

# **RAZVOJ HEURISTIKA ZA RJEŠAVANJE PROBLEMA RETROGRADNE ŠAHOVSKE ANALIZE**

**SEMINAR ZA FORMALNE METODE I PRIMJENE**

**Dr. sc. Marko Maliković**

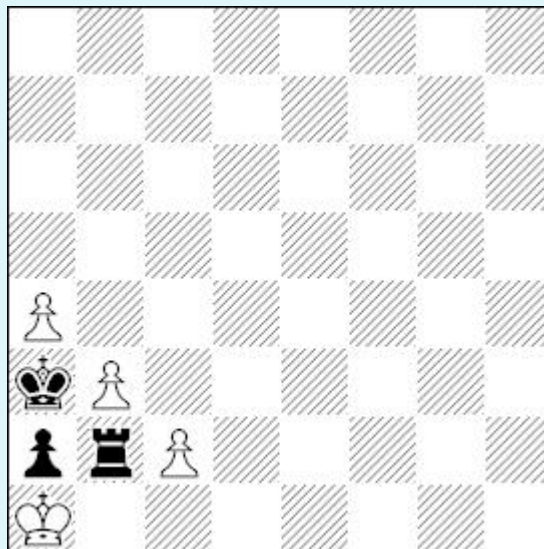
**Filozofski fakultet u Rijeci**

**17. XII. 2008.**

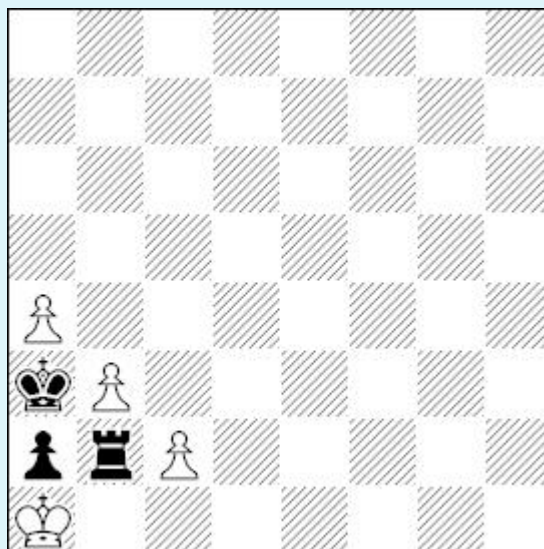
# Retrogradna šahovska analiza

- Retrogradna šahovska analiza sastoji se u primjeni strogog deduktivnog zaključivanja da bi se na temelju zadane šahovske pozicije i pravila šahovske igre otkrile određene informacije o povijesti te pozicije odnosno o potezima koji su do te pozicije doveli

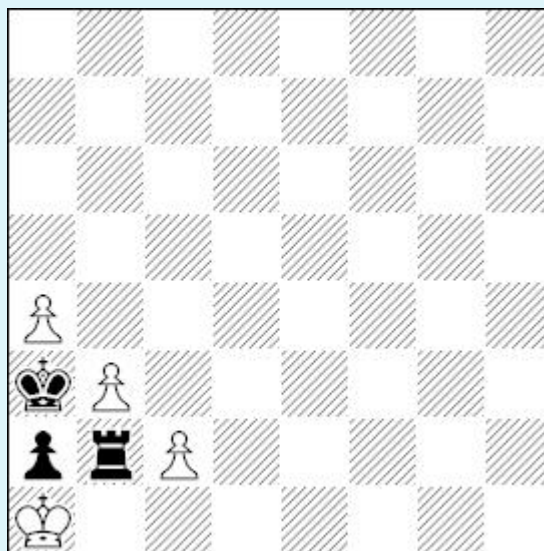
# Koji je bio posljednji potez?



