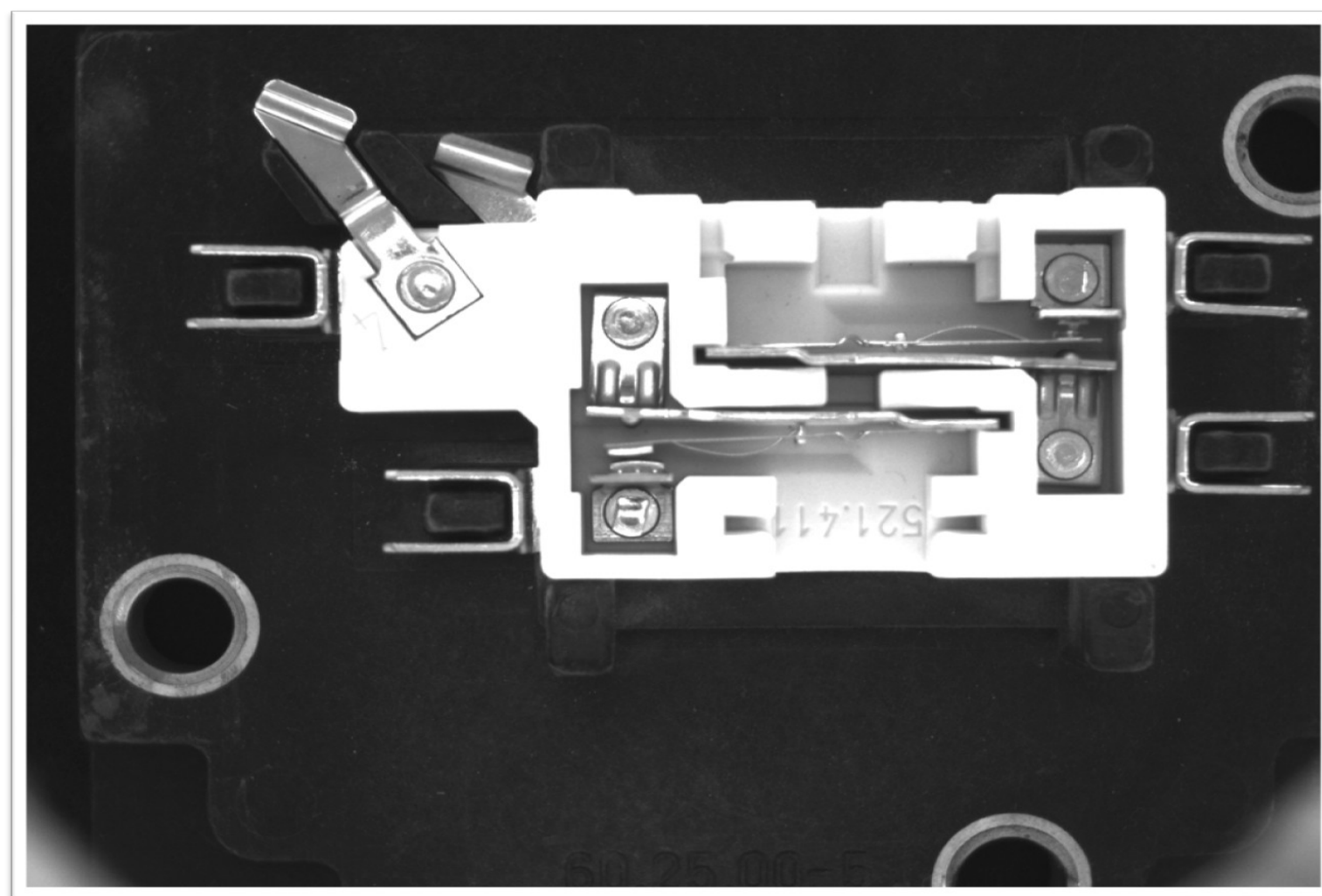


1 Uvod

Vizualna kontrola proizvoda metodama računalnog vida pogoduje industrijskim okruženjima zbog svoje sigurnosti i pouzdanosti, te mogućnosti fleksibilnog automatiziranja. Rad se sastoji od teorijskog i praktičnog dijela, te je prototip implementiran i testiran u industrijskom okruženju.

