

# **Obvladovanje tehnoloških procesov kot odgovor na izzive konkurenčnosti**

**Matej Oset, univ.dipl.ing, MBA**

**Pivovarna Laško, D.D.**

**Trubarjeva 28, 3270 Laško**

**moset@pivo-lasko.si**

## **Control of technological processes as answer to competitiveness challenge**

In an article it is exposed how the control of traditional technology and processes by modern technical tools as automation and computer managed production can significantly affect on competitiveness of brewing industry. In the case study of process automation at Pivovarna Laško, d.d. where automation was gradually upgraded during last 20 years, the important role of automation in quality assurance of final products and production effectiveness has been shown. Carefully planned and controlled production process represents today an important competitive advantage due to successful cost management. Even traditional biotechnological process as beer brewing technology, can offer the answer to competitiveness challenge of modern economy with the right balance between modern technical tools and traditional technological knowledge.

## **Kratek pregled prispevka**

V prispevku skušamo prikazati kako obvladovanje tradicionalnih tehnologij in procesov s sodobnimi orodji kot sta avtomatizacija in računalniško vodenje proizvodnje lahko pomembno vpliva na konkurenčnost industrijske panoge kot je pivovarstvo. Na primeru avtomatizacije procesov v Pivovarni Laško, d.d., ki so se postopno nadgrajevali v več kot 20 letih v članku izpostavljam pomembno vlogo avtomatizacije pri zagotavljanju konstantne kakovosti končnih proizvodov in ekonomičnosti proizvodnje. Dobro načrtovan in nadzorovan proizvodni proces pomeni danes veliko konkurenčno prednost, saj lahko poslovanje obvladujemo z nižjimi stroški. Tudi tradicionalni biotehnološki procesi kot so tehnologija proizvodnje piva lahko v ustreznem ravnotežju med sodobnimi tehničnimi orodji in tehnološkim znanjem predstavljajo odgovor na izzive konkurenčnosti v sodobnem gospodarstvu.

## 1 Uvod

Čeprav je pivovarstvo v zavesti večine dojeto kot nizko tehnološka panoga, opredeljena predvsem kot servis žejnim pivopivcem, le določen del potrošnikov ( tudi deklarativno zvestih ) resnično pozna tehnološke procese, ki so potrebni, da proizvedemo najstarejšo nizko alkoholno pijačo. V današnjem času, ko je embalaža pomembnejša kot vsebina, ko je v Sloveniji simptomatično nizko vlaganje v raziskave in razvoj, se zastavlja vprašanje kaj lahko slovenska podjetja naredi konkurenčnejša, kaj je tisto kar lahko vdihne novo energijo izčrpanim blagovnim znamkam in povrne zaupanje kupcev?

## 2 O pivu

Pivo je pijača z več tisočletno tradicijo, poznali so ga že Sumerci. Ječmen so zmleli, dolili vodo in pustili, da se posuši. Zmes so potem razdrobili in znova zmešali z vodo. Pijača je bila sicer drugačna od današnjega piva, vendar gotovo okusna. V Evropo so pivo s Karpatov prinesli Slovani in tako se je udomačilo tudi na Slovenskem. O pripravi piva piše že Valvazor, o pivovarnah v današnjem smislu pa govorimo od 17. stoletja dalje.

Varjenje piva je bilo že od nekdaj prava umetnost. Tehnološki postopek sicer ostaja v precejšnji meri enak in se zgleduje po tradicionalnih postopkih. S tehničkim napredkom se spreminja tudi tehnologija.

Že prvi pivovar je dobro vedel, da ni dobrega piva brez kakovostne vode. Slad, osnovno surovino za izdelavo piva, dobimo s kaljenjem ječmena v sladarni. Za izdelavo slada se uporablja predvsem dvoredni jari ječmen, katerega klas je

sestavljeno iz dveh pravilnih redov zrn enake velikosti, bogatih s škrobom. Ječmen se najprej očisti in sortira, potem se namoči in prečrpa na kaljenje, ki traja več dni. Nastane tako imenovani "zeleni slad", ki ga je treba posušiti. Posušen in očiščen slad mora pred uporabo v sladarni dozorevati vsaj mesec dni. Piva seveda ni brez hmelja, "začimbe", ki z grenkimi in aromatičnimi snovmi pivu daje značilno osvežujočo grenkobo.