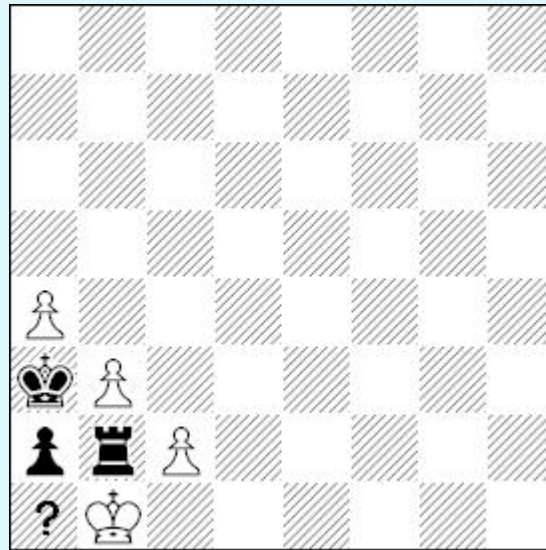
# Pretpostavka: Crni je na potezu



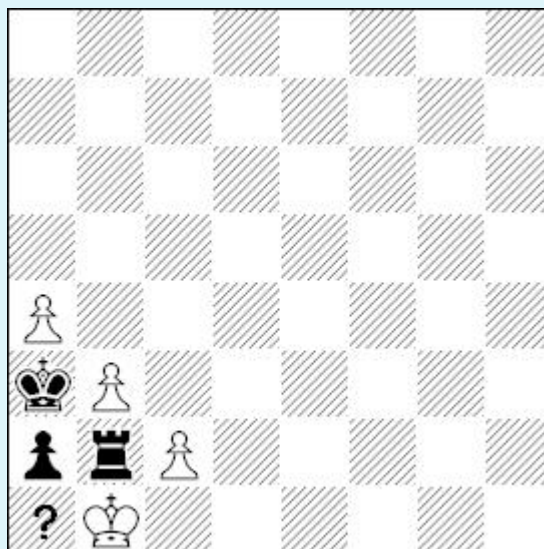
Dakle: Posljednji potez je odigrao bijeli



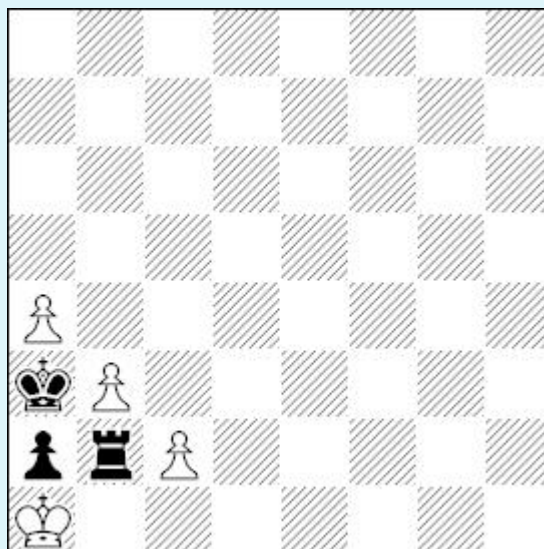
Jedini mogući potez je bijelim kraljem s *a2* na *a1* s tim da se je na *a1* možda nalazila neka crna figura