2 Opis problema

Oblikovati i implementirati modul za vizualnu inspekciju sa ciljem provjere ispravnosti regulatora topline, koji se iz dijelova, sastavljaju na proizvodnoj liniji. Regulatori topline su industrijske komponente koje se ugrađuju u brojne kućanske aparate i kao takvi podliježu strogim standardima kvalitete.

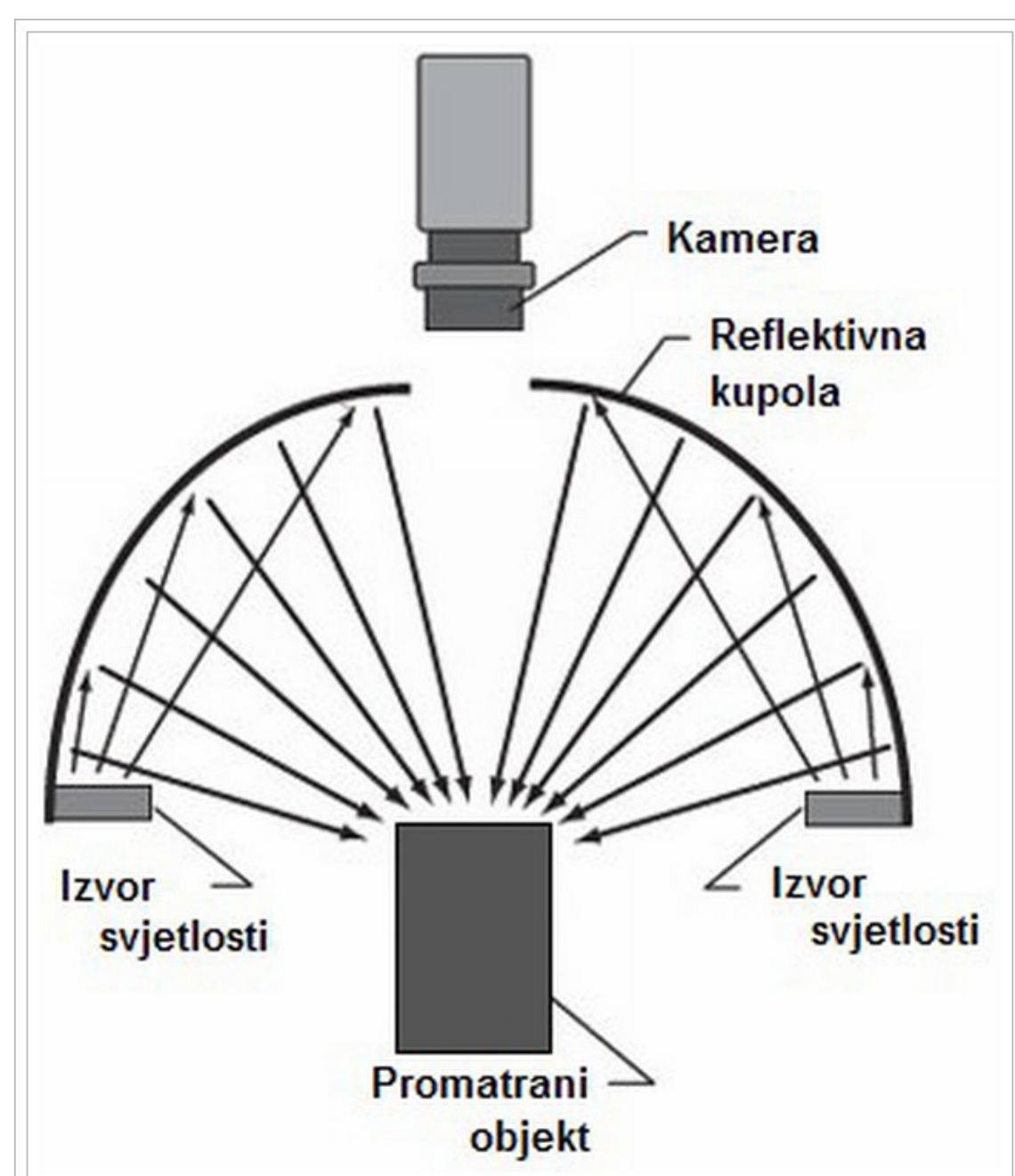


Primjer ispravnog regulatora topline

Za svaki element se provjerava:

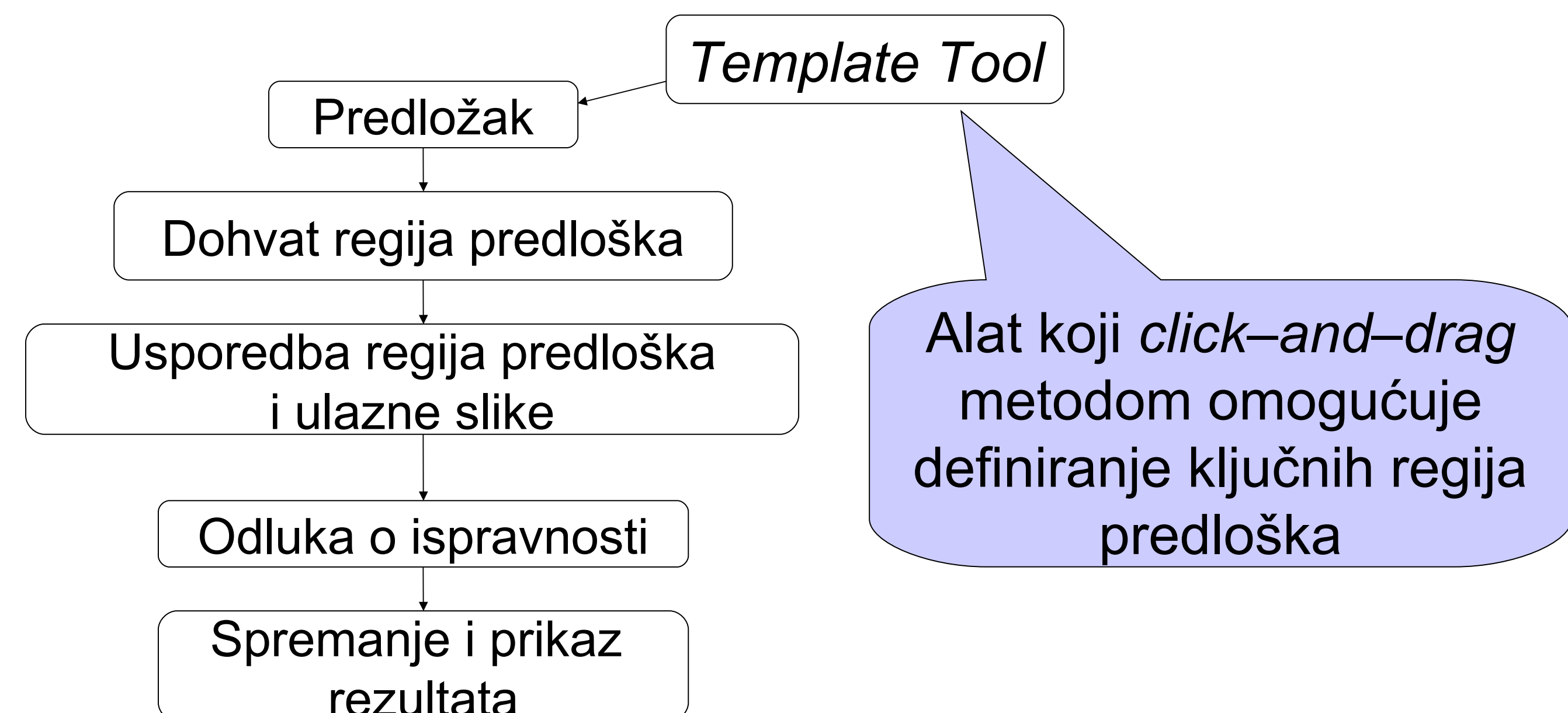
- svi dijelovi su umetnuti
- svi su umetci na pravom mjestu

