgrajen ločen sistem kanalizacije. Vse onesnažene tehnološke in fekalne (sanitarne) vode se združujejo v skupnem kanalu, ki vodi na lastno nevtralizacijsko napravo. Umazana voda je vsa voda, ki priteče v podjetje in se ne uporabi v hladilne namene, ni direktno vgrajena v izdelke in ni meteorna voda.

Odpadne vode so organsko obremenjene in skoraj v celoti razgradljive v aerobnem procesu čiščenja na mestni čistilni napravi. Odpadne vode pretežno ne inhibirajo biološkega dela čistilne naprave. Večjo nevarnost za delovanje čistilne naprave predstavljajo predvsem odpadne tehnološke vode, ki nastajajo pri pranju polnilnih linij s CIP sistemom, saj se pri izpiranju postrojenj uporabljajo čistilna sredstva, ki so pretežno lužnata. Te odpadne vode povzročajo kemično onesnaženje, saj imajo neposredno po izpiranju z bazo in kislino pH vrednost izven območja, ki je predpisano z zakonom. Podjetje to rešuje z lastno nevtralizacijsko postajo.

3.3.1 Viri tehnološke vode

Tehnološke vode nastajajo:

- pri procesih pranja opreme oz. proizvodnih linijah – vode iz CIP sistemov;
- pri hlajenju naprav (v primeru, da se voda onesnaži);
- pri obratovanju kotlarne;
- v sanitarijah;
- pri transportu za linije predelave.

3.3.1.1 Tehnološka voda iz procesa pranja opreme oz. CIP sistemov

Umazana voda, ki nastane pri procesih pranja opreme oz. pri CIP sistemih je temperaturno in kemijsko onesnažena, zato je ni dovoljeno spuščati neposredno v vodotok, ampak se jo mora voditi na mestno čistilno napravo. Še pred tem pa jo je potrebno kemično nevtralizirati, saj bi preveč visok ali prenizek pH imel škodljive posledice za delovanje mestne čistilne naprave. PH vode, ki se izpušča na mestno čistilno napravo, mora biti med 6,5 do 9,5.

3.3.1.2 Tehnološka voda iz hladilnih sistemov

Hladilna voda, ki nastaja pri delovanju hladilnih sistemov, je v večini primerov kemično in biološko čista voda, vendar obstajajo tudi porabniki kot so npr. hladilne komore pri tunelskih pasterizatorjih, kjer se hladilna voda uporablja na tak način, da neposredno škropi po izdelkih. V primeru poškodovanega izdelka se tako hladilna voda onesnaži, zato jo je potrebno obravnavati kot umazano vodo.

3.3.1.3 Tehnološka voda pri obratovanju kotlarne

Pri obratovanju kotlarne nastajajo odpadne vode, ki jih je potrebno zaradi onesnaženosti obravnavati kot umazane vode.

Količinsko lahko tukaj izpostavimo tri vrste odpadnih vod, ki nastajajo:

- pri kaluženju oz. odsoljevanju ob proizvodnji pare v parnem kotlu;
- pri regeneraciji mehčalnih naprav za pripravo napajalne vode za parne kotle;
- pri preusmeritvi za kotel neustrezne povratne kondenčne vode.

O kaluženju in odsoljevanju govorimo takrat, ko v parnem kotlu prihaja do procesa uparjanja vode. Takrat voda v kotlu izpareva, na dnu kotla ostajajo v vodi raztopljeni trdni delci, posledica tega pa je kopičenje blata in vodnega kamna. To kopičenje olajšamo s spuščanjem dela vode iz kotla skozi ventil na spodnji strani kotla – s kaluženjem. Velika koncentracija trdnih delcev lahko povzroči tudi penjenje pod vrhom kotla – odsoljevanje. Če odsoljevanje ni urejeno, lahko prihaja do vodnih udarov, ki lahko poškodujejo cevi, odvajalnike kondenza in procesne naprave. S pobiranjem vrhnje plasti odstranimo trdne delce blizu površine tekočine, zato je ta postopek običajno neprekinjen. Ker je voda segreta, lahko njeno energijo izkoristimo na izmenjevalcu toplote za gretje sanitarne vode. Potrebe po kaluženju oz. odsoljevanju so odvisne od delovnega tlaka kotla, količine nadomestne vode, stopnje nečistoč v nadomestni vodi in koncentracije raztopljenih trdnih snovi. Kaluženje in odsoljevanje poteka avtomatsko oz. po potrebi ročno.

Do regeneracije mehčalcev napajalne vode pride, ko se ionska masa nasiti z ioni in se sproži postopek regeneracije-izpiranje z raztopino kuhinjske soli (ionska izmenjava).

Regeneracija mehčalcev poteka avtomatsko po v naprej določenem programu (ciklu) in se ob povprečni proizvodnji pare izvede približno 2-krat tedensko s 3,5 m³ pitne vode, kar predstavlja 400 m³ pitne vode na leto.

Do neustrezne povratne kondenzne vode pride v primeru, ko se na parno kondenzatnem sistemu pojavijo napake v smislu vdora pitne vode (nemehčane), kemikalij ali drugih snovi v sistem. Tako onesnažene vode se ne sme ponovno uporabiti za kotelno napajalno vodo, saj nam lahko povzroči težave s korozijo v parnih kotlih, zato se jo spušča direktno v kanalizacijo za tehnološko vodo.

3.3.1.4 Umazana sanitarna voda

Umazana sanitarna voda, katere količina, v celotni količini umazane vode ne predstavlja pomembnega deleža nastane pri uporabi čiste sanitarne vode v straniščih.

3.3.1.5 Transportna voda iz predelave

Količina umazane transportne vode je enaka količini prevzete hladilne vode za transport surovine in znaša približno 22.000 m³, kar stroškovno za eno povprečno sezono predstavlja približno 17.000 €.

Količina take vode in s tem povezani strošek sta odvisna od časa obratovanja liniji za predelavo jabolk, možni pa so določeni prihranki prav z vidika spremembe oz. izboljšanja tehnologije transporta surovine na linijo za predelavo.

3.3.2 Obdelava in iztok tehnološke vode

Ker so za izpust umazane vode na mestno čistilno napravo določeni pogoji, jo je potrebno predhodno ustrezno obdelati na lastni nevtralizacijski postaji. Njena glavna naloga je predčiščenje in izravnava pH. Sestavljena je iz naslednjih glavnih delov:

- črpališča za prečrpavanje tehnoloških odpadkov s črpalkami;
- priključnega cevovoda do nevtralizacijskega bazena;
- bazena za nevtralizacijo s pomožnimi napravami (strojna oprema);
- manjšega bazena za fino regulacijo pH vrednosti;

- kontrolnega jaška za vzorčenje oz. analizo prečiščenih odplak pred iztokom v mestni kolektor;
- skladišča za hrambo ustrezne kisline in luga (kemikalije potrebne za nevtralizacijo) ter prostora s kompresorjem za komprimiran zrak za mešalne membrane;
- objekta za upravljanje in nadzor nad nevtralizacijsko postajo.

Skupni pretok odpadnih vod, ki se stekajo na nevtralizacijo znaša od 300 m³ do 2.400 m³ dnevno. PH vrednost pritekajočih odpadnih vod znaša od 4 do 12.

Na napravi poteka delno mehansko in kemijsko čiščenje. Pritekajoče odpadne vode se najprej očistijo grobih delcev (nad 30 mm) na rešetki in se nato prečrpajo s tremi potopnimi črpalkami v izravnalni bazen skozi drobno avtomatsko rešetko (mikrofilter prepustnosti do 2,5 mm). V izravnalnem bazenu (volumen 150 m³) se odpadne vode nevtralizirajo, delno samodejno ali s pomočjo doziranja žveplove (IV) kisline in se premešajo s pomočjo vpihovanja zraka v izravnalni bazen.

V izravnalnem bazenu oz. betonskem deflektorju pred korekcijskim bazenom poteka tako imenovano fino doziranje kisline in baze z dvema črpalkama na osnovi merjenja vrednosti pH s posebno merilno sondo. V vodo se s pomočjo nizkotlačnega puhalja in vpihovalnih membran vpihuje zrak.

Iz korekcijskega bazena gravitacijsko odtekajo nevtralizirane odpadne vode v merilni jašek, kjer so nameščene sonda za ugotavljanje pH vrednosti, sonda za merjenje temperature in ultrazvočna sonda za merjenje pretoka.

Nevtralizacijska naprava je naravnana tako, da poteka doziranje kisline, ko je pH vrednost odpadne vode nad 9,0 in doziranje luga, ko je pH vrednost pod 6,7. PH vrednosti nevtralizirane odpadne vode, ki se spušča v kanalizacijo (v nadaljnjo obdelavo na čistilno napravo) ne smejo presegati 9,5 in ne smejo biti nižje od 6,5.

Letna količina odpadne vode na iztoku iz nevtralizacijske naprave je večja od 100.000 m³, zato je potrebno zagotoviti trajne meritve količine odpadnih vod, ki se izvajajo v skladu s Pravilnikom o prvih meritvah in obratovalnem monitoringu odpadnih vod ter pogoji za njegovo izvajanje (Uradni list RS, št. 74/2007).

Vrednotenje iztoka V1 umazane odpadne vode se izvaja v skladu z Uredbo o emisiji snovi in toplote pri odvajanju vod v vode in javno kanalizacijo (Uradni list RS, št. 47/2005 in 45/2007), Uredbo o emisiji snovi in toplote pri odvajanju odpadne vode iz naprav za proizvodnjo alkoholnih in brezalkoholnih pijač (obstoječe naprave) (Uradni list RS, št. 45/2007) in Uredbo o emisiji snovi in toplote pri odvajanju odpadne vode iz naprav za obdelavo in predelavo živalskih in rastlinskih surovin ter mleka pri proizvodnji hrane za prehrano ljudi in živalske krme (obstoječe naprave) (Uradni list RS, št. 45/2007).

3.3.3 Količina in strošek tehnološke vode

V letu 2008 se je na mestno čistilno napravo izpustilo 348.360 m³ umazane vode kar predstavlja strošek v višini 272.000 €.

3.4 Odpadna hladilna voda

Odpadne hladilne vode nastajajo v kompresorski postaji in pri hlajenju pasterizatorjev. Speljane so po ločenem kanalizacijskem omrežju na skupen izhod v reko Hubelj (iztok št. 2, merilno mesto V2).

3.4.1 Viri odpadne hladilne vode

Viri odpadne hladilne vode so iztoki hladilne vode iz izmenjevalcev toplote, ki se uporabljajo pri procesih pasterizacije ali v namene kondenzacije plina pri kompresorskih hladilnih agregatih.

3.4.1.1 Odpadna hladilna voda iz pasterizatorjev in drugih hladilnih naprav

Pasterizacija je proces, ko se sok temperaturno obdela najprej z fazo ogrevanja, tej pa sledi faza hlajenja. V fazi hlajenja se na izmenjevalcu za hladilni medij uporablja hladilna voda, ki se v tem postopku le temperaturno onesnaži in jo lahko izpuščamo v vodotok saj ustreza predpisanim parametrom.

V primeru hladilnih naprav, kot so npr. hladilni agregati, se hladilna voda uporablja za hlajenje hladilnega plina – postopek kondenzacije. S tem odvajamo toplotno

energijo plina na hladilno vodo, ki se temperaturno onesnaži in se lahko izpušča direktno v vodotok.

Zmanjšanje odpadne hladilne vode lahko dosežemo le s postopkom optimizacije pasterizatorjev oz. kondenzatorjev pri hladilnih agregatih z nadomestno tehnologijo.

3.4.2 Odvajanje in iztok odpadne hladilne vode

Odpadna hladilna voda se iz iztokov naprav, kjer prevzame toplotno energijo, izteka v ločeno kanalizacijsko omrežje, ki se izteka na iztok V2.

Letna količina odpadne hladilne vode na iztoku V2 je večja od 100.000 m³, zato je potrebno zagotoviti trajne meritve količine odpadnih voda, ki se izvajajo v skladu s Pravilnikom o prvih meritvah in obratovalnem monitoringu odpadnih vod ter pogoji za njegovo izvajanje (Uradni list RS, št. 74/2007).

Vrednotenje iztoka V2 odpadne hladilne vode se izvaja v skladu z Uredbo o emisiji snovi in toplote pri odvajanju vod v vode in javno kanalizacijo (Uradni list RS, št. 47/2005 in 45/2007) ter Uredbo o emisiji snovi pri odvajanju odpadnih vod iz naprav za hlajenje ter naprav za proizvodnjo pare in vroče vode – pretočni hladilni sistemi (Uradni list RS št. 28/2000 in 41/2004).

3.4.3 Količina in strošek odpadne hladilne vode

Količina odpadne hladilne vode je načeloma enaka vhodni hladilni vodi, čeprav lahko na iztoku prihaja pri merjenju pretokov do večjih pretokov kot so na vhodu predvsem zaradi meteorne kanalizacije, ki je speljana v isti iztok. Tako se na koncu leta za izračun stroška odpadne hladilne vode vzame količino dejansko prečrpane hladilne vode, ki je merjena v črpališču. Strošek odpadne hladilne vode, ki se izračuna glede na količino in onesnaženost, je v letu 2008 znašal približno 13.000 €. Manjša kot je onesnaženost, manjša je dajatev za odvajanje odpadne hladilne vode.