Tehnološki postopek proizvodnje piva se začne v varilnici. Z varjenjem se dosežejo optimalni pogoji za delovanje encimov, ki so v sladu inaktivirani, ter se pripravi čim boljši substrat za delovanje kvasovk. Slad se navlaži s kakovostno vodo in zmelje.

Ta faza tehnološkega postopka v varilnici se imenuje drozganje, mešanica vode in slada pa drozga. V drozgalni in drozgalno kuhalni posodi se z dvigovanjem temperature ustvarijo pogoji za delovanje encimov in s tem za razgradnjo snovi v sladu. Pri nižjih temperaturah se pod vplivom proteolitičnih encimov razgrajujejo beljakovine, medtem ko pri višjih temperaturah pod vplivom amilolitičnih encimov ogljikovi hidrati.

Nastale topne snovi se imenujejo ekstrakt, dobljena tekočina sladica. S precejanjem se loči sladico od netopnih delov slada, precejšen del ekstrakta, ki je še v netopnem delu, pa se izpere z vodo. Dobljeno tekočino, imenovano pivina, kuhamo v kuhalni posodi, kjer ji v več obrokih dodajamo hmelj.

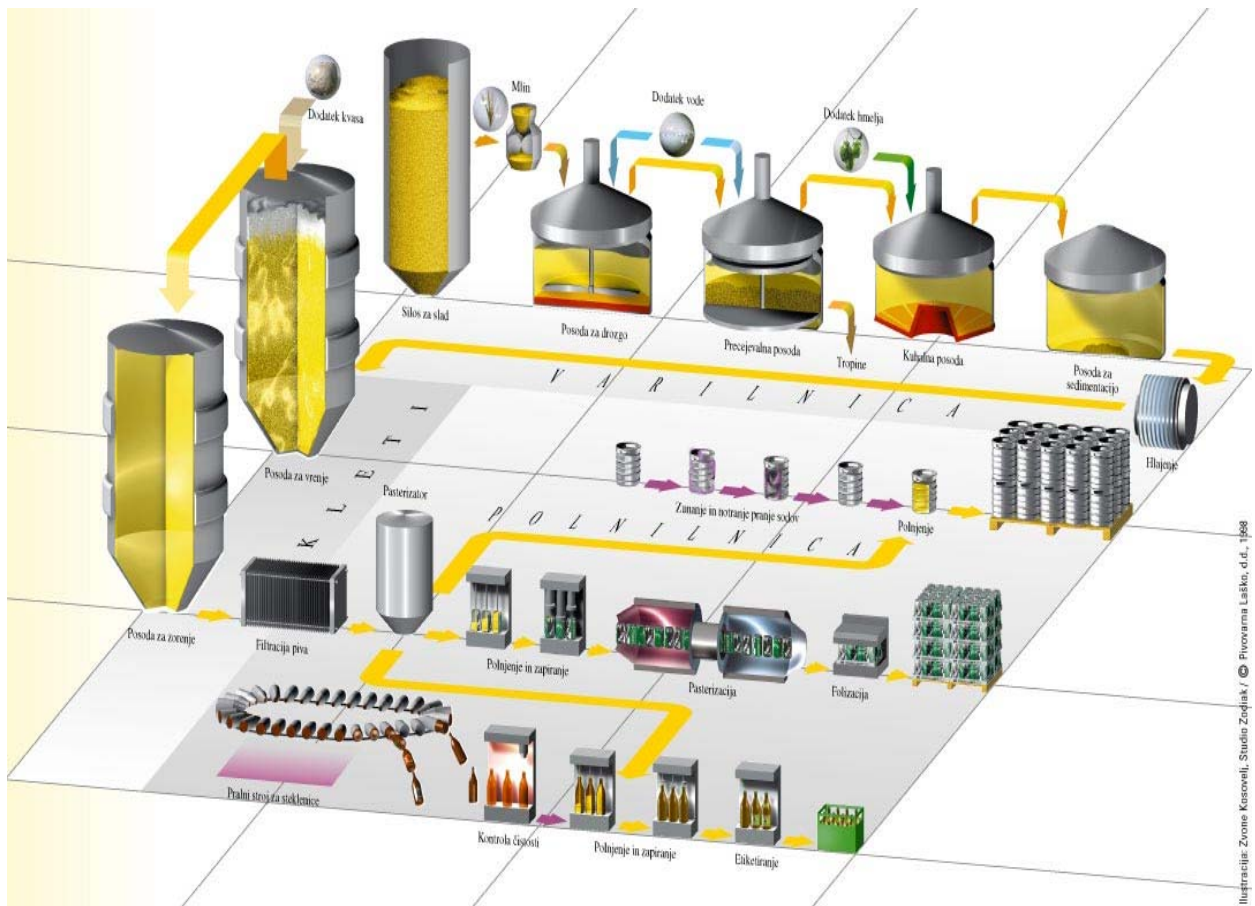
Leta 1988 je Pivovarna Laško postavila novo, tehnološko najmodernejšo varilnico z zmogljivostjo 8.800 hl dnevno, leta 1995 pa še manjšo in v celoti avtomatizirano računalniško vodeno varilnico z zmogljivostjo 4.500 hl dnevno.

