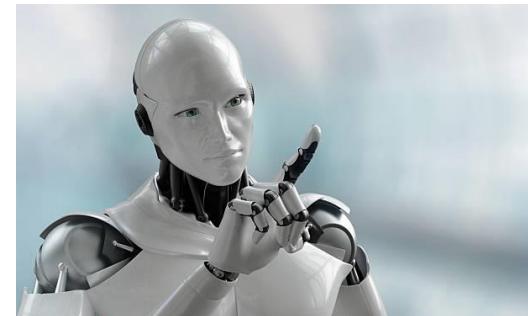


EKSPERTNI SISTEMI

Ekspertni sistemi - osnove

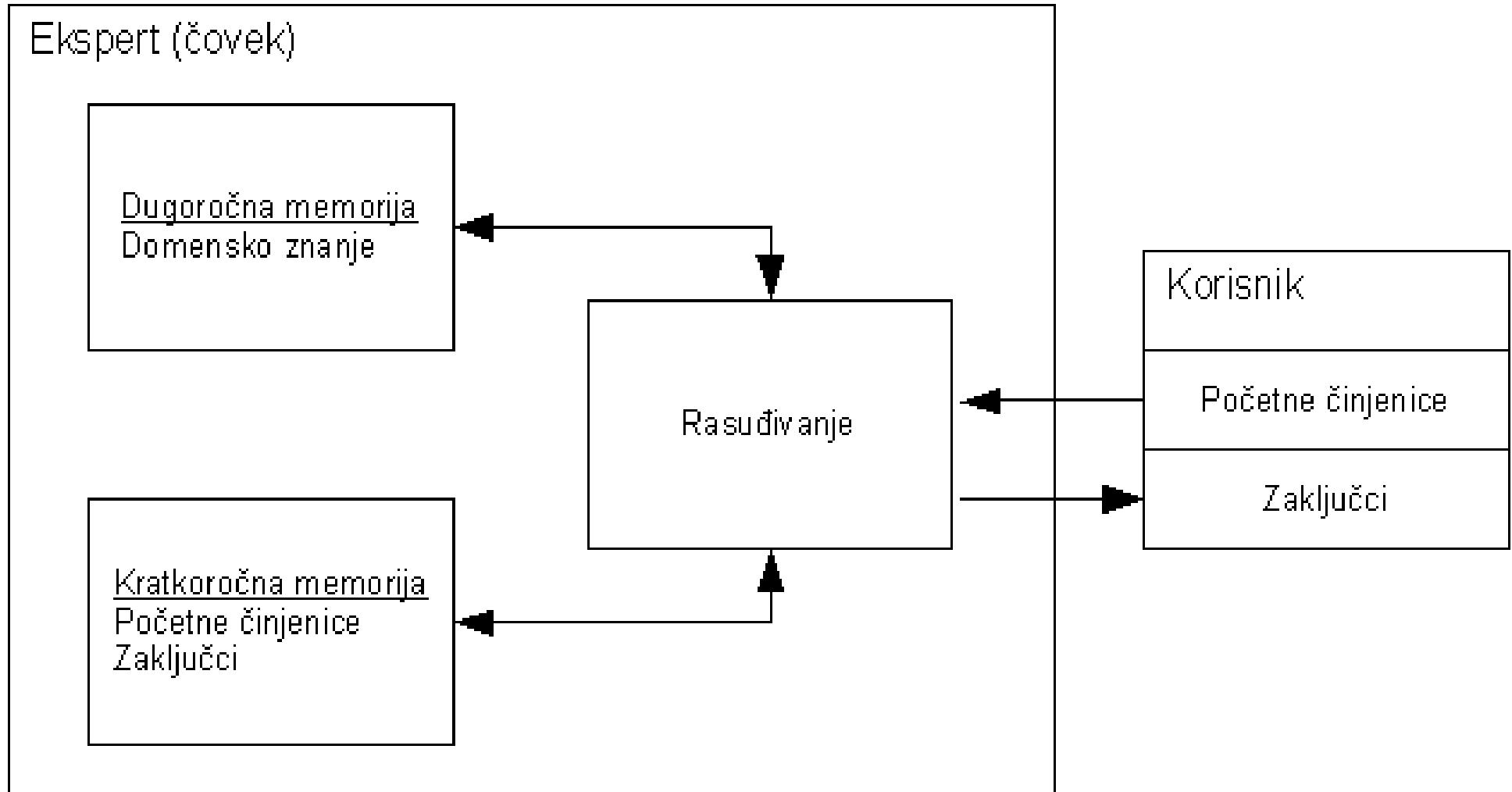
**Ekspertni sistem (ES) je
računarski program kojim se emulira rešavanje problema
na način na koji to čini ekspert (čovek)**



Ekspertni sistemi - osnove

- Da bi neki program mogao da se nazove ES, on mora da:
 - sadrži *ekspertsко znanje* iz neke oblasti
 - omogućava *automatizovano rezonovanje*