3 Metoda



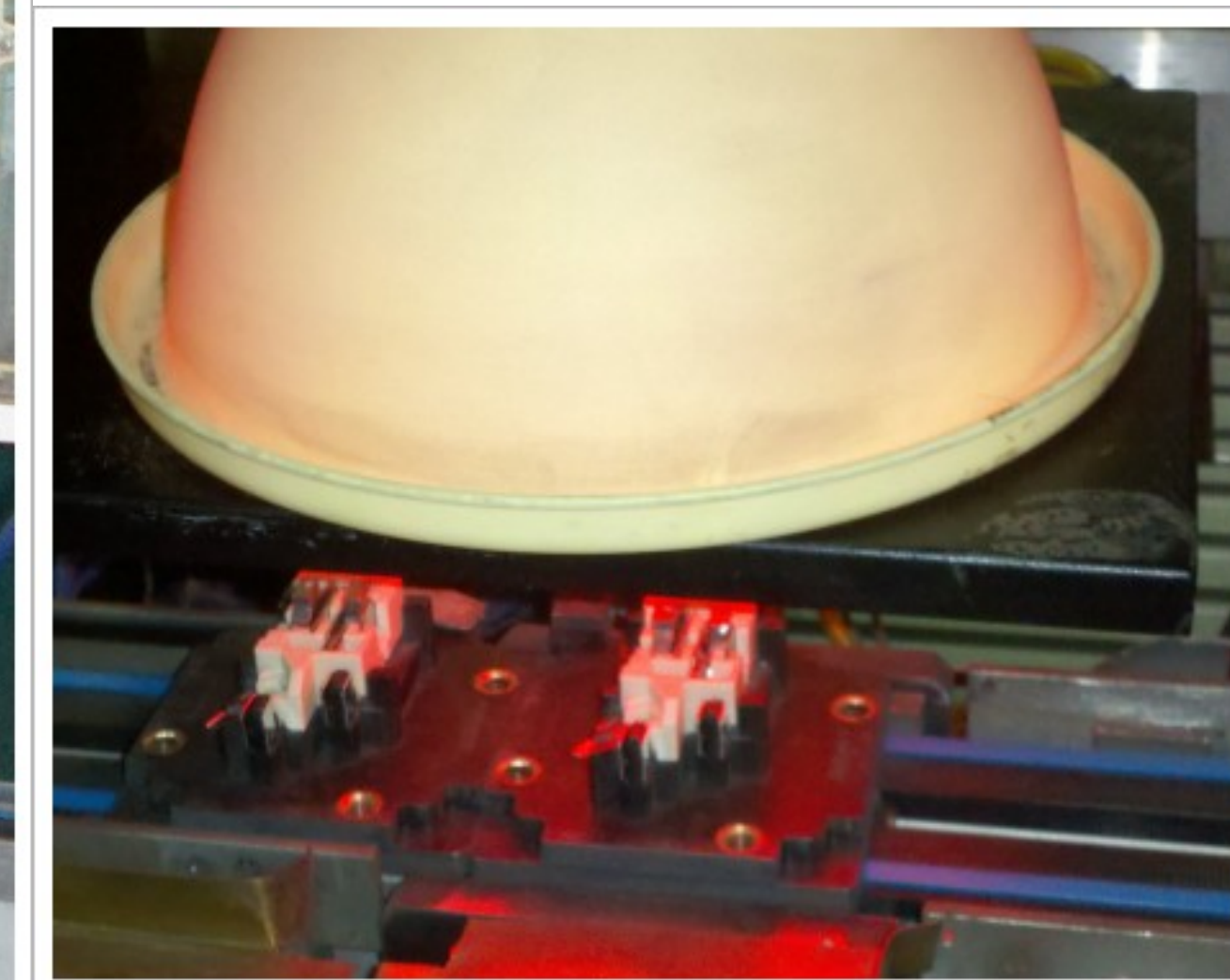
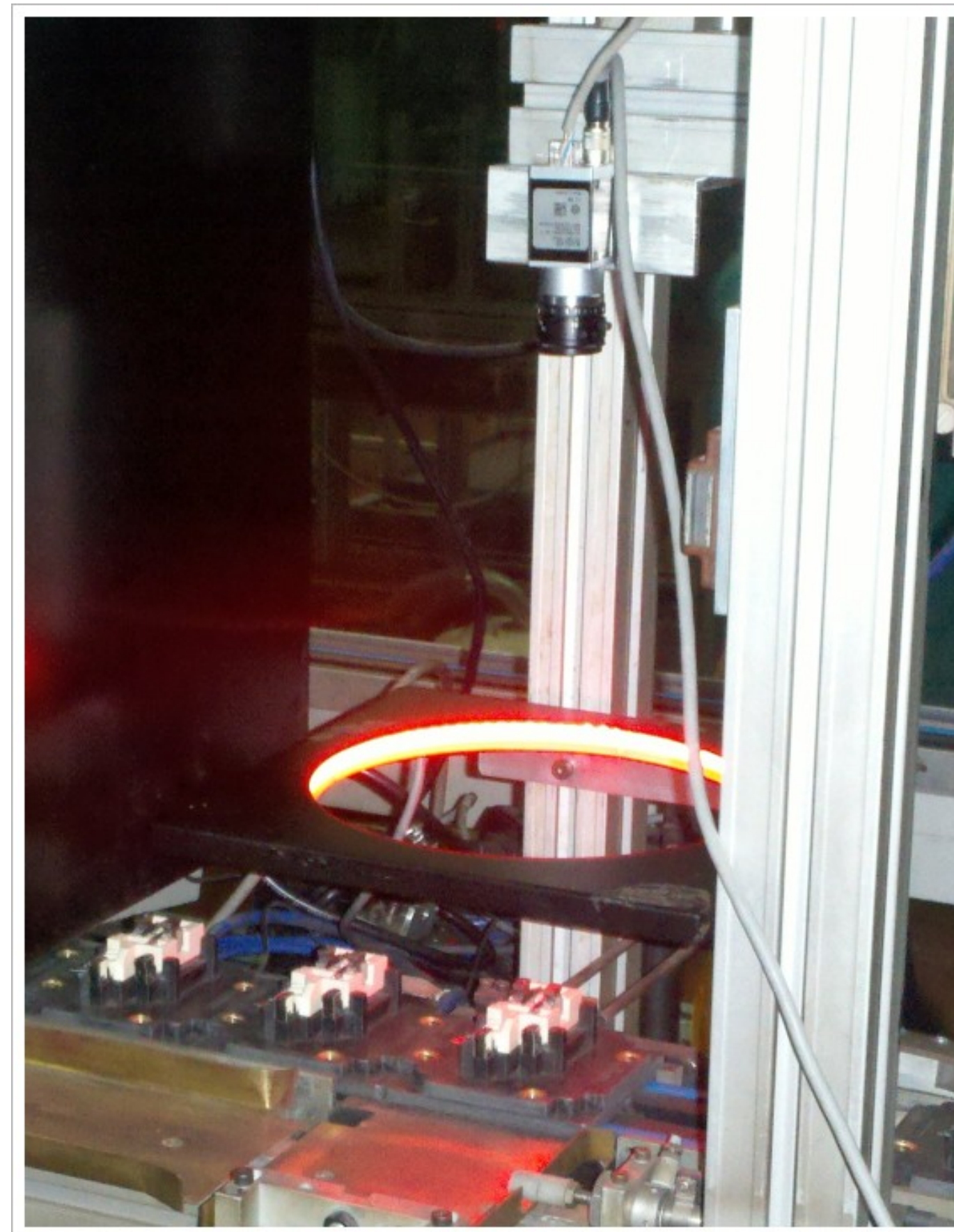
Proizvodi su snimani na pokretnoj traci, pomoću industrijske kamere i uz kružno LED osvjetljenje.

