

UNIVERZA V NOVI GORICI  
POSLOVNO-TEHNIŠKA FAKULTETA

**EKONOMSKA UPRAVIČENOST INVESTICIJE V  
NALOŽBO HLADILNEGA SISTEMA ZA  
PROIZVODNJO PIHANE EMBALAŽE**

DIPLOMSKO DELO

**Bruno Gerbec**

Mentor: pred. Silvester Vončina, univ. dipl. ekon.

Nova Gorica, 2009



## **ZAHVALA**

Za strokovno pomoč pri pisanju diplomske naloge se iskreno zahvaljujem mentorju predavatelju univ. dipl. ekon. Silvestru Vončini, asistentu dr. Igorju Lipuščku ter prof. dr. Božidarju Šarlerju in prof. dr. Milanu Bergantu za svetovanje in usmerjanje.

Rad bi se zahvalil tudi profesorju dr. Francu Bizjaku, ki me je v času študija navdušil za raziskovalno delo pri izboljšavah tehnoloških procesov v proizvodnji.

Zahvaljujem se tudi mojima staršema ter ženi Nataši in hčerki Barbari za razumevanje, vzpodbudo ter podporo v času študija.



## **NASLOV**

### **Ekonomska upravičenost investicije v naložbo hladilnega sistema za proizvodnjo pihane embalaže**

## **IZVLEČEK**

Osnovna dejavnost podjetja Aha-Plastik je proizvodnja plastične embalaže, ki je podvržena ostri konkurenci skupnega evropskega trga. To zahteva konstantno posodabljanje obstoječe tehnologije, avtomatizacijo ključnih proizvodnih procesov, zmanjševanje stroškov ter iskanje novih poti za izboljšanje proizvodne učinkovitosti. Kljub stalnim naporom pri posodabljanju tehnoloških procesov v proizvodnji, je še veliko možnosti za izboljšave določenih faz procesa, katerih rezultat je povečanje produktivnosti in izboljšanje kakovosti izdelka.

V diplomski nalogi proučujemo možnost povečanja učinkovitosti hlajenja izdelka v proizvodnji pihane embalaže. Obstoječi sistem hlajenja izdelka omogoča hlajenje s hladilno tekočino preko hladilnih kanalov v kalupu samo z zunanje strani izdelka. Z vpeljavo novega dodatnega hladilnega sistema se izdelek ohlaja tudi z notranje strani, s cirkulacijo hladnega zraka znotraj izdelka. Tehnična izboljšava takega načina hlajenja je povečanje produktivnosti procesa za 15,4 %.

Povečana intenzivnost hlajenja in velika relativna vlažnost zraka v okolici procesa pihanja povzročata rosenje kalupa, ki zelo poslabšuje kvaliteto površine izdelka. V nalogi predlagamo rešitev problema rosenja kalupa z izgradnjo zaprte celice za zaščito področja okoli kalupa. V ta zaprt prostor se dovaja suhi zrak s pomočjo kondenzacijskega sušilca zraka. S tem se odvzame večino vlage iz zraka okoli kalupa, kar povzroči, da ostane površina kalupa suha. Rezultat je gladka, estetska površina izdelka, ki zadosti kriterijem kakovosti izdelka.

Za oceno ekonomske upravičenosti projekta smo izdelali plan investicij v reinženiring projekta ter finančno oceno vrednotenja uspešnosti projekta. Vrednotenje prenove projekta smo naredili na podlagi ISP – interne stopnje prihranka projekta, kjer smo v tabeli prikazali primerjavo med celotnimi stroški obstoječega procesa in prenovljenega procesa.

Izračun interne stopnje prihranka nam je pokazal, da nam naložba v prenovno sistema za pihanje izdelkov prinaša letni prihranek v višini 36,6 %. Naložba se nam povrne v četrtem letu eksploatacije proizvodnje po projektni prenovi sistema in je ekonomsko upravičena.

## **KLJUČNE BESEDE**

Naložba, amortizacijski načrt, diskontna stopnja, relativna zračna vlažnost, točka rosišča, rosenje kalupa, suhi zrak, prenova proizvodnega procesa, interna stopnja prihranka

## **TITLE**

### **The economic justification of investing in a cooling system for the production of blow moulded packaging products**

## **ABSTRACT**

The principal activity of the company Aha-Plastik is the production of plastic packaging, which is subject to strong competition in the common European market. This requires constant updating of existing technology, automation of key manufacturing processes, reducing costs and constantly finding new ways to improve production efficiency. Despite continuous efforts to upgrade the technological processes in manufacturing, there is still a lot of room for improvement in certain phases of the process, which are crucial for increasing productivity and improving product quality.

This graduation thesis examines the possibility of increasing the efficiency of product cooling in the production of blow moulded packaging. The existing cooling process utilizes cooling channels in the mould and only cools the product on its outer side using a coolant. This thesis introduces a new cooling system which allows the product to be cooled from the inside as well, with the circulation of cold air. This type of cooling system improvement has proven to increase process productivity by 15,4 %.

Increased intensity of cooling and high relative humidity during the blow moulding process causes moisture build-up on the mould and eventually corrosion. This can then be blamed for deteriorated surface quality of the end product. This thesis provides a suggested solution to the problem of moisture build-up by erecting a closed cell which would protect the area around the mould. Dry air would then be supplied to this closed cell with the help of an air dryer. In this way, we are able to remove the majority of moisture around the mould, which in turn, causes the mould surface to stay dry. This results in a smooth, clean product surface, which also meets the products quality management criteria.

As a means of evaluating the projects economic feasibility, we carried out an investment plan for re-engineering the project and a financial evaluation of the projects success. Evaluation of the project is carried out using ISP - the projects internal rate of savings, because it provides a comparison of the total costs associated with the existing and new process. By calculating the ISP we determined that investing in the systems upgrade would result in 36,6 % cost savings yearly. The investment would be paid off in the fourth year of continual production with the upgraded system and, therefore, is economically justified.

### **KEY WORDS**

Investment, amortization plan, the discount rate, relative air humidity, dew point, moisture build-up on the mould, dry air, altering the production process, internal rate of savings



## KAZALO

1	UVOD.....	1
1.1	Izbor in opredelitev vsebine.....	1
1.2	Namen in cilj naloge.....	1
1.3	Metodologija.....	1
2	PREDSTAVITEV PODJETJA.....	2
2.1	Tradicija podjetja.....	2
2.2	Procesna tehnologija.....	3
2.3	Trg in konkurenca.....	4
2.4	Strateški cilji.....	5
2.5	Poslanstvo in vizija.....	5
3	SISTEMSKI PRIKAZ STANJA.....	6
3.1	Tehnične lastnosti strojev.....	6
3.2	Instalacijski vodi in oprema.....	6
3.3	Proces pihanja.....	7
3.4	Razporeditev debeline sten.....	8
3.5	Hlajenje pihanih izdelkov.....	9
3.5.1	Obstoječi hladilni sistem.....	9
3.5.2	Hlajenje z dodatkom antifriza.....	13
3.5.3	Hlajenje z dodatno hladilno postajo.....	13
3.5.4	Hlajenje z vbrizgavanjem tekočega dušika.....	13

3.5.5	Hlajenje z notranjim zračnim hladilnim sistemom .....	14
3.6	Vzroki rosenja površine kalupa .....	16
3.6.1	Vlažnost zraka in kondenzacija.....	16
3.6.2	Vpliv temperature hladilne tekočine .....	18
3.6.3	Definicija točke rosišča .....	19
3.6.4	Krivulja nasičenosti.....	20
3.6.5	Relativna vlažnost zraka .....	21
3.6.6	Točka rosišča ter vsebnost vlage v zraku .....	22
3.7	Odstranjevanje vlage s površine kalupa.....	23
4	PREDLAGANA REŠITEV PROBLEMA.....	24
4.1	Notranji zračni hladilni sistem.....	24
4.1.1	Hlajenje zraka za pihanje .....	25
4.1.2	Delovanje hladilnika zraka za vpih .....	27
4.1.3	Vpihovalni trni in princip delovanja .....	28
4.1.4	Grupe elektromagnetnih zračnih ventilov .....	31
4.1.5	Sistem vpiha, kroženja in izpiha .....	31
4.1.6	Izbira hladilnika zraka za krožno hlajenje.....	33
4.2	Območje zaščite kalupa .....	35
4.2.1	Proces delovanja zaščite območja kalupa .....	36
4.2.2	Izbira sistema zaščite področja kalupa .....	39
5	IZRAČUN EKONOMSKE UPRAVIČENOSTI PROJEKTA .....	41

5.1	Naložbe v osnovna in obratna sredstva.....	41
5.1.1	Kalkulacija stroškov obratovanja obstoječega sistema.....	42
5.1.2	Kalkulacija stroškov obratovanja po prenovi.....	43
5.1.3	Kalkulacija potrebnih virov in cene virov financiranja.....	45
6	OKVIRNA FINANČNA OCENA PROJEKTA .....	46
6.1	Statična ocena .....	46
6.1.1	Metoda odplačilne dobe .....	46
6.2	Dinamična ocena.....	47
6.2.1	Metoda aktualiziranega dobička .....	47
6.2.2	Neto sedanja vrednost projekta .....	47
6.2.3	Metoda interne stopnje donosnosti.....	48
6.2.4	Interna stopnja prihranka projekta (ISP).....	48
6.2.5	Izračun učinkovitosti izboljšave projekta.....	50
7	KONČNA OCENA PROJEKTA .....	51
7.1	Povzetek ciljev projektne naloge .....	51
7.2	Analiza ugotovitev prenove procesa.....	51
8	ZAKLJUČEK .....	53
9	LITERATURA .....	55



## KAZALO SLIK

Slika 1: Začetek izdelave embalaže iz žice .....	2
Slika 2: Tehnologija brizganja in pihanja .....	3
Slika 3: Proizvodni obrat Aha-Plastik.....	4
Slika 4: Proces pihanja .....	7
Slika 5: Debelina sten pihanega proizvoda .....	8
Slika 6: Relativna vlažnost v % in temperatura v °C v območju kalupa.....	9
Slika 7: Površina ročke je zaradi rosenja kalupa groba.....	10
Slika 8: Površina ročke v idealnih vremenskih razmerah .....	10
Slika 9: Mollierov diagram za vlažen zrak prikazuje stanje procesa .....	12
Slika 10: Temperature sten izdelka z različnim hlajenjem .....	15
Slika 11: Infrardeči posnetki vseh treh preizkusov .....	16
Slika 12: Diagram ponazarja absolutno in relativno zračno vlažnost .....	17
Slika 13: Čas hlajenja tanko in debelostenskega izdelka .....	18
Slika 14: Relativna vlažnost pri morski in nadmorski višini .....	19
Slika 15: Krivulja nasičenosti .....	20
Slika 16: Relativna vlažnost zraka 50 %.....	21
Slika 17: Vsebnost vlage v zraku .....	22
Slika 18: Točka rosišča .....	23
Slika 19: Zračni hladilni sistem IACS .....	25
Slika 20: Hladilnik zraka za vpih BAC .....	26

Slika 21: Krmilnik FIT za nadzor delovanja BAC.....	26
Slika 22: Shematski prikaz delovanja hladilne enote BAC .....	27
Slika 23: Princip delovanja vpihovalni trnov.....	28
Slika 24: Proces oblikovanja z vpihom zraka .....	29
Slika 25: Različni vpihi zraka v izdelek.....	30
Slika 26: Elektro magnetni ventili za regulacijo pretoka zraka .....	31
Slika 27: Delovanje vpiha in izpiha .....	32
Slika 28: Odzračevanje sistema .....	32
Slika 29: Dimenzije hladilnika zraka BAC .....	34
Slika 30: Kondenzacijski sušilec zraka MAP .....	36
Slika 31: Ograditev območja za zaščito kalupa na stroju za pihanje .....	37
Slika 32: Proces delovanja MAP.....	38
Slika 33: Fleksibilna ohišja MAP sistema .....	39
Slika 34: Dimenzije kondenzacijskega hladilnika MAP.....	40
Slika 35: ISP-grafikon povrnitve naložbe .....	49

## KAZALO TABEL

Tabela 1: Temperatura rosišča pri določeni relativni zračni vlažnosti.....	11
Tabela 2: Tehnični podatki hladilnikov vpiha zraka.....	34
Tabela 3: Tip hladilnika vpiha zraka.....	40
Tabela 4: Stroški investicije v reinženiring pihane proizvodnje.....	41
Tabela 5: Strošek električne energije pred investicijo .....	42
Tabela 6: Strošek repromateriala pred investicijo.....	42
Tabela 7: Strošek predelave pred investicijo .....	42
Tabela 8: Strošek delovne sile pred investicijo.....	42
Tabela 9: Skupaj stroški obratovanja pred investicijo .....	43
Tabela 10: Strošek električne energije po investiciji .....	43
Tabela 11: Strošek repromateriala po investiciji.....	43
Tabela 12: Strošek za stisnjen zrak po investiciji .....	43
Tabela 13: Strošek predelave po investiciji .....	44
Tabela 14: Strošek delovne sile po investiciji.....	44
Tabela 15: Stroški obratovanja po investiciji.....	44
Tabela16: Viri financiranja projekta .....	45
Tabela 17: Amortizacijski načrt najetega kredita.....	45
Tabela 18: Amortizacijski načrt osnovnega sredstva.....	45
Tabela 19: Neto prihranki projekta .....	50





# **1 UVOD**

## **1.1 Izbor in opredelitev vsebine**

Naloga predstavlja projektno naložbo v dodatni hladilni sistem za proizvodnjo plastične embalaže s tehnologijo pihanja, ki ohlaja izdelek tudi z notranje strani. Z obstoječim sistemom se ohlaja le zunanja površina izdelka. Nov hladilni sistem bo zagotavljal zelo suh in stisnjen zrak, s temperaturo do  $-35\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Proces se izvaja z vpihovanjem zraka v kalup do določenega tlaka, nato sledi cirkulacija ter izmenjevanje hladnega zraka skozi vgrajene reže na vpihovalnem trnu. Ohlajevanje izdelka se vrši z zunanje strani preko površine sten kalupa, ki se ohlaja s kroženjem hladne vode po hladilnih kanalih kalupa ter dodatno, z notranje strani, s kontinuiranim kroženjem hladnega zraka. S tem procesom se učinkovitost hlajenja izdelka bistveno poveča. Negativen stranski učinek zelo intenzivnega hlajenja je rosenje kalupa, še posebej poleti, ko je relativna vlažnost zraka v prostoru zelo visoka. Rosenje sten kalupa kvari estetski videz izdelka. S pomočjo zaščite prostora kalupa in dovodom suhega zraka v to zaprto območje se ta negativni pojav odpravi.

## **1.2 Namen in cilj naloge**

Namen naloge je izračun ekonomske upravičenosti investicije v naložbo notranjega zračnega hladilnega sistema in zaščita kalupa pred rosenjem pri procesu pihane embalaže. Z izpeljavo prenove sistema se poveča intenzivnost hlajenja izdelka ter odpravi rosenje sten kalupa. Končni cilj projekta je povečanje produktivnosti proizvodnje za 15 do 30 % ter izboljšanje kvalitete površine pihanega izdelka.

## **1.3 Metodologija**

Projektno raziskovalna naloga temelji na proučevanju strokovne literature na področju procesne tehnologije pihane embalaže z upoštevanjem že obstoječega stanja strojev, naprav, infrastrukture ter znanja, ki se trenutno uporablja. Predlagane posodobitve smo ocenjevali z vidika vrednotenja učinkov, za kar smo uporabili metodo interne stopnje prihranka projekta. Rezultati so nam služili za končno analizo in primerjavo odstopanj od zastavljenih ciljev v nalogi.

## 2 PREDSTAVITEV PODJETJA

### 2.1 Tradicija podjetja

Začetki podjetja Aha-Plastik Kanal segajo v leto 1959, ko je bilo ustanovljeno podjetje za proizvodnjo kovinskih izdelkov ŽICA. Že iz imena samega lahko razberemo, da se je podjetje usmerilo v proizvodnjo embalaže iz žice (slika 1). Podjetje se je ukvarjalo tudi z galvanizacijo, cinkanjem žičnih košar, ki jo je s prehodom na nove tehnologije ukinilo. Leta 1966 se je podjetje z uvajanjem novih strateških prijemov preimenovalo v ITEK - industrija transportne embalaže Kanal.

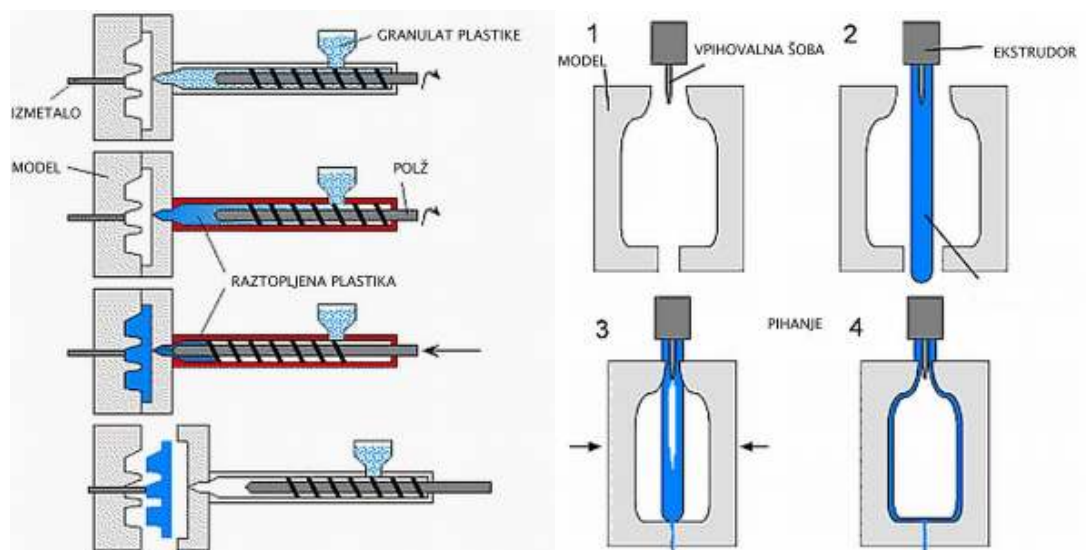


Slika 1: Začetek izdelave embalaže iz žice (<http://www.plastik.si>)

Leta 1967 je podjetje z nakupom stroja za brizganje plastičnih mas IMI 3500, z zapiralno silo 900 ton in težo brizga 3,5 kg, začelo s proizvodnjo prve plastične košare za pivo v tedanji republiki Jugoslaviji. Že po nekaj letih se je preusmerilo v proizvodnjo izdelkov iz plastičnih mas (Aha-Plastik, 2009). Danes je Aha-Plastik s tehnologijo pihanja in brizganja med vodilnimi slovenskimi predelovalci termoplastičnih mas na področju proizvodnje pihane in brizgane embalaže. To potrjujejo številna priznanja z natečajev za izdelavo embalaže ter patenti za oblikovne rešitve. Leta 1998 je podjetje pridobilo certifikat kakovosti ISO 9001, leta 2002 je vpeljalo projekt 20 ključev (Iwao Kobayashi), leta 2005 je bil izdelan projekt Benchmarking - vrednotenje podjetja z največjo konkurenco.

## 2.2 Procesna tehnologija

Tehnologija, s katero podjetje razpolaga, omogoča izdelavo brizgane in pihane embalaže (slika 2). Z obstoječo opremo lahko predela do 5000 ton raznih termoplastičnih materialov letno. Tehnološka oprema omogoča izdelavo brizganih izdelkov teže do 4000 gramov (vedra, pokrovi, košare, nosilke, ...) in pihanih izdelkov volumna do 150 l (plastenke, ročke, rezervoarji, sodi, ...).