Ne postoji potez crnoga koji dovodi do trenutne pozicije

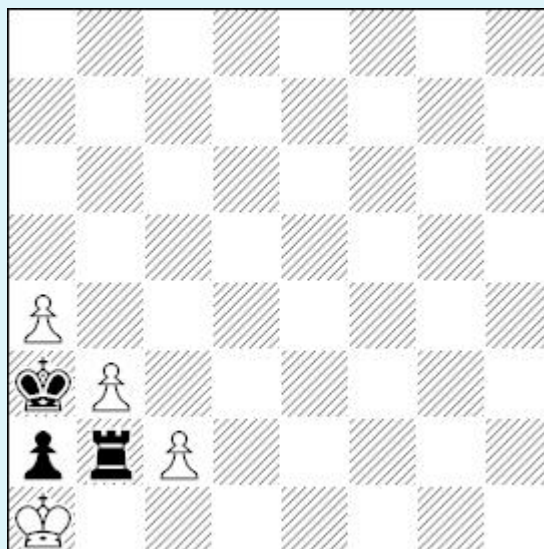


Dakle: Bijeli je na potezu

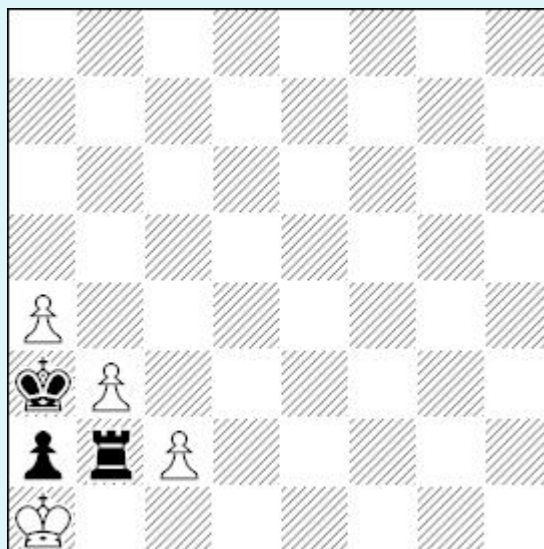




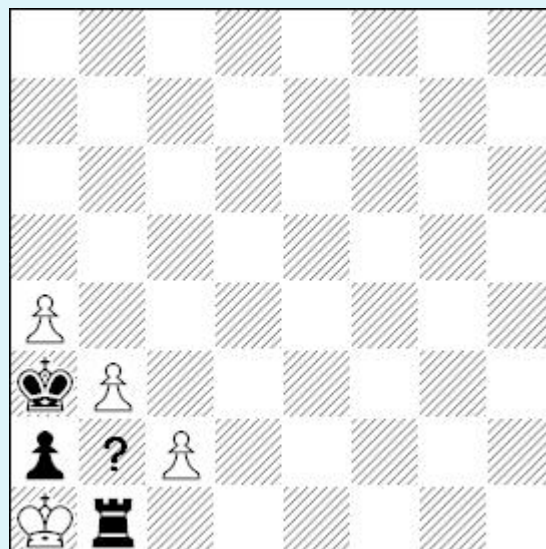
Dakle: Posljednji potez je odigrao crni



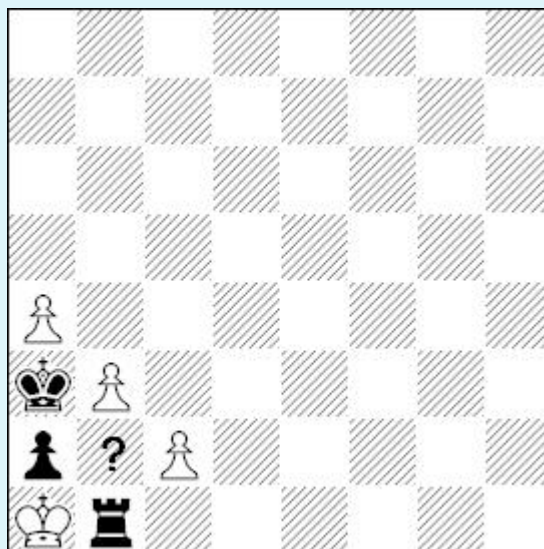
# Pješakom očito nije igrao



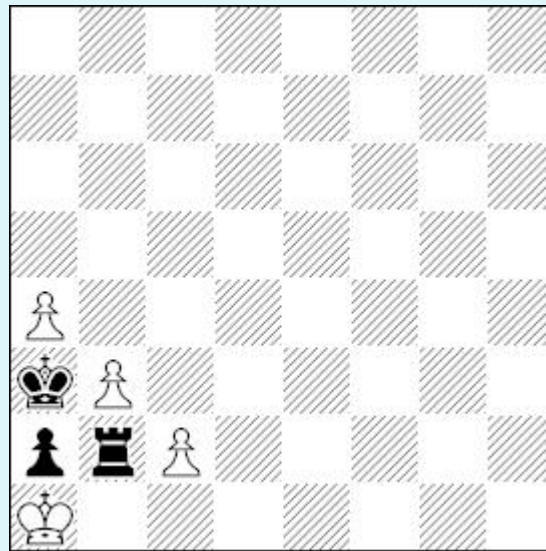
Pretpostavka: Igrao je topom s tim da se je na polju *b2* možda nalazila neka bijela figura