Hmeljeno pivino prečrpamo v posebno posodo, imenovano sedimentacijska posoda, kjer se izloči vroča usedlina. Pivino zatem ohladimo na začetno temperaturo vrenja, prezračimo s sterilnim zrakom in ji dodamo posebej vzgojeno čisto kvasno kulturo, ki omogoči začetek alkoholne fermentacije. Nastajajo alkohol, ogljikov dioksid in številni stranski produkti. Ob tem se sprošča tudi toplota, zato je za vzdrževanje zelene temperature treba pivo med fermentacijo intenzivno hladiti.

Po končani fermentaciji nastane mlado pivo, ki ga je potrebno ohladiti, mu odstraniti kvas ter

ga prečrpati v posode za zorenje. Proces zorenja glede na vrste piva traja različno dolgo. Temperatura od -1 do 0 stopinj, predpisana tlak in čas so pogoji, potrebni za zaokrožen okus in aromo piva ter doseganje primerne topnosti CO<sub>2</sub>.

Po končanem zorenju je pivo še vedno nekoliko motno. Za kristalno bistrost piva in njegovo čim daljšo obstojnost je potrebno pivo še prefiltrirati. V tej fazi proizvodnje je Pivovarna Laško v zadnjih petnajstih letih povečala svoje zmogljivosti za skoraj sto odstotkov in v celoti posodobila kletni del. Vsi procesi v tej fazi so popolnoma avtomatizirani in računalniško vodeni.



Slika 1: Shematski prikaz proizvodnje piva v Pivovarni Laško

Pred polnjenjem se pivo običajno toplotno obdela - pasterizira, s čimer se podaljša predvsem mikrobiološka trajnost piva. Leta 1999 je Pivovarna Laško zgradila novo polnilno halo z najsodobnejšimi linijami za polnjenje nepovratnih steklenic, pločevink in vode v PET embalažo. V zadnjih desetih letih smo deloma posodobili še linijo za povratno stekleno embalažo in vgradili najsodobnejšo linijo za polnjenje sodov. Sočasno je pivovarna povečala in posodobila tudi tlačno klet s programsko vodenim čiščenjem tlačnih tankov in linij.

### **3 O obvladovanju tehnoloških procesov**

Dandanes ko v popolni globalizaciji sveta konkurenčnost v večini industrijskih panog nikjer več ni lokalnega značaja in konkurenca ni vezana na ožje območje ampak na ves svet, obvladovanje tehnoloških procesov ni več prednost pred konkurenco, ampak pogoj za obstanek na tržišču.

Lahko bi rekli, da za obvladovanje tehnoloških procesov potrebujemo predvsem tehnološko znanje, vendar je danes poleg tega potrebno še interdisciplinarno povezovanje številnih strok in znanosti.

Zakaj pravzaprav govorimo o konkurenčni prednosti, ko pa bi naj prav obvladovanje tehnoloških procesov bilo nekaj samoumevnega, če gospodarska družba želi obstati in se razvijati?

Čeprav zveni nenavadno, so tehnološki procesi v proizvodnji piva izredno prepleteni biotehnološki postopki, ki jih je večkrat precej zahtevno nadzirati in obvladovati. Konec koncev imamo opravka z živim organizmom – pivsko kvasovko, ki že v minimalno spremenjenih pogojih proizvaja precej različne proizvode fermentacije. In če so kolegi vinarji znali mit o

neponovljivosti šarž ponuditi trgu kot primerjalno prednost, je percepcija končnih potrošnikov v primeru piva precej drugačna. Pravzaprav niti ni toliko pomembno zagotavljanje najvišje kakovosti, temveč zagotavljanje konstantnega okusa, konstantnega videza in nespremenljive kakovosti kot celote. To pripisujemo premajhnemu poznavanju tehnoloških procesov v proizvodnji piva, kjer je proizvodnja ključne trdne surovine – slada, večkrat povsem izvzeta iz zgodbe o nastanku piva. Ječmen kot kmetijski pridelek je prav tako kot drugi pridelki podvržen vsem vremenskim in geografskim vplivom, da o hmelju sploh ne govorimo.