Slika 2: Tehnologija brizganja in pihanja (<http://www.plastik.si>)

Izdelki, ki jih podjetje izdeluje, služijo kot embalaža v prehrabeni, farmacevtski in kemijski industriji barv in lakov. Proizvajajo tudi izdelke za kmetijstvo, vgradne izdelke za belo tehniko ter avtomobilsko in pohištveno industrijo. Te programe dopolnjujeta dolga tradicija in tehnološki razvoj na področju tankostenskih in tehničnih proizvodov ter pihane UN A-testirane embalaže. Uporaba tovrstne embalaže je postala že kar običajna na številnih področjih, največja uporaba A-testirane embalaže je prav pri skladiščenju in prevozu nevarnih snovi. Ta embalaža ustreza visokim standardom novejšje zakonodaje na področju varstva okolja in ekologije ter varnega transporta.

Aha-Plastik je prepoznaven po veliki fleksibilnosti tehnoloških procesov, strokovnosti in inovativnosti ljudi, celostnem razvoju, visoki kakovosti ter veliki tržni in razvojni podpori svojim kupcem.

### 2.3 Trg in konkurenca

Z vstopom Slovenije v Evropsko Unijo se je za podjetje pojavila velika priložnost za odpiranje novih prodajnih poti na celotno evropsko tržišče. Vstop je s seboj prinesel tudi nekaj nevarnosti. Na področju branžne industrije se je podjetje soočilo z močno konkurenco velikih tujih podjetij z dolgoletno tradicijo in vrhunsko opremo.



Slika 3: Proizvodni obrat Aha-Plastik (Aha-Plastik, Kanal)

Če se hoče podjetje uveljaviti kot vodilni proizvajalec plastične embalaže, mora doseči povečanje njene učinkovitosti na vseh nivojih poslovnih funkcij. Za doseganje teh ciljev je nujno posodabljanje tehnoloških procesov in opreme, sistematično uvajanje novosti s področja tehnologije v proizvodnjo in s tem povečati njeno učinkovitost. Povečanje tržnega deleža je mogoče le ob predhodnem povečanju konkurenčne sposobnosti in zmanjševanju proizvodnih stroškov. “Posamezna podjetja so te možnosti že spoznala in uspela zagotoviti preskok v filozofiji vodenja podjetja in izredno povečati konkurenčnost” (Bizjak, 1997, str. 29). Prožnost ponudbe se mora izražati v hitrem odzivanju na tržne spremembe.

## **2.4 Strateški cilji**

Osnovni strateški cilji podjetja Aha Plastik d.o.o. temeljijo na zadovoljevanju potreb tržišča in iskanju idejnih rešitev za kupce, ki so osnovno vodilo obstoja in delovanja. Za doseganje ciljev je pomemben poudarek na konstantnem razvoju novih tehnologij in materialov ter novih idejnih rešitev v segmentu pihane in brizgane plastične embalaže za industrijske izdelke. Vodilo za doseg teh ciljev je konkurenčna prednost podjetja, zato je pomembno predvsem ustvariti pogoje za konkurenčno proizvodnjo, kar poleg posodabljanja tehnologije proizvodnje pomeni tudi postopno avtomatizacijo, zniževanje stroškov logistike in izboljševanje servisne dejavnosti. Vse to pa pomeni tudi dvig produktivnosti na evropsko raven in strateško povezovanje na najpomembnejših trgih jugovzhodne Evrope.

## **2.5 Poslanstvo in vizija**

Podjetje načrtuje v prihodnosti še večjo specializacijo pri izdelavi plastične embalaže in uvajanju novih izdelkov ter tehnologij. Povečati namerava avtomatizacijo v proizvodnji in ponuditi trgu prijetne, sodobne in ekološko prijazne izdelke po konkurenčnih cenah. Le tako bo kos zahtevam evropskega trga in si bo na njem lahko zagotovilo svoj obstoj ter razvoj tudi v prihodnosti.

Dolgoletne izkušnje na področju proizvodnje plastične embalaže, sodobna opremljenost proizvodnje in razvojne ekipe so prava popotnica za doseg zastavljenega cilja. Ta pa je postati vodilni proizvajalec brizgane in pihane embalaže na področju jugovzhodne Evrope (Aha-Plastik, 2009).

### **3 SISTEMSKI PRIKAZ STANJA**

#### **3.1 Tehnične lastnosti strojev**

Proizvodni obrat je opremljen z različnimi vrstami strojev za proizvodnjo pihanih izdelkov. Glede na način iztiska taline iz ekstruzijske glave obstajata dve kategoriji:

- stroji z akumulacijsko glavo (polžni vijak napolni talino v akumulacijski cilindar, iztisk taline skozi ekstruzijsko glavo se vrši s hidravličnim cilindrom)
- stroji z ekstruzijsko glavo s kontinuiranim iztekom taline (polžni vijak neprestano dovaja talino in jo kontinuirano iztiska skozi ekstruzijsko glavo)

Stroji se razlikujejo tudi po spodaj navedenih kriterijih (podatki za največje stroje):

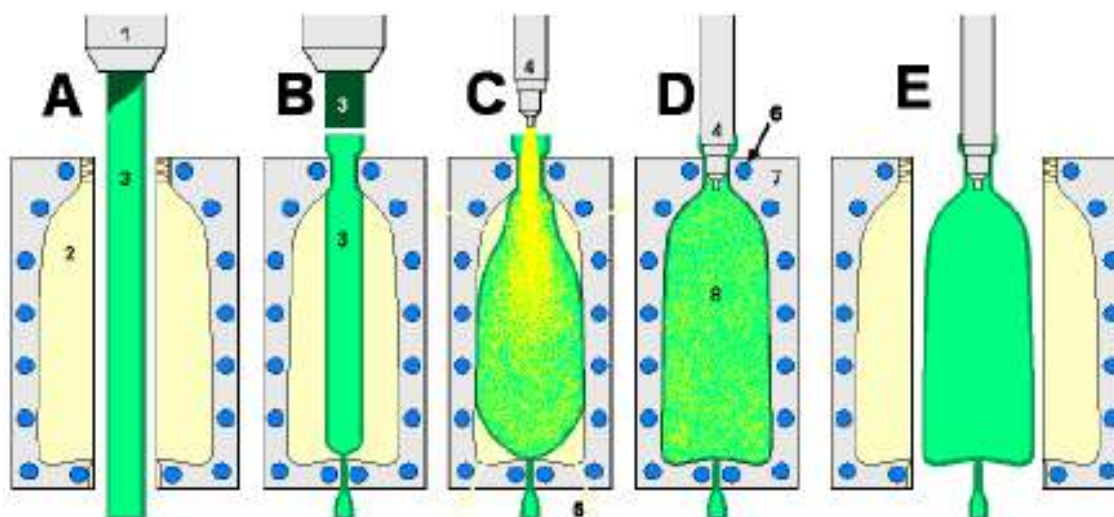
- količina iztiska mase iz akumulacijske glava – max 8 [kg]
- kapaciteta izteka mase iz ekstrudorja – max 220 [kg/uro]
- dimenzija nosilnih plošč za pritrjevanje kalupa – max 700 x 900 [mm]
- zapiralna sila, s katero stroj zapre kalup – max 490 [kN]

#### **3.2 Instalacijski vodi in oprema**

Vsi stroji za pihanje imajo elektroinstalacijski vod, linijo za stisnjen zrak in krožni vod za hladilno tekočino. Stisnjen zrak tlaka 8 bar zagotavljata dva zračno hlajena vijačna kompresorja CompAir L75SR z regulacijskim številom vrtljajev. Sušenje in ohladitev zraka na 4 °C se vrši v sušilcu zraka CompAir FD120. Zrak nato potuje po zračnih vodih skozi tlačno posodo za preprečevanje padca tlaka do stroja za pihanje, kjer temperatura zraka zaradi slabe izolacije zračne linije naraste v poletnem času do 20 °C. Posledica je zmanjšan učinek hlajenja strojev, opremljenih z izmenjevalcem zraka. Voda za hlajenje kalupa, hidravličnega olja stroja in vstopne cone ekstrudorja se črpa iz 60 m globoke izvrtine po ceveh premera 114 mm s pomočjo potopne tlačne črpalke moči 5,5 kW. Pretok vode je 4 litre na sekundo in zadostuje potrebam zaprtega sistema hlajenja. Ta voda je zelo trda 14,4 °N z veliko apnenca in kot taka neprimerna za uporabo. Mehčanje vode se vrši s pretakanjem skozi ionski izmenjevalec v mehčalni napravi IDM 25. Mehka voda se nato ohladi na 8 °C v kondenzacijskem hladilnem stolpu.

### 3.3 Proces pihanja

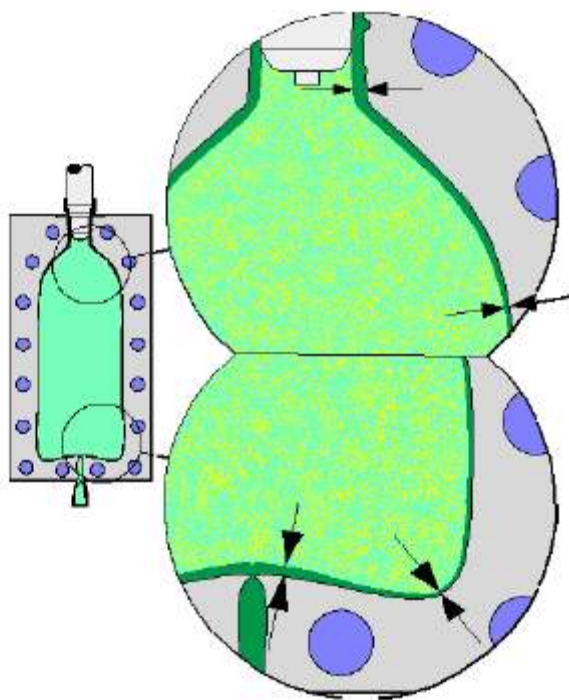
Stroji za pihanje izdelkov iz plastičnih mas raztalijo plastično maso v cilindru s polžnim vijakom, ki se imenuje tudi ekstrudor. Nato sledi iztisk raztaljene taline skozi ekstruzijsko glavo [1] (slika 4). Ta izdelava cevasto predobliko, ki se imenuje rokav ali parizon [3]. Rokav se odreže na primerno dolžino in se prenese v votlino – gnezdo [2] znotraj kalupa. V rokav se skozi vpihivalni trn ali vpihovalno iglo [4] vpihuje stisnjen zrak. Pritisk, ki narašča znotraj rokava, razteza steno rokava, ki se prilagodi obliki gnezda v kalupu. Zrak, ki ostane ujet v prostoru med rokavom in kalupom, uhaja skozi reže ventilov [5], izdelane v kalupu. Hladilna tekočina – voda se neprekinjeno pretaka skozi hladilne kanale [6], speljane okoli gnezda kalupa [7]. Pri tem se z odvzemom toplote ohlaja površina kalupa. Velika temperaturna razlika med vročim rokavom in hladno površino gnezda kalupa omogoči, da se plastična talina z vpihom zraka oblikuje po formi kalupa, se v kalupu ohladi in od njega oddvoji. V kalupu oblikovan izdelek [8] se zaradi intenzivnega hlajenja strdi ter obdrži obliko forme. Ko se kalup odpre [E], se izdelek prenese v posebno odbijalno napravo, kjer se odreže odvečni material. Sledi proces kontrole izdelka na testni napravi. Izdelke brez napake se zloži v polietilenske - PE vreče, postavi na paleto in odpremi v regalno skladišče.



Slika 4: Proces pihanja (<http://www.farrag.com>)

### 3.4 Razporeditev debeline sten

Debelina sten pihanih izdelkov iz plastičnih mas ni nikoli enakomerno razporejena. Ne glede na težo imajo vsi izdelki različno razporeditev materiala in na različnih delih telesa različno debelino sten. Debelina sten je pogojena z verjetnostjo raztezanja rokava v gnezdu kalupa pri procesu pihanja. Prenos toplote z debelejših delov izdelka preko omejenih površin kalupa, vratu in dna plastenke (slika 5), ni primerljiv odvzemu toplote s tanjših sten izdelka preko večjih površin. To dejstvo povzroča napetost, stres v materialu in ukrivljenost sten izdelka. Napetost in stres vodita k slabi kvaliteti izdelka. Izdelek ima lahko skrito napako in ne opravi kontrolnega testa tesnjenja ali testa tlačne obremenitve. Proizvajalci pihanih izdelkov pogosto težijo k povečanju debeline sten izdelka do 10 %, da je izdelek ustrezen in lahko opravi test kontrole. Posledica povečanja debeline sten izdelka je večja teža, višji materialni stroški in daljši čas hlajenja (Internal Cooling Background, 2008).



Slika 5: Debelina sten pihanega proizvoda (<http://www.farrag.com>)



### 3.5 Hlajenje pihanih izdelkov

Pihani izdelki iz plastične mase se oblikujejo z vpihom stisnjene zraza in hlajenjem s hladilno tekočino preko hladilnih kanalov, speljanih znotraj kalupa. Prenos toplote se vrši z zunanje stene izdelka na površino kalupa. Notranja površina pihanega izdelka, votlina, pa ostaja na bistveno višji temperaturi med samim procesom ohlajevanja. Velika temperaturna razlika med zunanjo in notranjo površino izdelka povzroča napetost, stres materiala. Tako kot ni debelina sten pihanih izdelkov nikoli enakomerno porazdeljena, tudi temperatura hladilne površine kalupa ni povsod enaka. Čas hlajenja, ki predstavlja najdaljši del celotnega cikla pri procesu pihanja, se pogosto podaljšuje zaradi odvzema toplote na najdebelejšem delu stene izdelka. Temperaturna razlika se lahko vedno pričakuje zaradi različnih debelin sten izdelka. S podaljševanjem časa hlajenja izdelka se znižujeta produktivnost in dobiček.

#### 3.5.1 Obstoječi hladilni sistem

Za intenzivno ohlajevanje kalupov se koristi temperaturo hladilne vode 8 °C, kar sicer krajša cikel izdelave, povzroča pa rosenje sten kalupa, še posebej v poletnem času, ko je relativna vlažnost zraza zelo visoka (slika 6). Zaradi navedenega razloga površina izdelka ni več gladka, temveč groba, reliefna, kar zelo poslabša estetski videz izdelka in njegovo vizualno kvaliteto (slika 7).



Slika 6: Relativna vlažnost v % in temperatura v °C v območju kalupa (Gerbec,2009)

Da bi se preprečilo rosenje kalupa, se uporablja elektromagnetne zaporne ventile. Ko je kalup odprt, se zapre dotok hladilne vode skozi kalup, in s tem se temperatura površine kalupa dvigne. Sistem zapornih ventilov v poletnem času ni zelo učinkovit.



Slika 7: Površina ročke je zaradi rosenja kalupa groba (Gerbec, 2009)

Da bi se izognilo prevelikemu rosenju sten kalupa in s tem izboljšalo estetski videz površine izdelka, se dviguje temperaturo hladilne vode v centralnem hladilnem sistemu celo do 12 °C. S tem ukrepom se sicer videz površine izdelka izboljša, produktivnost pa se z daljšim časom hlajenja zmanjša. Obrat je opremljen z ventilatorji za večji zračni pretok in prezračevanje prostora, ki pa rosenja ne odpravi.



Slika 8: Površina ročke v idealnih vremenskih razmerah (Gerbec, 2009)

Ročka (slika 8) je bila izdelana v idealnih vremenskih pogojih proizvodnje, ko je bila temperatura okolice v proizvodnem obratu pod 20 °C in relativna zračna vlažnost prostora pod 60 %.

Iz tabele 1 se lahko odčita, pri kateri temperaturi zraka in relativni zračni vlažnosti okolice se na kalupu pojavijo prvi znaki rosenja ob konstantni temperaturi hladilne tekočine za hlajenje kalupa 8 °C in normalnem zračnem tlaku. Upoštevati je potrebno tudi dejstvo, da je temperatura površine kalupa, zaradi odvzema toplote z izdelka, za kako stopinjo višja od temperature hladilne tekočine. Na temperaturo površine kalupa vpliva tudi trenutna temperatura zraka v proizvodni hali.

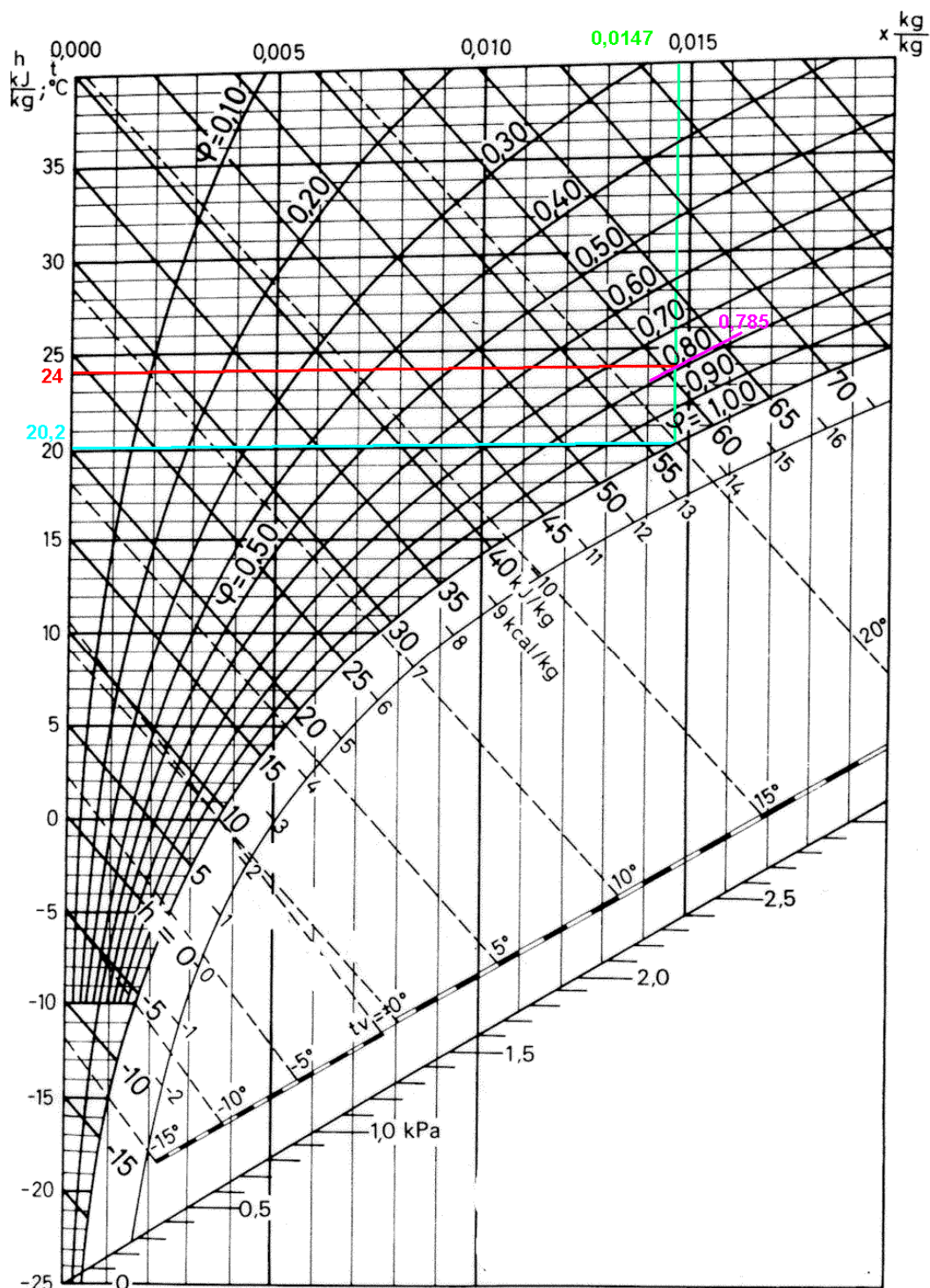
Tabela 1: Temperatura rosišča pri določeni relativni zračni vlažnosti