4 RACIONALIZACIJA RABE VODE

Racionalizacija rabe vode pomeni, da z optimizacijo rabe oz. procesov, v katerih se določena vrsta vode uporablja, dosežemo znižanje količin in s tem stroška vhodnih vod in posledično znižanje količin in stroška izhodnih vod.

Da pridemo do racionalne rabe vode je potrebno v celotnem procesu rabe najti take, ki zdržijo predvidene ukrepe količinskega znižanja rabe vhodnih vod, pri tem pa to ne vpliva na kvaliteto osnovnega proizvodnega procesa. Z optimizacijo rabe vhodnih vod vplivamo tudi na nižanje količine izhodnih vod, razen v procesu, ko je vhodna voda surovina za izdelek. Voda, ki se uporabi kot sestavina izdelka, se obravnava kot surovina, ki oblikuje lastnosti izdelka in s tem določa artikel.

Racionalizacija rabe vode ne pomeni zgolj optimiranja rabe vode v smislu znižanja porabljenih količin vode pri določenih procesih, ampak tudi smotrnost povečanja rabe vode v procesih, s katerimi lahko nadomestimo druge finančno manj ugodne procese.

4.1 Racionalizacija rabe vhodnih vod

Za racionalizacijo rabe vhodnih vod lahko na podlagi poznavanja procesov distribucije in rabe vode predlagamo naslednje ukrepe:

- odprava puščanj vodovodnega omrežja;
- izobraževanje zaposlenih;
- vzdrževanje opreme in investiranje v bolj učinkovite naprave;
- ponovna uporaba transportne vode;
- zamenjava obstoječih neučinkovitih tehnologij za tehnologije, ki uporabljajo hladilno vodo.

4.1.1 Odprava puščanj vodovodnega sistema

Puščanja vode se v podjetjih pojavljajo predvsem zaradi starih dotrajanih vodovodnih cevi in tlačnih udarov vode v sistemu. Tlačni udari, ki imajo lahko za posledico prepuščanje cevi, nastajajo zaradi nepravilnega odzračevanja sistema in zaradi sunkovitega odpiranja ali zapiranja zapornih ventilov. Da bi preprečili nastajanje zračnih mehurjev, je potrebno urediti odzračevanje sistemov, medtem ko je potrebno pri ravnanju z zapornimi ventili ravnati strpno. Problematika prehitrega odpiranja ali zapiranja zapornih ventilov se pojavlja tudi pri linijah z avtomatskim krmiljenjem ventilov, saj le-ta v nekaterih primerih ne upošteva vodovodnega omrežja, ampak le krmiljeno napravo, ki ji zagotavlja pogoje za obratovanje. Tako lahko pri določenih napravah avtomatika krmili ventile glede na vodovodni sistem preveč odzivno, kar lahko kot vodni udar poškoduje vodovodno napeljavo. Do prepuščanja cevi lahko pride tudi v primeru poškodbe tretje osebe, kot je recimo opravljanje vzdrževalnih del in nenamerna poškodba cevi.

Prvi indikator, ki nam pove, da prihaja do morebitnih puščanj sistema ali neučinkovite rabe pitne vode, je kazalnik porabe vode na enoto proizvoda. Če se ta kazalnik poveča, je potrebno najti vzroke za to.

Puščanja vodovodnega sistema lahko delimo na prikrita in vidna ter na količinsko velika ali majhna.

Prikrita puščanja so tista, ki se navadno dogajajo nekje v zemlji oz. pod površjem. Voda, ki pušča iz tako poškodovane vodovodne napeljave nam v tem primeru ne povzroča vidnih sledov na tleh, ampak pronica v globino. Prikrita puščanja je tako možno odkriti s pomočjo redne spremljave števecv ali v primeru zaznave šuma, ki nastane zaradi puščanja vode skozi luknjo v vodovodni napeljavi. Če sumimo na prikrito puščanje, si lahko pomagamo z napravo, ki s filtracijo in ojačitvijo zvoka locira izvor šuma, ki nastane ob puščanju vode skozi luknjo. V nekaterih primerih, ko je sestava tal taka, da ni možno podzemno odtekanje vode, pa se le-ta kaže na površju. Če je mesto puščanja nekje v tleh je edina možna sanacija izvedljiva le z izkopom. Del počene cevi se lahko zamenja ali v primeru manjše luknje, ki pa ni nastala zaradi dotrajanosti cevi, ampak zaradi mehanske poškodbe, začepi z ustrezno gumijasto objemko (slika 21).



Slika 21: Zatesnitev puščanja z objemko

Puščanja vode iz cevi, ki so speljane po zraku (cevi montirane na konzolah), je možno takoj opaziti in se jih večinoma tudi v krajšem času sanira, saj nastaja ob puščanju vode poleg stroška zaradi iztečene vode tudi strošek zaradi uničenih stvari, ki so posledica zamakanja.

4.1.2 Izobraževanje zaposlenih

Kljub avtomatskim vodenim procesom, kot je npr. CIP in podobni sistemi, se v podjetju določene aktivnosti v zvezi s pranjem izvajajo ročno. V teh primerih je poraba vode popolnoma odvisna od racionalnega ravnanja človeka, ki izvaja določeno aktivnost, zato je potrebno stalo izobraževanje, opozarjanje in motivacija zaposlenih, ki lahko s skrbnim ravnanjem z vodo bistveno pripomorejo k znižanju njene porabe. Z znižanjem porabe vode za pranje, ki je navadno tudi segreta, posledično znižamo tudi porabo pare oz. zemeljskega plina za njeno segrevanje. Voda za pranje se segreva preko parnih toplotnih prenosnikov, paro se pa pridobiva v parnih kotlih kurjenih z zemeljskim plinom.

4.1.3 Vzdrževanje opreme in investiranje v bolj učinkovite naprave

Naprave, ki pri svojem delu rabijo vodo, je potrebno redno servisirati oz. odpravljati napake, saj lahko pride na njih do nepotrebnih puščanj. Puščanja ne pomenijo le stroška neracionalno uporabljene vode, ampak lahko pomenijo tudi nevarnost za samo obratovanje naprave. Kot primer lahko vzamemo črpalko, na kateri je počilo tesnilo. Če je črpani medij voda, le-ta v tem primeru pušča v okolico. Ob velikem puščanju, lahko pride do poplavljanja prostora ali celo do preboja električnega toka, kar je poleg stroškov, ki nastanejo z zamakanjem in uničenjem opreme, lahko tudi nevarno. Kot zanimiv primer puščanja vode lahko navedemo preboj toplotnih izmenjevalcev. V tem primeru pride do mešanja vode z drugim medijem, ki je lahko tekočina ali v primeru hladilnih sistemov hladilni plin, kar ima lahko za posledico neustrezno kakovost izdelka ali v primeru hladilnih agregatov popolno uničenje postrojenja.

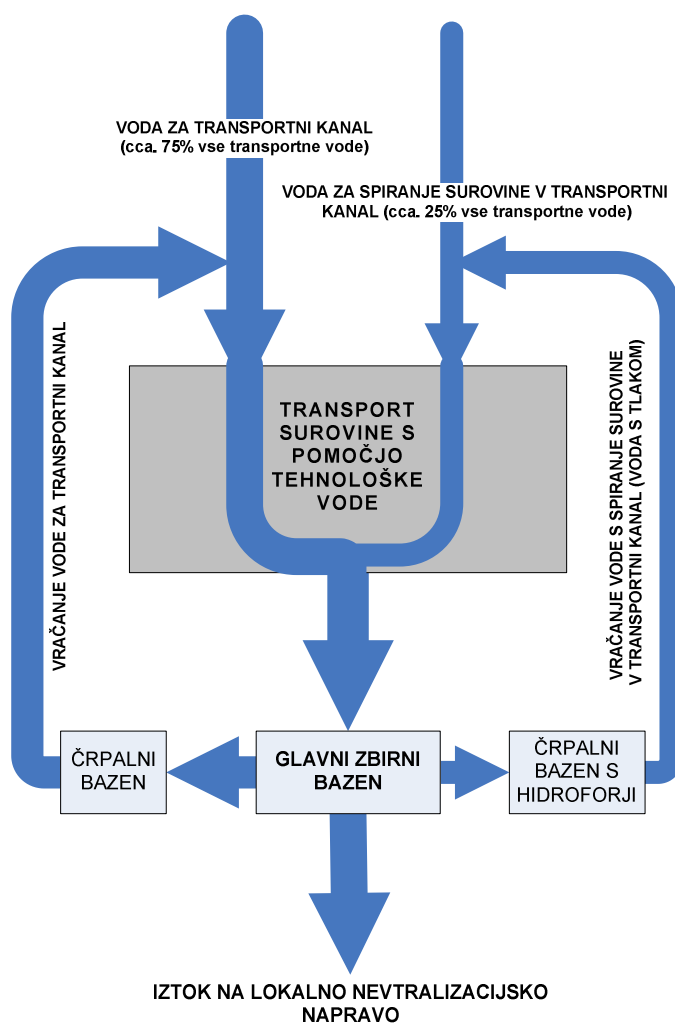
Za znižanje porabe hladilne vode lahko predlagamo investicije v prenosnike z boljšim izkoristkom oz. prenosom energije, čiščenje oz. skrb za čiste filtrirne elemente in prenosnike toplote ter dodelano regulacijo teh procesov. Čiščenje filtrov, ki imajo vlogo odstranjevanja trdnih nečistoč na distribuciji hladilne vode, je smiselno saj s tem preprečujemo nižanje pretoka in posledično znižanje učinkovitosti hlajenja. Dodelana regulacija z ustreznimi krmiljenimi ventili in črpalkami lahko poveča stabilnost sistema in boljše izkoriščanje hladu oz. energetske učinkovitejšo izrabo hladilne vode.

4.1.4 Ponovna uporaba transportne vode

Znižanje stroška za porabo transportne vode lahko dosežemo na dva načina: s spremembo tehnologije za prevzem, skladiščenje in transport surovine do predelovalne linije ter možnostjo investicije v vračanje že uporabljene hladilne vode za namen transporta. Glede na ugotovitve, da linija obratuje sezonsko in je njeno obratovanje iz leta v leto vprašljivo zaradi zunanje ponudbe že predelane surovine, bi bila investicija v spremembo tehnologije ekonomsko neupravičena. Zato je smiselno razmišljati o možnosti ponovne uporabe transportne vode. Izvedba vračanja transportne vode je dokaj enostavna, saj poseg v sam transportni sistem ni potreben. Zgraditi je potrebno le lovilni bazen že uporabljene transportne vode, ki se jo preko

filtrov črpa s črpalkami na začetek transportnega kanala. Za preračun kapacitete črpalk in cevnega razvoda je potrebno upoštevati bilanco vseh vod v transportnem sistemu in omejitve. Ključna omejitev je, da se transportno vodo lahko uporabi le kot vodo za transport po kanalu oz. tudi v primeru izgradnje samostojnega sistema za spiranje materiala v kanale. Nikakor pa se je ne sme ponovno uporabiti za črpališče za hladilno vodo, ki se uporablja še za ostale hladilne tehnološke sisteme, saj ta ne sme biti kakorkoli onesnažena.

Na sliki 22 sta prikazana oba načina vračanja transportne vode, in sicer kot dve ločeni veji. Prvo vejo predstavlja vračanje vode za transportni kanal, drugo pa vračanje vode za izpiranje surovine.



Slika 22: Vračanje transportne vode

Obe veji vračanja transportne vode sta neodvisni ena od druge, zato je investicija vračanja vsake uporabljene vode lahko samostojna ali skupen projekt. Smiselno pa je, da je prva faza vračanja transportne vode osredotočena na vračanje vode za transportni kanal, saj ta predstavlja večji del vse transportne vode.

Maksimalna količina vrnjene transportne vode za transportni kanal se izračuna na podlagi bilance vod, ki sovpadajo s količino dovedene vode v transportni kanal. Tehnologija vračanja vode je dokaj preprosta in sloni na zbiranju transportne tehnološke vode, filtriranju in črpanju na začetek transportnega kanala. Voda se na koncu transportnega kanala zbira v glavnem zbirnem bazenu, iz katerega se preko rešetk (mehanskega filtra) steka v črpalni bazen za vračanje transportne vode za kanal. Da se rešetke ne bi mašile, je potrebna izgradnja le-teh na srednjo višino stene med zbirnim bazenom in črpalnim bazenom, saj se na dnu glavnega zbirnega bazena lahko nabira usedlina, na gladini pa plavajo delci poškodovane surovine. Rešetke se lahko čisti ročno ali z ustrezno avtomatiko, ki poskrbi za kontinuirano čiščenje rešetk. V črpalni bazen je potopljena črpalka (lahko tudi dve), ki črpa vodo na začetek transportnega kanala. Pri tem je potrebno upoštevati, da se črpalka zažene samo v primeru dovolj visokega nivoja zbrane vode (preprečimo suhi tek), in sicer z ustrezno histerezo med vklopom in izklopom (preprečimo stalno vklapljanje in izklapljanje). Količina vračanja vode se regulira s frekvenčno regulacijo moči na elektromotorju črpalke. Za transportni kanal ni potreben tlak ampak zgolj ustrezen pretok vode. Če kapaciteta uporabljene vode iz kakršnega koli vzroka preseže zmogljivost črpalke, je v glavnem zbirnem bazenu prelivno polje, ki ščiti pred previsokim nivojem vode v črpalnem bazenu za kanal. Za zagon sistema je potrebno, da se vodo napolni iz obstoječega dotoka, ki služi tudi za dopolnjevanje s svežo vodo v primeru izgube vode zaradi čiščenja in podobno.