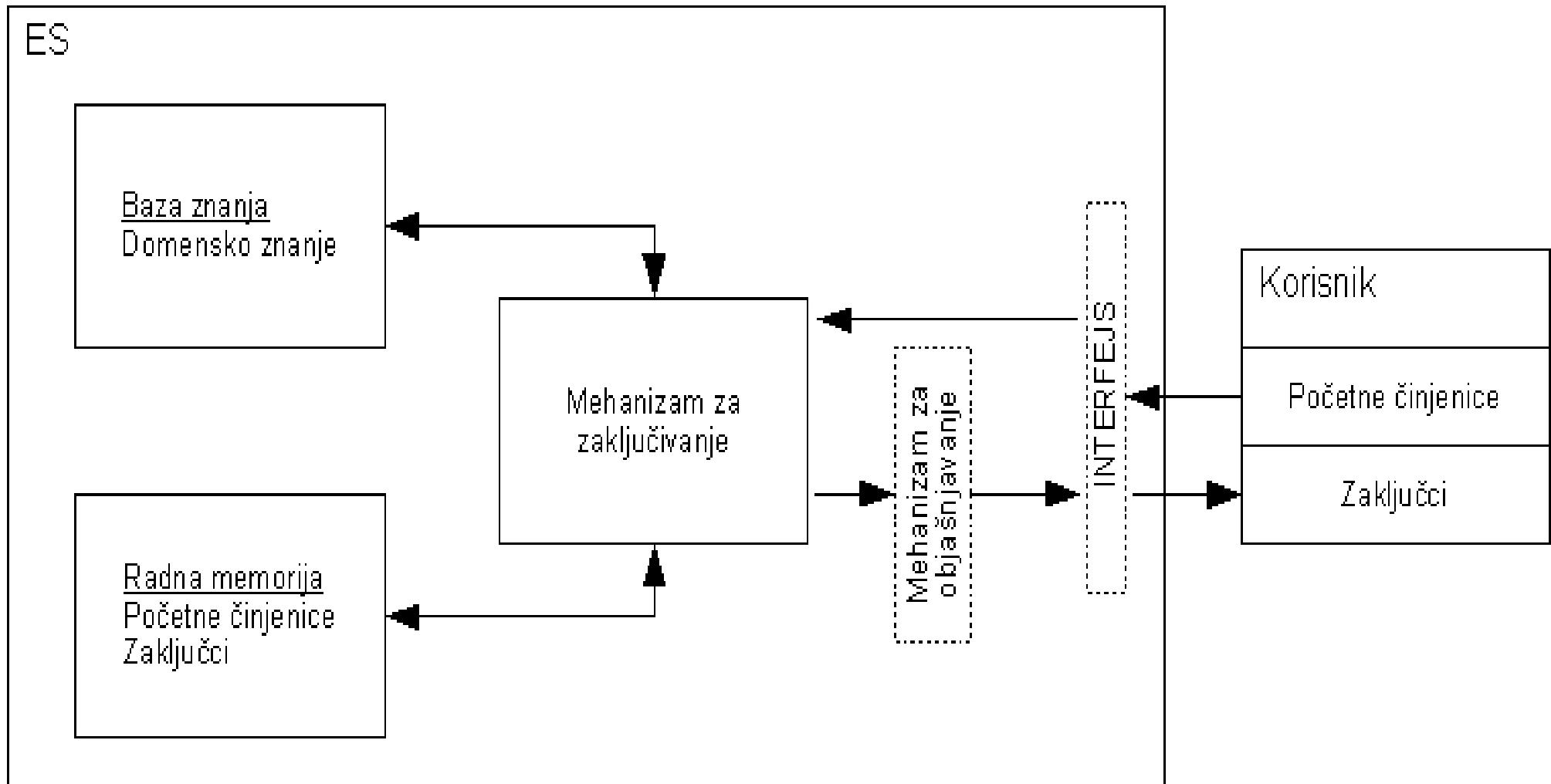
Model rezonovanja čoveka



Model rezonovanja čoveka

- Dugoročna memorija sadrži domensko znanje (domen = oblast):
“Ako je napolju oblačno, verovatno će padati kiša”
- Kratkoročna memorija sadrži činjenice
“Napolju je oblačno”
- Rasuđivanje - spajanje sadržaja iz obe vrste memorije i izvođenje zaključaka
“Padaće kiša”

Arhitektura ekspertnog sistema



Baza znanja

- Sadrži domensko znanje
- Domensko znanje mora da bude formalizovano
(da bi računar mogao da ga koristi)
- Najčešće se koristi tehnika pravila za predstavljanje znanja u okviru ES

IF

Napolju je oblačno

THEN

Padaće kiša

Baza znanja

- Pravila se sastoje iz IF i THEN dela i povezuju uslov (premisu) sa zaključkom:

IF

Auto neće da “upali” (premisa)

THEN

Kvar može da bude u
električnom sistemu (zaključak)

- Premisa može da bude i složena
 - više jednostavnih premisa povezanih logičkim operatorima AND, OR i NOT

Baza znanja

- Osnovna i najvažnija karakteristika pravila je da mogu da se “ulančavaju”
- Ulančavanje pravila se postiže time što zaključak jednog pravila predstavlja premisu drugog

Baza znanja

IF Auto neće da “upali” AND Napon na akumulatoru < 12V

THEN Akumulator je prazan

IF Akumulator je prazan

THEN Napuni akumulator

IF Auto neće da “upali” AND Napon na akumulatoru = 12V

THEN Anlaser je neispravan

IF Anlaser je neispravan

THEN Zameni anlaser

Radna memorija

- Sadrži činjenice i zaključke
- Zaključci nisu ništa drugo nego činjenice koje su nastale kao posledica rezonovanja
- I činjenice moraju da budu formalizovane
- Za predstavljanje činjenica koriste se okviri (frames)

Radna memorija

- Okvir (frame)
 - forma za predstavljanje znanja o nekom objektu
 - analogija koncepta Klasa u OO programskim jezicima
 - sadrži:
 - deklerativno znanje – opisno znanje o objektu
 - proceduralno znanje – šta objekti mogu da “rade”
 - slot – polje okvira, nosilac deklarativnog znanja

Radna memorija

- Okvir (frame)
 - Primeri:
`Covek.visina = 185`
`Vreme.temperatura = 17`
`Automobil.problem = “Neće da upali”`
`Automobil.naponNaAkumulatoru = 12.3`

Radna memorija

- Kada se pravila i okviri koriste zajedno za predstavljanje znanja, to izgleda ovako:

IF Auto.problem = “neće da upali” AND

Auto.napon_na_akumulatoru < 12

THEN

Auto.uzrok_problema = “Prazan akumulator”

IF

Auto.uzrok_problema = “Prazan akumulator”

THEN

Auto.resenje = “Napuni akumulator”

Mehanizam za zaključivanje

- Kombinuje
znanje iz baze znanja i
činjenice iz radne memorije i
stvara nove zaključke
- Omogućava automatizovano rezonovanje

Mehanizam za zaključivanje

- Izbor tehnike zaključivanja zavisi od korišćene tehnike za predstavljanje znanja
- Najpopularnije tehnike za zaključivanje:
 - **Ulančavanje unapred** (Forward chaining)
 - **Ulančavanje unazad** (Backward chaining)
- Ove dve tehnike mogu da se koriste isključivo u kombinaciji sa pravilima

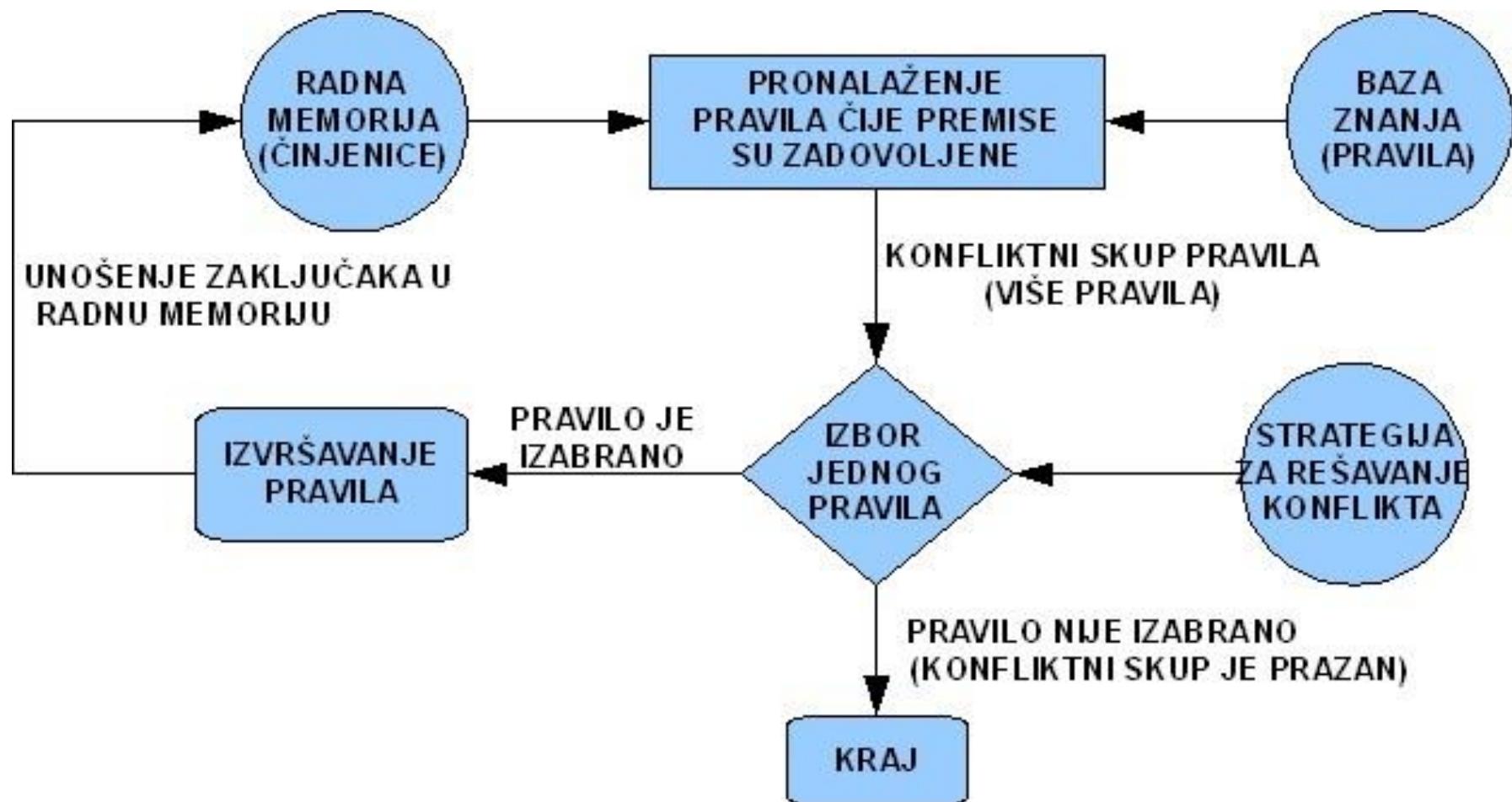
Mehanizam za zaključivanje

Ulančavanje unapred

- Zaključivanje “vođeno podacima” (data-driven)
- Na osnovu ulaznih podataka se pokušava zaključiti što više o problemu
- Poznat i kao “prepoznaj-razreši-izvrši” ciklus (recognize-resolve-act)

Mehanizam za zaključivanje

Ulančavanje unapred - algoritam



Mehanizam za zaključivanje

Ulančavanje unapred – algoritam

Korak 1 – Pronaći sva pravila čije premise su zadovoljene (ova pravila čine konfliktni skup).