(<http://www.korak.ws/image/medium/12166>)

Temp. zraka	Temperatura rosišča pri določeni relativni zračni vlažnosti										
(v °C)	50%	55%	60%	65%	70%	75%	80%	85%	90%	95%	100
-10	-17,6	-16,6	-15,7	-14,7	-13,9	-13,2	-12,5	-11,8	-11,8	-11,2	-10,0
-5	-12,9	-11,8	-10,8	-9,9	-9,1	-8,3	-7,6	-6,9	-6,2	-5,6	-5,0
0	-8,1	-6,6	-5,6	-4,7	-3,8	-3,1	-2,3	-1,6	-0,9	-0,3	0,0
+2	-6,5	-5,3	-4,3	-3,4	-2,5	-1,6	-0,8	-0,1	+0,6	+1,3	+2,0
+4	-4,8	-3,7	-2,7	-1,8	-0,9	-0,1	+0,8	+1,6	+2,4	+3,2	+4,0
+6	-3,2	-2,1	-1,0	-0,1	+0,9	+1,9	+2,8	+3,6	+4,4	+5,2	+6,0
+8	-1,6	-0,4	+0,7	+1,8	+2,9	+3,9	+4,8	+5,6	+6,4	+7,2	+8,0
+10	+0,1	+1,4	+2,6	+3,7	+4,8	+5,8	+6,7	+7,6	+8,4	+9,2	+10,0
+12	+1,9	+3,2	+4,3	+5,5	+6,6	+7,6	+8,5	+9,5	+10,3	+11,2	+12,0
+14	+3,8	+5,1	+6,4	+7,5	+8,6	+9,6	+10,6	+11,5	+12,3	+13,2	+14,0
+16	+5,6	+7,0	+8,2	+9,4	+10,5	+11,5	+12,5	+13,4	+14,3	+15,2	+16,0
+18	+7,4	+8,8	+10,1	+11,3	+12,4	+13,5	+14,5	+15,4	+16,3	+17,2	+18,0
+20	+9,3	+10,7	+12,0	+13,2	+14,3	+15,4	+16,5	+17,4	+18,3	+19,2	+20,0
+22	+11,1	+12,5	+13,9	+15,2	+16,3	+17,4	+18,4	+19,4	+20,3	+21,2	+22,0
+25	+13,8	+15,3	+16,7	+17,9	+19,1	+20,2	+21,3	+22,3	+23,2	+24,1	+25,0
+30	+18,5	+19,9	+21,2	+22,8	+24,2	+25,3	+26,4	+27,5	+28,5	+29,2	+30,0
+35	+23,0	+24,5	+26,0	+27,4	+28,7	+29,9	+31,0	+32,6	+33,1	+34,1	+35,0
+40	+27,6	+29,2	+30,7	+32,1	+33,5	+34,7	+35,9	+37,0	+38,0	+39,0	+40,0

Pri temperaturi okolice 25 °C, relativni zračni vlažnosti 75 % in ob zračnem tlaku 1013 mbar zadošča za točko rosišča že temperatura površine kalupa 20,2 °C (tabela 1). V primeru, ki ga prikazuje slika 6, je v proizvodni hali relativna vlažnost 78,5 % in temperatura zraka v območju kalupa 24 °C. Ob predpostavki, da je zračni tlak v prostoru obrata 1013 mbar, se na Mollier-ovem diagramu za vlažni zrak (slika 9) lahko odčita vsebnost vlage zraka, ki se nahaja v prostoru, to je 14,7 grama vodne pare na kg suhega zraka. Pod temi pogoji se lahko pričakuje točko rosišča na površini stene kalupa že pri temperaturi pod 20,2 °C.

Zaradi navedenih dejstev ni za pričakovati večje produktivnosti ali boljše kvalitete izdelkov v proizvodnji brez investicije v reinženiring proizvodnega procesa.



Slika 9: Mollierov diagram za vlažen zrak prikazuje stanje procesa  
[http://energytower.org/calculations/AmmoniaAbsorptionDownDraftModerateCalc1\\_ht\\_ml\\_m15f2d570.gif](http://energytower.org/calculations/AmmoniaAbsorptionDownDraftModerateCalc1_ht_ml_m15f2d570.gif)

### **3.5.2 Hlajenje z dodatkom antifriza**

Pri hlajenju s hladilno tekočino, v katero se dodaja antifriz, se lahko dosega zelo nizka temperatura. A dodajanje antifriza povzroča neugodne posledice. Hladilni tekočini znižuje toplotno prevodnost in s tem zmanjšuje odvzem toplote iz kalupa. Neugoden vpliv povzroča tudi višja viskoznost antifriza, ki vodni črpalki znižuje učinek in s tem zmanjša količino vodnega pretoka. S povečevanjem procenta dodatka antifriza hladilnemu sistemu se zvišuje viskoznost hladilne tekočine in je nemogoče doseči dober turbulentni tok. Nižanje temperature kalupa pod točko rosišča povzroča na površini kalupa kondenzacijo vodne pare iz zraka, kar povzroči dodatne probleme v procesu pihanja.

### **3.5.3 Hlajenje z dodatno hladilno postajo**

Hlajenje z dodatno hladilno postajo, z zunanjim izmenjevalcem zraka, se uporablja v nekaterih primerih, ko se želi po končanem procesu pihanja odvzeti prekomerno temperaturo iz notranje površine proizvoda. To je proces več v proizvodnji pihanih izdelkov in zahteva dodatno opremo. Za montažo dodatne hladilne postaje se potrebuje več prostora v proizvodnem obratu. Nekateri vključijo dodatno hladilno postajo vzporedno z obrezovalno napravo ali pred proizvodno linijo za etiketiranje izdelka. Med prenosom izdelka iz modela na stroju v dodatno hladilno postajo nastaja v steni izdelka še več napetosti. Vsekakor je bolje podaljšati čas hlajenja izdelka med samim procesom na stroju kot uporabljati dodatno hladilno postajo.

### **3.5.4 Hlajenje z vbrizgavanjem tekočega dušika**

Sistem vbrizgavanja tekočega dušika ali tekočega ogljikovega dioksida v obliki megle v notranjost izdelka se je izkazal za zelo drag postopek in je neprimeren za notranje hlajenje. Razpršeno meglo je zelo težko voditi do želene površine v proizvodu. Hlajenje nastaja z izparevanjem tekočine, ki pride v stik s toplo površino telesa. Nekateri deli so, odvisno od oblike kalupa in izdelka, odlično hlajeni, medtem ko drugi deli ostajajo zelo vroči. Posledica je nastajanje še več napetosti v izdelku. Ravno tako je pri vsakem ciklu zelo težko doseči enakomerno dozo vbrizga utekočinjenega plina. Med proizvodnimi cikli niha tudi temperatura proizvodov.

Procesni inženirji, ki uporabljajo ta sistem, težijo k povečanju količine vbrizga tekočine, kar lahko neugodno vpliva na varnost sistema, povečuje stroške in niža dobiček. Sam sistem je lahko prav tako nevaren in zapleten.

Rezervoar tekočine, primeren za visoke pritiske z zelo nizko temperaturo, mora biti postavljen izven področja varovanega prostora. Izolirane linije, potrebne za oskrbo, ki so pod visokim pritiskom, morajo biti plombirane po celotni proizvodni zgradbi. Na vsak stroj je potrebno vgraditi zapletene sisteme nadzora in varnostne ventile.

Pri odločanju za uporabo takega sistema se redko upoštevajo visoke zavarovalne premije in redni inšpekcijski pregledi sistema.

Ventili za visoke pritiske in prilagodljivi spoji pri gibanju vpihovalnega trna morajo biti primerni za zelo nizke temperature, kar dodatno draži proces. Ko se sestavni deli sistema iztrošijo, se pričakujejo visoki stroški zamenjave komponent in hitro zmanjševanje življenjske dobe stroja. Sistem potrebuje tudi dodatno spremljanje ponudbe utekočinjenega plina na trgu in rast njegove cene. Tudi to ima velik vpliv na stroške, ki jih je potrebno pri izbiri sistema upoštevati.

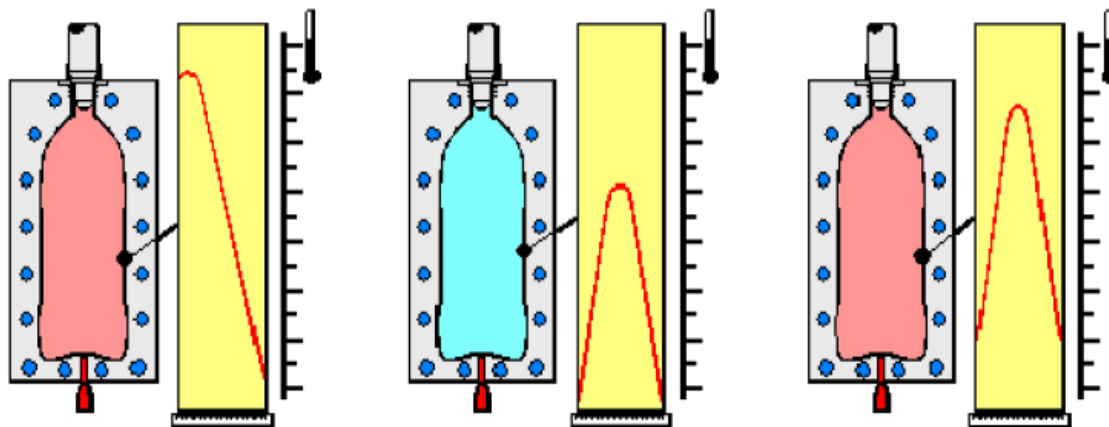
### **3.5.5 Hlajenje z notranjim zračnim hladilnim sistemom**

Praktični poizkus izdelave pihanih proizvodov z uporabo notranjega zračnega hladilnega sistema IACS (Internal Air Cooling System) notranji zračni hladilni sistem v nadaljevanju - IACS je pokazal, da je dosežena temperatura sten izdelka nižja, porazdelitev temperature preko sten izdelka pa je bolj enakomerna.

Krajši čas hlajenja skrajšuje čas kristalizacije preoblikovanja plastike med 60 °C in 40 °C, kar izboljšuje kakovost izdelka na testu obremenitve. Zaradi tega dejstva ima lahko izdelek tudi do 10 % nižjo težo. Z uporabo notranjega hlajenja izdelka s hladnim zrakom se izboljša kvaliteta in poveča produktivnost.

To dejstvo potrjuje tudi test plastenk, ki se je opravil na stroju za pihanje s pomično mizo (Shuttle System), to je vrsta vpenjalne plošče kalupa ter način delovanja pomične mize stroja za pihanje.

Izmerjena temperatura hladilne vode kalupa je 10 °C. Čas cikla običajnega mirujočega procesa pihanja je 11 sekund. Nastavljen čas hlajenja proizvoda je 8 sekund (slika 10, leva stran).

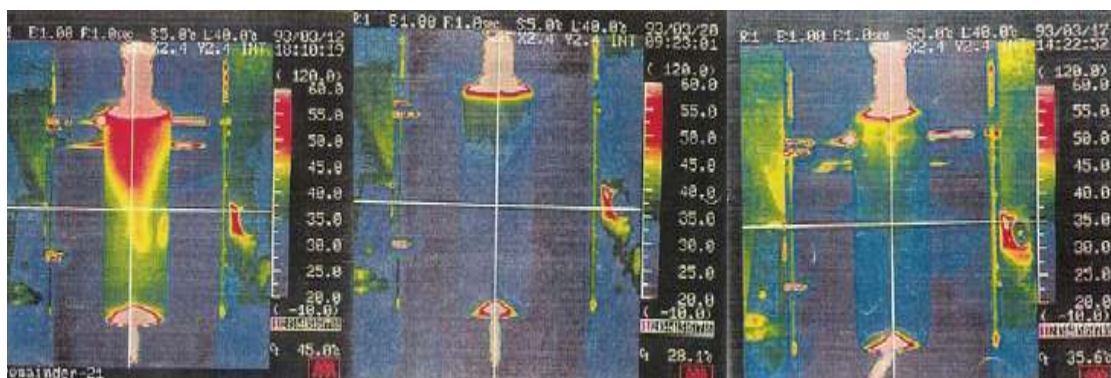


Slika 10: Temperature sten izdelka z različnim hlajenjem (<http://www.farrag.com>)

Označena točka je izbrana za določitev razlike profila izmerjenih temperatur preko stene izdelka. Ugotovili smo veliko razliko v temperaturi med notranjo in zunanjo površino stene izdelka. Sistem pihanja se je nato zamenjal z notranjim zračnim hladilnim sistemom z dotokom hladnega zraka s temperaturo 5 °C (slika 10, sredina). Temperatura hladilne vode je ostala nespremenjena. Čas cikla 11 sekund in čas hlajenja 8 sekund je ostal ravno tako nespremenjen.

Tretji test (slika 10, desno) se je izvedel z enako temperaturo hladilne vode kalupa in stisnjenega zraka. Čas hlajenja se je skrajšal na 5,2 sekund. Skupni čas cikla se je tako skrajšal na 8,2 sekund. Zgornji nivo temperature je ostal pod izmerjeno vrednostjo pri mirujočem procesu, razporeditev temperature notranje in zunanje površine je enaka, le malo višja. Najvišja točka izmerjenih temperatur preko celotne debeline stene je v sredini.

Pri prvem testu je bila proizvodna količina 327 steklenic na uro, pri zadnjem testu pa se je proizvodnja povečala za 33 %, na 440 steklenic na uro.



Slika 11: Infrardeči posnetki vseh treh preizkusov (<http://www.farrag.com>)

Vzorci plastenk, ki so bili izbrani za primerjalno analizo na vseh treh testih, so jasno pokazali, da so vzorci drugega testa dosegli najboljšo dimenzijsko stabilnost, sledili so vzorci tretjega testa z dobro dimenzijsko stabilnostjo in večjo produktivnostjo, najslabši rezultat so dosegli vzorci z običajnim mirujočim zračnim procesom. Izvedeni so bili tudi testi obremenitve in test padca z višine, ki so pokazali popolnoma enake rezultate (Internal Cooling Background, 2008).

### 3.6 Vzroki rosenja površine kalupa

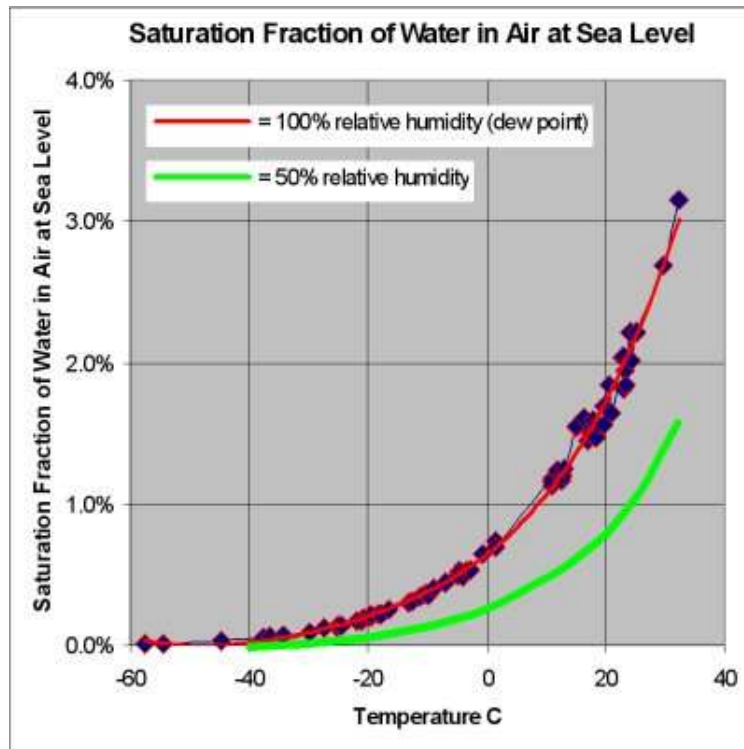
#### 3.6.1 Vlažnost zraka in kondenzacija

Vlažnost zraka podaja količino vodnih hlapov v zraku. Razlikujemo med absolutno in relativno vlažnostjo. V praksi je najpogostejše merjenje relativne zračne vlažnosti.

Naprave za merjenje so higrometer, psihrometer in električni merilci, manj znana pa je metoda merjenja z zrcalom.

**Absolutna vlažnost** je izražena kot masa vodne pare na kubični meter zraka, torej kot delna gostota vodne pare v vlažnem zraku. Absolutno vlažnost izmerimo tako, da spustimo znano prostornino vlažnega zraka skozi higroskopno snov, ki močno veže vodo, s tehtanjem ugotovimo povečanje mase te snovi, in to povečanje preračunamo na kubični meter zraka. Največja mogoča absolutna vlažnost pri dani temperaturi je tista, kjer je parni tlak vodne pare enak nasičenemu parnemu tlaku.





Slika 12: Diagram ponazarja absolutno in relativno zračno vlažnost  
(<http://sl.wikipedia.org/wiki/Vla%C5%BEnost>)

**Relativna vlažnost** zraka je določena kot razmerje med absolutno vlažnostjo (količino vlage na kubični meter zraka) in nasičeno vlažnostjo zraka (največjo mogočo absolutno vlažnostjo) pri določeni temperaturi in tlaku. Če temperaturo počasi znižujemo, pride pri neki točki do kondenzacije – iz vlažnega zraka se začnejo izločati kapljice vode. Tej temperaturi pravimo rosišče.

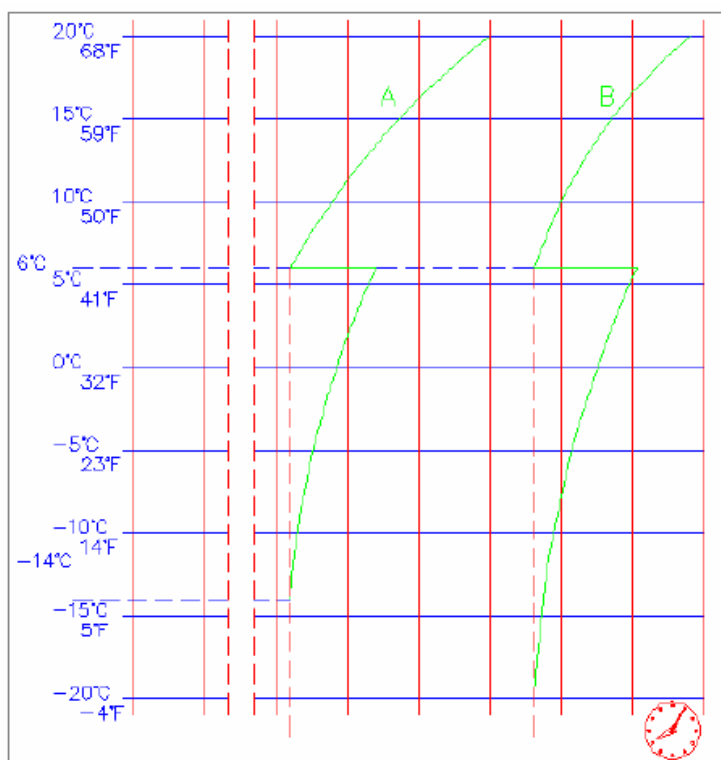
Pri normalnih pogojih imamo navadno opravka z neravnovesnim stanjem, ko je delni tlak vode v zraku manjši od nasičenega, zato voda izhlapeva (Strnad, 1977, str. 198).