Ostvareno programsko rješenje implementira analizu slike bez prethodne segmentacije značajki. Broj tipova proizvoda je malen, pa se za svaki proizvod definira predložak.



Uspoređivanje regija se vrši *template matching* metodom. Prag za metodu je dobiven statističkom analizom. Korištena ocjena podudarnosti je *normalizirana kros-korelacija*.

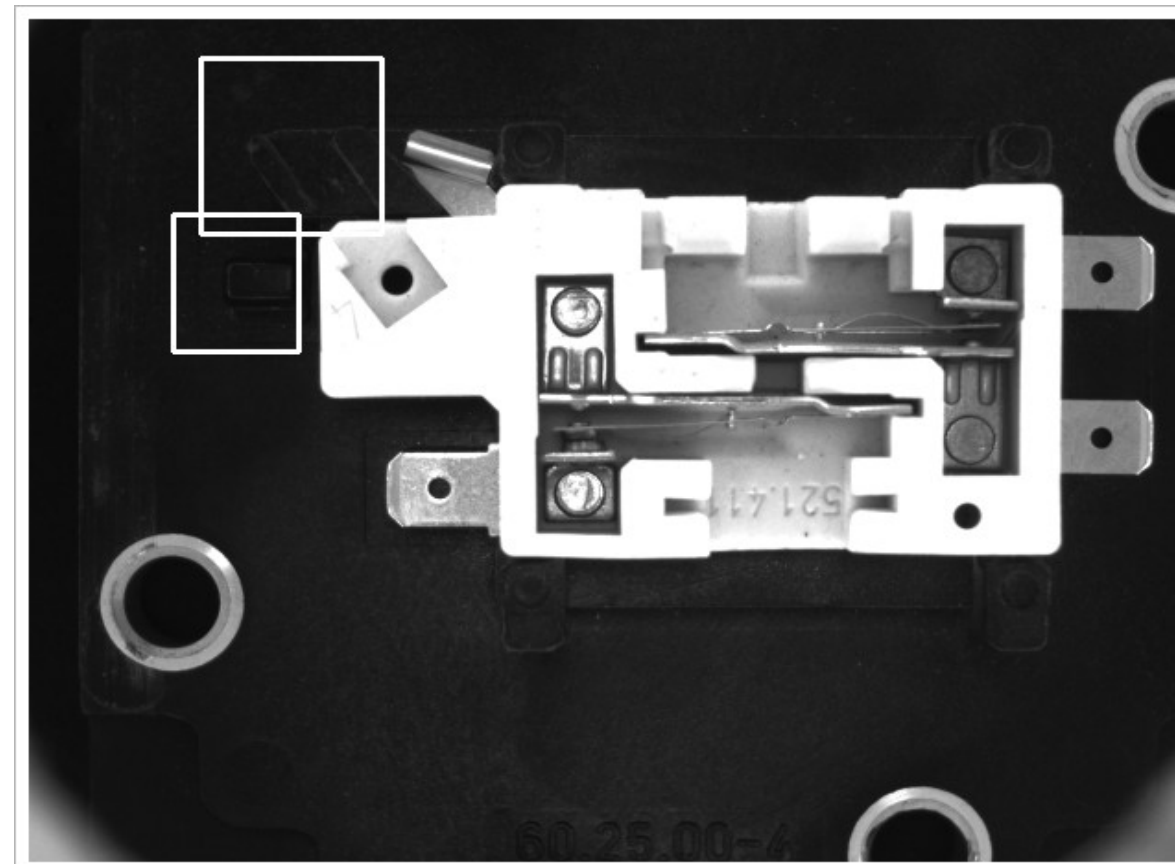
$$\frac{\sum_{(i,j) \in W} I_1(i,j) \cdot I_2(x+i, y+j)}{\sqrt{\sum_{(i,j) \in W} I_1^2(i,j) \cdot \sum_{(i,j) \in W} I_2^2(x+i, y+j)}}$$