Sledi logično vprašanje: kaj sploh lahko popolnoma obvladujemo? Če to niso surovine in kvasovka, so to lahko vsaj tehnološki procesi. In pri tem nam v veliki meri lahko pomaga avtomatizacija tehnoloških postopkov in računalniško vodenje proizvodnih procesov.

Avtomatizacija proizvodnje v osnovi pripomore k večji produktivnosti in znižanju stroškov, obenem pa prinaša večjo natančnost in lažjo sledljivost ter kontrolo v proizvodnji. Ena največjih prednosti je zanesljivost, saj stroj dela ves delovnik popolnoma enako, česar človek ne zmore. Tako se možnost napak zmanjša na minimalni nivo in postane odvisna predvsem od lastnosti oziroma morebitnih nepravilnosti v materialih.

Kljub temu pa mora biti obseg in način avtomatizacije načrtovan smotrno glede na izdelek in obseg proizvodnje. Pomembno je, da bo končni izdelek s pomočjo avtomatizacije cenejši, saj se morajo stroški avtomatizacije, ki so lahko tudi precej visoki, vrniti v nekem razumnem roku. V današnjem času uporabljamo poleg izračuna donosnosti investicij (ROI) tudi

izračun stroška lastništva investiranih sredstev v celotni življenjski dobi opreme ( TCO – Total Cost of Ownership ).

Vsa moderna in mednarodno usmerjena podjetja iščemo svoje konkurenčne prednosti tudi v avtomatizaciji lastnih proizvodnih postrojenj, saj s tem pridobimo višjo kakovost izdelkov, povečamo proizvodne zmogljivosti in zmanjšujemo možno število napak na minimum.

Pravzaprav se lahko vprašamo ali bi brez vlaganja v avtomatizacijo tehnoloških procesov danes sploh še lahko poslovali? Kar lahko z gotovostjo trdimo je, da zagotovo ne bi bili konkurenčni, da bi stroški porabe surovin in energentov bili bistveno manj obvladljivi, da bi strošek dela bil tudi za 100% višji in da bi zagotavljanje konstantne kakovost proizvodov predstavljala veliko težavo. Vendar ne moremo mimo vprašanja ali je stopnja avtomatizacije, ki je integrirana v Pivovarni Laško dovolj, da lahko govorimo o določeni konkurenčni prednosti ?

Začetki avtomatizacije v Pivovarni Laško segajo v sedemdeseta leta prejšnjega stoletja, ko smo pričeli z avtomatizacijo sistemov za pranje fermentorjev. Prvi res pomemben korak k avtomatizaciji procesov pa je bila avtomatizacija energetike – kotlovnice in hladilnega sistema v osemdesetih letih, kar je, ne le za slovenske razmere, predstavljala pomemben korak k polnemu obvladovanju energetskih sistemov in omogočila nadzor procesov brez prisotnosti osebja. Kljub temu, da je bilo finančno poslovanje družbe v zadnjih letih že precej oteženo, je bila izvedena popolna posodobitev procesov in nadgradnja avtomatizacije..

Obdobje konec osemdesetih let pomeni za Pivovarno Laško pričetek prenove tehnoloških

procesov. Prvi korak pomeni izgradnja nove, avtomatizirane varilnice, ki je bila v sredini devetdesetih prenovljena z novo procesorsko tehniko in nadgrajena z vizualizacijo na osnovi Siemensovega software-a WIN CC. Sledila je izgradnja povsem novih vrečno-zorilnih kleti, kjer je bilo v sedmih letih postopno vgrajenih več kot petdeset cilindro-koničnih fermentorjev s kapacitetami od 500 do 4000 hl, instalirana je bila nova filtracijska linija, na prelomu tisočletja pa je bil postavljen še nov skladiščno-polnilni objekt, kamor so vgrajene najsodobnejše polnilne linije.