“Kondenzacija je utekočinjenje, se pravi prehod iz plinastega v tekoče stanje. Govorimo o kondenzaciji vode, ki je v zraku prisotna kot para in je povezana s temperaturo v prostoru in z relativno zračno vlažnostjo” (Papini, 2003, str. 38).

### 3.6.2 Vpliv temperature hladilne tekočine

Preizkusi pihanih proizvodov so pokazali, da se lahko proizvodnja poveča za 1 %, če temperaturo hladilne vode znižamo za 1 °C. To pravilo drži do trenutka, ko je potrebno dodajati glikol hladilni vodi, da bi se izognili zmrzovanju hladilnika vode v toplotnem izmenjevalcu.

Mešanica vode z glikolom mora biti ohlajena na temperaturo – 14 °C, da dosežemo enak čas cikla kot s čisto vodo pri 6 °C, na izdelku z nizko težo [A]. Enak proizvod, vendar za 50 % težji [B], potrebuje mešanico voda /glikol s temperaturo do – 20 °C, da dosežemo enak čas cikla kot s čisto vodo pri temperaturi 6 °C (slika 13).

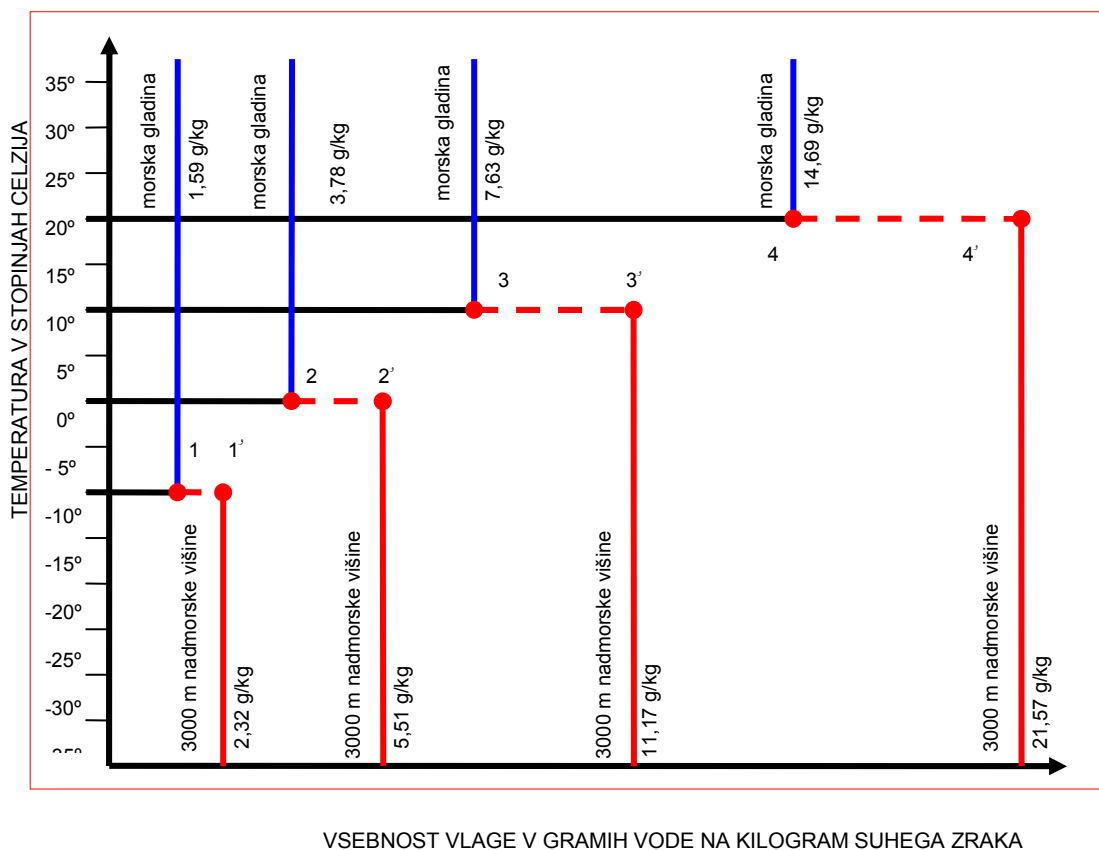


Slika 13: Čas hlajenja tanko in debelostenskega izdelka (<http://www.farrag.com>)

Čista voda doseže pri temperaturi 6 °C najboljši rezultat hlajenja. Ko je temperatura vode nižja od točke rosišča zunanjega zraka, prihaja do rosenja modela, ki je nezaželen stranski učinek. Pri temperaturi, nižji od točke zmrzovanja, je lahko celo huje. Posledica je nastajanje ledu, ki onemogoča delo.

### 3.6.3 Definicija točke rosišča

Definicija točke rosišča in relativna vlažnost sta dobro prikazani v Mollier-ovem diagramu. Mollier je ugotovil, da se pri določeni količini vlage specifična masa zraka nasiči. Količina vlage se spreminja s spremembo temperature zraka ali zračnega tlaka. Pri višji temperaturi ali nižjem tlaku je vsebnost vlage v zraku večja.



Slika 14: Relativna vlažnost pri morski in nadmorski višini (<http://www.farrag.com>)

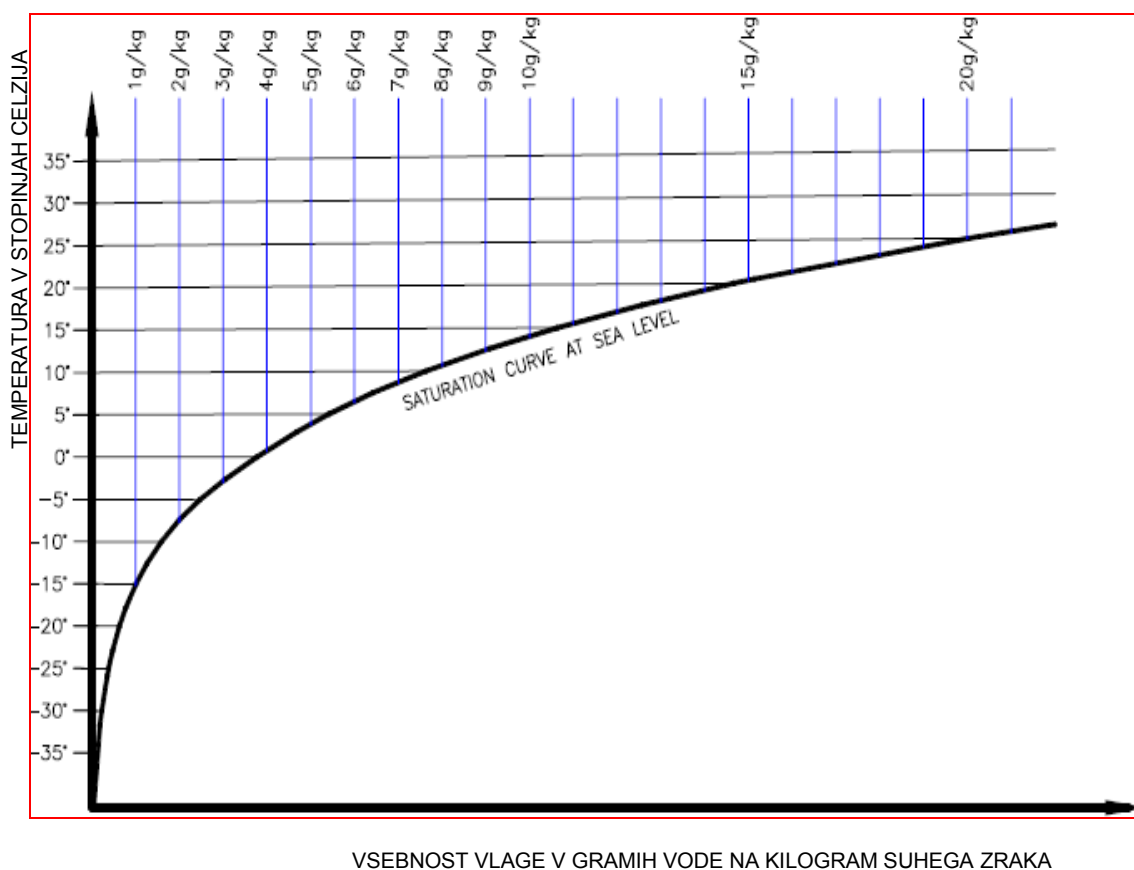
En kg suhega zraka ob morski gladini in pri 10 °C je lahko nasičen z 7,63 g vlage. Ob enaki temperaturi, toda ob nadmorski višini 3000 m, 1 kg suhega zraka lahko vsebuje več kot 11,17 g vlage. Naraščanje temperature zraka od 0 °C do 10 °C dovoljuje maksimalno porast vsebine vlage (zasičenost) za 3,85 g, toda povečanje temperature od 10 °C do 20 °C dovoljuje povečanje vsebnosti vlage za 7,06 g.

Povečanje temperature je v deležu enako v obeh primerih, toda maksimalna porast vsebnosti vlage v zraku se je skoraj podvojila (slika 14).

### 3.6.4 Krivulja nasičenosti

Glede na vse dane vrednosti nasičene vlage v 1 kg suhega zraka ob določenem pritisku se na diagramu (slika15) prikaže oblikovana krivulja, poznana kot krivulja nasičenosti. Ilustracija velja za zrak pri idealnem zračnem tlaku in morski gladini. Podoben diagram je lahko oblikovan za različne nadmorske višine in z različnimi zračnimi tlaki.

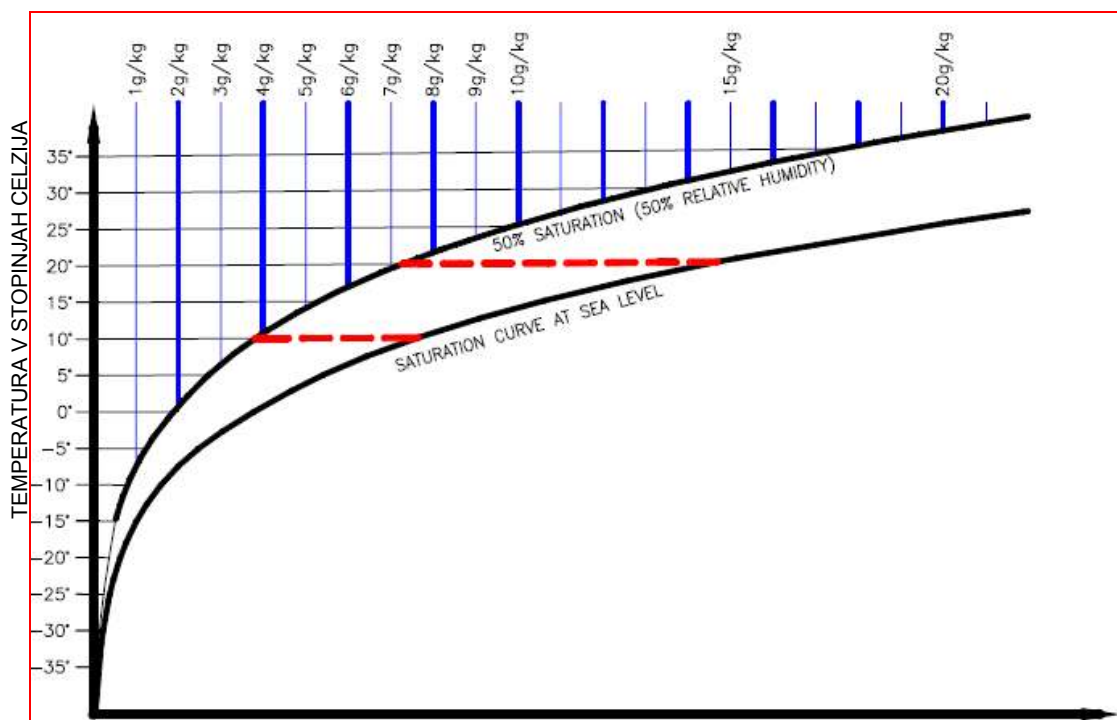
Dejstvo, da je rezultat krivulja in ne ravna linija pojasni, da razmerje med temperaturo in maksimalno vsebnostjo vlage v zraku ni linearno.



Slika 15: Krivulja nasičenosti (<http://www.farrag.com>)

### 3.6.5 Relativna vlažnost zraka

Nasičenost zraka z vlago ni vedno maksimalna. Zrak lahko ob določenih pogojih temperature in tlaka vsebuje 50 % vlage, relativna vlažnost zraka je v danem primeru 50 %. Tudi v primeru, ko so vrednosti nasičenosti zraka z vlago 50 %, se v diagramu izriše oblika krivulje (slika 16).



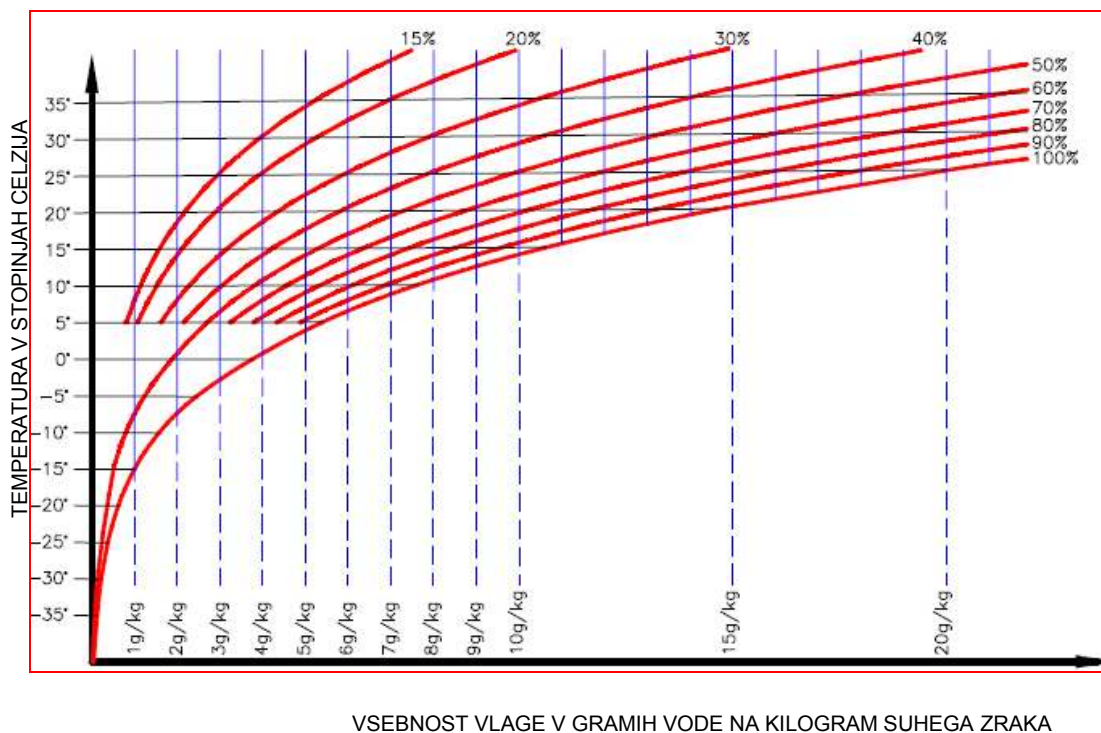
VSEBNOST VLAGE V GRAMIH VODE NA KILOGRAM SUHEGA ZRAKA

Slika 16: Relativna vlažnost zraka 50 % (<http://www.farrag.com>)

Enak postopek je lahko narejen za katerokoli procent vsebnosti vlage v odnosu do maksimalne vrednosti vlage pri enaki temperaturi in enakem tlaku (slika 17).

Pri majhni količini vlage ostane zrak nenasičen tudi pri višji temperaturi in ostane relativna vlažnost zraka zelo nizka. Če se zrak ohladi na nižjo temperaturo, se relativna vlažnost zraka povečuje, dokler ne doseže 100 % relativne vlažnosti.

Če temperatura kontinuirano pada, postane zrak prenasičen. Prekomerna količina vlage pod nasičeno vrednostjo se začne izločati in v zraku se pojavi vlaga, megla ali rosa. Temperatura, pri kateri postane zrak nasičen z vlago, je točka rosišča zraka.



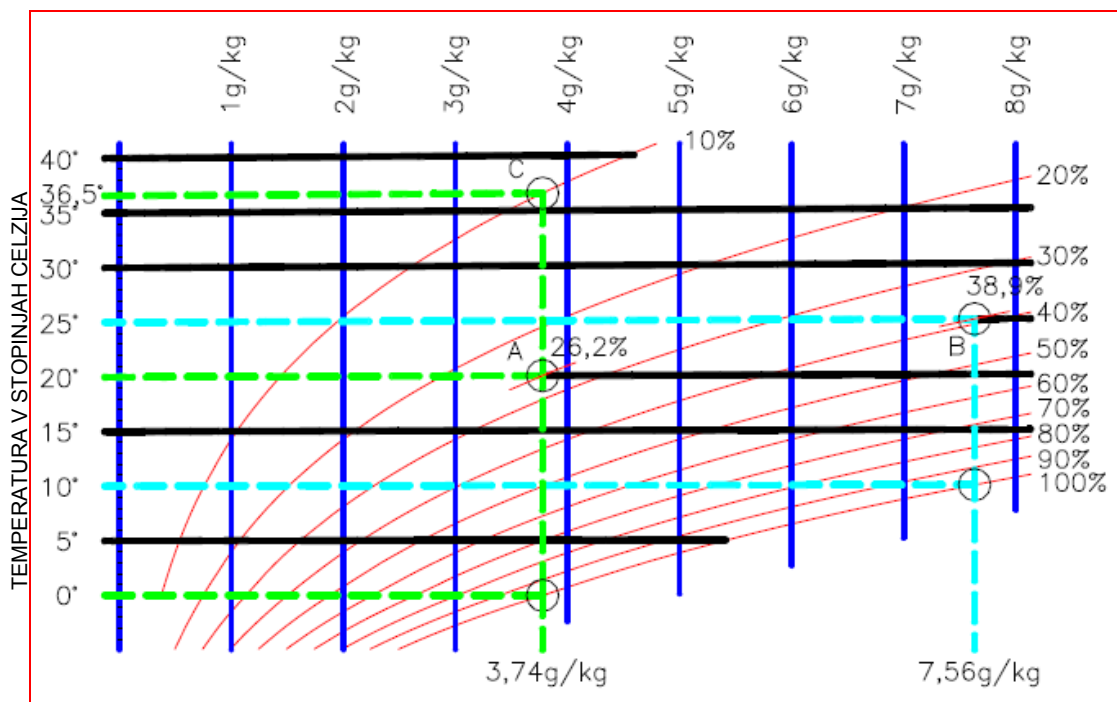
Slika 17: Vsebnost vlage v zraku (<http://www.farrag.com>)

### 3.6.6 Točka rosišča ter vsebnost vlage v zraku

Točka A (slika 18) predstavlja zrak ob morski gladini in temperaturi 20 °C, vsebnost vlage 3,74 g/kg in relativna vlažnost 26,2 %. Ohlajevanje zraka do temperature 0 °C povzroči povišanje relativne vlažnosti do vrednosti 100 %, ob tej temperaturi postane zrak nasičen. V točki A ima zrak **Točko rosišča** pri 0 °C.