Vračanje vode za izpiranje surovine za transportni kanal se izvede na podoben način kot vračanje vode za transportni kanal, vendar je tu potrebno predvideti nekoliko večje stroške predvsem zaradi daljših razvodov do posameznih spiralnih šob. Dodatno je potrebno upoštevati tudi, da je za pravilno delovanje šob oz. za učinkovito izpiranje materiala potreben ustrezen tlak vode, ki naj ne bo nižji od 4 barov. V ta namen je potrebno pravilno izbrati črpalke oz. sistem opremiti s hidroforji, ki preprečijo tlačne udare in skrbijo za tlačno stabilen sistem. Črpalni

bazen je lahko samostojen ali pa v sklopu črpalnega bazena za vračanje vode za transportni kanal, vendar je potrebno upoštevati zahteve po večji mehanski čistosti vode prav na račun tlačnega sistema.

Pred izvedbo investicije pa je pomembno preveriti onesnaženost transportne vode po uporabi in ugotoviti ali je ta sploh še primerna za ponovno uporabo.

4.1.5 Zamenjava obstoječih neučinkovitih tehnologij za tehnologije, ki uporabljajo hladilno vodo

V primeru zamenjave obstoječih neučinkovitih tehnologij za tehnologije, ki uporabljajo hladilno vodo, gre za namensko povečanje rabe vode na račun prihranka pri drugih energentih ali celo investicijo v okolju bolj prijazne tehnologije. Pri izbiri tehnologij, s katerimi bi zamenjali obstoječe neučinkovite tehnologije, je potrebno upoštevati lastnosti vira hladilne vode. Najpomembnejše lastnosti hladilne vode, ki lahko predstavljajo omejitve za izpeljavo investicij v nove tehnologije, so predvsem:

- onesnaženost;
- temperatura;
- količina.

Prevelika onesnaženost hladilne vode nam lahko povzroča zastoje ali celo poškodbe nove hladilne naprave, medtem ko nam temperatura hladilne vode definira območje hlajenja. Če je temperatura hladilne vode višja od hlajene tekočine ali naprave, hlajenje brez souporabe hladilnega kompresorskega agregata ni mogoče. Omejitev pri izrabi hladilne vode predstavlja tudi količina hladilne vode, ki je predpisana z vodnim dovoljenjem in je podjetje ne sme prekoračiti.

4.2 Racionalizacija odvajanja odpadnih vod

Racionalizacija odpadnih vod se delno izvede že pri racionalizaciji vhodnih vod, saj se poveča učinkovitost procesov oz. zniža količina iztočnih vod. V primeru, da se izvedejo ukrepi, ki povečajo rabo nekaterih vhodnih vod z namenom racionalizacije ali celo zamenjave drugih sistemov, lahko pride do povečanja odpadnih vod zato je

potrebno razmišljati tudi o ukrepih, ki lahko znižajo količine odpadnih vod. Pri odpadnih vodah je strošek, ki ga podjetje plačuje za dovajanje le-teh poleg količine sestavljen še iz kemično biološke obremenitve, kar pomeni, da je poleg težnje o znižanju količine prisotna še težnja po čistosti odpadnih vod.

Za racionalizacijo odvajanja odpadnih vod so bili na podlagi poznavanja lastnosti odpadnih vod predvideni naslednji ukrepi:

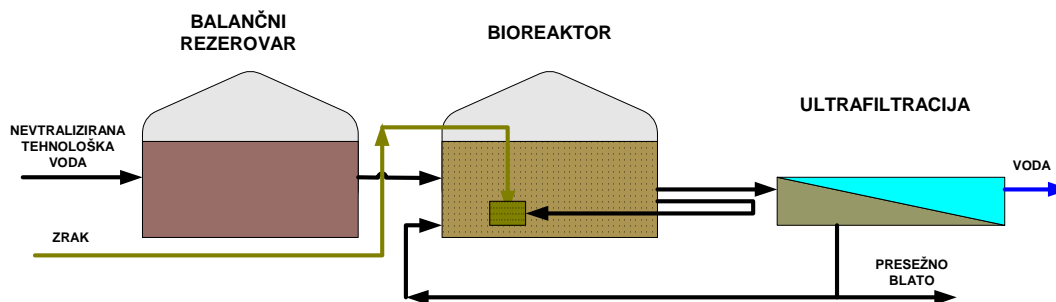
- izgradnja lastne čistilne naprave;
- ponovna uporaba hladilne vode.

4.2.1 Izgradnja lastne čistilne naprave

Glede na visoke stroške za tehnološko vodo, ki se spušča iz lastne nevtralizacijske naprave, je smiselno preučiti smotrnost izgradnje lastne čistilne naprave. Ena izmed možnosti izgradnje lastne čistilne naprave je čistilna naprava, ki bi vključevala lastno nevtralizacijsko postajo nadgrajeno z dodatnim rezervoarjem (buffer tank), biološkim procesom – bioreaktorjem in procesom ultrafiltracije (slika 23).

Čistilna naprava naj bi bila zgrajena iz naslednjih elementov, s sledečimi postopki obdelave vode:

- obstoječa nevtralizacijska postaja, kjer se odpadna voda grobo filtrira in nevtralizira na pH med 6,5 in 9,5;
- balančni rezervoar, kjer se nevtralizirana tehnološka voda zbira in po potrebi dozira v bioreaktor;
- biorekatorski del, kjer se s pomočjo jet aeracijskega sistema pod pritiskom vpihuje zrak (kisik) v biomaso;
- ultrafiltracijskih modulov, s katerimi se izvede ultrafiltracijo tehnološke vode. Biomasa se tako odstranjuje iz vode in vrača v bioreaktor za nadaljnjo biološko obdelavo.



Slika 23: Koncept čistilne naprave

Glede na količine odpadne vode je pri projektiranju potrebno planirati hidravlično kapaciteto čistilne naprave, ki bi znašala 2.000 m³/dan oz. 85 m³/uro v primeru konice. Ocenjena investicija v izgradnjo čistilne naprave znaša od 2.5 do 3 mio €. Stranski proizvod po koncu čiščenja odpadne vode je odpadno blato.

Investicija je razmeroma visoka, trenutna mestna čistilna naprava pa je predimenzionirana in bi imela verjetno ob ustavitvi dovoda odpadne vode iz Fructala zaradi prenizke količine dovedenih odplak obratovalne težave, zato je smiselno iskati rešitev nižanja stroškov s strani Fructala skupaj z upravljavcem čistilne naprave (KSDA).

4.2.2 Ponovna uporaba hladilne vode

Ponovna uporaba hladilne vode se lahko izvede v primeru izgradnje zaprtega ali vsaj delno zaprtega omrežja hladilne vode, kar je možno z izgradnjo zbiralnih bazenov in filtrirnih ter črpalnih sistemov. Hladilno vodo, ki bi se temperaturno onesnažila oz. bi pri uporabi v proizvodnih procesih prevzela toplotno energijo, bi morali pred ponovno uporabo ohladiti. Ponovno ohladiti ogreto hladilno vodo na temperaturo, ki bo primerna za ponovno uporabo v hladilne namene pa ni enostavno, saj so vsi hladilni sistemi, ki se trenutno na lokaciji uporabljajo, projektirani za temperaturo hladilne vode 9 °C.

Možni sta dve rešitvi:

- ponovno ohlajanje ogrete hladilne vode s pomočjo hladilnih stolpov oz. agregatov in izkoriščanje odpadne toplote;

- ponovno ohlajanje vode s pomočjo toplotnega prenosnika potopljenega neposredno v strugo vodotoka.

V primeru izgradnje zaprtega hladilnega sistema se ponujata dve možni rešitvi in sicer:

- izgradnja zaprtega hladilnega kroga z namestitvijo toplotnega izmenjevalca v dotok hladilne vode v podjetje;
- izgradnja zaprtega hladilnega kroga z namestitvijo toplotnega izmenjevalca v strugo vodotoka.

Če namestimo toplotni izmenjevalec na dotok hladilne vode, se izognemo morebitnemu onesnaženju hladilne vode, vendar ne znižamo količin vode na iztoku V2 (slika 7), medtem ko v primeru namestitve toplotnega izmenjevalca v strugo vodotoka zmanjšamo količino hladilne vode praktično na nič, kar bi v tem primeru pomenilo, da monitoring na iztoku ni več potreben. Za omenjen poseg so potrebna dovoljenja različnih inštitucij, ki pa ni nujno, da bi bila izdana. V kolikor bi bilo možno realizirati projekt pa bi prihranili na strošku za odvzem hladilne vode iz vodotoka in za njeno izpuščanje nazaj v vodotok.

5 PREDLOG INVESTICIJE V POSODOBITEV SISTEMOV HLAJENJA Z UPORABO HLADILNE VODE

Kot ukrep za bolj racionalno rabo vod v podjetju, bomo v nadaljevanju bolj podrobno obdelali smiselnost investicije v posodobitev sistemov hlajenja z uporabo hladilne vode.

V podjetju je poleg pasterizatorjev, ki za svoje delovanje v funkciji hlajenja uporabljajo predvsem direktno vodo iz vodotoka Hubelj, inštaliranih še več hladilnih naprav, ki delujejo na principu kompresorskega hlajenja – kompresorski hladilni agregati. Tako so po podjetju inštalirane:

- hladilne naprave za hlajenje proizvodnih prostorov;
- hladilne naprave za hlajenje poslovnih prostorov;
- hladilne naprave za hlajenje tehnologije;
- hladilne naprave za ledno vodo;
- hladilne naprave za hladilne komore (hladilnice).

5.1 Stanje kompresorskih hladilnih agregatov

V podjetju je inštalirano več kompresorskih hladilnih agregatov z različnimi tipi hladilnih kompresorjev (batni, spiralni in vijačni) hladilnih moči do 333 kW po enoti. Kljub nekaterim novim kompresorskim hladilnim agregatom, kot so npr. frekvenčno regulirani vijačni kompresorji, so izkoristki agregatov, ki se uporabljajo predvsem za hlajenje prostorov v proizvodnih oz. poslovnih prostorih, v poletnih mesecih za 50% manj učinkoviti (podatek iz Energetskega pregleda) v primerjavi z NRT (najboljša razpoložljiva tehnika iz leta 2008). Hlajenje prostorov poteka namreč sezonsko, ko so zunanje temperature izredno visoke in se gibljejo tudi do 38 °C, kar na sončnih in razgretih strehah pomeni visok tlak oz. temperaturo kondenzacije hladilnega plina v kondenzatorjih. Z višanjem temperature kondenzacije se tudi izkoristek niža lahko pa pride tudi do odpovedi hlajenja.

5.1.1 Stanje kompresorskih hladilnih agregatov

Vedno strožje okoljske zahteve in potreba po večji energetski učinkovitosti pri delovanju kompresorskih hladilnih agregatov silijo podjetje k stalnemu posodabljanju hladilne opreme. Tako je podjetje v zadnjih letih skozi modernizacijo proizvodnih procesov veliko investiralo v izgradnjo oz. zamenjavo zastarelih energetsko potratnih kompresorskih hladilnih agregatov z ekološko spornimi hladilnimi plini v novejšo energetsko bolj učinkovite kompresorske hladilne agregate z ekološko sprejemljivejšimi hladilnimi plini. Ozonu škodljiva plina, ki sta bila v uporabi v podjetju oz. v takratni vsesplošni uporabi in bila umaknjena iz uporabe, sta plina komercialne oznake R11 (kemična sestava CCl_3F) in R12 (kemična sestava CCl_2F_2) (Uredba [ES] št. 2037/2000 in Uredba [ES] št. 842/2006). Vsi agregati, ki so uporabljali omenjena dva hladilna plina so bil zamenjani z novimi hladilnimi agregati z okolju bolj prijaznimi plini.

Tako so v obdobju zadnjih 7 let:

- zamenjali hladilne agregate za hlajenje centralnih kleti (energetsko potratni agregati z ozonu škodljivim hladilnim plinom oznake R11 in R12) s sodobnimi frekvenčno reguliranimi vijlačnimi kompresorji z okolju sprejemljivejšim hladilnim plinom;
- zamenjali hladilne agregate za hlajenje hladilnih komor oz. hladilnic (energetsko potratni agregati z ozonu škodljivim hladilnim plinom oznake R11 in R12) s sodobnimi večstopenjskimi batnimi kompresorji z okolju sprejemljivejšim hladilnim plinom;
- investirali v centralni hladilni sistem za hlajenje proizvodnje s sodobnimi frekvenčno reguliranimi vijlačnimi kompresorji z okolju prijaznim hladilnim plinom;
- zamenjali zastarele amoniačne hladilne kompresorje s sodobnimi frekvenčno reguliranimi vijlačnimi kompresorji z okolju prijaznim hladilnim plinom;
- zamenjali nekatere iztrošene kompresorske hladilne agregate s hladilnim plinom R22.