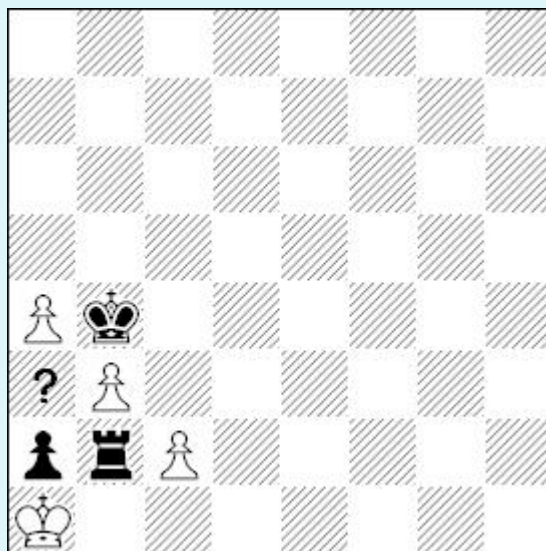
# Bijeli nije mogao sam sebi dati šah



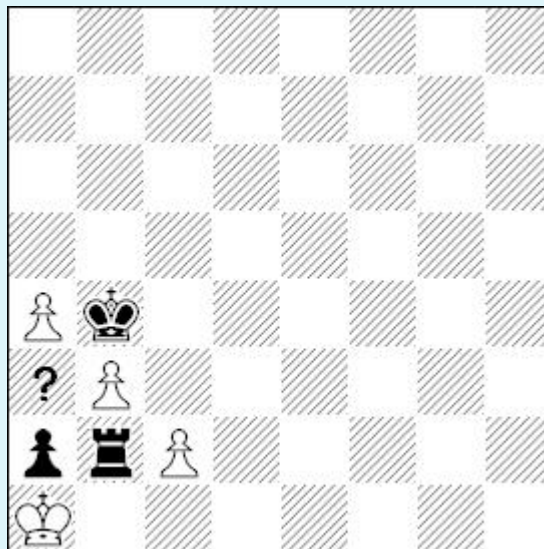
Dakle: Crni je igrao kraljem



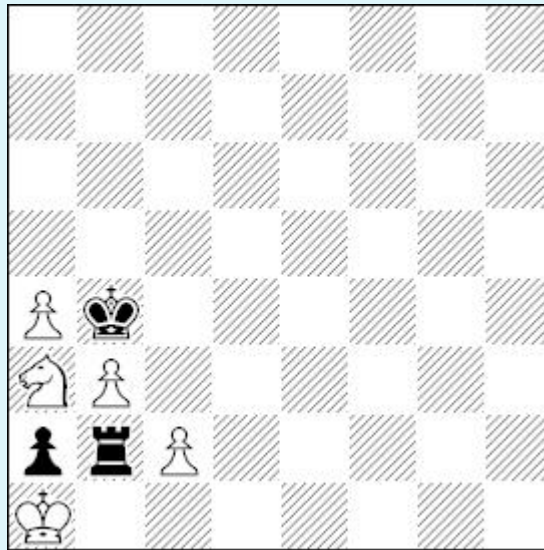
Dakle: Jedino polje s kojeg je mogao doći na a3 je b4  
s tim da se je na a3 možda nalazila neka bijela figura



Koja je figura bila na polju *a3*?