V točki C je temperatura zraka 36,5 °C ter relativna vlažnost 10 %. Zrak vsebuje enako količino vlage kot v točki A in ima isto točko rosišča pri 0 °C.

Temperatura zraka v točki B je 25 °C ter relativna vlažnost zraka 38,9 %. Vsebnost vlage je 7,56 g/kg, točka rosišča je pri 10 °C (Internal Cooling Background, 2008).



VSEBNOST VLAGE V GRAMIH VODE NA KILOGRAM SUHEGA ZRAKA

Slika 18: Točka rosišča (<http://www.farrag.com>)

### 3.7 Odstranjevanje vlage s površine kalupa

V tehnologiji pihanja in brizganja plastičnih izdelkov je več različnih aplikacij za zmanjševanje ali popolno odstranjevanje vlage s površine kalupov.

Eden izmed sistemov za odstranjevanje vlage je zaščita področja kalupa na stroju pred vdorom zunanjega zraka iz okolice ter uporaba suhega zraka z vgrajenim filtrom in sušilcem zraka. Za preprečevanje rosenja sten kalupa je potrebno vzdrževati konstantno temperaturo hladilne tekočine 6 °C, tudi v pogojih tropskega podnebja.

Obstaja možna rešitev klimatizacija celotnega prostora v obratu ali stroja v zaprti celici. Ta način razvlaževanja prostora je energijsko zelo potraten. Klima naprava popolnoma ne odstrani vlage iz zraka, zato njena uporaba ni zanesljiva.

## **4 PREDLAGANA REŠITEV PROBLEMA**

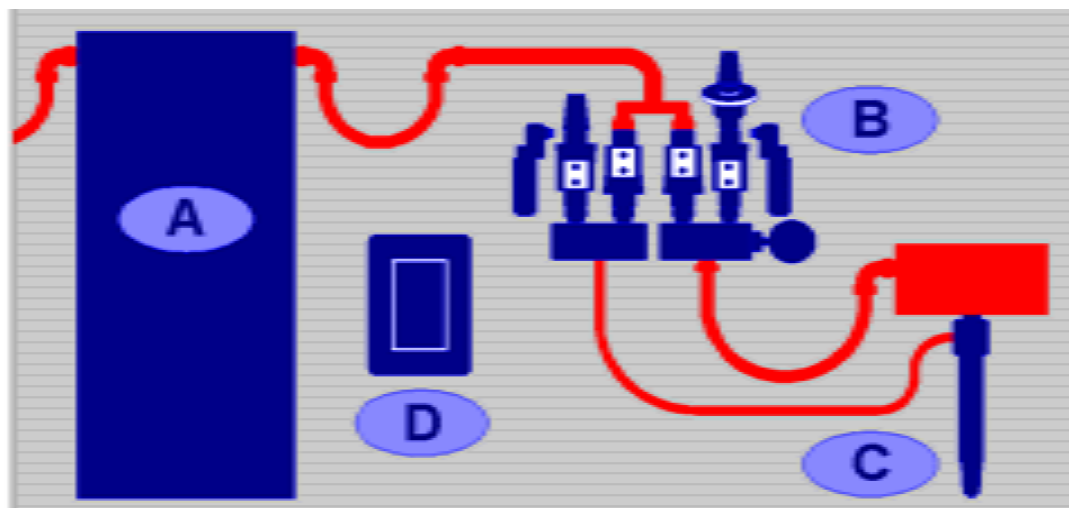
### **4.1 Notranji zračni hladilni sistem**

Rainer Farrag-ustanovitelj podjetja Farrag Tech je porabil veliko let za raziskovanje idealnega notranjega zračnega hladilnega sistema IACS. Najbolj idealen proces pihanja vključuje notranji hladilni sistem s spremenljivo temperaturo, ki naj ne bi bila višja od 5 °C in nižja od – 35 °C, ter močan turbulenten zračni pretok med procesom ohlajevanja znotraj gnezda kalupa. Hlajenje z izmenjavo hladnega zraka med samim procesom hlajenja in odvzemom temperature znotraj izdelka zmanjšuje napetost, ki nastaja v steni izdelka, predvsem pa se zelo skrajša čas hlajenja. Za doseganje dobrega rezultata je zelo pomembna priprava zraka za distribucijo znotraj proizvoda. Proces se začne z vpihom zraka pod visokim tlakom, sledi znižanje tlaka in začetek izmenjave hladnega zraka znotraj proizvoda. V času hlajenja je potrebno znotraj proizvoda obdržati predpisan tlak, da ostane površina med steno izdelka in kalupa v stiku. Povečevanje zračnega pretoka izboljšuje rezultat hlajenja. Pretok zraka in čas hlajenja nista v sorazmerju. Zamenjava celotnega volumna zraka znotraj proizvoda za 10 krat poveča proizvodnjo za 10 %. Če hočemo povečati proizvodnjo za 15 %, se mora zrak v času hlajenja zamenjati 20 krat. Z nižjo temperaturo zraka za hlajenje dosežemo boljši čas hlajenja. Tudi temperatura zraka in čas hlajenja nista v sorazmerju. Nižanje temperature z 20 °C na 5 °C poveča produktivnosti za 10 %. Če želimo povečati produktivnost za 15 %, moramo znižati temperaturo zraka z 20 °C na – 10 °C. Hlajenje z vpihom zraka s temperaturo nižjo od – 40 °C je dokazano za neuspešno. Za hlajenje se priporoča uporaba čiste vode s temperaturo do 6 °C. Pretok hladilne tekočine mora biti dober, da se v hladilnih kanalih ustvari turbulentni tok. Nižanje temperature hladilne tekočine za hlajenje kalupa znižuje kakovost izdelka.

Farrag Tech proizvaja dve vrsti notranjih zračnih hladilnih sistemov IACS, hladilnik zraka za vpihovanje BAC (Blow Air Chiller) v nadaljevanju BAC in podpora pri oblikovanju s pihanjem BMB (Blow Molding Booster) v nadaljevanju BMB, ki jih lahko ponudi industriji za ekstruzijsko oblikovanje s pihanjem.



Sistem na sliki 19 je sestavljen iz enote za stiskanje in hlajenje zraka (A), grupe elektro zračnih ventilov (B) in posebej izdelanih vpihovalni trnov ali vpihovalnih igel (C). Nadzor krmiljenja (D) se lahko zahteva, če stroj za pihanje ni opremljen za upravljanje s signali za nadzor delovanja notranjega zračnega hladilnega sistema.



Slika 19: Zračni hladilni sistem IACS (<http://www.farrag.com>)

#### 4.1.1 Hlajenje zraka za pihanje

Zračni hladilnik BAC je enostaven za uporabo in vzdrževanje. Vsi sestavni deli so standardni. Sistem je testiran s tlakom nad 16 bar in temperaturo do  $-40\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Ima vgrajene integrirane hladilne kanale s temperaturo hlajenja zraka do max  $-35\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Odstranjevanje vlage in sušenje stisnjenega zraka se mora opraviti pri točki rosišča, ki je nižja od  $-40\text{ }^{\circ}\text{C}$ , preden se ohladi v toplotnem izmenjevalcu, uparjalniku integriranega hladilnega sistema. Hladilna enota zraka zahteva oskrbo stisnjenega zraka kvalitete s točko rosišča pri tlaku in temperaturi, ki ni večja kot  $8\text{ }^{\circ}\text{C}$  ter vsebnostjo olja nižjo od  $0,01\text{ g/m}^3$ . To je standardna kvaliteta zraka pridobljena s hladilnim sušilcem stisnjenega zraka in oljnim filtrom z namenom izločevanja vlage in oljnih delcev. Enota BAC je vodno hlajen hladilnik stisnjenega zraka, ki zahteva majhno količino filtrirane hladne vode s temperaturo do  $15\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Tehnološko visoko razvit hladilnik zraka za vpih BAC ohladi zrak za proces na temperaturo  $-35\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Sistem uporablja kompleksno rešitev izkoristka odvečne toplote hladilnega sredstva za odvzem vlage iz zraka s točko rosišča pri tlaku in temperaturi nižji od  $-40\text{ }^{\circ}\text{C}$ .

Ker je tako pridobljen zrak zelo suh, se prepreči možnost zamrznitve zraka znotraj hladilnega sistema.



Slika 20: Hladilnik zraka za vpih BAC (<http://www.farrag.com>)

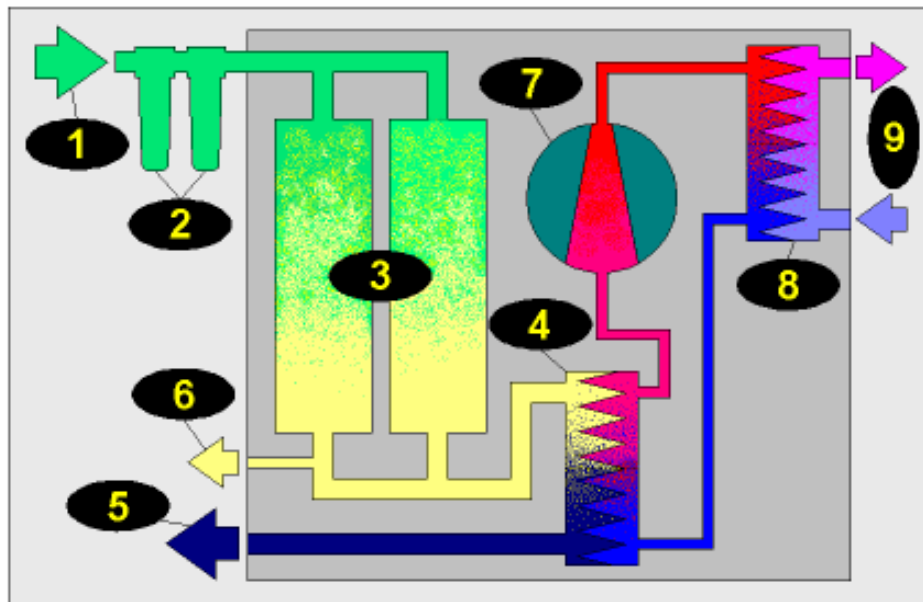
Krmilnik nadzora ventilov (slika 21) so možgani notranjega zračnega hladilnega sistema. Ima sposobnost izvajanja nadzora vpiha zraka za dve postaji na dveh strojih za pihanje s kontrolnikom krmiljenja FIT (Farrag Intelligent Terminal) ali podobnim od drugega proizvajalca. Mikroprocesor ima štiri vhodne signale 20-280V, AC/DC, osem izhodnih 24V, DC ter podatkovni in grafični prikazovalnik. Lahko upravlja štiri garniture zračnih ventilov na strojih za pihanje.



Slika 21: Krmilnik FIT za nadzor delovanja BAC(<http://www.farrag.com>)

#### 4.1.2 Delovanje hladilnika zraka za vpih

Delovanje enote BAC (slika 22) zahteva filtriran in predhodno sušen stisnjen zrak [1], točko rosišča ob tlaku in temperaturi  $< 8\text{ }^{\circ}\text{C}$ , vsebnost olja  $< 0.01\text{ g/m}^3$  ter razpon tlaka od  $7 - 10\text{ bar}$ , da se izognemo okvari sušilca [3]. Oljni filtri [2] so nameščeni le za dodatno zaščito. Enota potrebuje dodatno količino zraka (15 do 20 %) za obnovo hladilnega sredstva sušilca. Toplota, ki se izloči iz suhega zraka v uparjalniku [4], se prenese na hladilno sredstvo, ki se nato prečrpa s kompresorjem [7] na kondenzator [8] na precej višjo temperaturo. Vroče hladilno sredstvo se ohladi v kondenzatorju s hladno vodo temperature nižje od  $15\text{ }^{\circ}\text{C}$  iz hladilnika vode v obratu [9]. Ohlajeni zrak je na razpolago za proces preoblikovanja s pihanjem na izhodni enoti zraka [5]. Nekaj pripravljenega suhega zraka je speljano na blok za delovanje zračnih ventilov, dobavljenih z notranjim zračnim hladilnim sistemom in vgrajenih na stroj za pihanje. Ta manjša količina suhega stisnjenega zraka je na razpolago za preklapljanje na izhodu [6] enote BAC. Izhodna enota [5] je na voljo za zagotavljanje procesnega zraka pretočne količine do  $525\text{ Nm}^3/\text{h}$ .



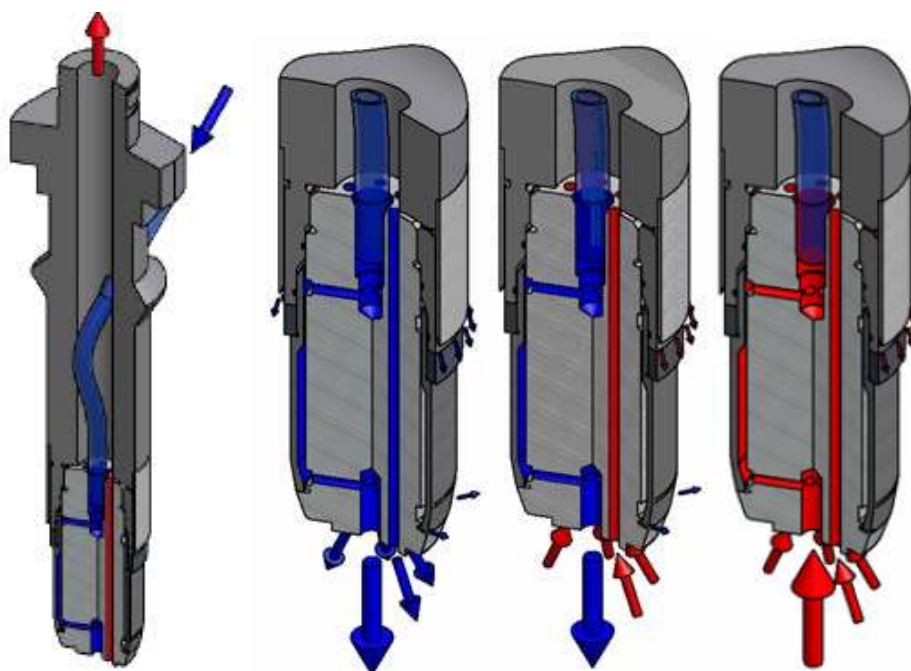
Slika 22: Shematski prikaz delovanja hladilne enote BAC (<http://www.farrag.com>)

Oskrba z električno energijo, potrebna za delovanje enot BAC, je 3 fazni tok  $400\text{ V}$ ,  $50\text{ Hz}$  ali  $480\text{ V}$ ,  $60\text{ Hz}$ . Druge napetosti so na voljo na zahtevo.

### 4.1.3 Vpihivalni trni in princip delovanja

Zelo pomemben del notranjega zračnega hladilnega sistema je konstrukcija in izdelava vpihovalnih trnov. Običajno so vpihovalni trni konstruirani za oblikovanje notranje odprtine grla izdelka in vzdrževanje stika med proizvodom in površino gnezda v kalupu s stisnjenim zrakom. Vpihovalni trn vodi zrak v želeni prostor znotraj izdelka ter kalibrira in ohlaja vrat izdelka.

Vpihovalni trni morajo biti individualno oblikovani glede na proizvod za dovod zraka v prostor, kjer so stene izdelka debelejše in v področje, ki ni zelo intenzivno hlajeno preko kalupa. Pomemben je tudi pretok zraka znotraj proizvoda. Omejitveni faktorji, kot so točno podana dimenzija vpihovalnega trna ali vpihovalne igle, ne dovoljujejo večje količine izmenjave zraka.



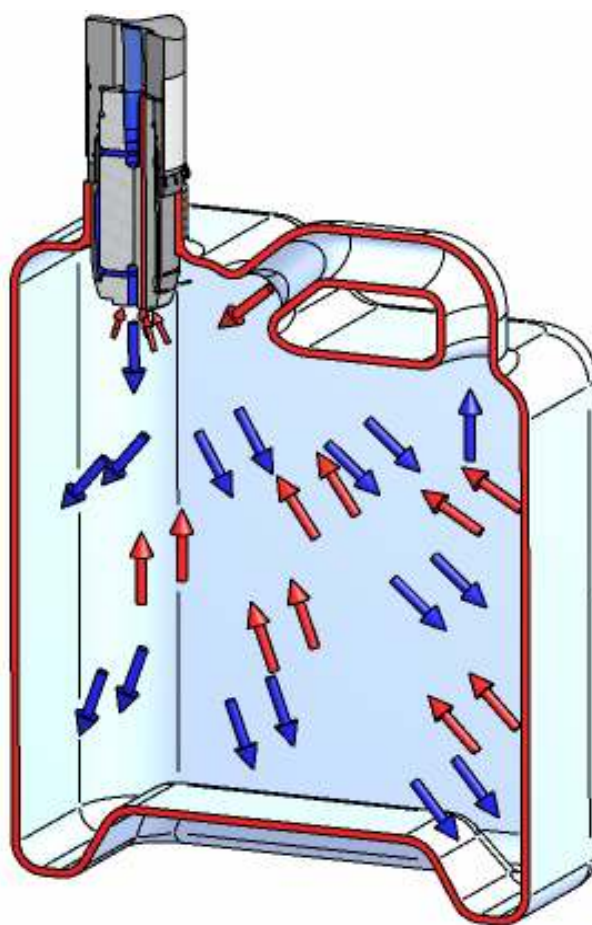
Slika 23: Princip delovanja vpihovalni trnov (<http://www.farrag.com>)

Pot hladnega zraka skozi vpihovalni trn prikazuje slika 23. Ohlajeni zrak vstopi v središču vpihovalnega trna skozi plastično cevko, nato pa se preusmeri v hlajenje zunanega dela trna, to je noža za rezanje in kalibriranje grla.

Del zračnega toka vpihavalni trn preusmeri v hlajenje zgornjega dela ročaja proizvoda, medtem ko se večji del vrne v smeri izhoda vpihovalnega trna.

Zračni tok, namenjen za hlajenje spodnjega dela proizvoda, se vrača v smeri izhoda vpihovalnega trna.

Povratni zrak vstopi na dnu odprtine vpihovalnega trna in teče po vzporednem kanalu za hlajenje zunanjega dela trna proti vrhu. Del povratnega zraka je v sredini razvejan za namen hlajenja odbijalne postaje.



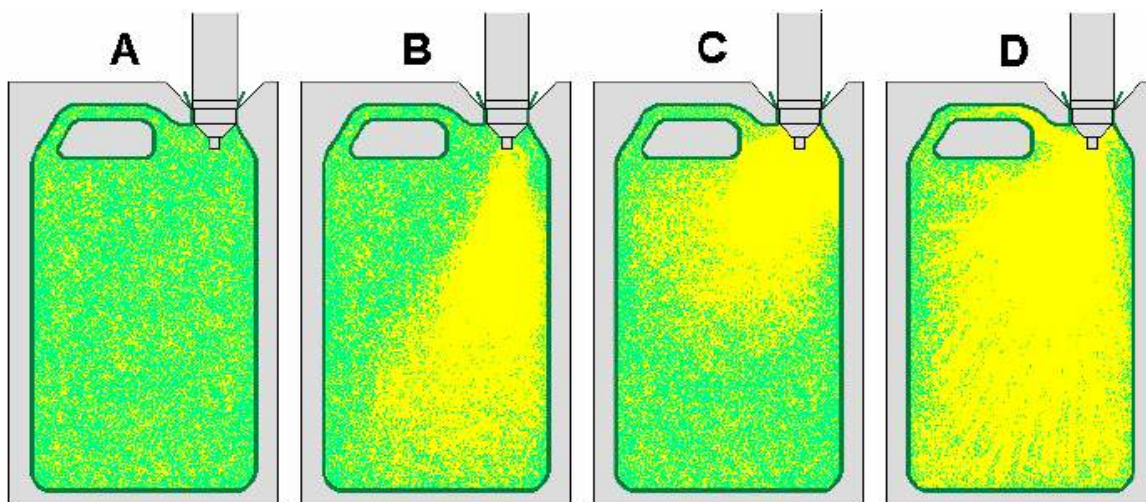
Slika 24: Proces oblikovanja z vpihom zraka (<http://www.farrag.com>)

Slika 24 prikazuje potek distribucije zraka znotraj pihanega izdelka. Celotna kritična področja notranjega hlajenja, kot sta ročaj in dno izdelka, je možno zelo učinkovito optimalizirati (Internal Air Cooling, 2009).