Korak 2 – Iz konfliktnog skupa izabrati samo jedno pravilo (korišćenjem strategije za rešavanje konflikta). Ako je konfliktni skup prazan, to je kraj.

Korak 3 – Izvršiti izabрано pravilo (uneti zaključke tog pravila kao činjenice u radnu memoriju) i ići na korak 1.

Mehanizam za zaključivanje

- Ulančavanje unapred – strategije za rešavanje konflikta
 - izbor prvog pravila
 - izbor pravila sa najvišim prioritetom
 - izbor najspecifičnijeg pravila
(sa najsloženijom premisom)
 - izbor pravila koje se odnosi na najskorije dodate činjenice
 - svako pravilo može samo jednom da se izvrši
- Najčešće se koristi više strategija odjednom

Mehanizam za zaključivanje

Ulančavanje unapred – primer

- neka baza znanja sadrži sledeća pravila:

IF Auto neće da “upali” AND Napon na akumulatoru < 12V
THEN Akumulator je prazan

IF Akumulator je prazan
THEN Napuni akumulator

IF Auto neće da “upali” AND Napon na akumulatoru = 12V
THEN Anlaser je neispravan

IF Anlaser je neispravan
THEN Zameni anlaser

Mehanizam za zaključivanje

Ulančavanje unapred – primer

- radna memorija sadrži sledeće početne činjenice:

Auto neće da “upali”

Napon na akumulatoru = 11V

Mehanizam za zaključivanje

Ulančavanje unapred - primer (početak)

RADNA MEMORIJA

- 1) Auto neće da "upali"
- 2) Napon na akumulatoru = 11V

MEHANIZAM ZA ZAKLJUČIVANJE

Konfliktni skup pravila

Izvrši pravilo

BAZA ZNANJA

PRAVILA 1

IF Auto neće da "upali" AND
 Napon na akumulatoru < 12V
THEN Akumulator je prazan

PRAVILA 2

IF Akumulator je prazan
THEN Napuni akumulator

PRAVILA 3

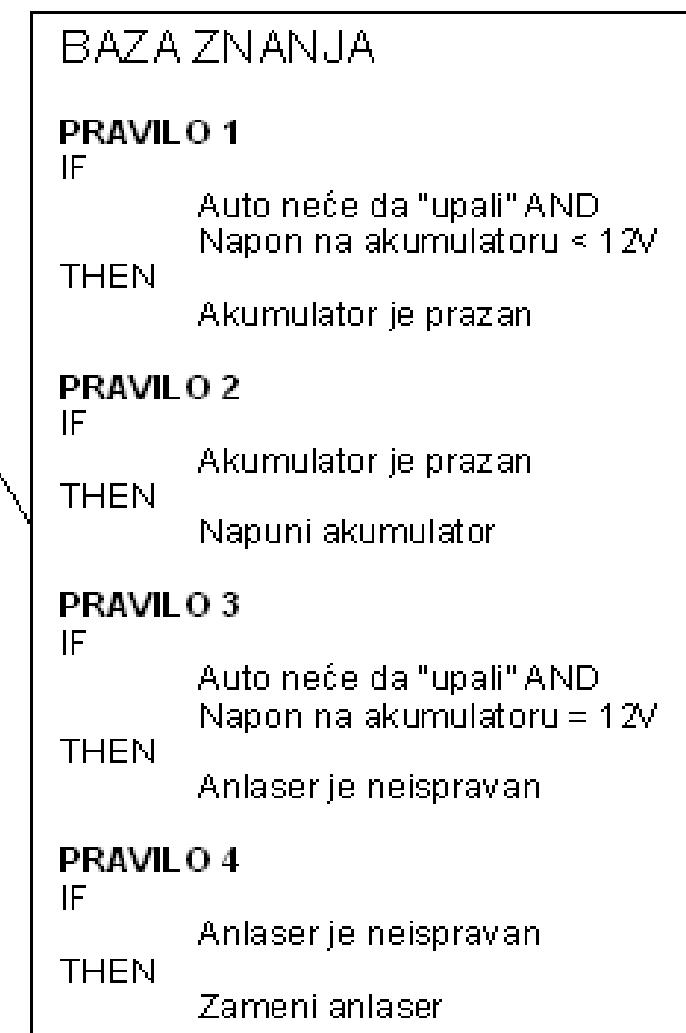
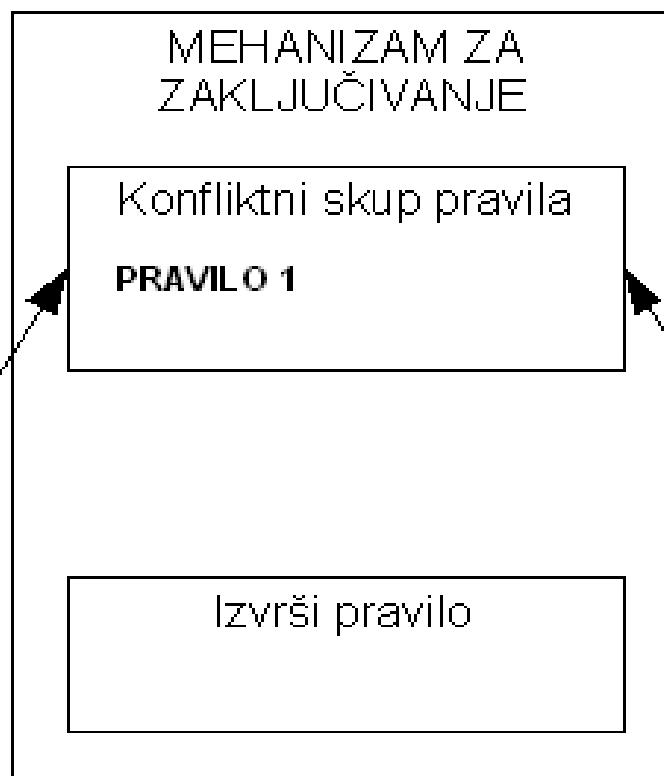
IF Auto neće da "upali" AND
 Napon na akumulatoru = 12V
THEN Anlaser je neispravan