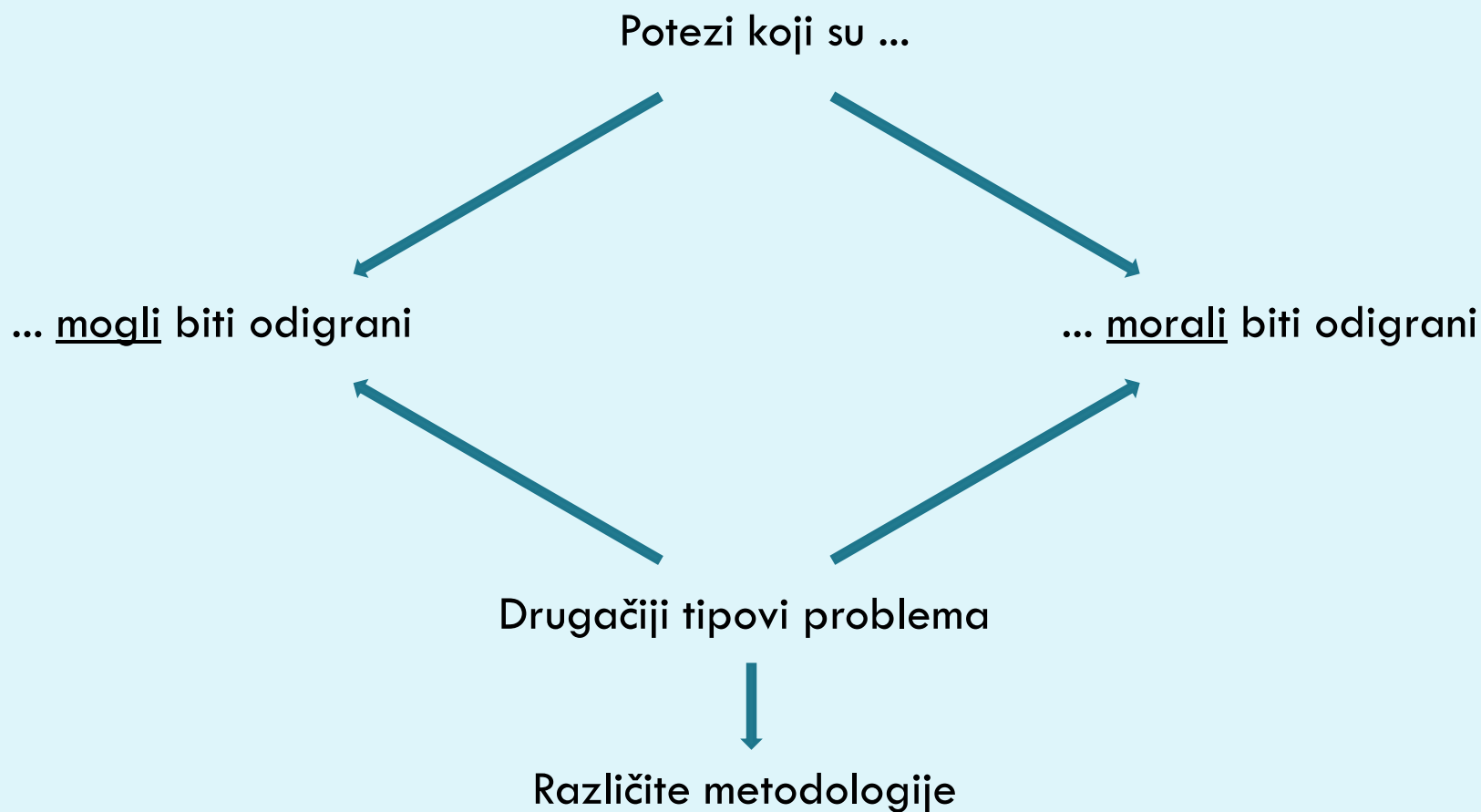


Jedina mogućnost: Na polju *a3* bio je bijeli skakač!





# Retrogradna šahovska analiza



# Retrogradna šahovska analiza

Područje strogog deduktivnog zaključivanja



Pogodna uporaba sustava za deduktivno dokazivanje  
tvrđnji (Coq)

# Retrogradna šahovska analiza

Područje sa velikim prostorom mogućih poteza i pozicija



Potrebno je razviti heuristike kojima se taj prostor može pravovremeno smanjiti i tako omogućiti rješavanje raznih tipova problema

# Coq

- Sustav za deduktivno dokazivanje tvrdnji iskazanih logikom viših redova
- Razvijen na "The French National Institute for Research in Computer Science and Control" - <http://www.inria.fr>
- Implementacija računa induktivnih konstrukcija - formalizma koji kombinira  $\lambda$ -račun i teoriju tipova
- Objective Caml - programski jezik u kojem je razvijen sustav Coq