Slika 24: Frekvenčno reguliran vijračni hladilni agregat s hladilno močjo 633 kW

Na sliki 24 je prikazan frekvenčno regulirani hladilni agregat z ekološko bolj sprejemljivim hladilnim plinom oznake R134, ki je zamenjal več kompresorskih hladilnih agregatov za centralo hlajenje oz. klimatizacijo proizvodnih prostorov z ekološko spornim hladilnim plinom oznake R22.

Z letom 2010 se bodo spremenili tudi pogoji pri uporabi oz. nakupu hladilnega plina komercialne oznake R22 (kemična sestava CHClF_2), kar pomeni, da bodo podjetja skozi povišanje okoljskih dajatev prisiljena v menjavo hladilnih agregatov, ki uporabljajo hladilni plin te oznake za nove sodobnejše hladilne agregate z okolju bolj prijaznejšim hladilnim plinom.

Na ravnanje z ozonu škodljivimi snovmi se nanašajo uredba (ES) št. 2037/2000 evropskega parlamenta in sveta EU z dne 29. junija 2000 o snoveh, ki tanjšajo ozonski plašč ter njene dopolnitve - uredbe (ES) št. 2038/2000, št. 2039/2000, št. 1804/2000, št. 2077/2004 in št. 29/2006. Uredba o uporabi ozonu škodljivih snovi in fluoriranih toplogrednih plinov (Uradni list RS, št. 78/2008) je v veljavi od sredine

avgusta 2008, nanaša se na izvajanje omenjenih evropskih uredb pa tudi na ravnanja s toplogrednimi plini v isti opremi. Poleg omenjene uredbe je potrebno upoštevati še dva predpisa: Uredbo o ravnanju s snovmi, ki povzročajo tanjšanje ozonskega plašča (Ur. l. RS, št. 101/04) in Uredbo o spremembah Uredbe o ravnanju s snovmi, ki povzročajo tanjšanje ozonskega plašča (Uradni list RS, št. 39/2007) (Agencija Republike Slovenije za okolje, 2009).

Tako je v podjetju v bližnji prihodnosti potrebno razmišljati o menjavi hladilnih agregatov s hladilnimi plinom komercialne oznake, ki se uporabljajo za:

- večinski del hlajenja poslovnih prostorov;
- del hlajenja proizvodnih prostorov;
- del hlajenja tehnologije.

5.1.2 Možnosti zamenjave kompresorskih hladilnih agregatov z uporabo hladilne vode

Kot enostavne potencialne možnosti za zamenjavo načina hlajenja se lahko obravnava primere, kjer je trenutno kompresorsko hlajenje preprosto nadomestljivo z direktnim vodnim hlajenjem (zahtevana temperatura hlajenja nad 10 °C). V prvi fazi se lahko določi porabnike hladu, ki brez dodatnega kompresorskega dohlajevanja obratujejo na toplotnem režimu, ki ga omogoča neposredna raba hladilne vode iz vodotoka, v drugi fazi pa porabnike hladu, kjer je poleg hladilne energije vode iz vodotoka potrebno še dohlajevanje hladilnega medija s pomočjo kompresorskih hladilnih agregatov.

Možnosti direktne rabe hladilne vode (brez dohlajevanja):

- hlajenje poslovnih prostorov (upravna stavba, stavba vzdrževanja in logistike, proizvodni poslovni prostori, vratarnica, trgovina);
- hlajenje proizvodnih hal (objekt otroške hrane, objekt sadnih baz, objekt polnilne linije Simonazzi, objekt polnilne linije Aseptika, objekt polnilnih linij Brik, objekt polnilne linije KHS-modra steklenička, objekt sadnih rezin).

Trenutno je v podjetju inštalirano okoli 2 MW kompresorske hladile moči.

Možnosti rabe hladilne vode z dodatnim kompresorskim dohlajevanjem:

- hlajenje kleti (možna je raba direktne hladilne vode s povečanjem kapacitete klimatov – hladilnih registrov voda/zrak);
- hlajenje markov po pasterizaciji za hrambo v kleti.

5.1.3 Določitev zamenjave kompresorskih hladilnih agregatov glede na okoljsko-finančne zahteve

V prihodnosti bo zaradi vedno večjih okoljskih dajatev pri rabi F-plinov potrebno postopno zamenjati vse kompresorske hladilne agregate, ki trenutno vsebujejo hladilni plin R22, zato je smiselno glede na veliko število »spornih« kompresorskih hladilnih agregatov najprej razmišljati o njihovi menjavi in šele nato o vzporedni dograditvi toplotnih prenosnikov hladilnim kompresorskim agregatom, ki vsebujejo okolju bolj prijazen hladilni plin.

Kot osnovo za vrednotenje tehnično-tehnoloških, ekonomskih in okoljskih učinkov bomo v nadaljevanju obravnavali zamenjavo kompresorskega hladilnega agregata s hladilnim plinom R22 s sodobnejšim okolju bolj prijaznim in energetsko manj potratnim kompresorskim hladilnim agregatom oz. hlajenju s prenosnikom toplote.

Kot primer nam bo služil primer zamenjave hladilnega kompresorskega hladilnega agregata za hlajenje poslovnih prostorov v upravni stavbi. Hladilni sistem upravne stavbe sestoji iz dveh hladilnih agregatov, vendar primer predvideva zamenjavo samo enega, ki je tudi najbolj iztrošen, medtem ko bo drugi ostal rezerva – v hladilni sezoni obratuje večino časa le en hladilni agregat, drugi je v uporabi kot pomoč le pri najbolj toplih poletnih dneh.

Predvideni kompresorski hladilni agregati uporabljajo za hlajenje nov okoljsko sprejemljiv hladilni plin R407C, ki je mešanica plinov R32 (CH_2F_2), R125 (C_2HF_5) in R134a (CH_2FCF_3).

Ob investiciji je potrebno upoštevati tudi strošek odstranitve hladilnega plina.

5.2 Tehnično-tehnološki učinki

Tehnično-tehnološki učinki zajemajo primerjavo v postopkih načrtovanja, izgradnje, obratovanja in vzdrževanja v primeru zamenjave obstoječega kompresorskega hladilnega agregata z novim kompresorskim hladilnim agregatom in prenosnikom toplote.

Pri posodobitvi kompresorskih hladilnih agregatov gre za zamenjavo določenih obstoječih kompresorskih hladilnih agregatov z novimi sodobnimi energetske in okoljsko sprejemljivejšimi kompresorskimi hladilnimi agregati.

Glede na znane hladilne moči obstoječih agregatov in ob upoštevanju dejanske potrebe po hladilni moči se izbere ustrezne nove agregate. Ob izbiri novih hladilnih agregatov je potrebno biti dodatno pozoren na lokacijo hladilnega agregata (zaprti prostor, streha itd.) ter ustreznost obstoječih hidravličnih in električnih priklopov. Na osnovi izdelanih projektov in popisov se lahko oceni strošek investicije.

Zamenjava obstoječih hladilnih agregatov z novimi hladilnimi agregati v večini primerov ni zahteven poseg, saj je v večini primerov možno s pomočjo dvigala preprosto odstraniti obstoječi hladilni agregat in namestiti novega. Ker hladilne moči v osnovi ostajajo enake, se tudi dimenzije in mase novih hladilnih agregatov ne povečujejo, tako je mesto montaže dejansko že pripravljeno, možne so le manjše modifikacije podkonstrukcij. Enako velja tudi za hidravlične in električne priklope.

Če se obstoječe kompresorske hladilne agregate odstrani, je potrebno zagotoviti odstranitev hladilnega plina s strani pooblaščenega podjetja.

5.2.1 Načrtovanje zamenjave hladilnega sistema

Za dobro načrtovanje novega hladilnega sistema je potrebno dobro poznati zahteve s strani uporabnikov. Ko posodabljam obstoječi sistem, so zahteve s strani uporabnikov hladu sicer poznane, vendar jih je vseeno smiselno preveriti, saj so se lahko v obdobju delovanja obstoječega agregata zahteve spremenile. Tako je potrebno preveriti:

- temperaturni režim;

- hladilno moč;
- obratovalni čas hlajenja.

V primeru hlajenja upravne stavbe lahko glede na izkušnje povzamemo, da je učinek hlajenja v hlajenih poslovnih prostorih zadovoljiv tudi v primeru, ko je temperatura ohlajene vode, ki izstopa iz kompresorskega hladilnega agregata in vstopa v sistem hlajenja (konvektorji) od 13 do 14 °C. Z višjo temperaturo se celo izognemo kondenzaciji vode iz zraka, ki nastane v konvektorjih nameščenih po poslovnih prostorih, vendar s tem tudi učinkovitost hlajenja pada. Kot osnovo bomo vzeli povprečno stanje:

- temperatura hladilne vode, ki izstopa iz hladilnega agregata (za hlajenje klimatov po poslovnih prostorih) je približno 12 °C;
- temperatura povratne hladilne vode, ki vstopa v hladilno vodo pa 16 °C.

Hladilna moč obstoječega hladilnega agregata je 90 kW in v večini časa zadostuje potrebam, razen v primeru ekstremnih zunanjih temperatur, ko se vklopi rezervni kompresorski hladilni agregat.

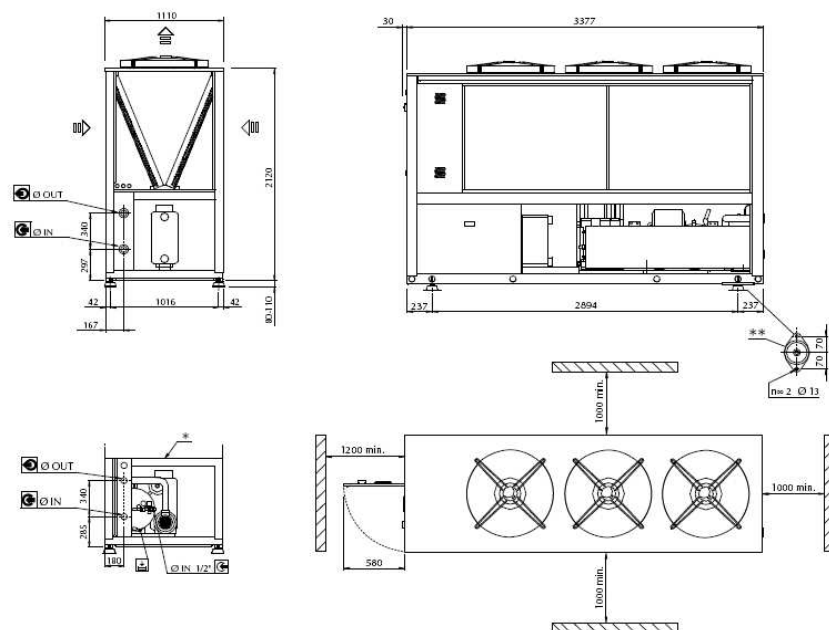
Obratovalni čas hlajenja je poletna sezona (čas hlajenja približno 5 mesecev oz. 3.600 ur), zato je lahko hladilni medij voda, ki se v začetku hladilne sezone napolni v hladilni sistem oz. v času zime izprazni iz sistema in s tem prepreči nevarnost zamrznitve. V hladilni sistem bi se lahko napolnilo tudi protizamrzovalno tekočino, vendar je to zaradi velikosti sistema velik strošek. Poleg tega bi ob morebitnem puščanju to pomenilo velik strošek z vidika izgubljene tekočine kot z vidika potencialnega uničenja inventarja.

5.2.1.1 Izbira kompresorskega hladilnega agregata

Na podlagi znanih zahtev izberemo kompaktno izvedbo hladilnega agregata (slika 25). To pomeni, da je celotno hladilno postrojenje (hladilni kompresorji, kondenzatorji, toplotni izmenjevalci/uparjalniki itd.) nameščeno v škatli, ki se jo postavi na streho.



Slika 25: Nov kompresorski hladilni agregat (MTA SpA, 2009a)



Slika 26: Dimenzije novega kompresorskega hladilnega agregata (MTA SpA, 2009b)

5.2.1.2 Izbira prenosnika toplote

Pri izbiri prenosnika toplote je potrebno upoštevati enake zahteve kot pri izbiri kompresorskega hladilnega agregata oz. zahteve lahko prilagodimo do te mere, da odstopanja v hladilnih karakteristikah niso tako velika, da bi vplivala na učinkovitost hlajenja. Tako izberemo prenosnik toplote z osnovnimi karakteristikami, ki so podane v tabeli 1.