PRAVILA 4

IF Anlaser je neispravan
THEN Zameni anlaser

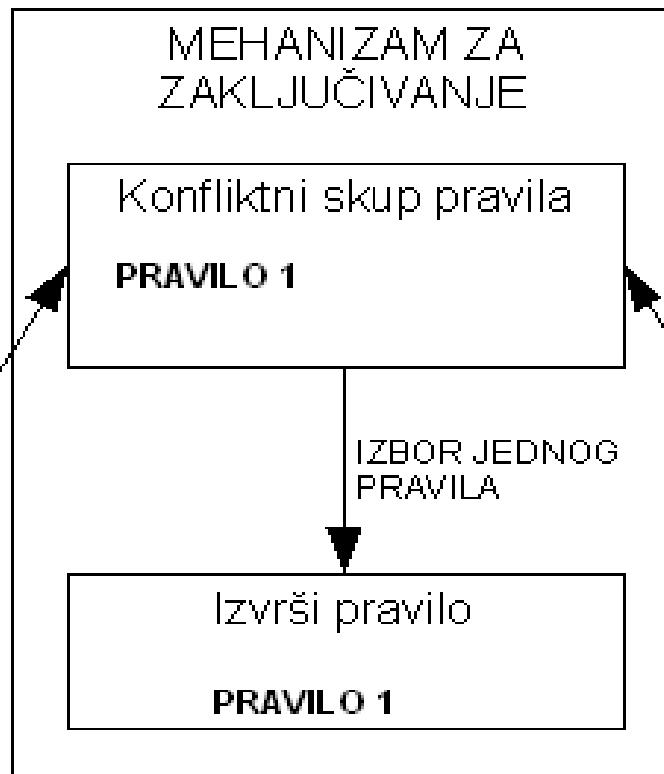
Mehanizam za zaključivanje

Ulančavanje unapred – primer (ciklus 1 korak 1)



Mehanizam za zaključivanje

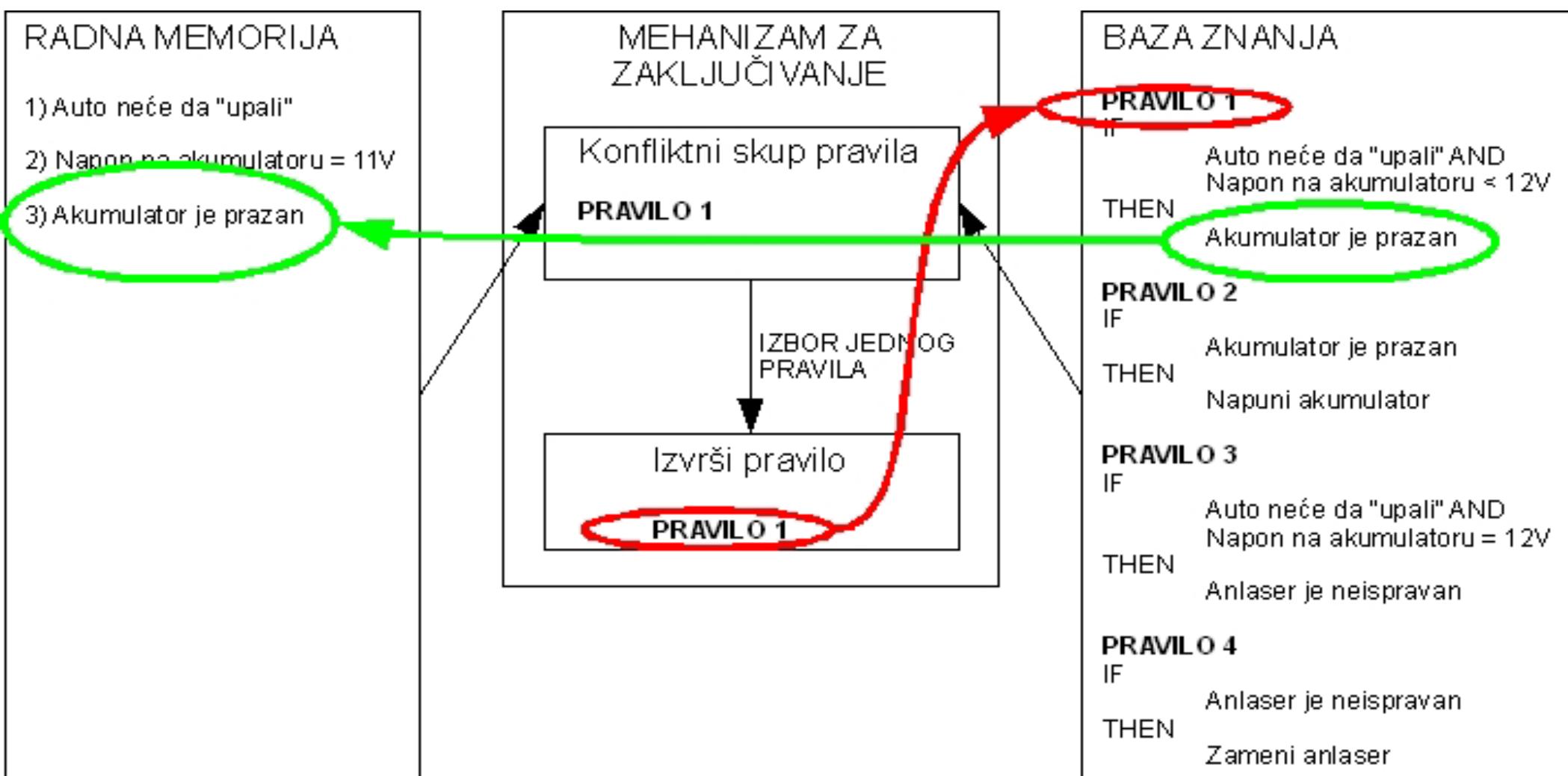
Ulančavanje unapred – primer (ciklus 1 korak 2)



| BAZA ZNANJA | |
|------------------|---|
| PRAVILO 1 | IF Auto neće da "upali" AND Napon na akumulatoru < 12V THEN Akumulator je prazan |
| PRAVILO 2 | IF Akumulator je prazan THEN Napuni akumulator |
| PRAVILO 3 | IF Auto neće da "upali" AND Napon na akumulatoru = 12V THEN Anlaser je neispravan |
| PRAVILO 4 | IF Anlaser je neispravan THEN Zameni anlaser |