Primer A (slika 25) nam prikazuje običajen mirujoč proces vpiha zraka. To je postopek pihanja, pri katerem vpihovalna igla zapolni predobliko izdelka s stisnjanim zrakom in obdrži maksimalni tlak zraka v proizvodu znotraj gnezda kalupa, dokler model ne ohladi izdelka na želeno temperaturo. Izpih in padec tlaka v izdelku se zgodita tik preden se kalup odpre. Vpihovalni trn nato prenese izdelek na odbijalno napravo.

Primer B nam prikazuje proces z izmenjavo hladnega zraka. V tem primeru vpihovalni trn ni idealno oblikovan in vodi zrak le na nižje dele proizvoda.

Primer C prikazuje previsok povratni pritisk znotraj ročke. Zrak ne doseže dna proizvoda.



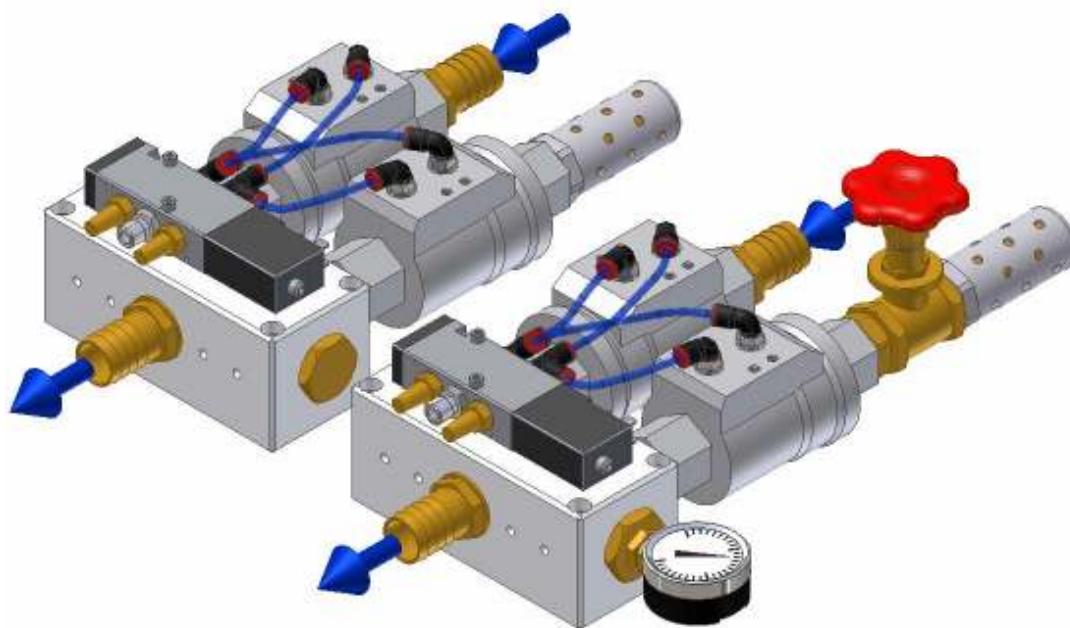
Slika 25: Različni vpihi zraka v izdelek (<http://www.farrag.com>)

Primer D prikazuje dobro oblikovan vpihovalni trn in dobro zračno porazdelitev. V tem primeru je zrak voden do vseh kritičnih površin v ročki. Povratni pritisk je dovolj močan, da obdrži kontakt med proizvodom in površino gnezda v kalupu. Ker tlak ni previsok, nastaja učinkovit turbulenten pretok zraka. Izmenjava zraka se začne takoj po napihu predoblike v stanju mirovanja zraka.

Nastavljen čas vpiha na začetku mora biti dovolj dolg, da raztegne rokav po obliki gnezda in se odzrači ves prostor med izdelkom in gnezdom kalupa. Preden se kalup odpre, se odzrači tudi proizvod.

#### 4.1.4 Grupe elektromagnetnih zračnih ventilov

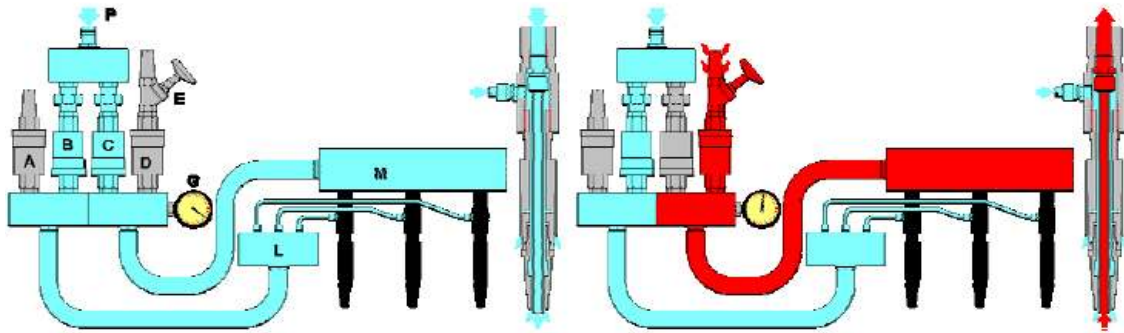
Za nastavitev signala za vpih in izpih se poslužuje grupa elektromagnetnih ventilov, ki so pomemben del notranjega zračnega hladilnega sistema. Ventili za vpih so projektirani glede na volumen proizvoda. Elektromagnetni ventili so potrebni za optimizacijo pretoka zraka v izdelku. Nekatere kombinacije preklapljanja ventilov zagotavljajo v povezavi z vpihovalnimi trni krajši čas cikla.



Slika 26: Elektro magnetni ventili za regulacijo pretoka zraka  
(<http://www.farrag.com>)

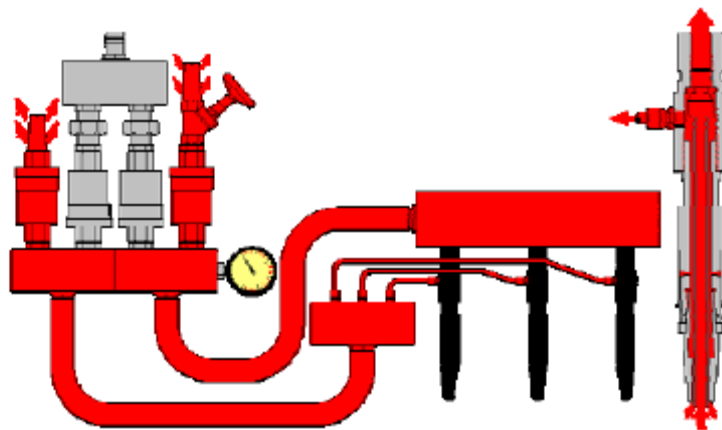
#### 4.1.5 Sistem vpiha, kroženja in izpiha

Slika 27 levo prikazuje začetek procesa pihanja. Oba ventila B in C sta odprta, medtem ko sta ventila A in D zaprta. Stisnjen zrak P priteče v vpihovalne trne skozi razdelilnik M na stroju in zračni razdelilec L. Enostaven vpihovalni trn v koaksialni izvedbi, ki je prikazan v povečani obliki ponazarja smer gibanja zraka po obeh kanalih do proizvoda. Merilec pritiska G prikazuje maksimalni zračni pritisk, primeren za proces. Preoblikovan rokav se raztegne po obliki gnezda, medtem ko se zrak v prostoru med rokavom in gnezdrom popolnoma odzrači.



Slika 27: Delovanje vpiha in izpiha (<http://www.farrag.com>)

Slika 27 desno prikazuje odprta ventila B in D, medtem ko sta ventila A in C zaprta. Tok zraka sedaj poteka po zunanjem kanalu vpihovalnega trna skozi razdelilec L, z izpihovanjem odvzema temperaturo na zunanji površini plastenke in priteče nazaj skozi zunanji kanal vpihovalnega trna skozi razdelilec na stroju M, na dušilni ventil E, kjer se na koncu procesa odzrači. Merilec tlaka prikazuje nizek povratni pritisk. Prikazan dušilni ventil je ročni ventil, ki regulira povratni pritisk znotraj proizvoda in količino zračnega toka med časom hlajenja.



Slika 28: Odzračevanje sistema (<http://www.farrag.com>)

Slika 28 prikazuje odprta ventila A in D in zaprta ventila B in C. V tem položaju se celotna količina zraka iz notranjosti izdelka odzrači skozi oba kanala v vpihovalnem trnu ter skozi oba razdelilnika na stroju M in L.

Ko merilec tlaka prikaže, da znotraj proizvoda ni tlaka, se kalup odpre in proizvod se prenese na obrezovalno napravo.



Te tri slike razložijo enostaven notranji zračno hladilni proces s koaksialnim vpihovalnim trnom ter za proces zahtevano grupo vpihovalnih ventilov. Vpihovalni trn ima včasih vgrajeno večje število kanalov, tudi grupa vpihovalni ventilov potrebuje včasih več kot le štiri ventile v drugačni izvedbi.

Iglasti vpih zahteva najmanj dve igli, ki sta postavljeni v izdelku čim bolj narazen. Obe igli se uporabljata za pretok stisnjene zraza za začetni vpih predoblike. Med časom hlajenja se zrak izmenjuje skozi obe igli. Skozi prvo se vpihuje hladen zrak v notranjost proizvoda, skozi drugo se vrši izpih toplega zraza iz proizvoda in obratno. Vse igle odzračijo proizvod preden se kalup odpre.

Ko se uporablja proces z vpihovanjem skozi igle, se uporablja drugačna grupa ventilov za vpih (Internal Cooling Background, 2008).

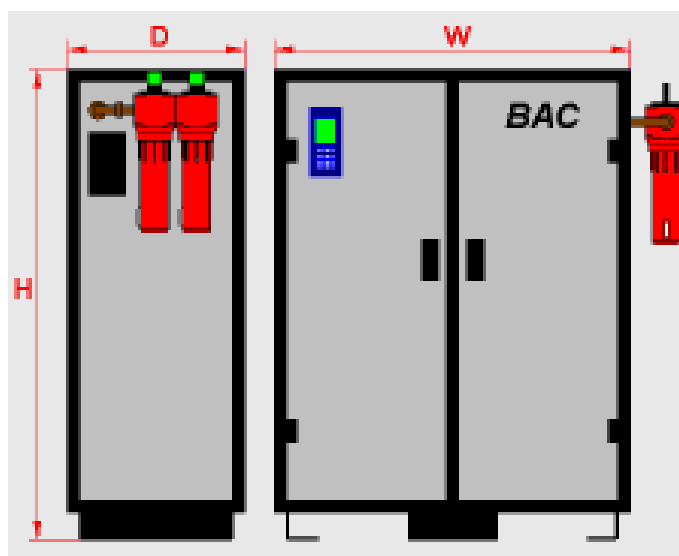
#### **4.1.6 Izbira hladilnika zraza za krožno hlajenje**

Spodnja tabela 2 nam prikazuje možnost izbire sistemov BAC in BMB. Izbira hladilnega sistema se določi na osnovi izračuna pretoka zraza za učinkovito hlajenje izdelka predvidenega po projektu. Prikazan sistem omogoča izbiro pretoka zraza od 30 do 525 Nm<sup>3</sup>/h (N = normalni m<sup>3</sup> zraza pri temperaturi okolja 20 °C, relativni vlažnosti 50 % in zračnem tlaku 1013 mbar). Za intenzivno hlajenje 10 litrske bencinske ročke na stroju za pihanje Kauteks KEB 30 se potrebuje najmanj 60 Nm<sup>3</sup>/h hladnega in suhega zraza, ki ga lahko zagotavlja hladilnik zraza za vpih BAC 125. Predlagana izbira hladilnega sistema BAC 125 zagotavlja dovolj veliko količino pretoka hladnega zraza tudi v primeru povečanja produktivnosti ročk 10 l do 30 % ter možnost proizvodnje ročk volumna do 25 l. Z vpeljavo notranjega zračnega hladilnega sistema IACS se skrajša čas hlajenja. Produktivnost izdelka ročke 10 l se poveča za najmanj 15,4 %, obstoječi normativ izdelave 65 kosov na uro se poveča na 75 kosov na uro. Izboljša se tudi kvaliteta izdelka, ker izdelek prenese večjo tlačno obremenitev. Zaradi izboljšanja tlačne obremenitve izdelka se pričakuje pridobitev UN certifikata z do 10 % nižjo težo izdelka. Manjša poraba materiala zniža stroške proizvodnje. V primerjavi s konkurenco postane cena izdelka na trgu konkurenčnejša ali pa prinese izdelek proizvajalcu večji dobiček.

Tabela 2: Tehnični podatki hladilnikov vpiha zraka (<http://www.farrag.com>)

Dimenzije in tip hladilnika	BMB	BMB	BAC	BAC	BAC	BAC	BAC
	150	350	125	200	250	375	525
Max. zračni pretok (Nm <sup>3</sup> /h)	150	350	125	200	250	375	525
Min. zračni pretok (Nm <sup>3</sup> /h)	30	70	60	90	110	175	240
Tlak zraka (bar)	6 - 12		7 - 10				
Zahtevana kvaliteta zraka	N / A		Točka rosišča < 8 °C, olje < 0,01 g/m <sup>3</sup>				
Zračni priključki (palec)	¾	1 ¼	1	1	1 ½	1 ½	2
Max. vodni pretok (l/min)	1,9	3,8	7,2	11	14,5	21,5	30
Tlak vode (bar)	3 - 8		3 - 8				
Max. temperatura vode °C	20		15				
Vodni priključki (palec)	1 ½						¾
Instalirana moč (kW)	2,2	4,4	2,3	3,3	5	7,0	9,3
Moč porabe (kW)	1,9	3,8	2,2	3,1	4,7	6,4	8,7
Max. priključek (A)	8,5	8,5	10	13	17	30	40
Priključna moč (V/Faze/Hz)	230/1/50 or 60		400/3/50 or 480/3/60				
Tip hladilnika	134 A		R 507				
Širina (mm)	405	585	1000	1000	1200	1200	1600
Globina (mm)	355	380	480	480	600	600	800
Višina (mm)	355	405	1280	1280	1600	1600	2000
Teža (kg)	40	57	245	295	370	595	805

Tabela 2 in slika 29 prikazujeta podatke in dimenzije hladilnega sistema za hlajenje zraka s kroženjem hladnega zraka v notranjosti izdelka. Iz tabele se lahko odčita vrednosti, ki se jih potrebuje pri montaži izbranega hladilnega sistema.



Slika 29: Dimenzije hladilnika zraka BAC (<http://www.farrag.com>)

## 4.2 Območje zaščite kalupa

Večina proizvajalcev plastičnih izdelkov uporablja za brizgani in pihani proces ter vakumsko termoformiranje hladno vodo za hlajenje proizvodov, ki se pretaka po hladilnih kanalih, speljanih v kalupu. Nižanje temperature hladilne vode kalupov pelje v krajši čas cikla in izboljša kvaliteto proizvoda. Znižanje temperature pod točko rosišča zraka v prostoru pa povzroča rosenje površine kalupa in doda problem v procesu pihanja. V mnogih proizvodnih obratih procesni inženirji strmijo k dvigovanju temperature hladilne vode v vročem in vlažnem podnebjju, da bi se izognili rosenju kalupa, to pa vodi k drugim težavam. Neučinkovito reševanje problema rosenja kalupa z enostavnim dvigom temperature vode podaljšuje čas hlajenja, zmanjšuje količino proizvodov, poslabšuje kvaliteto in zmanjšuje dobiček.

Nekateri proizvodni inženirji domnevajo, da bi klimatska naprava lahko rešila rosenje kalupa. Namestitev klimatske naprave v proizvodni obrat lahko pomaga, vendar v celoti ne odpravi problema. Pomanjkljivost je visoka začetna naložba, ker je potrebno namestiti dovolj klimatskih naprav. To povzroča tudi visoke stroške energije pri obratovanju, ki se pokažejo pri obračunu stroškov energije proizvodnega sistema. Skupna dobava energije v obrat se pretvori v toploto. Nekaj toplote se prenese iz klimatske naprave preko kalupa v hladilni sistem vode in druge hladilne sisteme, kot je sistem za hlajenje hidravličnih tekočin. Preostala energija se prenese s toploto v zrak. Klimatska naprava mora biti sposobna vzdrževati oddano toploto strojev v obratu in odstranjevati vlago iz zraka znotraj proizvodne hale. Klimatska naprava lahko le izboljša delovno okolje za delovno silo v obratu, vendar se zniža dobiček zaradi visokih stroškov poslovanja. Druga pomanjkljivost je, da vlažnost v klimatiziranih prostorih ni popolnoma pod nadzorom. Ko se odpirajo vrata, se zunanji zrak meša z zrakom iz obrata. V kolikor ni bila izdelana dobra hidro izolacija pri izgradnji stavbe, vlaga prodira skozi stene in betonska tla objekta. Stalni pojav pri zamenjavi kalupov in nastavitvi strojev za pogon je iztekanje vode, ki povečuje vlago v zraku. Tudi čiščenje in pranje tal povzroča dodatno vlaženje zraka v obratu.

#### 4.2.1 Proces delovanja zaščite območja kalupa

Sistem zaščite območja kalupa MAP (Mould Area Protection) v nadaljevanju MAP je namenjen, da zaščiti kalup na stroju pihanih izdelkov pred rosenjem površine kalupa v vlažnem in toplim vremenu. Na stroju se območje delovanja odpiranja in zapiranja kalupa fizično ogradi s celico iz aluminijastih nosilcev in prosojnih plošč iz polikarbonata, ki zaprt prostor ločijo od vdora zunanjega zraka iz obrata. Filtriran suh zrak se vodi iz enote MAP v zaprti prostor kletke v območje vodno hlajenega kalupa. Centralni sistem je lahko projektiran tudi za zaščito več strojev za pihanje z eno MAP enoto. MAP zaščita območja okoli kalupa je učinkovit sistem, razvit za preprečevanje rosenja kalupa celo pod neugodnimi vremenskimi pogoji ter varovanje območja kalupa pred onesnaženostjo iz okolja. Uporaba mora biti kombinirana z vgrajenim dobrim sistemom za prezračevanje prostora, da se odstrani prekomerna toplota, ki jo oddajajo stroji v obratu. MAP sistem odvzema vlago iz zraka z integriranim hladilnikom ali kondenzacijskim sušilec.



Slika 30: Kondenzacijski sušilec zraka MAP (<http://www.farrag.com>)

Filtriranje neprimerne zraka v prostoru poteka s sesanjem zraka preko pralnih in zamenljivih filtrov. Zrak se nato ohlaja postopno v dveh korakih na temperaturo 3°C.