Slike sustava u postrojenju

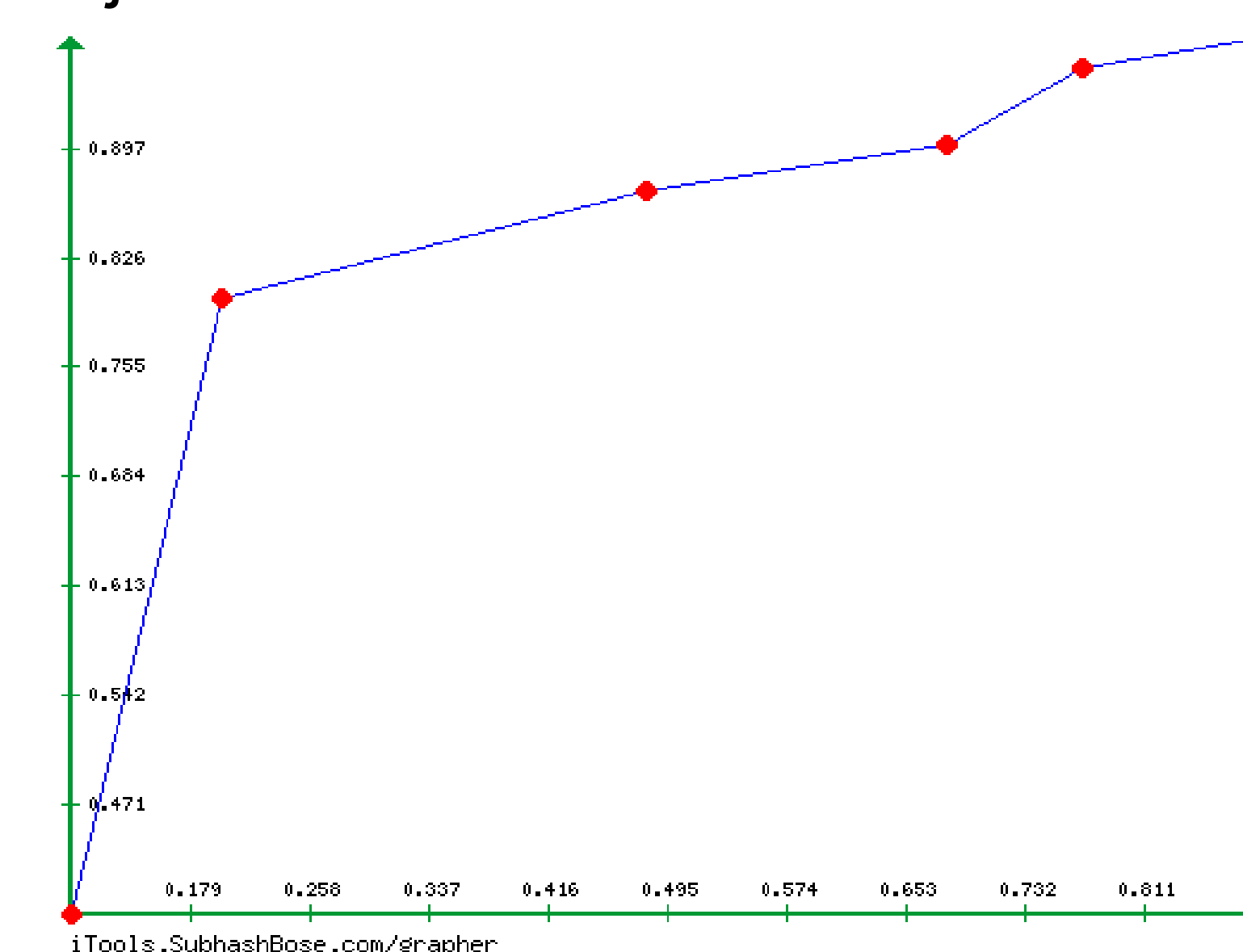
4 Rezultati

Implementirani sustav uspunjava zahtjeve i predlaže metodu za analizu koja se zasniva na računanju podudarnosti sa uzorkom. Uzorak je slika posve ispravnog regulatora topline i informacijska struktura koja se izrađuje intervencijom operatera. Metoda dozvoljava jednostavnu definiciju novih proizvoda, bez potrebe za programiranjem novih funkcija.



Rezultat analize; Na slici su označene regije gdje umetak nedostaje

Vrijeme zaustavljanja proizvoda na traci je ograničeno i velik dio se utroši na mehaničke dijelove analiza mora biti brza. Implementiranim algoritmom postiže se brzina obradbe po slici manja od 20 ms.

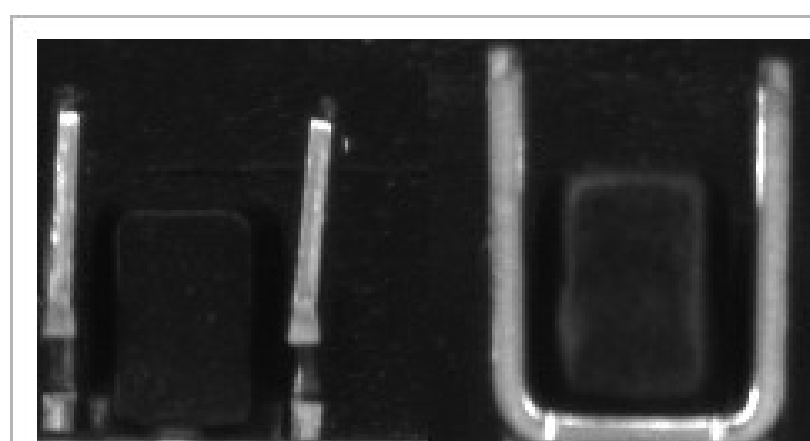


ROC krivulja implementirane metode

ROC krivuljom se opisuje kvaliteta algoritma za analizu. Čini je odnos FPR (*false positive rate*) i TPR (*true positive rate*). Algoritam je bolji što je krivulja više pomaknuta u lijevi ugao i što dalje od $x = y$ pravca ("bacanje novčića").

5 Zaključak

Najveća mana sustava je nedovoljna robusnost metode za analizu. Koristi se jedna ocjena na temelju koje se ne može ispravno odlučiti u svim slučajevima (umetci su sličnog oblika). Implementacija dodatnih mjera bi povećala točnost analize.



Algoritam za ovaj slučaj ne daje korisnu ocjenu