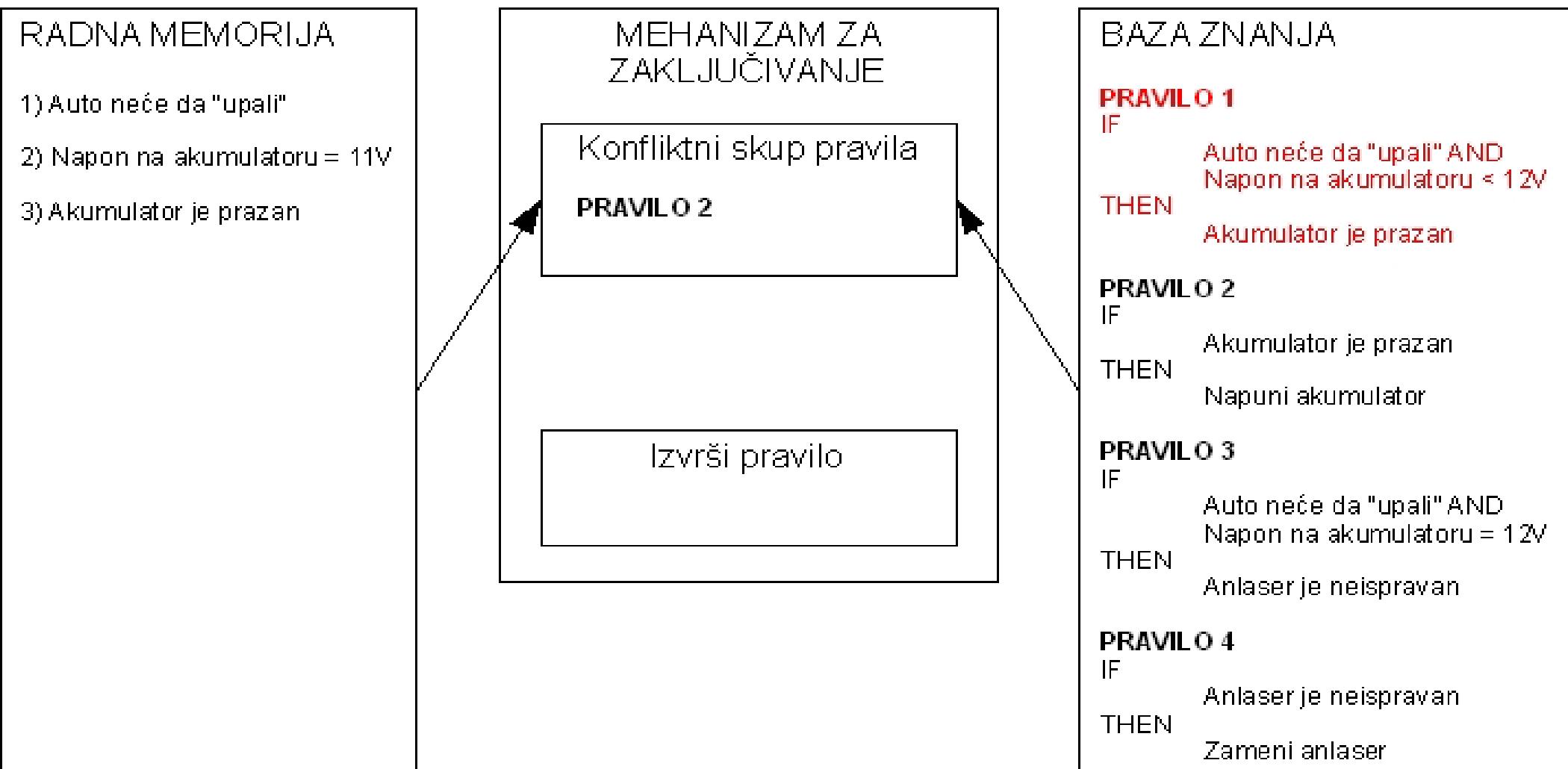
Mehanizam za zaključivanje

Ulančavanje unapred – primer (ciklus 1 korak 3)



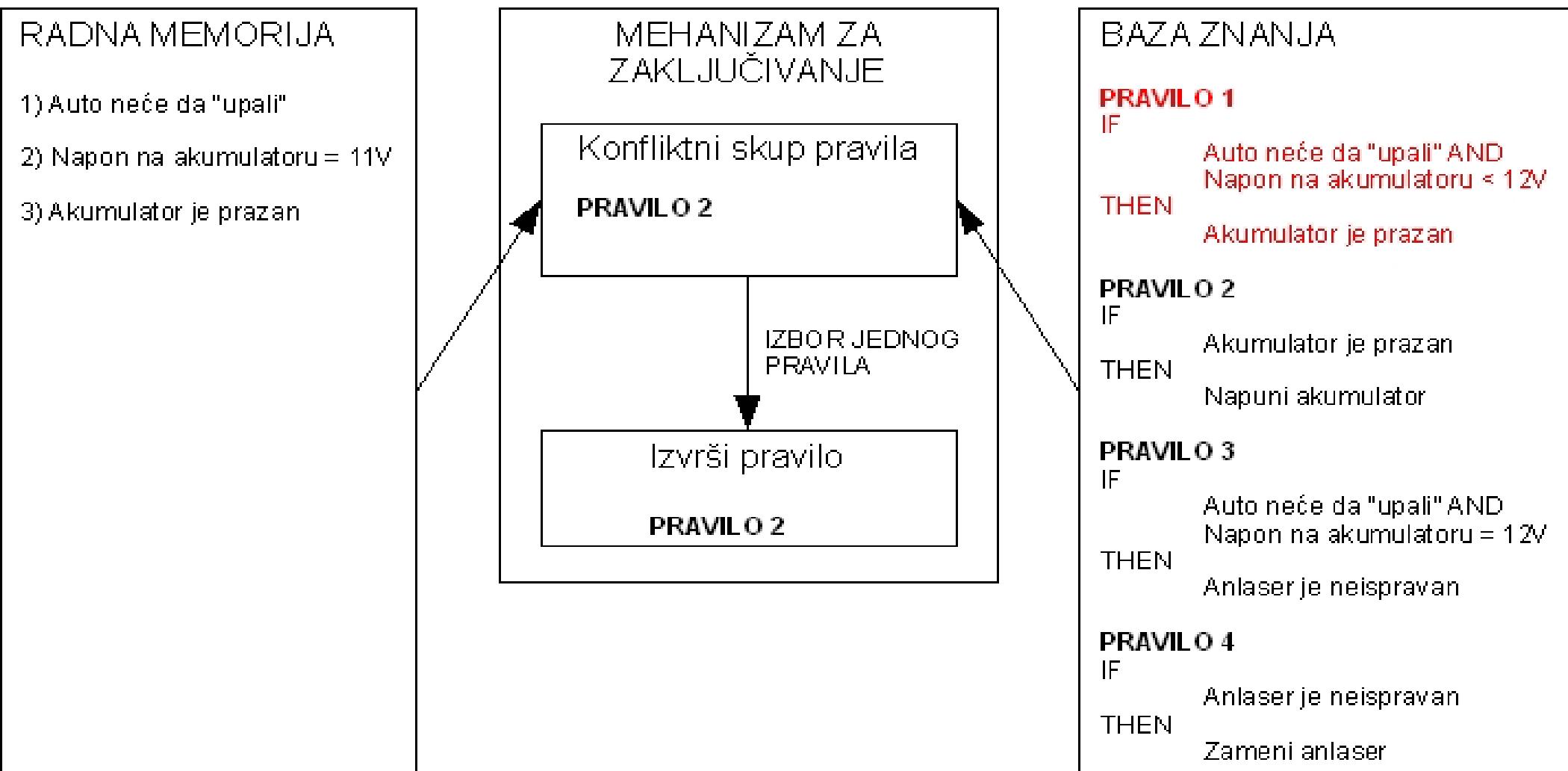
Mehanizam za zaključivanje

Ulančavanje unapred – primer (ciklus 2 korak 1)