V zadnjih desetih letih smo z optimiranjem proizvodnih procesov ter vlaganjem v okoljske in energetske projekte uspeli zmanjšati predvsem specifične porabe energentov in vode ter dosegli optimalno izrabo skladiščnih prostorov ter obrat zalog v proizvodnji. Vse procese smo podprli z najsodobnejšo procesorsko tehniko, ki bazira na Siemensovih PLC, povezanih v matriko mrež, ki se med sabo logično povezujejo po posameznih področjih proizvodnje. Za vizualizacijo procesov smo uporabljali iFIX in FIX DMACS ( takrat še od firme Intellution, danes GE Fanuc ) ter WIN CC podjetja Siemens. Z uporabo standardne uporabniške platforme Windows NT smo dosegli stabilno delovanje in uporabniku prijazno programsko okolje, kjer so lahko pivovski strokovnjaki namesto mehanskega začeli uporabljati programsko orodje.

Če govorimo o avtomatizaciji procesov v pivovarstvu kot danes nujni osnovi za konkurenčnost, pa je transformacija današnje Pivovarne Laško iz nekoč praktično cehovsko urejene in skromno opremljene pivovarne imela vseeno nekaj posebnosti. V zadnjih 25 letih se je razen osnovnih tehnoloških procesov zamenjala praktično vsa tehnična oprema, potrebna za

sodobno proizvodnjo piva, pri čemer smo se uspešno ognili vsem pastem hkratne modernizacije proizvodnje in ohranjanju standardnih tehnoloških postopkov, receptur in okusa piva.

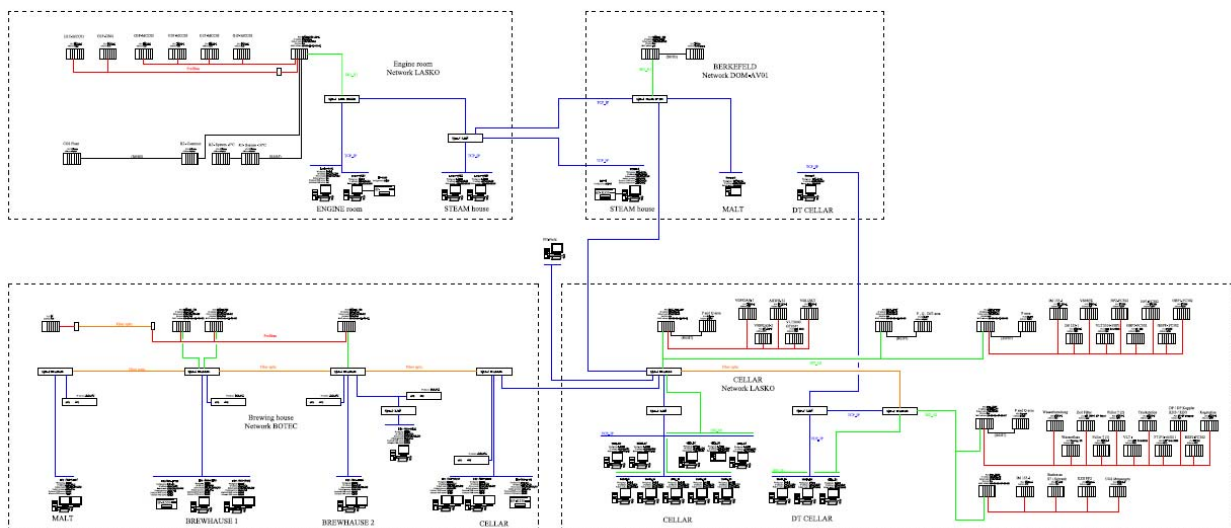
Pogosto je prenova proizvodnje izredno zahteven proces, še posebno v sezonskih (poletnih mesecih), ko je zagotavljanje zadostne količine končnih proizvodov bistvenega pomena.

Kljub avtomatizaciji procesov z ohranjanjem tehnološke kulture in znanja starih pivovarjev uspešno ohranjamo odnos do proizvodnje piva. Velika nevarnost, ki jo je moč opaziti predvsem pri nekajkrat večjih konkurentih, je pomanjkljivo ohranjanje tehnološkega znanja in praktičnega zavedanja kaj se dogaja s posameznimi tehnološkimi procesi. Tako postane proizvodnja

piva nekakšna brezosebna industrija, kjer ni prostora za zgodbe, kot jih poznajo vinarji in kjer se avtomatizacija procesov ne razume več kot le zamenjava orodja, temveč kot vizualizacija fiktivnega procesa pretakanja tekočin med eno in drugo posodo.