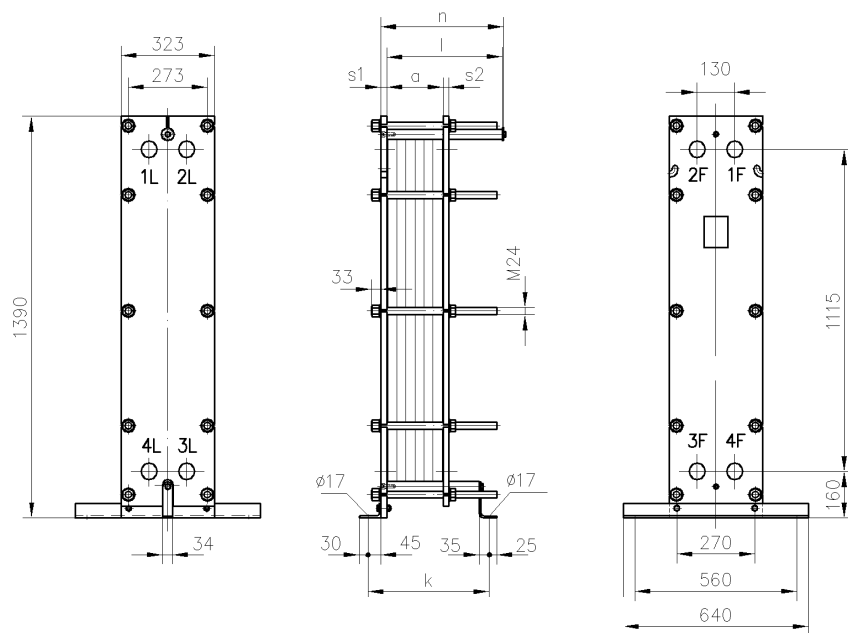
Hlajena stran prenosnika predstavlja zaprti hladilni krog za hlajenje pisarn, kar ob predpostavki, da hlajenje pod 0 °C ni možno, dopušča uporabo navadne pitne vode, ki se jo pred polnitvijo lahko dodatno mehča in s tem prepreči odlaganje vodnega kamna oz. ostalih v vodi prisotnih nečistoč. Tekočina na hladilni strani je hladilna voda, ki jo je priporočljivo pred vstopom v prenosnik grobo filtrirati in s tem preprečiti odlaganje nečistoč v prenosniku. Grobo filtriranje se sicer lahko izvede že v sklopu črpališča. Mehčanje hladilne vode v tem primeru ni smotrno, saj so količine sveže vode bistveno prevelike.

Moč izmenjave toplote je hladilna moč, ki je dejansko potrebna za hlajenje pisarn (zamenjava za obstoječi hladilni agregat). Volumenski pretok je pretok tekočine na hlajeni in hladilni strani. Na hlajeni strani je definiran glede na podatke pri obstoječem hladilnem agregatu oz. glede na potrebne pretoke skozi konvektorje v pisarnah, medtem ko je na hladilni strani potreben volumski pretok izračunan glede na predpostavljeno hladilno moč in temperature vstopne in izstopne tekočine na hlajeni strani, temperature vstopne tekočine na hladilni strani ter padcev tlaka na samem prenosniku in delovnega vhodnega tlaka. Izračunani volumenski pretok določa velikost obtočne črpalke na hladilni strani oz. nam dimenzionira velikost dovodnih in odvodnih cevi glede na tlak hladilne vode.

Tabela 1: Podatki prenosnika toplote (po ponudbi dobavitelja)

Stran	Hlajena stran	Hladilna stran	enota
Tekočina	Voda	Voda	
Moč izmenjave toplote	90,00		kW
Volumenski pretok	15	15	m ³ /h
Temperatura vhodne tekočine	16,00	10,00	°C
Temperature izhodne tekočine	12,00	14,00	°C
Padec tlaka	0,28	0,28	bar
Delovni vhodni tlak	2,00	5,00	barg

Na sliki 27 so prikazane osnovne dimenzije izbranega temperaturnega prenosnika.



Slika 27: Primer prenosnika toplote hladilne moči 90 kW (po ponudbi dobavitelja, 2009)

5.2.2 Izgradnja hladilnega sistema

Izgradnja hladilnega sistema oz. zamenjava obstoječega kompresorskega hladilnega agregata z novim kompresorskim hladilnim agregatom oz. toplotnim prenosnikom temelji na predhodnem načrtovanju, kjer so bile definirane zahteve, ki jih mora novi agregat izpolnjevati.

5.2.2.1 Kompresorski hladilni agregat

Preden se začne z demontažo obstoječega kompresorskega hladilnega agregata (slika 28), je potrebno le-tega najprej odklopiti iz elektro in strojne inštalacije. Ko je odklopljen, se ga lahko odvijachi s kovinskega podstavka in z dvigalom odstrani s strehe, kjer je postavljen.



Slika 28: Obstoječi kompresorski hladilni agregat

Ko je obstoječi kompresorski hladilni agregat odstranjen, se preveri ustreznost obstoječega kovinskega podstavka, ki se ga po potrebi popravi (varjenje in pleskanje) ter nato z dvigalom nanj namesti nov kompresorski hladilni agregat.

Na novi agregat se izvede elektro in strojni priklop, napolni sistem z vodo ter izvede testni zagon. Pri testnem zagonu je potrebno spremljati tlake hladilnega plina, tlak in pretok vode, obremenjenost kompresorjev ... Če nov kompresorski hladilni agregat deluje s predpisanimi parametri, se ga lahko preda v normalno obratovanje.

5.2.2.2 Prenosnik toplote

Ob vgradnji prenosnika toplote lahko obstoječi hladilni agregat ostane na svojem mestu, saj prenosnik toplote ne bo montiran na strehi, kjer je obstoječi agregat, ampak v hladilni strojnici, kjer so zbiralniki in črpalke (slika 29).

Tako je lahko prenosnik toplote vgrajen vzporedno v sistem, kar pomeni, da za menjavo predviden obstoječi agregat lahko ostane v funkciji rezerve. Ustrezno dimenzioniran prenosnik toplote se tako namesti ter vzporedno hidravlično poveže z obstoječim sistemom.



Slika 29: Hladilna strojnica

V sklopu prenosnika je potrebno kot del strojnih instalacij montirati še regulacijski ventil in črpalko na sekundarni strani. Na primarni strani bo tlak vode zagotavljal kar obstoječi sistem črpališča hladilne vode. V primeru, da bo padec tlaka zaradi dolžine cevovodov in višine mesta postavitve prenosnika premajhen, bo potrebno vgraditi dodatno črpalko, ki se lahko vgradi v sklopu črpališča, saj je zaradi neustreznih obstoječih priključkov hladilne vode v bližini hladilne strojnice potrebno v celoti izvesti nov dovod hladilne vode iz črpališča.

5.2.3 Obratovanje in vzdrževanje

V čas obratovanja agregata štejemo čas od zagona do zaustavitve. Zanesljivost obratovanja v našem primeru pomeni bolj enakomerno delovanje hladilnega sistema kar pomeni stabilnost temperatur v hlajenih prostorih. Ob nezanesljivem obratovanju oz. občasnih izpadih delovanja hladilnega agregata se temperatura hladilnega medija dvigne. Za ponovno stabilizacijo sistema je zato potrebna večja hladilna moč agregata, ki pa ni nujno na voljo.

Vzdrževanje lahko delimo na preventivno in kurativno. Z izvajanjem vzdrževalnih del oz. servisov s strani pooblaščenih servisov po predpisanih obratovalnih intervalih preprečimo poškodbe, ki so lahko nastale zaradi obrabe ter tako znižamo stroške

popravljen, preprečimo morebitno povečanje porabe energije zaradi nepravilnega delovanja in preprečimo izpade hlajenja.

5.2.3.1 Kompresorski hladilni agregat

Samo obratovanje kompresorskega hladilnega agregata nadzira in upravlja avtomatika vendar je kljub temu potrebno določeno znanje uporabnika. V nekaterih primerih so kompresorski hladilni agregati krmiljeni tako, da ima uporabnik možnost le vklopa oz. izklopa agregata ter spremljave obratovalnih parametrov, vse ostalo pa lahko zaradi kompleksnosti nastavitve upravlja le pooblaščen serviser. Enako se dogaja pri servisnih dejavnostih, ko kompresorske hladilne agregate servisirajo le pooblaščen serviserji.

Regulacija je avtomatska, vendar lahko prihaja v primeru on/off regulacije pri kompresorskih hladilnih agregatih (batni hladilni kompresorji) do večjih temperaturnih nihanj, medtem ko je lahko regulacija v primeru vijačno frekvenčno reguliranih kompresorskih hladilnih agregatih zelo natančna in je sistem ne glede na spremembo odjemne hladilne moči stabilen. Pri kompresorskih hladilnih agregatih se hladilno moč regulira z obremenitvijo hladilnih kompresorjev (npr. pri stopenjski regulaciji se vključujejo hladilni kompresorji, pri zvezni pa se spreminjajo vrtljaji vijačnega kompresorja). V našem primeru ni potrebna zelo natančna regulacija hladilne moči, kar pomeni, da lahko investiramo v nakup cenejših batnih kompresorjev, vendar moramo upoštevati, da to večinoma pomeni energetsko nekoliko bolj potratne agregate.

Zunanji dejavnik, ki vpliva na hladilno moč oz. izkoristek kompresorskega hladilnega agregata, je predvsem učinkovitost kondenzacije plina – v primeru, da so to zunanji kondenzatorji sta temperatura in vlaga zunanjega zraka ključna dejavnika pri izkoristku. Zato je poleg letnega servisa, ki ga navadno izvede pooblaščen serviser, naloga uporabnika, da skrbi za čiste kondenzatorje. Največjo nevarnost za znižanje pretoka hladilnega zraka na zunanjih kondenzatorjih na naši lokaciji predstavljajo cvetovi topola v spomladanskem času. Ob slabem hlajenju kondenzatorjev se tlak hladilnega plina poveča, kar zabeleži varnostno tlačno stikalo, ki prekine delovanje hladilnega kompresorja. Takrat se lahko zaradi izpada določenega števila hladilnih kompresorjev hladilna moč samega agregata zmanjša,

kar lahko v primeru, da je hladilni agregat že prej deloval na meji zmogljivosti, dodatno preobremeni še delujoče kompresorje (v enem hladilnem agregatu je lahko več hladilnih krogov – kompresorjev). Preobremenitev se navadno prekine z varnostnim izklopom aktivnih kompresorjev. Tak verižni izpad kompresorjev lahko pomeni celoten izpad agregatov in zelo težko ponovno vzpostavitev hlajenja. Ponovna vzpostavitev hlajenja se lahko vzpostavi z dodatnim ohlajanjem kondenzatorjev ali izklopom določenih hladilnih vej, ki hladilne energije ne potrebujejo nujno, dokler se hladilni sistem ne stabilizira. Prav tako je potrebno skrbeti za čiste filtre za pretok hlajene vode, saj bi v nasprotnem primeru imeli zmanjšani pretok hladilne vode v sistemu.

Druge servisne dejavnosti pri novemu hladilnem agregatu načeloma niso zahtevane, je pa smiselno, da se ob začetku hladilne sezone kompresorski hladilni agregat pregleda oz. zamenja morebitne po servisnih intervalih predvidene dele, pregleda stanje hladilnega plina, kompresorjev, motorjev, ventilatorjev itd. S tem lahko preprečimo nepredvidene težave, ki bi se lahko pojavile po zagonu. V skladu z zakonodajo se preverja tudi tesnost agregata. Ocenjeni povprečni letni strošek za vzdrževanje predvidenega hladilnega kompresorja znaša 1.000 € ob predpostavki, da ni izrednih dogodkov, ki bi povzročili večji strojelom.

5.2.3.2 Prenosnik toplote

Obratovanje prenosnika toplote je nezahtevno, saj je ključen element v regulaciji prav regulacijski ventil, ki glede na temperaturo vstopne oz. izstopne vode na sekundarni strani prenosnika krmili pretok vode na primarni strani. Regulacija je enostavna, cenovno nizka in zelo natančna.

Ključni problem v delovanju sistema hlajenja s prenosnikom temperature je zgolj kvaliteta primarne hladilne vode. V primeru onesnaženosti hladilne vode je potrebno sistem ustaviti oz. glede na vrsto onesnaženja ustrezno ukrepati, saj lahko nečistoče v hladilnem sistemu povzročijo obloge na izmenjevalnih površinah (cevi ali plošče), ki pa nižajo pretoke hladilnega medija oz. temperaturno prevodnost izmenjevalca. V primeru povišane temperature primarne hladilne vode pa se učinkovitost hlajenja kljub povečevanju pretoka do maksimuma manjša. Podobno kot pri kompresorskem hladilnem agregatu je potrebno skrbeti za čiste filtre za vodo, tako na primarni kot na

sekundarni strani, z večjim poudarkom na primarni strani, kjer se uporablja hladilna voda iz vodotoka in je večja možnost nečistoč. Sekundarna stran je zaprt vodotok, vendar so zaradi korozije cevovodov včasih v hladilni vodi vseeno prisotne nečistoče. Če se učinkovitost prenosa toplotne energije v toplotnem prenosniku zmanjša, se prenosnik enostavno razstavi in očisti posamezne plošče, ki ga sestavljajo. Poseg je enostaven in hiter in ne zahteva posebej strokovno usposobljenega serviserja. Strošek vzdrževanja prenosnika toplote je zanemarljiv.