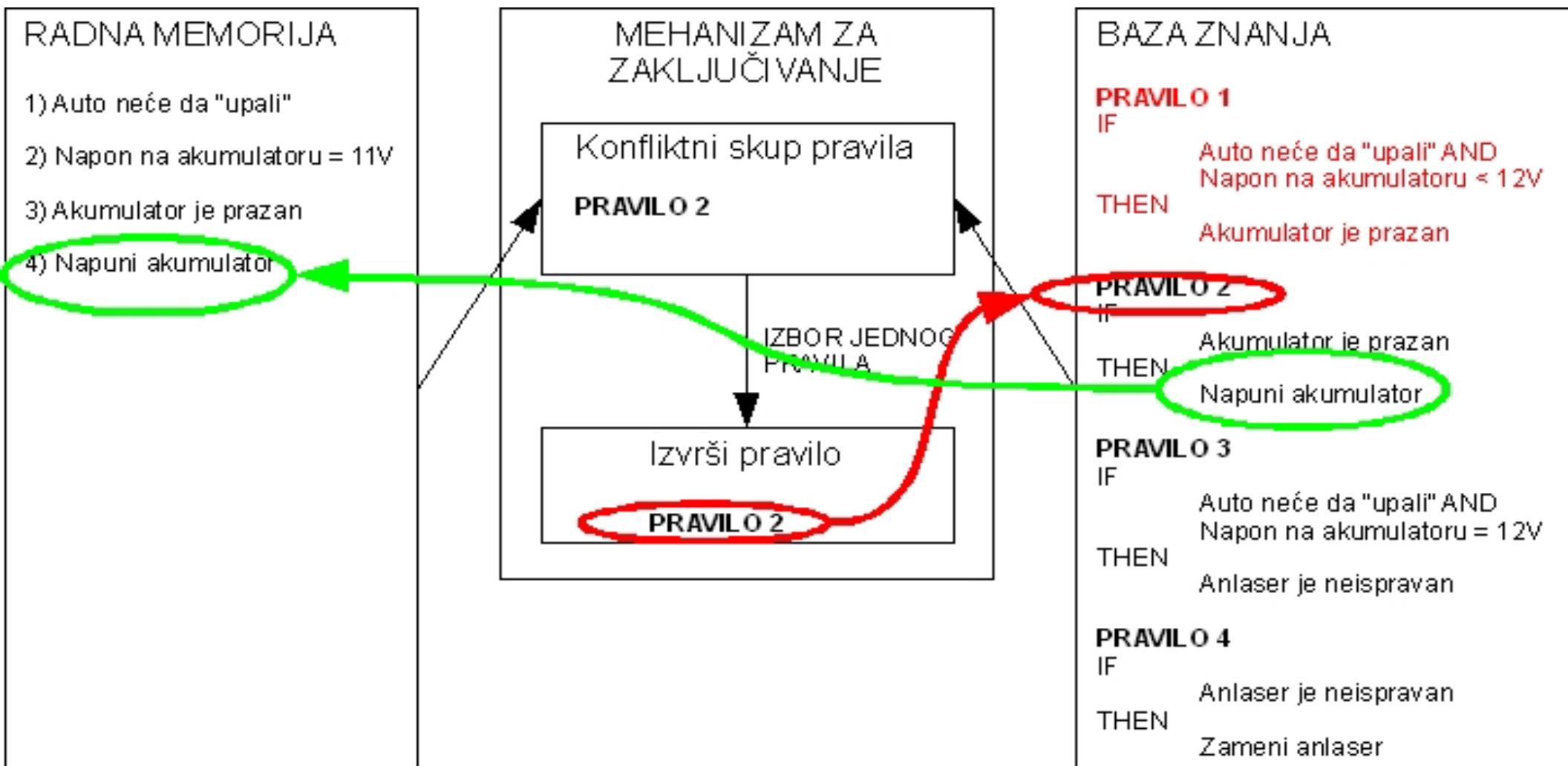
Mehanizam za zaključivanje

Ulančavanje unapred – primer (ciklus 2 korak 2)



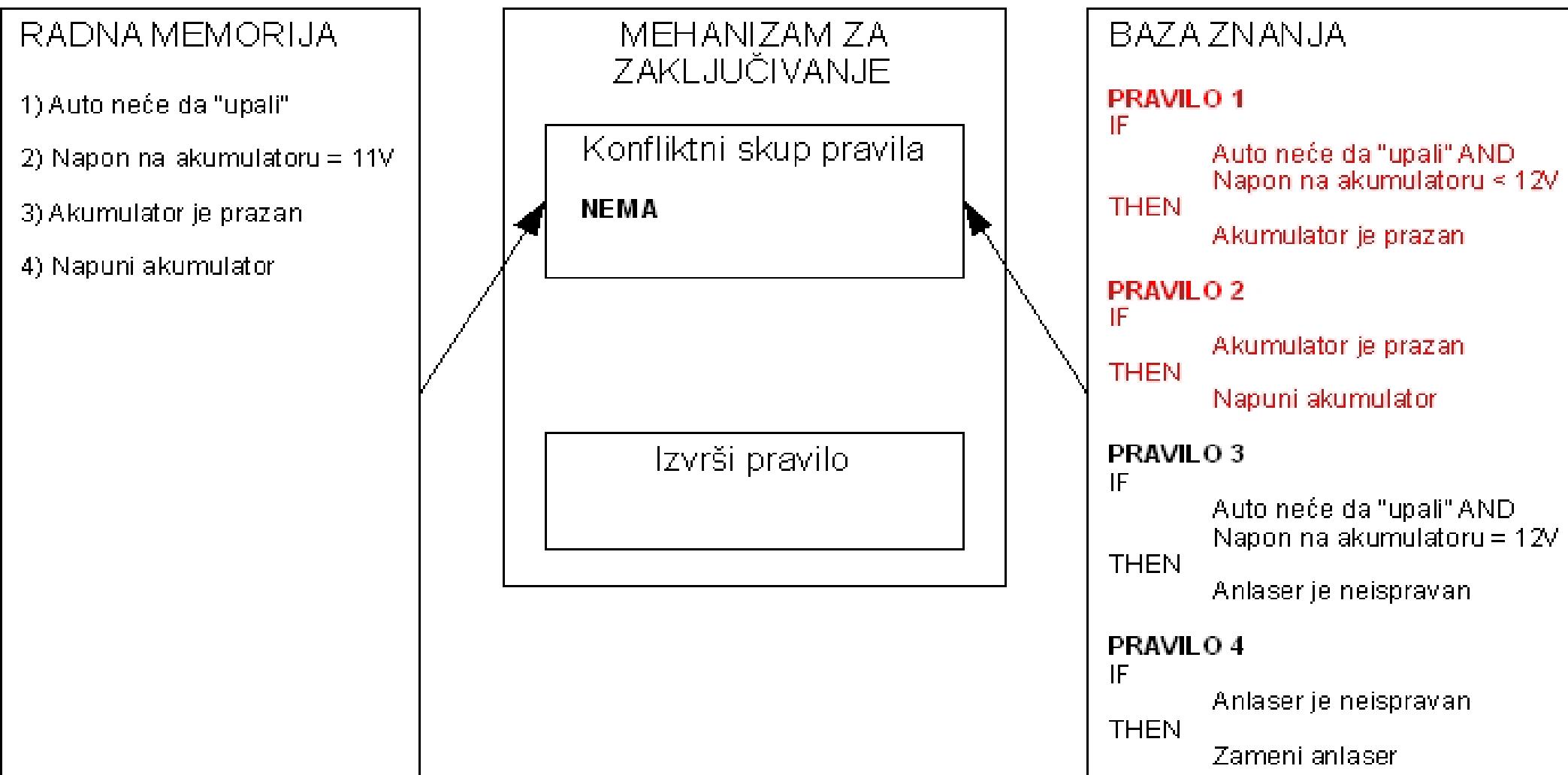
Mehanizam za zaključivanje

Ulančavanje unapred – primer (ciklus 2 korak 3)