Prvi korak hlajenja zahteva ohlajeno vodo iz hladilnika obrata, z uporabo enake temperature kot se uporablja za hlajenje kalupa. Drugi korak hlajenja opravi integriran hladilnik MAP enote. Večino vlage iz zraka se izloči s kondenzacijo hladne površine v toplotnem izmenjevalcu, pred-hladilniku in uparjalniku. Toplota, odvzeta iz zraka v drugem koraku hlajenja, se vrne nazaj za segrevanje zraka, potem ko se izloči vlaga iz zraka v kondenzacijskem hladilniku. Zrak se segreva na temperaturo 25 °C. Ventilator sesa suhi zrak iz enote MAP in ga piha v območje kalupa, da ga zaščiti pred rosenjem. Sistem zaščite območja kalupa MAP je učinkovit sistem, pri katerem je del stroja z nosilno ploščo in kalupom zagrajen in ločen od dostopa zunanjega zraka. Industrijsko ograjeni prostor na stroju namestijo za to usposobljeni tehniki ter povežejo cevi za suhi zrak v območje kalupa.

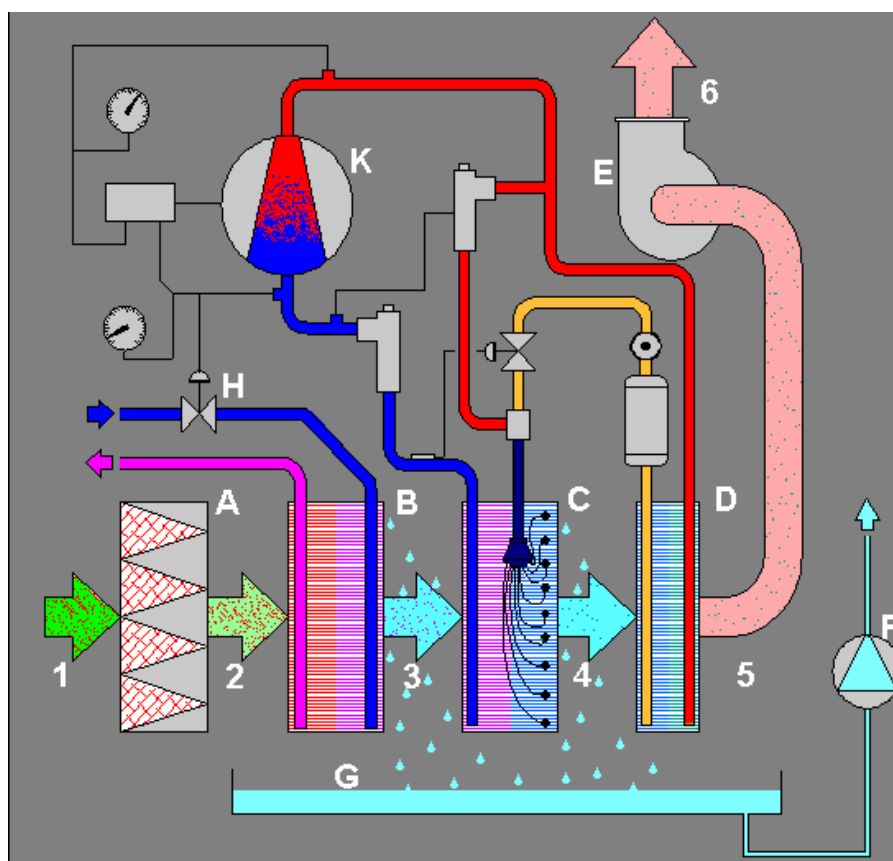


Slika 31: Ograditev območja za zaščito kalupa na stroju za pihanje (Gerbec,2009)

Slika 31 prikazuje območje kalupa na stroju za pihanje Kautex, ki ga morajo serviserji zapreti pred vdorom zunanjega zraka iz okolice. V ta zaprti prostor se nato dovaja suh zrak, ki preprečuje rosenje sten kalupa in posledično estetsko neprimerno površino izdelka. V kolikor ne obstaja prostorska ovira, oziroma proces pihanja to dopušča, je možna ograditev celotnega stroja.

Na sliki 32 je prikazan proces, ki pojasnjuje delovanje sistema MAP.

Zunanji zrak [1] je posesan skozi filtrirno enoto [A], nato se filtrirani zrak [2] ohlaja postopoma v korakih. Prvi korak poteka z ohlajeno vodo v toplotnem izmenjevalcu [B], delno ohlajen zrak [3] vstopi v toplotni izmenjevalec z integriranimi hladilnimi kanali, uparjalnik [C], kjer se ohladi na temperaturo 3 °C [4]. Zaradi kondenzacije se izloči v obeh hladilnikih velika količina vlage iz zraka, ki se zbira na pladnju [G]. Voda se nato prečrpa s črpalko [F]. Kompresor [K] posesa hladilno sredstvo, ki se je uparilo iz uparjalnika [C] in ga prečrpa v kondenzator [D]. Ohlajeni zrak steče skozi kondenzator, kjer se ponovno segreje do temperature 25 °C [5]. Preden zapusti suh zrak enoto [6], potuje po cevi skozi centrifugalno puhalo [E]. Filtriran suh zrak se dovede v notranjost izoliranega ohišja na stroju za pihanje v področje kalupa.



Slika 32: Proces delovanja MAP (<http://www.farrag.com>)

Slika 33 prikazuje centralni MAP sistem, kjer ena enota oskrbuje s filtriranim suhim zrakom več strojev. Fleksibilna ohišja so nujna izvedba v vseh branžah proizvodnje izdelkov iz plastičnih mas, da omogočajo lahek dostop za menjavo kalupov na stroju (Mould Area Protection, 2009).



Slika 33: Fleksibilna ohišja MAP sistema (<http://www.farrag.com>)

#### 4.2.2 Izbira sistema zaščite področja kalupa

Na osnovi tehničnih podatkov, posredovanih preko vprašalnika, je podjetje Farrag Tech pripravilo ponudbo za kondenzacijski hladilni sistem MAP 750. Ta zagotavlja odpravo rosenja sten kalupa ob dobri zaščiti njegovega področja. Edini razlog naložbe v ta sistem je priti na cilj z izdelkom visoke kakovosti.

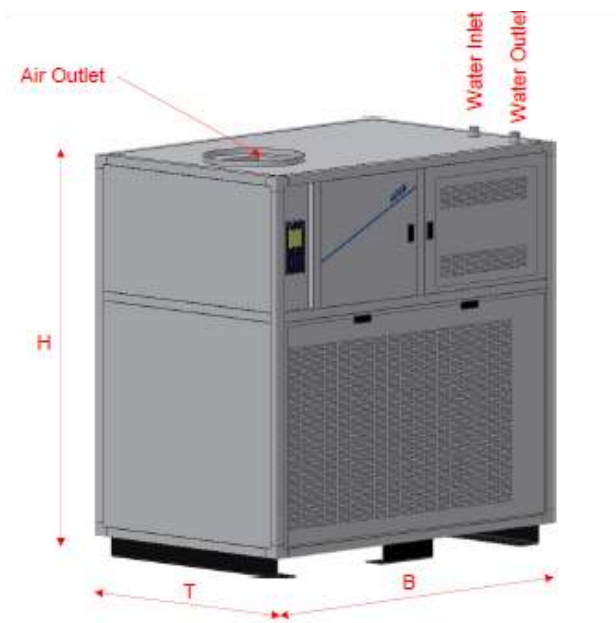
“Naj takoj ugotovimo, da lahko razlikujemo kriterije izbora tehnologije, ki jih je mogoče vrednostno, torej denarno ovrednotiti, kot tudi kriterije, kjer tako vrednotenje ni mogoče” (Bizjak, 1996 str. 16).

Zadovoljstvo kupcev prispeva k zvestobi in v nadaljevanju v povečevanje prodaje ter s tem doseganje ustreznega dobička za nadaljnji razvoj. Izvajalci se morajo stalno prizadevati, da ponujajo ter izvajajo take storitve, ki prispevajo naročniku določene koristi ali neko dodano vrednost ; naročnik pa bo hvaležen izvajalcu na več možnih načinov, med drugim tudi tako, da mu prizna višjo tržno ceno, hitreje plača račune in podobno (Devetak, 2002, str. 294 - 296).

Tabela 3: Tip hladilnika vpiha zraka (<http://www.farrag.com>)

	MAP 750	MAP 1500	MAP 2500	MAP 3500
Max zračni pretok (Nm <sup>3</sup> /h)	1250	2500	4200	5850
Min zračni pretok (Nm <sup>3</sup> /h)	850	1650	2500	3300
Premer izhoda zraka (mm)	300	300	400	400
Hladilnik vode obre. 40 °C, 80% r.v. (kW)	42	83	142	201
Pretok vode (l/min)	60	120	204	288
Hladilnik vode obre. 35 °C, 80% r.v. (kW)	30	60	103	145
Pretok vode (l/min)	43	85	146	207
Hladilnik vode obre. 30 °C, 70% r.v. (kW)	18,3	36,6	62,2	87,8
Pretok vode	27	54	89	126
Hladilnik vode obre. 25 °C, 60% r.v. (kW)	10,4	21	35,4	50
Pretok vode (l/min)	15	30	51	72
Hladilnik vode obre. 20 °C, 50% r.v. (kW)	7,1	14,2	24	34
Pretok vode (l/min)	10,5	11	35	49
Vodni priključek (palec)	¾	1 ¼	1½	2
Max. pretok kondenzacije vode (l/min)	50	100	167	233
Širina (mm)	1055	1295	1590	1890
Globina (mm)	1000	1000	1020	1020
Višina (mm)	1225	1550	1775	2000
Teža (kg)	290	450	630	740
Instalirana moč (kW)	4,7	6,7	8,8	10,8
Max. poraba energije (kW)	3,2	5	8,5	10
Električna moč priključkov	400 V, 50 Hz or 480 V, 60 Hz			

Tabela 3 prikazuje tehnične podatke in dimenzije različnih tipov sistema MAP.



Slika 34: Dimenzije kondenzacijskega hladilnika MAP (<http://www.farrag.com>)



## 5 IZRAČUN EKONOMSKE UPRAVIČENOSTI PROJEKTA

”Projekti so enkratni procesi, za katere lahko natančno vnaprej opredelimo cilje, lahko pa so procesi, katerih cilje dosegamo le z določeno stopnjo verjetnosti” (Bizjak, 1996, str. 142).

“Optimiranje naložb v razvoju projekta je sicer pomembno za zagotovitev njegove učinkovitosti; za razumevanje namena projekta pa to ne zadostuje. Naložbe v projekt proizvodnega sistema imajo namreč cilj, da z realizacijo projekta in eksploatacijo proizvodnega sistema zagotovijo povračilo naložb in dodatno vrednost. Investiramo torej zato, da zagotovimo večje neto učinke od vlaganj, večji prihodek od stroškov projekta, pozitiven poslovni izid projekta” (Bizjak, 2004, str. 202).

### 5.1 Naložbe v osnovna in obratna sredstva

Tabela 4: Stroški investicije v reinženiring pihane proizvodnje

<b>STROŠKI INVESTICIJE V REIŽINIRING PROCESA ZA PIHANJA</b>	
<b>Notranji zračni hladilni sistem / IACS - Internal Air Cooling System</b>	<b>Cena €</b>
Notranji zračni hladilni sistem BAC 125	37.800
Grupa vpihovalnih elektro ventilov	3.100
Vpihovalni trni	4.250
Montaža opreme	2.150
<b>Stroški IACS</b>	<b>47.300</b>
<b>Zaščita prostora ob kalupu / MAP - Mould Area Protector</b>	<b>Cena €</b>
Kondenzacijski sušilec zraka MAP 750	20.500
Ohišje na stroju za zaščito prostora kalupa	4.200
Montaža ohišja za zaščito prostora kalupa	4.000
<b>Stroški MAP</b>	<b>28.700</b>
Prevoz opreme	800
<b>Stroški investicije skupaj</b>	<b>76.800</b>

V tabeli 4 so prikazani stroški investicije v naložbo projekta, reinženiring procesa proizvodnje pihanih izdelkov. Investicija vključuje opremo za notranji zračni hladilni sistem, opremo za zaščito področja kalupa ter montažo naprav in ohišja za zaščito prostora okoli kalupa pred vdorom zunanjega zraka. V ceni so zajeti tudi vsi stroški potrebnih instalacij za priključitev naprave in testni zagon.

### 5.1.1 Kalkulacija stroškov obratovanja obstoječega sistema

V spodnjih tabelah 5 do 9 so prikazani spremenljivi in stalni stroški obratovanja pred reinženiringom proizvodnega procesa.

Tabela 5: Strošek električne energije pred investicijo

STROŠEK ELEKTRIČNE ENERGIJE						
	kw/h	€/kwh	€/h	h/dan	dni/ leto	€/leto
Strošek porabe energije stroja KEB 30	62,00	0,070	4,34	24	160	16.666
Energija kompresorja GA 30 in L 75 SR	4,00	0,070	0,28	24	160	1.075
Energija sušilca zraka FD 120	1,00	0,070	0,07	24	160	269
<b>SKUPAJ</b>			4,69			<b>18.010</b>

Tabela 6: Strošek repromateriala pred investicijo

STROŠEK REPROMATERIALA						
	kg	kos	€/kg	€/kos	kos/leto	€/leto
Stroški materiala ročke 10 l	0,594		1,06	0,6296	250.000	157.410
Stroški barvila 1%	0,006		2,00	0,0120	250.000	3.000
Pokrov, Vezalka, Tesnilo		1		0,0900	250.000	22.500
Pokrov, Lij		1		0,1100	250.000	27.500
<b>SKUPAJ</b>						<b>210.410</b>

Strošek električne energije in repromateriala je obračunan za letno količino izdelkov z uporabo obstoječih tehnoloških procesov in naprav ob upoštevanju trenutnih tržnih cen. Strošek predelave in delovne sile je obračunan po obstoječem normativu izdelave izdelka 65 kosov na uro.

Tabela 7: Strošek predelave pred investicijo

STROŠEK PREDELAVE						
	€/h	€/h	kos/h	€/kos	kos/leto	€/leto
Stroj za pihanje Kautex 30						
Ura, znižana za strošek elekt. energije	54,00	49,31	65	0,7586	250.000	189.654
<b>SKUPAJ</b>						<b>189.654</b>

Tabela 8: Strošek delovne sile pred investicijo

STROŠEK DELOVNE SILE						
	€/h	h/dan	kos/h	dni/leto	kos/leto	€/leto
Strošek delovne sile	6,69	24	65	160	250.000	25.716
<b>SKUPAJ</b>						<b>25.716</b>

Tabela 9: Skupaj stroški obratovanja pred investicijo

<b>STROŠKI OBRATOVANJA PRED INVESTICIJO</b>	<b>€/leto</b>
Spremenljivi-variabilni stroški pred investicijo	228.420
Stalni-fiksni stroški pred investicijo	215.370
<b>SKUPAJ</b>	<b>443.789</b>

Seštevek vseh stroškov pred investicijo, energije, repromateriala, obratovanja in delovne sile znaša skupaj 443.789 evrov za proizvodnjo 250.000 kosov ročk letno.

### 5.1.2 Kalkulacija stroškov obratovanja po prenovi

Tabele 10 do 15 prikazujejo spremenljive in stalne stroške proizvodnje po prenovi procesa pihanih izdelkov ob enaki letni količini bencinskih ročk.

Tabela 10: Strošek električne energije po investiciji

<b>STROŠEK ELEKTRIČNE ENERGIJE</b>						
	<b>kw/h</b>	<b>€/ kwh</b>	<b>€/h</b>	<b>h/dan</b>	<b>dni/leto</b>	<b>€/leto</b>
Strošek porabe energije stroja KEB 30	62,00	0,070	4,34	24	139	14.478
Energija za notranje hlajenje BAC 125	2,20	0,070	0,15	24	139	514
Energija kondenzacijski sušilec MAP 750	3,20	0,070	0,22	24	139	747
<b>SKUPAJ</b>			<b>4,72</b>			<b>15.739</b>

Tabela 11: Strošek repromateriala po investiciji

<b>STROŠEK REPROMATERIALA</b>						
	<b>kg</b>	<b>kos</b>	<b>€/kg</b>	<b>€/kos</b>	<b>kos/leto</b>	<b>€/leto</b>
Stroški materiala ročke 10 l	0,594		1,06	0,6296	250.000	157.410
Stroški barvila 1%	0,006		2,00	0,0120	250.000	3.000
Pokrov,Vezalka,Tesnilo		1		0,0900	250.000	22.500
Pokrov,Lij		1		0,1100	250.000	27.500
<b>SKUPAJ</b>						<b>210.410</b>

Tabela 12: Strošek za stisnjen zrak po investiciji

<b>STROŠEK STISNJENEGA ZRAKA</b>						
	<b>m<sup>3</sup>/h</b>	<b>h/dan</b>	<b>€/h</b>	<b>dni/leto</b>	<b>€/m<sup>3</sup></b>	<b>€/leto</b>
Strošek za stisnjen zrak	65,00	24	1,95	139	0,030	6.505
<b>SKUPAJ</b>						<b>6.505</b>

Pri enaki letni količini izdelkov se strošek repromateriala ni spremenil. Strošek električne energije se je znižal zaradi krajšega cikla in povečanega normativa izdelka za 15,4 %, to je s 65 kosov izdelkov na uro na 75 kosov izdelkov na uro. Pri novem procesu je potrebno upoštevati tudi strošek porabe stisnjene in hlajenega zraka.

Tabela 13: Strošek predelave po investiciji

<b>STROŠEK PREDELAVE</b>						
	€/h	€/h	kos/h	€/kos	kos/leto	€/leto
Stroj za pihanje Kautex 30						
Ura, znižana za strošek elekt. energije	54,00	49,28	75	0,6571	250.000	164.273
<b>SKUPAJ</b>						<b>164.273</b>

Tabela 14: Strošek delovne sile po investiciji

<b>STROŠEK DELOVNE SILE</b>						
	€/h	h/dan	kos/h	dni/leto	kos/leto	€/leto
Strošek delovne sile	6,69	24	75	139	250.000	22.287
<b>SKUPAJ</b>						<b>22.287</b>

S povečanjem produktivnosti proizvodnje so se stroški predelave in delovne sile občutno znižali, saj se po prenovi procesa potrebuje za proizvodnjo enake količine izdelkov 21 delovnih dni manj kot pred prenovo. S prenovo procesa smo na stroju pridobili dodatnih 500 ur prostih kapacitet za proizvodnjo drugih artiklov.

Tabela 15: Stroški obratovanja po investiciji

<b>STROŠKI OBRATOVANJA PO INVESTICIJI</b>	<b>€/leto</b>
Spremenljivi-variabilni stroški po investiciji	232.654
Stalni-fiksni stroški po investiciji	186.560
Obresti iz finansiranja	1.498
<b>SKUPAJ</b>	<b>420.712</b>
Amortizacija	15.360
<b>SKUPAJ STROŠKI IN AMORTIZACIJA</b>	<b>436.072</b>

Iz tabele 15 lahko odčitamo celotne stroške letne proizvodnje izdelkov, ki znašajo 420.712 evrov. Stroški proizvodnje so se po izvršeni investiciji v prenovo sistema znižali. V tabeli 15 je vključen tudi strošek najetja kredita za amortizacijsko dobo petih let.

### 5.1.3 Kalkulacija potrebnih virov in cene virov financiranja

Za financiranje projekta podjetje lahko zagotovi 50 % lastnih sredstev, preostali znesek pridobi s kratkoročnim kreditom pri domači banki. Predvideva na pridobitev dela nepovratnih sredstev iz Evropskega strukturnega sklada.