5.3 Okoljski učinki

V skrbi za delovno in bivalno okolje je pomembno evidentiranje okoljskih vidikov, to je elementov proizvodov, storitev in dejavnosti, ki lahko součinkujejo z okoljem. Vse okoljske vidike je potrebno upoštevati pri planiranju in načrtovanju, saj racionalna raba surovin in materialov, odprava nekurantnih zalog materialov, obvladovanje emisij v zrak, vode in okolico v skladu z zakonskimi zahtevami in pričakovanji javnosti, obvladovanje ravnanja s kemikalijami, izločitev prepovedanih snovi iz uporabe, obvladovanje ravnanja z odpadki, obvladovanje ravnanja z odpadno embalažo prispeva neposredno k obvladovanju stroškov poslovanja, ki se odražajo kot okoljski stroški (Okoljsko raziskovalni zavod, 2009).

Vplivi na okolje so vplivi, ki v našem primeru nastajajo pri uporabi hladilnih tehnologij za hlajenje določenega objekta. Glede na nastanek ločimo neposredne in posredne vplive na zrak. Neposredni vplivi so vplivi, ki nastajajo neposredno pri neki dejavnosti, posredni pa nastanejo pri delovanju drugih dejavnosti, ki so navadno delni pogoj za delovanje osnovne dejavnosti.

Vplive lahko delimo tudi na škodljive ali neškodljive, vendar se pri oceni vplivov neke tehnologije na okolje navadno bolj poudarijo škodljivi vplivi, saj imajo ti večjo težo pri kvaliteti življenjskega okolja. Zaradi lažjega obravnavanja predvsem z vidika zakonodaje se navadno pri prepoznavanju vplivov na okolje razdeli okolje na tla, vode in zrak. Vedno večji poudarek pa se daje tudi na hrup in svetlobo oz. osvetljenost v okolju.

V našem primeru zamenjave obstoječega kompresorskega hlajenja se pri odstranitvi stare tehnologije in skozi uporabo nove tehnologije srečujemo z dvema bolj poudarjenima vplivoma na okolje, in sicer:

- vpliv na zrak;
- vpliv na vode.

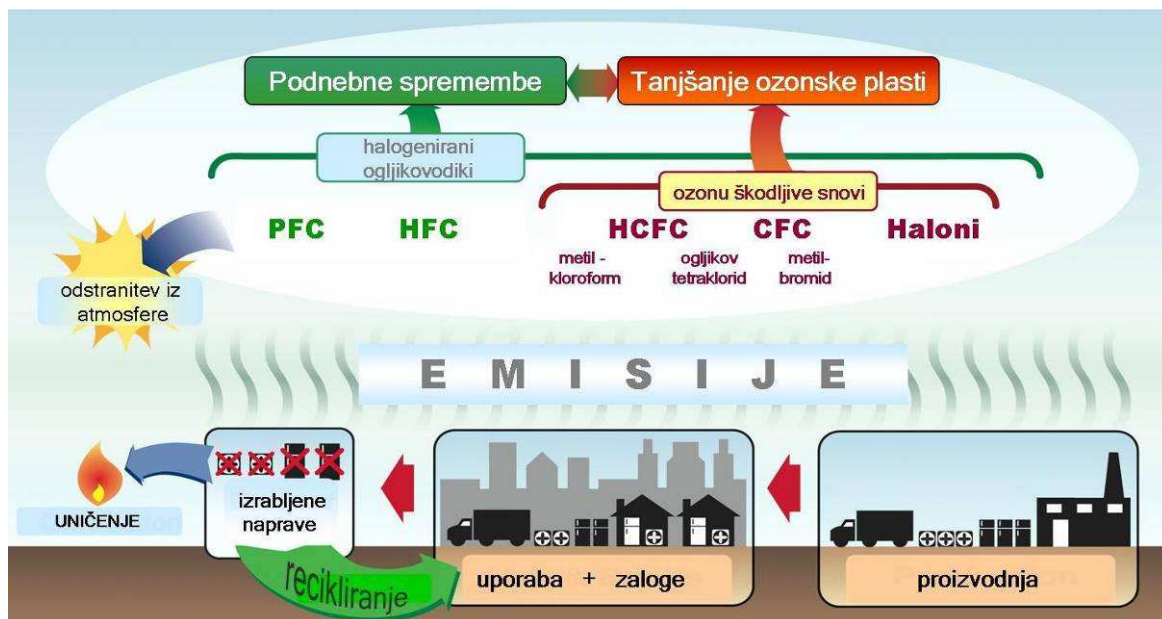
5.3.1 Vplivi na zrak

5.3.1.1 Kompresorski hladilni agregat

Pri uporabi kompresorskih hladilnih agregatov se kot hladilni plini v veliki večini uporabljajo CFC-ji (npr. R11, R12) in HCFC-ji (npr. R22), ki uničujejo stratosferski ozonski plašč (najdemo jih v hladilnih in klimatskih napravah, toplotnih črpalkah, penah, pršilkah), poleg tega pa spadajo med TGP z visokim toplogrednim potencialom. Po določilih Montrealskega protokola so ozonu škodljive snovi, ki jih izločajo ali pa so jih že izločili iz uporabe.

V skupino F-plinov, imenovanih tudi industrijski ali sintetični plini, spadajo fluorirani ogljikovodiki (HFC-ji), perfluorirani ogljikovodiki (PFC-ji) in žveplov heksafluorid (SF_6). Njihova prisotnost v ozračju je skoraj izključno posledica človekovih dejavnosti, vsi pa spadajo med toplogredne pline (TGP) in jih zato obravnava Kjotski protokol.

Nekateri HFC-ji, ki jih uporabljajo kot nadomestke za ozonu škodljive snovi, imajo toplogredni potencial še vedno zelo velik – v razponu od 1000 do 6000, pri nekaterih pa le nekaj sto. Potencial za HFC-134a, ki je najbolj razširjeno hladilo v klimatskih napravah, je 1.300, zato si nekateri proizvajalci prizadevajo, da bi ga nadomestili s HFC-152a, ki ima potencial 140, vendar pa je njegova uporaba zahtevnejša. Življenjska doba HFC-jev v ozračju je od nekaj let do nekaj deset let (Slika 30).



Slika 30: Vpliv plinov na podnebne spremembe in tanjšanje ozonske plasti (Malešič I., 2009)

Ob zamenjavi obstoječega kompresorskega hladilnega agregata z novim kompresorskim hladilnim agregatom se srečujemo z dvema potencialnima viroma emisije snovi v zrak:

- emisija iz obstoječega hladilnega agregata;
- emisija iz novega hladilnega agregata.

V primeru obstoječega kompresorskega hladilnega agregata imamo v uporabi hladilni plin komercialne oznake R22, ki ga je potrebno ob izločitvi naprave iz obratovanja prečrpati in ustrezno odstraniti. Hladilni plin lahko odstranijo le podjetja pooblaščená s strani ARSO (Agencije republike Slovenije za okolje). Emisija iz obstoječega hladilnega agregata se lahko pojavi med obratovanjem oz. pri morebitni poškodbi ob odstranitvi naprave oz. nepravilnem prečrpavanju hladiva v posode za odstranitev. Hladilni plin komercialne oznake R22 spada med ozonu škodljive snovi, ki so večinoma prepovedane, izjema so HCFC za namene servisiranja naprav za hlajenje in klimatizacijo, haloni za nujno uporabo (vojska, policija, jedrska elektrarna) in metilbromid v pretovornih opravilih (za določene namene in pomorske države). Vrste ozonu škodljivih snovi, uporaba in lastnosti so opisane v tabeli 2.

Tabela 2: Vrste ozonu škodljivih snovi, uporaba in lastnosti (Agencija Republike Slovenije za okolje, 2009)

Vrsta snovi	Uporaba	Življenjska doba v atmosferi (v letih)	ODP(1) potencial	GWP(2) toplogredni potencial
CFC (klorofluoroogljikovodiki)	<ul style="list-style-type: none"> • proizvodnja trdih in prožnih poliuretanskih pen • hlajenje in klimatizacija • industrija pršil (sprejev) • gašenje • topila • sterilizacija 	45 do 1700	0,6–1,0	
Primer: hladivo R12	HLAJENJE	102	1,0	8100
HCFC (delno halogenirani klorofluoroogljikovodiki)	<ul style="list-style-type: none"> • začasna zamenjava za CFC, ker so manj škodljivi ozonskemu plašču 	do 20	0,01–0,52	
Primer: hladivo R22	HLAJENJE	12	0,055	1500
HALONI (bromofluoroogljikovodiki)	<ul style="list-style-type: none"> • gašenje 	do 65	do 10	do 6900
METILBROMID (MB)	<ul style="list-style-type: none"> • sredstvo proti škodljivcem 	-	0,6	

(1)-Ozone Depleting Potential (ODP) je indeks, ki je določen za vsako posamezno snov (primerja se na CFC 11, ki ima dejavnik 1).

(2)-Global Warming Potential (GWP) je indeks, ki za vsak toplogredni plin (glede na njegovo življenjsko dobo) kaže prispevek molekule tega plina k globalnemu segrevanju v primerjavi z molekulo CO₂ (GWP za ogljikov dioksid je 1).

Emisija iz novega hladilnega agregata se lahko pojavi pri prvi polnitvi oz. med obratovanjem v primeru poka plinske inštalacije. Za delovanje novega hladilnega agregata je predviden hladilni plin R407c (mešanica hladilnih plinov R32, R125, R134a), ki spada med fluorirane toplogredne pline (mešanice s HCFC). Hladilni plin

R407c spada med snovi, ki večinoma nadomeščajo ozonu škodljive snovi (CFC in HCFC), vendar imajo velik toplogredni potencial (tabela 3).

Tabela 3: Snovi, ki večinoma nadomeščajo ozonu škodljive snovi (CFC in HCFC)
(Agencija Republike Slovenije za okolje, 2009)

Vrsta snovi HFC (fluorirani ogljikovodiki) primeri:	ODP potencial	GWP toplogredni potencial
R134a	0	1300
R152a	0	120
R404a	0	3260
R407c	0	1610
R410a	0	1890

V obeh primerih nekontroliranega puščanja hladiva v zrak pride do škodljivega vpliva na okolje, ki pa ga je glede na sedanje poznavanje problematike onesnaževanja ozračja z vidika hladilnih plinov težko oceniti. Ravnanje z omenjenimi hladilnimi sredstvi (uporabniki kompresorskih hladilnih agregatov) ureja zakonodaja, in sicer z Uredbo o uporabi ozonu škodljivih snovi in fluoriranih toplogrednih plinov (Uradni list RS, št. 78/2008) in Uredbo o ravnanju s snovmi, ki povzročajo tanjšanje ozonskega plašča (Uradni list RS št. 101/2004 in 39/2007).

5.3.1.2 Prenosnik toplote

Pri hlajenju s prenosnikom toplote nimamo nikakršnih emisij v zrak razen tistih posrednih emisij CO₂, ki nastajajo pri proizvodnji električne energije za obratovanje napajalnih črpalk (eventualna proizvodnja električne energije iz fosilnih goriv).

5.3.1.3 Posredne emisije CO₂

Posredne emisije CO₂ nastaneno pri proizvodnji električne energije za pogon hladilnega agregata in obtočnih črpalk (eventualna proizvodnja električne energije iz fosilnih goriv). CO₂ je toplogredni plin, ki v atmosferi povzroča učinek tople grede in tako vpliva na segrevanje Zemlje ter s tem posledično pripomore k hitrejšim

podnebnim spremembam. Emisije – E CO₂ v podanem času t lahko izračunamo s pomočjo emisijskega pretvornika e_p , ki znaša 0,583 kg CO₂/kWh za električno energijo (podatek iz leta 2009) (HSE Energija, 2009), po enačbi št. 1:

$$E = P_e \cdot e_p \cdot t \quad (1)$$

Tako lahko izračunamo emisije CO₂ E_h , ki nastanejo pri obratovanju kompresorskega hladilnega agregata, na polni hladilni moči električne moči P_{eh} 33 kW in emisije CO₂ E_p , ki nastanejo pri obratovanju prenosnika toplote z obtočno črpalko električne moči (P_{ep}) 2 kW (poraba električne energije za krmiljenje se zanemari) v času ene ure (t_1).

$$E_h = P_{eh} \cdot e_p \cdot t_1 = 33 \text{ kW} \cdot 0,583 \text{ kg}_{CO_2} / \text{kW} \cdot 1 \text{ h} = 19,239 \text{ kg}_{CO_2} \quad (2)$$

$$E_p = P_{ep} \cdot e_p \cdot t_1 = 2 \text{ kW} \cdot 0,583 \text{ kg}_{CO_2} / \text{kW} \cdot 1 \text{ h} = 1,166 \text{ kg}_{CO_2} \quad (3)$$

Kot je iz razvidno iz enačb št. 2 in št. 3, se emisije CO₂ pri kompresorskem hladilnem agregatu večajo linearno z večjo porabo električne energije na časovno enoto. Glede na to, da je poraba električne energije bistveno večja, so tudi emisije CO₂ bistveno večje.

5.3.2 Vplivi na vode

Pod vplivi na vode obravnavamo vse emisije, ki nastanejo pri delovanju hladilnega sistema in lahko kakorkoli spremenijo kvaliteto vode.