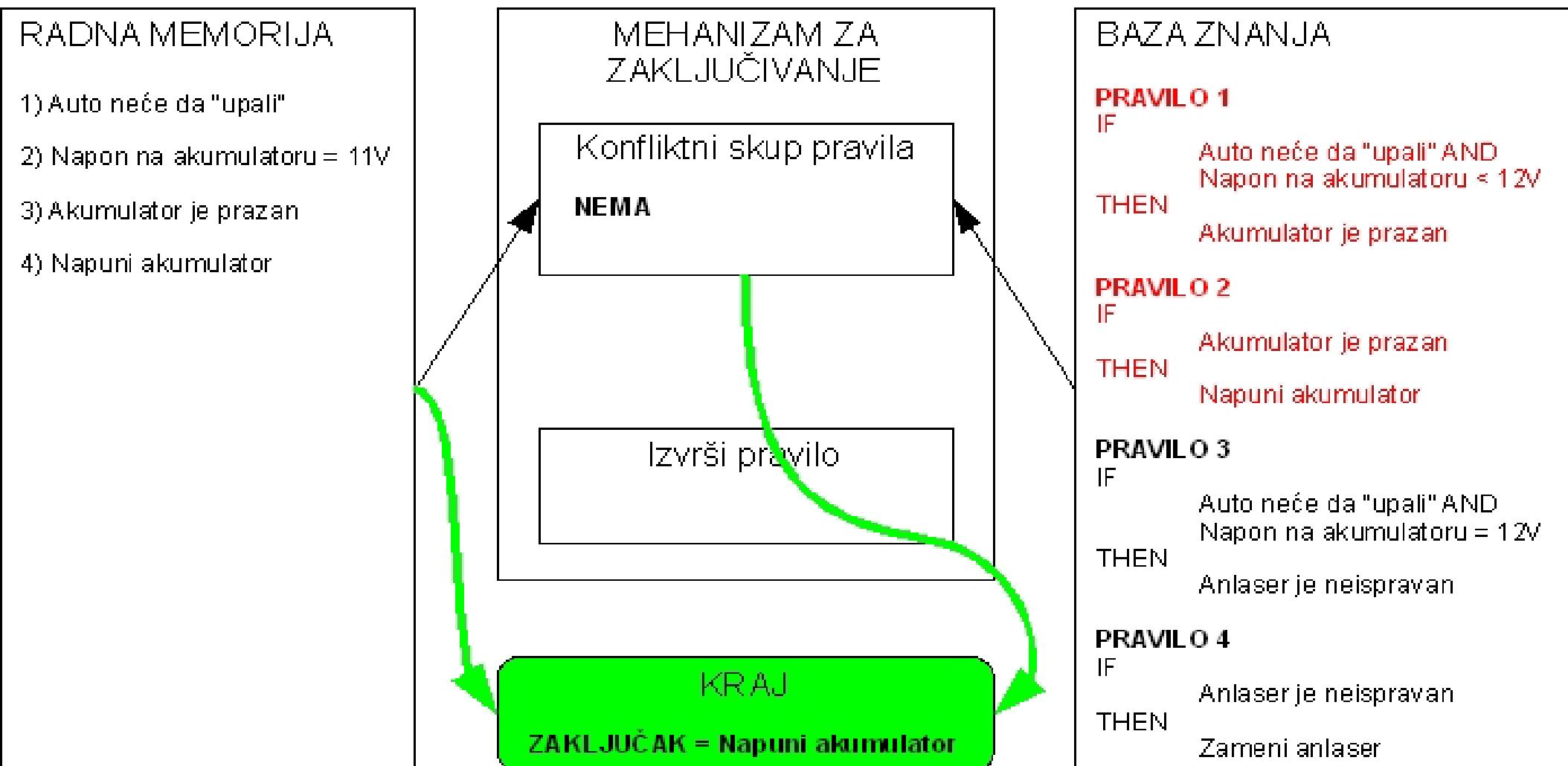
Mehanizam za zaključivanje

Ulančavanje unapred – primer (ciklus 3 korak 1)



Mehanizam za zaključivanje

Ulančavanje unapred – primer (kraj)



Mehanizam za zaključivanje

Ulančavanje unazad

- zaključivanje “vođeno ciljem” (goal-driven)
- pokušava se dokazati samo jedan konkretan zaključak (cilj)
- zaključak koji se dokazuje je činjenica iz THEN dela nekog pravila

Mehanizam za zaključivanje

Ulančavanje unazad

- Agenda ciljeva – hijerarhijska struktura ciljeva koje je potrebno dokazati da bi se dokazao osnovni cilj
- Ne posmatraju se svi podaci već samo oni koji mogu da pomognu dokazivanju cilja

Mehanizam za zaključivanje

Ulančavanje unazad - primer

- Isti skup pravila i ulaznih činjenica kao u prethodnom primeru
- Osnovni cilj koji je potrebno dokazati:

“Napuni akumulator”

Mehanizam za zaključivanje

Ulančavanje unazad – primer (početak)

RADNA MEMORIJA

- 1) Auto neće da "upali"
- 2) Napon na akumulatoru = 11V

MEHANIZAM ZA ZAKLJUČIVANJE

Agenda ciljeva

- Napuni akumulator

BAZA ZNANJA

PRAVILO 1

IF Auto neće da "upali" AND
 Napon na akumulatoru < 12V
THEN Akumulator je prazan

PRAVILO 2

IF Akumulator je prazan
THEN Napuni akumulator

PRAVILO 3

IF Auto neće da "upali" AND
 Napon na akumulatoru = 12V
THEN Anlaser je neispravan

PRAVILO 4

IF Anlaser je neispravan
THEN Zameni anlaser

Mehanizam za zaključivanje

Ulančavanje unazad – primer (ciklus 1 korak 1)

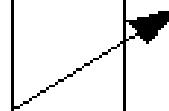
RADNA MEMORIJA

- 1) Auto neće da "upali"
- 2) Napon na akumulatoru = 11V

MEHANIZAM ZA ZAKLJUČIVANJE

Agenda ciljeva

- Napuni akumulator (**nedokazan**)



BAZA ZNANJA

PRAVILO 1

IF Auto neće da "upali" AND
 Napon na akumulatoru < 12V
THEN Akumulator je prazen

PRAVILO 2

IF Akumulator je prazen
THEN Napuni akumulator

PRAVILO 3

IF Auto neće da "upali" AND
 Napon na akumulatoru = 12V
THEN Anlaser je neispravan

PRAVILO 4

IF Anlaser je neispravan
THEN Zameni anlaser

Mehanizam za zaključivanje

Ulančavanje unazad – primer (ciklus 1 korak 2)

RADNA MEMORIJA

- 1) Auto neće da "upali"
- 2) Napon na akumulatoru = 11V

MEHANIZAM ZA ZAKLJUČIVANJE

- Agenda ciljeva
- Napuni akumulator (**nedokazan**)
 - Akumulator je prazan

BAZA ZNANJA

PRAVILO 1

IF Auto neće da "upali" AND
 Napon na akumulatoru < 12V
THEN Akumulator je prazan

PRAVILO 2

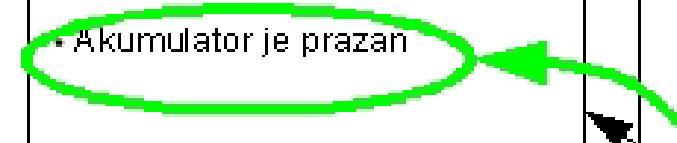
IF Akumulator je prazan
THEN Napuni akumulator

PRAVILO 3

IF Auto neće da "upali" AND
 Napon na akumulatoru = 12V
THEN Anlaser je neispravan

PRAVILO 4

IF Anlaser je neispravan
THEN Zameni anlaser



Mehanizam za zaključivanje

Ulančavanje unazad – primer (ciklus 2 korak 1)

RADNA MEMORIJA

- 1) Auto neće da "upali"
- 2) Napon na akumulatoru = 11V

MEHANIZAM ZA ZAKLJUČIVANJE

Agenda ciljeva

- Napuni akumulator (**nedokazan**)
- Akumulator je prazen (**nedokazan**)

BAZA ZNANJA

PRAVILO 1

IF Auto neće da "upali" AND
 Napon na akumulatoru < 12V
THEN Akumulator je prazen

PRAVILO 2

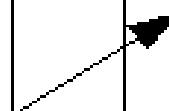
IF Akumulator je prazen
THEN Napuni akumulator

PRAVILO 3

IF Auto neće da "upali" AND
 Napon na akumulatoru = 12V
THEN Anlaser je neispravan

PRAVILO 4

IF Anlaser je neispravan
THEN Zameni anlaser



Mehanizam za zaključivanje

Ulančavanje unazad – primer (ciklus 2 korak 2)

RADNA MEMORIJA

- 1) Auto neće da "upali"
- 2) Napon na akumulatoru = 11V

MEHANIZAM ZA ZAKLJUČIVANJE

Agenda ciljeva

- Napuni akumulator (nedokazan)
- Akumulator je prazan (nedokazan)
- Auto neće da upali
- Napon na akumulatoru < 12V