# Okruženje RŠA u sustavu Coq čine slijedeći elementi:

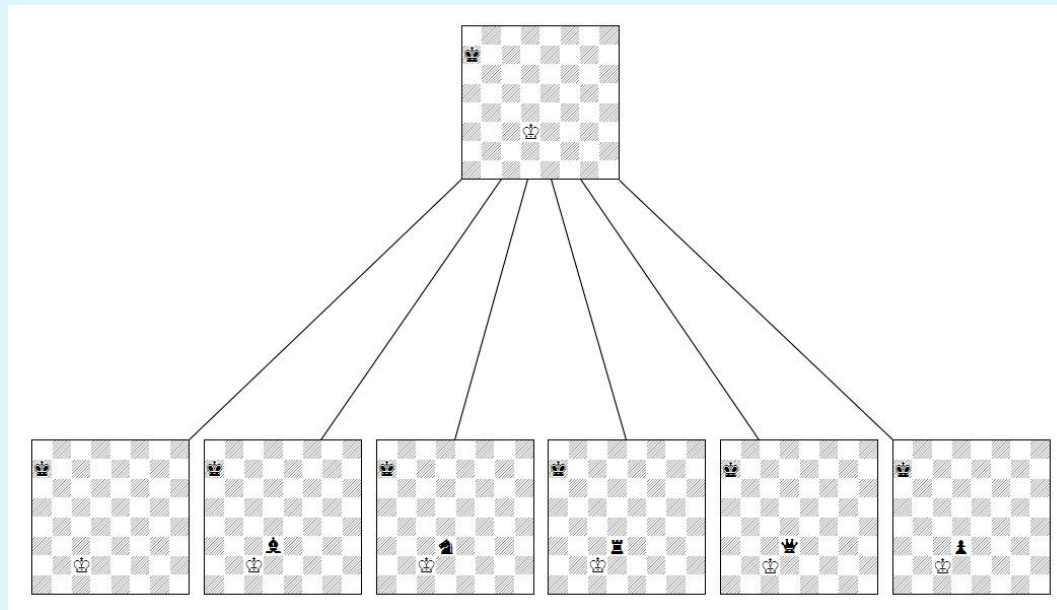
- (Induktivne) definicije tipova
  - šahovskih figura
  - boja igrača
  - ...
- Deklaracije varijabli (zadavanje tipa nekom nazivu)
- Aksiomi
- Hipoteze
  - hipoteza o položaju figura na šahovskoj ploči u nekom trenutku vremena
  - ...
- (Rekurzivne) funkcije za izračunavanje
  - novog položaja figura na šahovskoj ploči nakon odigranog retrogradnog poteza
  - šah pozicija
  - ...

# Strategije dokazivanja tvrdnji sustava Coq koje koristimo u našem sustavu za RŠA:

- Taktike
- Taktikali
- Uspoređivanje uzoraka (Pattern Matching)
- ...

# Metode izgradnje stabla mogućih retrogradnih poteza i pozicija do kojih ti potezi dovode

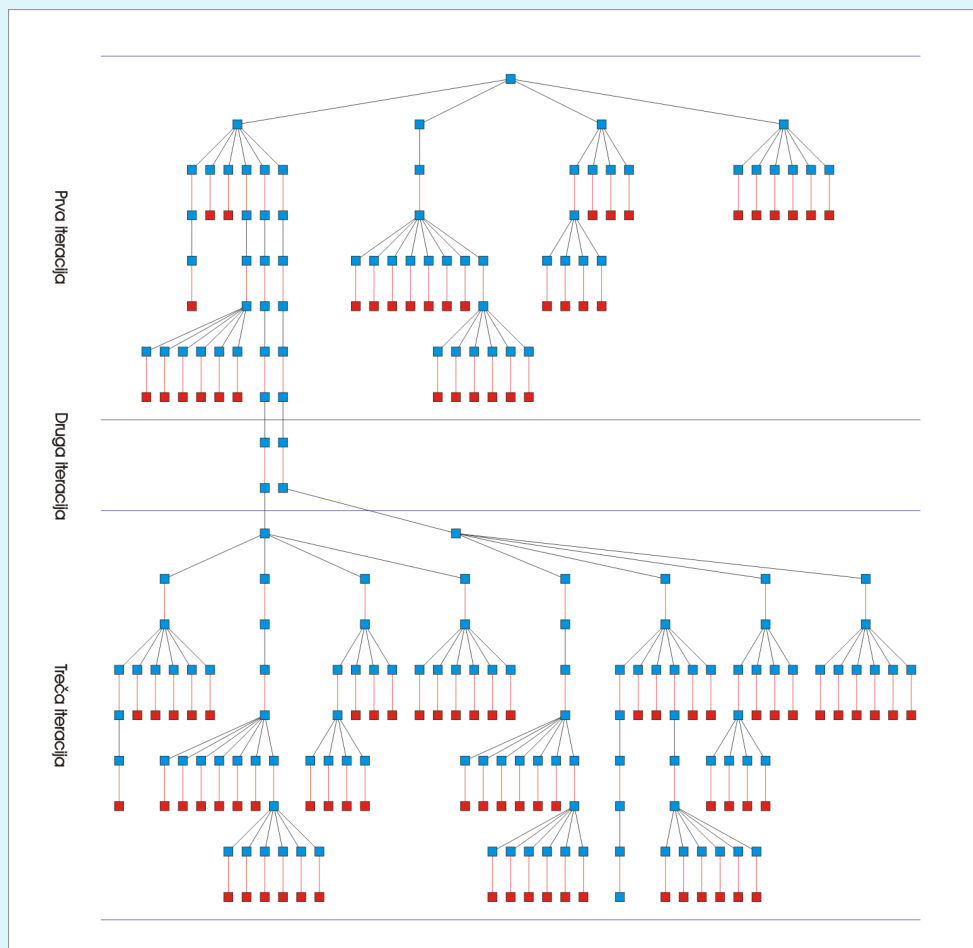
## 1. Induktivni razvoji:



## 2. Deduktivna zaključivanja:

1. o potezima koji su u određenoj poziciji morali biti odigrani
2. o nevaljanim pozicijama
3. ...

# Primjer stabla mogućih retrogradnih poteza i pozicija koji gradimo dedukcijom i induktivnim razvojinama





# Pravila o valjanosti/nevaljanosti retrogradnih šahovskih poteza

## I. Temeljna pravila:

- 1) Pravila o retrogradnom pomicanju figura
- 2) Pravila o mogućim retrogradno osvojenim figurama
- 3) Pravila o postavljanju kraljeva u šah poziciju
- 4) Pravilo o eliminaciji šah pozicije

## II. Pravila dobivena opažanjem (glavne heuristike sustava):

- 1) Pravila o forsiranim potezima
- 2) Pravila o imaginarnim šah pozicijama
- 3) Pravila o potezima koji ne mogu otkloniti određene tipove šah pozicija
- 4) Pravila o potezima koji u pozicijama s posebnim svojstvima ne mogu biti odigrani

Nakon provjere da li potezi i pozicije zadovoljavaju sva uvedena pravila:

U poziciji ne postoji niti jedan valjani retrogradni potez



Pozicija se eliminira

U poziciji postoje valjani retrogradni potezi



Izvodimo pozicije koje tim potezima nastaju i prelazimo na sljedeću iteraciju

# Tipovi problema retrogradne šahovske analize koje naš sustav rješava

- Otkrivanje niza od  $n$  poteza koji su odigrani da bi nastala zadana pozicija
- Dokazivanje nevaljanosti zadane pozicije
- Kombinacije retrogradnih i standardnih šahovskih problema:
  - ▣ Dokazivanje prava na osvajanje *en passant*
  - ▣ Dokazivanje prava na neku od rokada

# Temeljna svojstva našeg sustava

- **Potpunost** (za razliku od jedinog dostupnog sustava *Retractor* koji je nepotpun jer koristi ograničeni Depth-First algoritam pretraživanja)
- **Konzistentnost** sustava temelji se na strogoj kontroli uvedenih pravila (taktikala), trenutka u kojem se pojedini od tih taktikala primjenjuju i kontroli stanja sustava u trenutku njihove primjene
- **Heuristike** - u sustavu je implementirano više heuristika bez kojih bi sustav bio prespor ili uopće ne bi mogao riješiti zadane probleme
- **Otvorenost** - sustav je otvoren za lako ugrađivanje novih pravila koja će omogućiti rješavanje novih tipova problema

# Mogućnosti primjene retrogradne analize u drugim područjima

- Druge vrste igara:
  - ▣ Tic-Tac-Toe
  - ▣ Kartaške igre
  - ▣ ...
- Svaki sustav koji se sastoji od većeg ili manjeg broja različitih stanja i u kojem je definiran skup pravila pomoću kojih se iz jednog stanja prelazi u drugo može biti retro-analiziran u cilju:
  - ▣ Izbjegavanja nepoželjnih završnih stanja (ishoda)
  - ▣ Određivanja stanja i nizova akcija nad tim stanjima da bi se postiglo neko od poželjnih završnih stanja (ishoda)