5.3.2.1 Kompresorski hladilni agregat

Pri obratovanju kompresorskega hladilnega agregata z zračno kondenzacijo hladilnega plina niso mogoče.

5.3.2.2 Prenosnik toplote

Pri obratovanju prenosnika vode prihaja do segrevanja primarne vode (vode, ki jo črpamo iz vodotoka), kar pri izpustu le-te nazaj v vodotok predstavlja temperaturno obremenitev vodotoka. Glede na to, da v tovarni že obratujejo prenosniki toplote s hlajenjem z vodo iz vodotoka (pasterizatorji) in da je temperatura temperaturno onesnažene vode iz prenosnikov toplote večja od pričakovane temperature v

predvidenem sistemu hlajenja s prenosnikom toplote (tabela 1), ne pričakujemo nobenih dodatnih težav z izpustom segrete vode v vodotok. Drugih emisiji v vode zaradi obratovanja prenosnika tudi v primeru preboja le-tega in mešanja hladilnih tekočin ni, saj gre v obeh primerih za čisto vodo brez dodanih snovi.

Izpusti vod morajo biti skladni z Uredbo o emisiji snovi in toplote pri odvajanju odpadnih vod v vode in javno kanalizacijo (Uradni list RS, št. 47/2005, 45/2007 in 79/2009).

5.3.3 Posredni vplivi na okolje

Kot posredne vplive na okolje lahko štejemo vplive na okolje, ki ne nastajajo pri obratovanju agregata, ampak nastajajo v ostalih fazah življenjskega cikla le-te. Tako se ti vplivi na okolje kažejo kot zmanjševanje primarnih surovin za pridobivanje materialov, emisije snovi v okolico pri izdelavi agregata in odlaganje oz. uničenje agregata po preteku življenjske dobe. V primeru kompresorskega hladilnega agregata so ti posredni vplivi na okolje zaradi kompleksnosti le-tega bistveno večji kot vplivi, ki nastanejo skozi življenjski cikel toplotnega prenosnika.

5.4 Ekonomski učinki

Investicija v izgradnjo sistema za hlajenje zajema vse aktivnosti od načrtovanja in priprave projektov do realizacije projekta in poskusnega zagona inštaliranih naprav.

Pri ekonomskih učinkih je poleg vrednotenja investicije potrebno upoštevati še obratovalne in vzdrževalne stroške naprave (Bizjak F., 2006).

5.4.1 Zamenjava obstoječega kompresorskega hladilnega agregata z novim

5.4.1.1 Ocena investicije zamenjave

Ocena investicije zamenjave obstoječega kompresorskega hladilnega agregata z novim zajema:

- odstranitev starega hladilnega agregata;
- dobavo in montažo novega hladilnega agregata.

Glede na predvidene tehnične zahteve je ocenjena vrednost novega hladilnega agregata cca. 19.000 €. Predviden je kompakten kompresorski hladilni agregat hladilne moči 90 kW, ki bo montiran na isti lokaciji kot dotrajan. Ocenjena vrednost odstranitve dotrajanega ekološko spornega hladilnega agregata in montaža novega znaša cca. 3.000 € in vključuje tudi odstranitev hladilnega plina R22.

Tabela 4: Vrednotenje postavk investicije v zamenjavo obstoječega kompresorskega hladilnega agregata z novim

POSTAVKE V INVESTICIJI	STROŠEK (€)
Nakup novega kompresorskega hladilnega agregata	19.000
Odstranitev starega kompresorskega hladilnega agregata vključno z odstranitvijo hladilnega plina	1.500
Montaža novega kompresorskega hladilnega agregata	1.500
SKUPAJ	22.000

Celotna investicija S_{kc} je tako ocenjena na 22.000 € (tabela 4).

5.4.1.2 Ocena obratovalnih in vzdrževalnih stroškov

Ocena obratovalnih in vzdrževalnih stroškov temelji na poznavanju obratovanja obstoječega kompresorskega hladilnega agregata oz. vseh ostalih hladilnih naprav na lokaciji. Ocenjen obratovalni čas hladilnega agregata znaša 3.600 ur/leto, vendar ne celoten čas s polno močjo oz. v ekstremnih temperaturah, ko je hladilna moč prenizka se vzporedno vključi še dodaten hladilni agregat. Ocenimo lahko, da hladilni agregat deluje 2100 ur/leto na polni obremenitvi (T_1) in 1500 ur/leto na 75% obremenitvi (T_2). Meritve podobnega kompresorskega hladilnega agregata, ki deluje v podobnih pogojih, pokažejo, da je električna moč $P_{100\%}$ pri polni hladilni moči 33 kW, električna moč $P_{75\%}$ pa je 75% polne hladilne moči in znaša 25 kW. Povprečna letna cena električne energije (S_{el}) znaša 0,07 €/kWh (podatek iz leta 2009).

Strošek obratovanja $S_{k(o)}$ izračunamo po enačbi št. 4:

$$S_{k(o)} = (t_{100\%} \cdot P_{100\%} + t_{75\%} \cdot P_{75\%}) \cdot S_{el}$$

$$S_{k(o)} = (2.100 \text{ ur / leto} \cdot 33 \text{ kW} + 1.500 \text{ ur / leto} \cdot 25 \text{ kW}) \cdot 0,07 \text{ €/ kWh} \quad (4)$$

$$S_{k(o)} = 7.476 \text{ €/ leto}$$

Stroške vzdrževanja S_v lahko ocenimo glede na druge podobne kompresorske hladilne agregate in znašajo 1.000 €/leto.

Skupni stroški obratovanja in vzdrževanja ($S_{k(o+v)}$) so izračunani po enačbi št. 5:

$$S_{k(o+v)} = S_{k(o)} + S_{k(v)} = 7.476 \text{ €/ leto} + 1.000 \text{ €/ leto} = 8.476 \text{ €/ leto} \quad (5)$$

5.4.2 Zamenjava obstoječega kompresorskega hladilnega agregata s prenosnikom toplote

5.4.2.1 Ocena investicije zamenjave

Ocena investicije zamenjave obstoječega kompresorskega hladilnega agregata s prenosnikom toplote zajema:

- nakup prenosnika toplote;
- nakup oz. izdelavo regulacije;
- odstranitev obstoječega hladilnega agregata;
- dovod in odvod hladilne vode;
- regulacijo in krmilni sistem.

Strošek nabave prenosnika znaša 2.500 €, nakup oz. izdelava ustrezne regulacije pa 1.500 €. Odstranitev starega kompresorskega hladilnega agregata se lahko izvede ali pa ne, saj ne ovira postavitve prenosnika toplote, ki se ga montira v samo hladilno strojnico. Odstranitev pa je kljub vsemu smiselno izvesti prav zaradi uporabe obstoječih hidravličnih priklonov in odstranitev okoljsko spornega hladiva. Tako lahko odstranitev dotrajanega kompresorskega hladilnega agregata in montažo ter priklon prenosnika toplote ocenimo na 2.500 €. Ocena izdelave dovodnega in

odvodnega cevovoda dimenzije DN 50 z ustrezno toplotno in zaščitno izolacijo med črpališčem hladilne vode in hladilno strojnico v skupni dolžini 110 m je 6.000 €.

Tabela 5: Vrednotenje postavk investicije v zamenjavo kompresorskega hladilnega agregata s prenosnikom toplote.

POSTAVKE V INVESTICIJI	STROŠEK (€)
Nakup prenosnika toplote	2.500
Nakup oz. izdelava regulacije	1.500
Odstranitev obstoječega hladilnega agregata in priklop prenosnika	2.500
Izdelava dovodnega in odvodnega cevovoda za hladilno vodo	6.000
SKUPAJ	12.500

Skupna ocena investicije znaša 12.500 € (tabela 5).

5.4.2.2 Ocena obratovalnih in vzdrževalnih stroškov

Obratovalni stroški so sestavljeni iz stroškov za pogon črpalke za dovod hladilne vode in stroška hladilne vode. Ocenjena moč črpalke ($P_{\check{c}}$) znaša 2 kW kar ob predpostavki, da le-ta obratuje 3.600 ur/leto ($t_{\check{c}}$) pomeni strošek v višini 504 € (enačba št. 6).

$$S_{v(\check{c}o)} = t_{\check{c}} \cdot P_{\check{c}} \cdot C_{el} \quad (6)$$

$$S_{v(\check{c}o)} = 3.600 \text{ ur / leto} \cdot 2 \text{ kW} \cdot 0,07 \text{ €/ kWh} = 504 \text{ €/ leto}$$

Strošek vode je odvisen od potrebne hladilne energije. Za izračun stroška predpostavimo, da je čas ($t_{100\%}$) maksimalne potrebe po hladilni moči 2.100 ur/leto, čas obratovanja ($t_{75\%}$) s 75% hladilno močjo 1.500 ur/leto. Pretok vode skozi prenosnik toplote pri maksimalni hladilni moči ($Q_{100\%}$) znaša 15m³/h (tabela 1), pri 75% hladilni moči ($Q_{75\%}$) pa je linearno manjši in znaša 11,25 m³/h. Strošek hladilne vode (C_v) je 0,055€/m³. Strošek za porabljeno vodo ($S_{s(vo)}$) se izračuna po enačbi št. 7 in znaša:

$$S_{v(vo)} = (t_{100\%} \cdot Q_{100\%} + t_{75\%} \cdot Q_{75\%}) \cdot C_v$$

$$S_{v(vo)} = (2.100 \text{ ur/leto} \cdot 15 \text{ m}^3/\text{h} + 1.500 \text{ ur/leto} \cdot 11,25 \text{ m}^3/\text{h}) \cdot 0,055 \text{ €/m}^3 \quad (7)$$

$$S_{v(vo)} \approx 2.660 \text{ €/leto}$$

Stroški vzdrževanja so zanemarljivi, zato je celotni strošek obratovanja (S_v) sestavljen iz stroška za električno energijo za pogon črpalke in stroška hladilne vode (enačba št. 8).

$$S_v = S_{v(\check{c}o)} + S_{v(vo)} = 504 \text{ €/leto} + 2.660 \text{ €/leto} = 3.164 \text{ €/leto} \quad (8)$$

Predviden strošek hlajenja s temperaturnim prenosnikom je 3.164 €/leto.

5.4.3 Ekonomska analiza

V tabeli 6 je prikazana primerjava investicije in obratovalno vzdrževalnih stroškov za oba sistema hlajenja.

Tabela 6: Primerjava investicijskih in obratovalno vzdrževalnih stroškov

	KOMPRESORSKI HLADILNI SISTEM	HLAJENJE S TEMPERATURNIM PRENOSNIKOM
STROŠEK INVESTICIJE (€)	22.000	12.500
LETNI STROŠEK OBRATOVANJA IN VZDRŽEVANJA (€/leto)	8.476	3.164

Če upoštevamo, da so na voljo lastna finančna sredstva, da je učinek obeh predlaganih tehnologij enak ter da ni prihodkov, lahko pri ekonomski analizi finančno vrednotimo predlagana sistema le skozi višino investicije in letnega stroška obratovanja in vzdrževanja (AKC, 2010). Glede na to, da sta tako višina investicije kot letni strošek obratovanja in vzdrževanja v primeru hlajenja s temperaturnim prenosnikom bistveno nižja kot investicija in strošek obratovanja in vzdrževanja kompresorskega hladilnega agregata, je ekonomsko upravičeno izbrati sistem hlajenja s toplotnim prenosnikom.

Predviden strošek obratovanja in vzdrževanja kompresorskega hladilnega agregata za obdobje desetih let skupaj z investicijo znaša 106.760 €, medtem ko strošek obratovanja in vzdrževanja hlajenja skupaj z investicijo s toplotnim prenosnikom znaša 44.140 €, kar pomeni da lahko z razliko, ki znaša 62.620 €, v desetih letih investiramo v pet podobnih sistemov hlajenja s toplotnim prenosnikom. Pri hlajenju s kompresorskim hladilnim agregatom se lahko med uporabo pojavijo okvare bodisi zaradi strojeloma ali vremenskih vplivov, ki lahko dodatno povečajo stroške vzdrževanja, medtem ko so v primeru hlajenja s toplotnim prenosnikom stroški popravil v primeru poškodb, ki pa so zelo malo verjetne, nizki.

Življenjska doba kompresorskega hladilnega agregata je nekje med 10 do 15 let. Po tem času bo potrebno ponovno investirati v nov kompresorski hladilni agregat, medtem ko je življenjska doba prenosnika tudi vsaj 30 let.

5.5 Analiza učinkov za izbiro hladilnega sistema

Analiza učinkov obeh hladilnih sistemov temelji na podlagi že opisanih oz. ocenjenih učinkov za vsak posamezen hladilni sistem. Na podlagi ugotovitev lahko izdelamo splošno primerjalno tabelo za oba hladilna sistema (tabela 7).