Dobro načrtovan in nadzorovan proizvodni proces pomeni danes veliko konkurenčno prednost, saj lahko načrtujemo poslovanje z minimalnimi zalogami in to v točno določenem času. Moderne tehnologije so nam pri tem v dodatno pomoč.

Procesi in naprave v industrijskem okolju potrebujejo računalniške sisteme, ki jih upravljajo v odvisnosti od vgrajenih algoritmov, stanj v okolju ter zahtev operaterjev.



Slika 2: shema krmilnikov v proizvodnji piva

Dober sistem računalniškega vodenja procesov prinaša uporabnikom številne prednosti:

- Ponovljivo in predvidljivo obnašanje procesov,
- boljši nadzor nad dogajanjem,
- višjo učinkovitost procesov,
- boljšo kakovost proizvodov,
- lažje odkrivanje in odpravo napak in
- bolj učinkovito vzdrževanje.

Sistem avtomatizacije in računalniškega vodenja je običajno zgrajen iz programabilnih logičnih krmilnikov (PLC), periferne opreme (senzorji in aktuatorji) in nadzornega sistema, ki običajno predstavlja vmesnik med procesom oziroma napravo in človekom. Nemalokrat se zgodi, da je sistem avtomatizacije potrebno nadgraditi še z orodji informacijskih tehnologij ter na ta način zagotoviti izdelavo poročil, obvladovanje receptur ali analizo meritev. Dober sistem zahteva uporabo kakovostnih komponent in sposobnega inženirja, ki razume tako tehnološki proces, ki ga je potrebno avtomatizirati, kot tudi pristope k programiranju, zagonu, testiranju in validiranju sistemov, včasih pa tudi informacijske tehnologije.

#### **4 Učinki obvladovanja tehnoloških procesov**

Če primerjamo učinek avtomatizacije na končno kakovost proizvodov, lahko ugotovimo, da je z doseganjem konstantnosti končnih proizvodov dosežen poglavitni atribut, ki ga Pivovarna Laško kot proizvajalec mora zagotavljati do končnega potrošnika. Lahko trdimo, da gre za vstopni parameter na trgu piva. Oportunitetni strošek nedoseganja konstantne

kakovosti bi lahko izmerili kot izgubo tržnega deleža. V zadnjih petih letih je Pivovarna Laško zvišala produktivnost dela na evropski pivovarski benchmark v višini 3500 hl na zaposlenega. Tudi dodana vrednost na zaposlenega se je v zadnjih desetih letih povzpela preko 65.000 do maksimalnih 90.000 €. Za primerjavo je potrebno dodati primerljivo vrednost pri korporaciji Heineken, kjer je najvišja dodana vrednost na zaposlenega bila 76.000 €, pri korporaciji Carlsberg pa 62.000 €. V povprečju ima pivovarska branža med 45.000 in 50.000 € dodane vrednosti na zaposlenega.

Poleg finančnih učinkov avtomatizacije pa je gotovo pomemben tudi socialni in varnostni vidik, kjer uspeta avtomatizacija in robotizacija zamenjati težka, nevarna in monotona dela v proizvodnji.

Seveda so tudi v avtomatizaciji procesov in obvladovanju tehnologij določene omejitve, kjer se je potrebno vprašati ter z izračuni argumentirati ali stroški investiranja v avtomatizacijo ne presegajo donosnosti investicije v določenem časovnem obdobju.

Čeprav velja splošno prepričanje, da avtomatizacija zvišuje število brezposelnih, je v zadnjem desetletju dokazan pozitiven makroekonomski učinek avtomatizacije, ki je generator splošne gospodarske rasti. V številnih pogledih je prav avtomatizacija bistveno prispevala k rasti življenjskega standarda in hkrati ni povzročala strukturne nezaposlenosti. Glavni razlog za to je v dejstvu, da je morebitna izguba delovnih mest v določeni branži bila bistveno presežena z generiranjem delovnih mest z višjo dodano vrednostjo v drugih industrijskih branžah.

Z doseganjem uravnoveženosti med avtomatizacijo proizvodnje in dejanskim obvladovanjem tehnoloških procesov, kjer je potrebno upoštevati predvsem specifično znanje in izkušnje zaposlenih, je mogoče doseči odličnost v kakovosti proizvodov, izboljšati

učinkovitost proizvodnih procesov in ob pravilni implementaciji avtomatizacije zvišati zadovoljstvo zaposlenih.

Viri : arhiv Pivovarne Laško, d.d.