Tabela16: Viri financiranja projekta

Viri finansiranja	v Eur
Lastna sredstva	38.400
Domači krediti	38.400
<b>SKUPAJ</b>	<b>76.800</b>

Amortizacijski načrt odplačevanja najetega kredita je prikazan v tabeli 17. Kredit je najet pri domači banki in se obrestuje po 6,5 % obrestni meri letno. V primeru pridobitve nepovratnih sredstev najem kredita odpade.

Tabela 17: Amortizacijski načrt najetega kredita

leto	anuiteta €	obresti €	razdolžnina €	ostanek glavnice €
<b>0</b>				38.400
<b>1</b>	10.176	2.496	7.680	30.720
<b>2</b>	9.677	1.997	7.680	23.040
<b>3</b>	9.178	1.498	7.680	15.360
<b>4</b>	8.678	998	7.680	7.680
<b>5</b>	8.179	499	7.680	0
<b>SKUPAJ</b>	<b>45.888</b>	<b>7.488</b>	<b>38.400</b>	

Tabela 18: Amortizacijski načrt osnovnega sredstva

Amortizacija osnovnega sredstva v Eur				
Leto	Amortizacijska osnova	Amortizacijska stopnja	Letna anuiteta	Neamortizirani del
1	76.800	20%	15.360	61.440
2	76.800	20%	15.360	46.080
3	76.800	20%	15.360	30.720
4	76.800	20%	15.360	15.360
5	76.800	20%	15.360	0

Tabela 18 prikazuje amortizacijski načrt osnovnega sredstva za obdobje petih let z letno amortizacijsko stopnjo 20 %. Izračun letne anuitete je napravljen po metodi enakih zneskov. Predlagana je proporcionalna, linearna metoda amortizacije.

## 6 OKVIRNA FINANČNA OCENA PROJEKTA

Metode ocenjevanja oziroma vrednotenja projektov in naložb delimo po namenu, po časovnem intervalu, po pristopu in po zanesljivosti. Vrednotenje projektov predstavlja pomembno nalogo pri odločanju, v kakšno tehnologijo bo podjetje vložilo svoja sredstva. Vsaka naložba v nove tehnologije predstavlja določeno tveganje. Da bi se temu tveganju podjetja izognila, se poslužujejo določenih metod za vrednotenje projektov. Rezultati teh metod so prvi pokazatelj upravičenosti naložb in so osnova za izbiro optimalne tehnologije. Projekte vrednotimo z vidika učinkov in z vidika tveganja. Projekti proizvodnih sistemov so oblikovani zato, da z zagonom proizvodnje zagotavljajo določene učinke. Če so učinki kvalitativno izražene veličine izidov proizvodnega sistema, je uspešnost izražena z ovrednotenjem teh učinkov. Sami učinki niso zadosten pogoj za zagotavljanje uspešnosti. S stališča tako poimenovanega proizvodnega sistema bo predvsem pomembno preučevanje uspešnosti v njegovi življenjski dobi, to je v dobi izgradnje in eksploatacije. Za vrednotenje učinkov projekta se uporablja metoda za statično oceno projekta, to je metoda odplačilne dobe, ter metode za dinamično oceno projekta, to so metoda aktualiziranega dobička, metoda sedanje vrednosti projekta, metoda interne stopnje donosnosti in metoda interne stopnje prihranka (Bizjak, 1996, str. 156 – 166).

### 6.1 Statična ocena

Projekti se ocenjujejo z vidika neto prihranka in vrednosti investicije. Verjetno najbolj enostavna metoda je metoda odplačilne dobe.

#### 6.1.1 Metoda odplačilne dobe

Odplačilna doba je statičen kazalec, ki predstavlja odplačilno dobo ( $t$ ), v kateri se projekt povrne. Izračuna se z uporabo enostavne formule:

$$t = \frac{N}{d} [\text{leta}]$$

$t$  = odplačilna doba projekta,

$N$  = naložbe,

$d$  = letna vrednost dobiček od naložb

## 6.2 Dinamična ocena

Statične ocene nam marsikdaj ne pokažejo prave slike in se lahko napačno odločimo. Denar danes ni enako vreden kot bo jutri ali pa v prihodnosti. Na to vplivajo tako obresti kot inflacija. Zato so za naložbeno odločanje veliko realnejše dinamične metode ocenjevanja projektov.

### 6.2.1 Metoda aktualiziranega dobička

Skupni prihranek na enoto naložbe nam pove ali je investicija upravičena oziroma ali se v ekonomski dobi izkoriščanja povrne.

$$d = \frac{D}{N}$$

d = dobiček na enoto naložbe,

D = dobiček v celotnem obdobju projekta,

N = naložba

### 6.2.2 Neto sedanja vrednost projekta

Ena od najbolj uporabnih in temeljitih metod je metoda sedanje vrednosti projekta, s katero iščemo izpolnjevanje naslednjega pogoja:

$$SV = \sum_{i=0}^n \frac{(Sd - So)i}{(1+r)^i} = 0$$

SV = sedanja vrednost projekta,

Sd = skupni donosi projekta,

So = skupni odhodki projekta,

r = diskontna stopnja,

n = število obdobj v življenjski dobi projekta

Po tej metodi je projekt sprejemljiv, če izpolnjuje pogoj:  $SV \geq 0$

### 6.2.3 Metoda interne stopnje donosnosti

Pomemben kazalnik učinkovitosti podjetja je kazalnik interne stopnje donosnosti, to je tiste stopnje donosnosti, pri kateri se izenačijo vsi donosi in odhodki projekta v času življenjske dobe, oziroma se sedanja vrednost projekta izenači z nič. Iščemo tisto diskontno stopnjo ( $r$ ), pri kateri zavzema sedanja vrednost projekta vrednost 0.

$$Sv = \sum_{i=0}^n \frac{(Sd - So)i}{(1+r)^i} = 0$$

$Sd$  = skupni donosi projekta,  
 $So$  = skupni odhodki projekta,  
 $r$  = ISD – interna stopnja donosnosti, diskontna stopnja,  
 $n$  = časovno razdobje v življenjski dobi trajanja projekta

Po tej metodi je projekt sprejemljiv, če izpolnjuje pogoj:

$r$  = diskontni faktor, pri katerem je izpolnjen pogoj  $Sv = 0$

$r$  = ISD – interna stopnja donosnosti, diskontna stopnja (Bizjak, 1996, str. 158-166).

### 6.2.4 Interna stopnja prihranka projekta (ISP)

”Pogosto moramo izbrati med projekti, na primer tehnologije za isto proizvodnjo, zato so pogosto donosi isti, razlike pa so v odhodkih in stroških. Odločitev pogojujejo torej odločujoči stroški. Metoda, ki omogoča tako izbiro in temelji na upoštevanju časovnih preferenc, torej dinamičnih vidikov, je metoda interne stopnje prihranka” (Bizjak, 1996, str. 166).

“ISP - interna stopnja prihranka, je dinamični kazalec učinkovitosti izboljšave in nam pove, koliko je vredna v % izboljšava (reinženiring) nekega projekta, upošteva bilanco realnega denarnega toka samo na strani odlivov ob predpostavki, da se stran prilivov ne spreminja. Uporabljamo jo za izračun učinkovitosti variant izboljšav nekega projekta” (Vončina, 2006).

Po tej metodi iščemo tisto diskontno stopnjo  $r$ , pri kateri je razlika diskontiranih odhodkov dveh različnih tehnologij enaka nič. Denarne tokove pri tej metodi oblikujemo torej le za odhodke, to je stroške obratovanja v času življenjske dobe in vrednost naložbe. Te tokove medsebojno primerjamo in izračunamo kazalec interne stopnje prihranka – ISP.



Formula za izračun interne stopnje prihranka - ISP:

$$ISP(\%) = ds1 + (\Delta ds) \times \frac{\Delta NSV1}{\Delta NSV1 - (\Delta NSV2)}$$

$$ISP = 6\% + (37\% - 6\%) \times \frac{59.753}{59.753 - (-786)} = 36,60\%$$

$$\Delta ds = ds2 - ds1$$

$\Delta NSV1$  = (kumulativni diskontirani odlivi pred reinženiringom – kumulativni diskontirani odlivi po reinženiringu) pri diskontni stopnje  $ds1$

$\Delta NSV2$  = (kumulativni diskontirani odlivi pred reinženiringom – kumulativni diskontirani odlivi po reinženiringu) pri diskontni stopnje  $ds2$



Slika 35: ISP-grafikon povrnitve naložbe

Grafikon na sliki 35 prikazuje letno kumulativno neto sedanjo vrednost vračila v prenovo. Izračun interne stopnja prihranka – ISP nam prikazuje, da nam naložba v prenovo sistema za pihanje prinaša letni prihranek v višini 36,6%. Tabela 19 nam prikazuje primerjavo diskontiranih stroškov obratovanja proizvodnega procesa za pihanje pred naložbo in po naložbi v prenovo sistema. Naložba se povrne v četrtem letu eksploatacije proizvodnje po projektni prenovi sistema.

### 6.2.5 Izračun učinkovitosti izboljšave projekta

Tabela 19: Neto prihranki projekta

Stalne cene v Eur	disk stopnja ds1=		6%		NSV	disk stopnja ds2=		37%
	PRED Reinženiringom	PO Reinženiringom	PRED Reinženiringom	PO Reinženiringom		PRED Reinženiringom	PO Reinženiringom	
leto	stroški obratovanja	investicija	stroški obratovanja	skupaj	kumulativno	projektom	projektu	projektu
1	2		3	4	5	6	7	8
1	443.789	76.800	420.712	497.512	497.512	-53.723	443.789	497.512
2	443.789	0	420.712	420.712	396.898	-31.953	323.934	307.089
3	443.789	0	420.712	420.712	374.432	-11.414	236.448	224.153
4	443.789	0	420.712	420.712	353.238	7.961	172.590	163.615
5	443.789	0	420.712	420.712	333.244	26.240	125.978	119.427
6	443.789	0	420.712	420.712	314.381	43.485	91.955	87.173
7	443.789	0	420.712	420.712	296.586	59.753	67.120	63.630
<b>NSV</b>					<b>2.566.291</b>		<b>1.461.813</b>	<b>1.462.600</b>
$\Delta$ NSV =	4 - 5				59.753			- 786
$\Delta$ ds =	8 - 5							31%
$\Delta$ ds = ds2-ds1 =							$\Delta$ 2NSV = 7 - 8	

Investicija v prenovo- reinženiring se vrne četrto leto, zato je cilj izboljšave s tem projektom dosežen !

## **7 KONČNA OCENA PROJEKTA**

### **7.1 Povzetek ciljev projektne naloge**

Skozi celotno projektno nalogo smo želeli prikazati objektivno stanje v procesu pihane proizvodnje ter se osredotočiti na izbrane cilje z željo izboljšati učinkovitost določenih faz tehnološkega sistema.

Zastavili smo si naslednje cilje:

- povečati produktivnost proizvodnje ročke 10 l od 15 % do 30 %, znižati stroške izdelka ter izboljšati konkurenčni položaja na trgu
- odpraviti rosenje kalupa, ki se pojavlja pri proizvodnji pihanih izdelkov ter tako izboljšati izdelku - ročki 10 l estetski videz površine.

### **7.2 Analiza ugotovitev prenove procesa**

Že med samim postopkom pridobivanja informacij, smo ugotavljali, da smo na pravi poti izsledkov in raziskav prenove procesa. Te so pokazale pozitivne učinke prenove ter odprle dodatne poti za raziskave v smislu izboljšanja procesa.

V nalogi je bila izdelana primerjalna analiza vseh stroškov in odhodkov med starim in novim sistemom. Izračuni so pokazali, da ima naložba v prenovo sistema pozitivne učinke. Investicija v reinženiring procesa se povrne četrto leto. Projekt s procesom dodatnega hlajenja izdelka z izmenjavo hladnega zraka poveča produktivnost za 15,4 %. V začetni fazi projekta nismo poznali vseh dejavnikov in karakteristik. Spoznanja, ki so se pojavila kasneje pri izpeljavi projekta, so prinesla dodatne izboljšave procesa pri zelo hitrem ohlajevanju. Intenzivno ohlajevanje izdelka v temperaturnem območju s 60 °C na 40 °C povzroči nižjo kristalizacijo v materialu ter bolj zapolnjeno kristalno rešetko z manj praznega prostora. Pozitiven učinek takega načina ohlajevanja je povečana trdnost izdelka. Izdelek prenese večjo tlačno obremenitev, zato je lahko njegova teža do 10 % nižja. To predstavlja velik prihranek materiala in hitrejši cikel proizvodnje.

Učinkovita naložba v sistem zaščite področja kalupa je prispevala k izboljšanju površine izdelka, ki ni bila ocenjena kot prihranek, saj nima direktno na tehnološki proces nobenega vpliva, ki bi ga lahko ovrednotili. Ocenjujemo lahko le stroške, ki bi nastali v primeru reklamacije izdelkov na tržišču. Ne smemo pa prezreti dejstva, da zaradi slabe kvalitete izdelka lahko podjetje izgubi kupca ali celo ugled.

“Danes skušajo vsa podjetja zadržati svoje kupce. Dejstvo, da pridobiti novega kupca stane petkrat več kot pa zadržati in razveseliti starega kupca, jih je vznemirilo. Računovodski sistemi v podjetju žal niso sposobni prikazati, koliko so vredni zvesti kupci” (Kotler, 1998, str. 47)

## 8 ZAKLJUČEK

V razvitih državah, tako v Evropi kot tudi drugje po svetu, vsa uspešna podjetja največ vlagajo v znanje in razvoj novih proizvodov in tehnologij. Za ZDA je značilno, da so veliko proizvodnje prenesli v države s poceni delovno silo. Evropa več vlaga v avtomatizacijo proizvodnje in na ta način uspeva nižati stroške dela in zadrževati proizvodnjo in delovna mesta. Tista podjetja, ki se temu niso ali se ne bodo prilagodila, so v neizprosnihih pogojih tržnega gospodarstva že propadla ali pa so obsojena na propad.

Reinženiring in avtomatizacija proizvodnega procesa sta se v podjetju Aha-Plastik postopno izvajala nekaj let, vendar se je pravi projektni pristop začel šele leta 2006. Pri teh projektih podjetje kandidira za pridobitev nepovratnih sredstev iz evropskih strukturnih skladov za uvajanje novih tehnologij. Avtomatizacija in reinženiring tehnoloških procesov zahtevata investicije v naložbe, katerih smotrnost in upravičenost morata biti dokazana pred začetkom vlaganj v takšen projekt.

V diplomski nalogi smo predstavili tehnično izboljšavo hladilnega sistema v procesu proizvodnje pihanih izdelkov. Opisali smo obstoječe stanje hlajenja izdelka s hladilno tekočino preko kalupa ter razložili različne sisteme dodatnega hlajenja izdelka. Predstavili smo prednosti intenzivnega hlajenja izdelka z vpihom in kroženjem hladnega zraka v notranjosti izdelka IACS. Za dodatni hladilni sistem smo predlagali notranji zračni hladilni sistem BAC 125 proizvajalca Farrag Tech. Z vpeljavo novega hladilnega sistema smo zagotovili povečanje produktivnosti proizvodnje s 65 kosov izdelkov na uro na 75 kosov na uro, to je za 15,4 %. S tem smo znižali stroške na enoto proizvoda, povečali podjetju dobiček oziroma izboljšali konkurenčno prednost izdelka. Na stroju za pihanje smo pridobili dodatnih 500 ur prostih kapacitet za proizvodnjo drugih artiklov.

V nalogi smo nadalje predstavili problem rosenja kalupa, ki poslabšuje kakovost površine izdelka. Nakazali smo rešitev problema z izgradnjo zaprte celice v območju kalupa, v katero dovajamo suh zrak s pomočjo kondenzacijskega sušilca zraka MAP 750. S pomočjo predstavljenega sistema smo popolnoma odstranili vlago iz območja kalupa in preprečili rosenje kalupa. To nam je omogočilo, da se je kvaliteta površine proizvoda izboljšala.

Za projekt smo izdelali ekonomski izračun upravičenosti naložbe v reinženiring. Ta nam je pokazal, da vlaganje v projekt ne predstavlja velikega tveganja za podjetje, ker se bodo investicije v naložbo proizvodnje povrnile že v začetku četrtega leta. Življenjska doba vgrajenih naprav je dolga vsaj dvakrat toliko. Vrednotenje projekta je bilo izdelano z metodo interne stopnje prihranka. ISP je pokazala, da nam projekt prinaša letno prihranek v višini 36,6 %. V nalogi smo dokazali, da je investicija v naložbo hladilnega sistema ekonomsko upravičena.

Vse navedene projekte obnove, ki jih v podjetju vpeljujejo na enem stroju, bodo postopno izpeljali na vseh strojih. Pri nabavi novih strojev in zamenjavi starih bodo sledili izkušnjam in izračunom rezultatov sedanjega projekta.

Šola nam je v času študija ponudila veliko znanja, koristnih nasvetov in načinov, kako se lotiti reševanja nalog ali obsežnejših projektov, stvar nas posameznikov pa je, kako z dobrim pristopom te probleme reševati v svojem delovnem okolju.

Ob zaključku bi rad dodal še naslednjo misel: "V Sloveniji je tako moderno govoriti o tehnološkem razvoju, ampak tehnologije so ljudje. »Razvojne investicije« so investicije v ljudi, natančneje, investicije v mlade" (Drenovec, 2009, str. 11)

## 9 LITERATURA

**AhaPlastik.** Pridobljeno 20.08.2009 s svetovnega spleta:

[http://www.plastik.si/o\\_podjetju/vizitka/](http://www.plastik.si/o_podjetju/vizitka/)

**Bizjak, F.** (2004). Osnove ekonomike podjetja za inženirje. Ljubljana: Pleško.

**Bizjak, F.** (1996). Tehnološki in projektni management. Nova Gorica: Grafika Soča.

**Bizjak, F.** (1997). Reinženiring in razvoj podjetja. Nova Gorica: Educa.

**Drenovec, F.** (2009). Kaj se nam je zgodilo. Delo, Sobotna priloga, 229, str.11.

**Devetak, G.**(2002). Marketing izobraževalnih storitev. Kranj: Moderna organizacija.

**Internal Air Cooling.** Pridobljeno 07.07.2009 s svetovnega spleta:

[http://www.farragtech.com/products\\_category1.php?lang=en](http://www.farragtech.com/products_category1.php?lang=en)

**Internal Cooling Background.** Pridobljeno 26.11.2008 s svetovnega spleta:

<http://www.farragtech.com/>

**Kotler, P.** (1998). Marketing management. Ljubljana: Slovenska knjiga.

**Mould Area Protection.** Pridobljeno 29.08.2009 s svetovnega spleta:

[http://www.farragtech.com/products\\_category3.php?lang=en](http://www.farragtech.com/products_category3.php?lang=en)

**Papini, A.** (2003). Nevarnosti kondenzne vode. Korak, 4, str. 38.

**Strnad, J.** (1977). Fizika, 1.del. Mehanika, toplota. Ljubljana: Državna založba Slovenije.

**Vlažnost.** Pridobljeno 28.09.2009 s svetovnega spleta:

<http://sl.wikipedia.org/wiki/Vla%C5%BEnost>

**Vončina, S.** (2006). Gradivo iz vaj pri predmetu. Ekonomika in organizacija projektov. Poslovno - tehniška fakulteta, Nova Gorica: Univerza Nova Gorica.