Tabela 7: Primerjava sistemov hlajenja

OCENA VIDIKOV GLEDE NA NAČIN HLAJENJA		KOMPRESORSKI NAČIN HLAJENJA (hladilni agregat)	HLAJENJE S HLADILNO VODO (toplotni izmenjevalec)
TEHNIČNO TEHNOLOŠKI VIDIKI	obratovanje	zahtevno	nezahtevno
	vzdrževanje	zahtevno	nezahtevno
	temperaturni režim	po zahtevah (od -40 °C navzgor)	višji od hladilnega medija > 10 °C
	regulacija	hitra in natančna	hitra in natančna
	motnje in izkoristki od zunanjih dejavnikov (vreme)	v primeru zračne kondenzacije se z dviganjem zunanje temperature nižajo izkoristki	izkoristki dokaj stabilni zaradi stabilne temperature hladilne vode
	Življenjska doba	do 15 let	Potrebni le manjši posegi - dolga
OKOLJSKI VIDIKI	poraba električne energije	velika	majhna
	obremenjevanje vod	temperaturno onesnaženje v primeru vodnih kondenzatorjev	temperaturno onesnaženje (v zakonskih mejah)
	obremenjevanje zraka	ozonu škodljivi plini v primeru uporabe freonov	ni onesnaževanja
	Posredni vplivi na okolje	visoki	nizki
EKONOMSKI VIDIKI	stroški investicije v agregat	visoki	nizki
	stroški investicije v opremo	visoki	odvisno od oddaljenosti vira hladilne vode
	stroški obratovanja	visoki	nizki
	stroški vzdrževanja	visoki	nizki

Pozitivno ocenjen vidik

Negativno ocenjen vidik

Nevtralno ocenjen vidik

Iz tabele 7 je razvidno, da je hladilni sistem s toplotnim prenosnikom bistveno bolj ugoden, tako z vidika tehnično-tehnoloških, okoljskih in ekonomskih vidikov, kot sistem hlajenja s kompresorskim hladilnim agregatom. Pri sistemu hlajenja s toplotnim prenosnikom je največja težava predvsem to, da je temperatura hlajenja omejena s temperaturo hladilne vode, medtem ko so bistvene prednosti predvsem v nezahtevni in cenovno ugodni izgradnji, obratovanju in vzdrževanju. Življenjska doba prenosnika toplote je v primerjavi z življenjsko dobo kompresorskega hladilnega agregata bistveno večja, saj je prenosnik enostavna naprava brez gibljivih delov, ki se pri svojem premikanju obrabljajo. Poraba električne energije, ki se poleg okoljske obremenitve odraža tudi pri stroških obratovanja, je pri hlajenju s kompresorskim hladilnim agregatom bistveno večja kot pri hlajenju s prenosnikom toplote. Hlajenje s hladilno vodo je prijaznejše do okolja, saj ni uporabe hladilnih plinov, prisotno je le temperaturno onesnaženje, ki pa je pod zakonskimi omejitvami. Dodatna finančna obremenitev se tako pri investiciji kot pri vzdrževanju kompresorskega načina hlajenja pokaže pri hladilnih plinih, saj so ti poleg lastne cene dodatno obremenjeni z okoljsko dajatvijo, ki se bo glede na Uredbo o okoljski dajatvi za onesnaževanje zraka z emisijo ogljikovega dioksida (Uradni list RS, št. 78/2008) z leti še povečevala. Tako bo za enoto obremenitve pri obračunu okoljske dajatve zaradi uporabe fluoriranih toplogrednih plinov v obdobju 2009–2012 manjša od cene na enoto obremenitve pri obračunu okoljske dajatve zaradi zgorevanja goriv, in sicer:

- za leto 2009 10-krat manjša;
- za leto 2010 5-krat manjša;
- za leto 2011 2,5-krat manjša;
- za leto 2012 1,25-krat manjša in
- za leto 2013 ter za vsa nadaljnja leta enaka ceni na enoto obremenitve pri obračunu okoljske dajatve zaradi zgorevanja goriv.

Emisije CO₂, ki nastajajo pri proizvodnji električne energije iz fosilnih goriv, ki se porablja pri delovanju hladilnega sistema s prenosnikom toplote, so zanemarljive,

medtem ko je vsak kilovat hladilne moči pri kompresorskem hladilnem agregatu dodatna obremenitev za okolje.

6 ZAKLJUČEK

Konkurenčnejši nastop podjetja Fructal poleg same kvalitete izdelkov pomeni tudi zmanjševanje stroškov poslovanja. To lahko podjetje doseže med drugim tudi z učinkovitejšo rabo materialnih virov. Voda je eden izmed bistvenih materialnih virov, ki se uporabljajo kot primarna surovina in kot pomožno sredstvo za tehnološke in proizvodne procese.

V prvem delu magistrskega dela smo opravili celovit pregled stanja ravnanja z vodami od zajema vode skozi uporabo do iztoka. Z izvedbo Energetskega pregleda podjetja, dodatnimi meritvami in analizo stanja smo izdelali predloge za racionalnejšo rabo vode: sanacija puščanj vodovodnega sistema, izobraževanje zaposlenih, vzdrževanje opreme in investiranje v bolj učinkovite naprave, ponovna uporaba transportne vode, delna zamenjava kompresorskega hladilnega sistema za sisteme, ki uporabljajo hladilno vodo, ponovna uporaba hladilne vode in izgradnja čistilne naprave.

Podjetje mora zaradi nekaterih dotrajanih in okoljsko spornih kompresorskih hladilnih sistemov v prihodnosti planirati investicije v nove hladilne sisteme, zato smo kot alternativni sistem hlajenja predlagali uporabo hlajenja s prenosnikom toplote z uporabo vode iz vodotoka. Tako smo na konkretnem primeru hlajenja prostorov upravne stavbe podjetja primerjali hlajenje s kompresorskim hladilnim sistemom in hlajenje s prenosnikom toplote. Ovrednotili in primerjali tehnično-tehnološke, okoljske in ekonomske učinke za ta dva sistema. Pokazali smo, da so investicija, obratovanje in vzdrževanje s prenosnikom toplote bistveno enostavnejše in cenejše kot v primeru kompresorskega hladilnega sistema. Uporaba hladilne vode je okoljsko manj sporna, saj poleg temperaturnega onesnaženja, ki nastane pri izpustu vode v vodotok in je pod predpisanimi mejnimi vrednostmi, ni nobenih drugih vplivov na okolje. Uporaba kompresorskega hladilnega sistema je za okolje bolj obremenjujoča zaradi rabe in možnosti puščanja freonskih hladiv in z vidika večje porabe električne energije ter z njo povezanih posrednih emisij CO₂. Iz ekonomskega stališča je hlajenje s prenosnikom toplote učinkovitejše in v desetih letih prinese podjetju 62.620 € prihranka. Z investicijo v zamenjavo dotrajanega kompresorskega hladilnega agregata bo podjetje poenostavilo obratovanje hladilnega sistema, znižalo okoljske obremenitve in stroške hlajenja. Analiza učinkov je

pokazala, da je smiselno posodabljati hladilne sisteme na tak način, da v podjetju postopno menjujejo dotrajane in okoljsko sporne kompresorske hladilne agregate s prenosniki toplote ter tako znižujejo stroške in z vidika okolja krepijo trajnostni značaj s svojim slogom »V sodelovanju z naravo«.

7 LITERATURA

- Agencija Republike Slovenije za okolje** (2009). Ozon in F-plini. Pridobljeno 20. 12. 2009 s svetovnega spleta: http://okolje.arso.gov.si/ozon_fplini/faq.php.
- AKC** (2010). Investicije. Pridobljeno 10. 1. 2010 s svetovnega spleta: <http://akc.si/investicije.php>.
- Bizjak F.** (2006). Osnove ekonomike podjetja za inženirje. Nova Gorica: Založba Univerze v Novi Gorici.
- CMC EKOCON** (2009). Pridobljeno 15. 12. 2009 s svetovnega spleta: <http://www.cmc-ekocon.si>.
- Enekom d. o. o.** (2008). Energetski pregled podjetja Fructal d. d. – končno poročilo.
- Geopedia** (2008a). Tloris podjetja. Pridobljeno 20. 12. 2008 s svetovnega spleta: <http://www.geopedia.si>.
- Geopedia** (2008b). Hidrologija področja. Pridobljeno 20. 12. 2008 s svetovnega spleta: <http://www.geopedia.si>.
- Geopedia** (2008c). Vodovarstveno območje pitne vode. Pridobljeno 20. 12. 2008 s svetovnega spleta: <http://www.geopedia.si>.
- Gospodarska zbornica Slovenije** (2002). HACCP v oskrbi s pitno vodo. Moravske Toplice: dvodnevni seminar z delavnicami.
- HSE Energija** (2009). Izračunaj svoj ogljični odtis. Pridobljeno 28. 12. 2009 s svetovnega spleta: http://www.hse-energija.si/index.php?id=473&no_cache=1.
- Fructal d. d.** (2005). Vloga za pridobitev okoljevarstvenega dovoljenja.
- Fructal d.d.** (2009). Podjetje Fructal d.d. Pridobljeno 28. 12. 2009 s svetovnega spleta: <http://www.fructal.si>.
- Kroženje vode.** Pridobljeno 20. 8. 2009 s svetovnega spleta: <http://www.gimvic.org>.
- Malešič I.** (2009). Emisije v zrak iz hladilnih, klimatskih naprav in toplotnih črpalk. Ljubljana: Ministrstvo za okolje in prostor – Agencija Republike Slovenije za okolje.
- MTA SpA** (2009a). Pridobljeno 21. 12. 2009 s svetovnega spleta: <http://www.mta-it.com>.

MTA SpA (2009b). Pridobljeno 21. 12. 2009 s svetovnega spleta: <http://www.mta-it.com>.

Okoljsko raziskovalni zavod (2009). Okoljski učinki. Pridobljeno 20. 9. 2009 s svetovnega spleta: <http://www.orz.si>.

Pitna voda (Ministrstvo za zdravje in Inštitut za varovanje zdravja RS) (2009). Motnost. Pridobljeno 20. 10. 2009 s svetovnega spleta: <http://www.pitna-voda.si/main/motnost.html>.

Po ponudbi dobavitelja (2009). Pridobljeno 15. 11. 2009. Ponudba dobavitelja.

Pravilnik o pitni vodi. Uradni list RS, št. 19/2004, 35/2004, 26/2006 in 92/2006.

Pravilnik o prvih meritvah in obratovalnem monitoringu odpadnih vod ter pogoji za njegovo izvajanje. Uradni list RS, št. 74/2007.

Spirax Sarco (2009). Pridobljeno 10. 9. 2009 s svetovnega spleta: <http://www.spiraxsarco.com>.

Vodovodi in kanalizacija Nova Gorica d. d. (2009). Letno poročilo o skladnosti pitne vode v oskrbovalnih območjih v upravljanju Vodovodov in kanalizacije Nova Gorica d.d. za leto 2007. Pridobljeno 20. 8. 2009 s svetovnega spleta: http://ads3.arctur.si/semper-vrtojba-gids/mma_bin_public.php?id=472.

Uredba o emisiji snovi in toplote pri odvajanju vod v vode in javno kanalizacijo. Uradni list RS, št. 47/2005 in 45/2007.

Uredba o emisiji snovi in toplote pri odvajanju odpadne vode iz naprav za obdelavo in predelavo živalskih in rastlinskih surovin ter mleka pri proizvodnji hrane za prehrano ljudi in živalske krme. Uradni list RS, št. 45/2007.

Uredba o emisiji snovi in toplote pri odvajanju odpadne vode iz naprav za proizvodnjo alkoholnih in brezalkoholnih pijač. Uradni list RS, št. 45/2007.

Uredba o emisiji snovi in toplote pri odvajanju odpadnih vod v vode in javno kanalizacijo. Uradni list RS, št. 47/2005, 45/2007 in 79/2009.

Uredba o emisiji snovi pri odvajanju odpadnih vod iz naprav za hlajenje ter naprav za proizvodnjo pare in vroče vode – pretočni hladilni sistemi. Uradni list RS, št. 28/2000 in 41/2004.

Uredba o okoljski dajatvi za onesnaževanje zraka z emisijo ogljikovega dioksida
Uradni list RS, št. 78/2008.

Uredba o ravnanju s snovmi, ki povzročajo tanjšanje ozonskega plašča. Uradni list
RS, št. 101/2004 in 39/2007.

Uredba o uporabi ozonu škodljivih snoveh in fluoriranih toplogrednih plinov.
Uradni list RS, št. 78/2008.

U. S. Geological Survey (2009). Pridobljeno 20. 8. 2009 s svetovnega spleta:
<http://ga.water.usgs.gov/edu/watercycle.html>.

Zakon o varstvu okolja (ZVO-1). Uradni list, št. 41/2004.

Zakon o vodah (ZV-1). Uradni list, št. 67/2002.

Zakon o zdravstveni ustreznosti živil in izdelkov ter snovi, ki prihajajo v stik z živili.
Uradni list, št. 52/2000.

Water filters (2009a). Pridobljeno 20. 08. 2009 s svetovnega spleta:
<http://www.waterfilters.net>.

Water filters (2009b). Pridobljeno 19. 09. 2009 s svetovnega spleta:
<http://www.waterfilters.net>.

Wikipedia (2009). Pridobljeno 6. 4. 2010 s svetovnega spleta:
<http://en.wikipedia.org/wiki/HACCP>.