BAZA ZNANJA

PRAVILO 1

IF

Auto neće da "upali" AND
Napon na akumulatoru < 12V

THEN

Akumulator je prazan

PRAVILO 2

IF

Akumulator je prazan

THEN

Napuni akumulator

PRAVILO 3

IF

Auto neće da "upali" AND
Napon na akumulatoru = 12V

THEN

Anlaser je neispravan

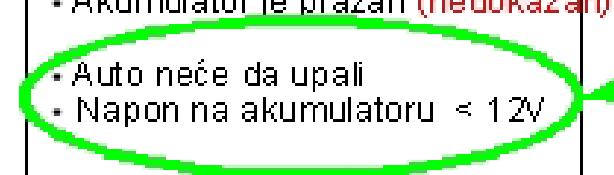
PRAVILO 4

IF

Anlaser je neispravan

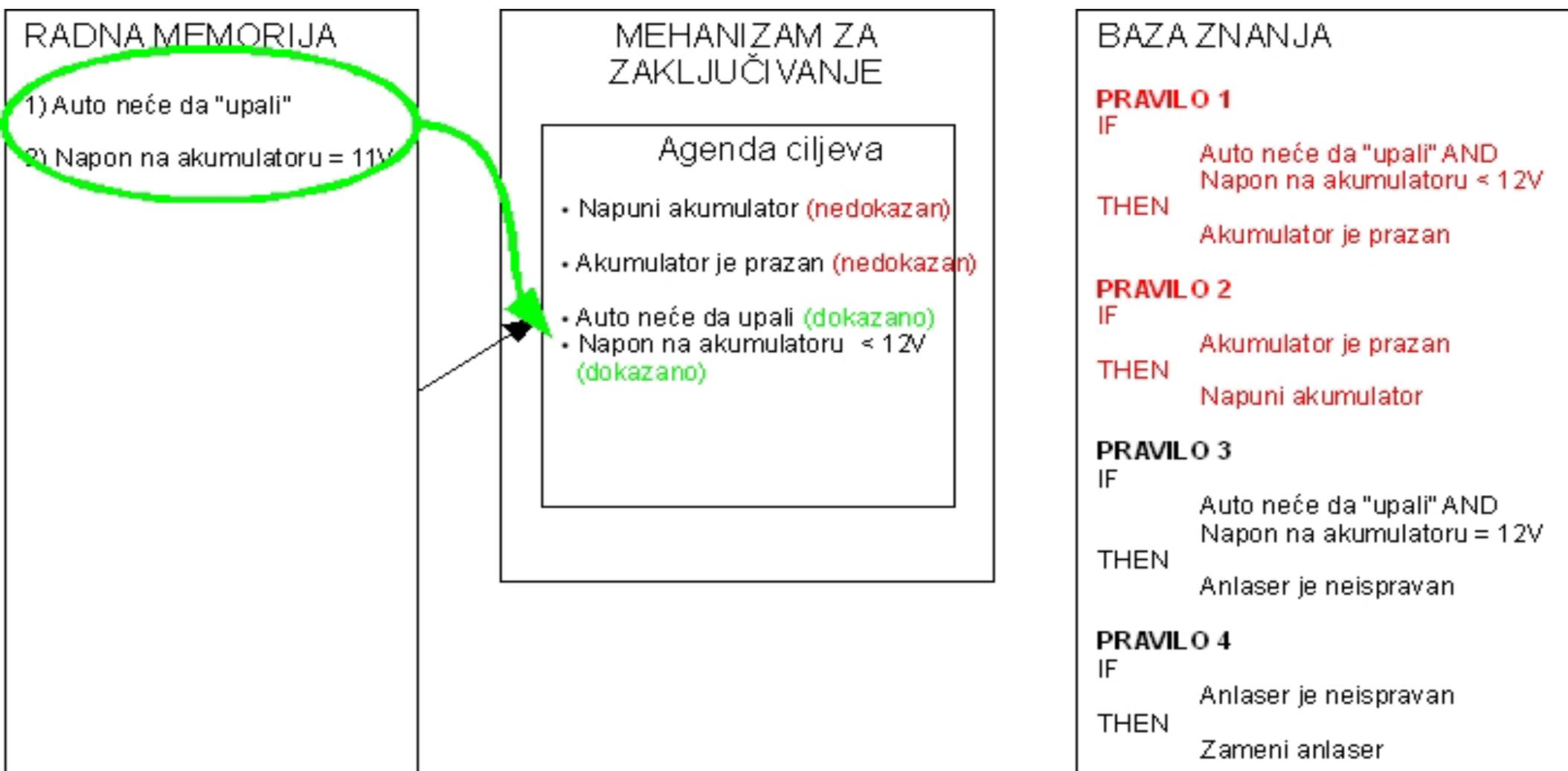
THEN

Zameni anlaser



Mehanizam za zaključivanje

Ulančavanje unazad – primer (ciklus 3 korak 1)

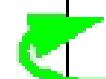
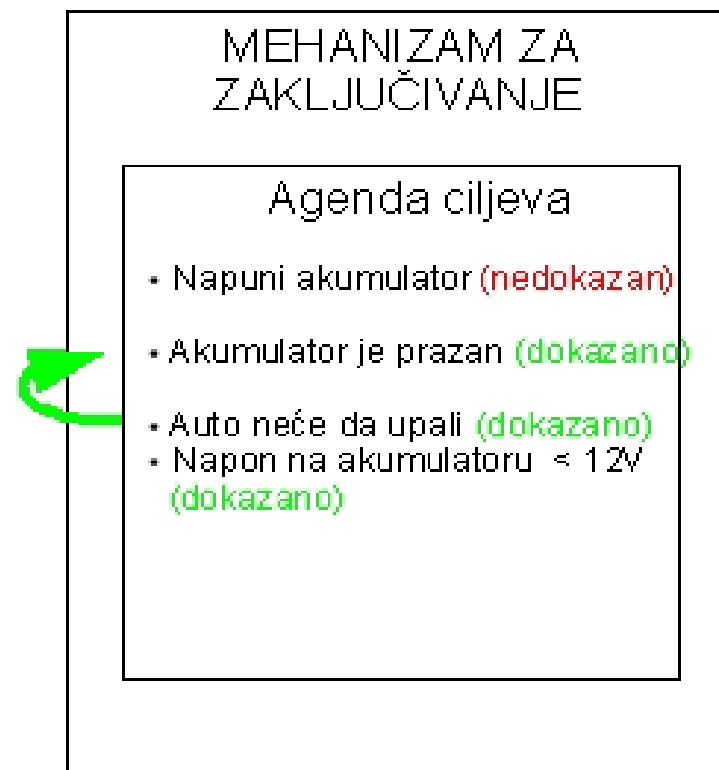


Mehanizam za zaključivanje

Ulančavanje unazad – primer (ciklus 3 korak 1A)

RADNA MEMORIJA

- 1) Auto neće da "upali"
- 2) Napon na akumulatoru = 11V



BAZA ZNANJA

- PRAVILA 1**
IF Auto neće da "upali" AND Napon na akumulatoru < 12V
THEN Akumulator je prazan
- PRAVILA 2**
IF Akumulator je prazan
THEN Napuni akumulator
- PRAVILA 3**
IF Auto neće da "upali" AND Napon na akumulatoru = 12V
THEN Anlaser je neispravan
- PRAVILA 4**
IF Anlaser je neispravan
THEN Zameni anlaser

Mehanizam za zaključivanje

Ulančavanje unazad – primer (ciklus 3 korak 1B)

RADNA MEMORIJA

- 1) Auto neće da "upali"
- 2) Napon na akumulatoru = 11V

MEHANIZAM ZA ZAKLJUČIVANJE

Agenda ciljeva

- Napuni akumulator (dokazano)
- Akumulator je prazen (dokazano)
- Auto neće da upali (dokazano)
- Napon na akumulatoru < 12V (dokazano)



BAZA ZNANJA

PRAVILA

IF

THEN
Auto neće da "upali" AND
Napon na akumulatoru < 12V
Akumulator je prazen

PRAVILA

IF

THEN
Akumulator je prazen
Napuni akumulator

PRAVILA

IF

THEN
Auto neće da "upali" AND
Napon na akumulatoru = 12V
Anlaser je neispravan

PRAVILA

IF

THEN
Anlaser je neispravan
Zameni anlaser

Mehanizam za zaključivanje

Ulančavanje unazad – primer (kraj)

RADNA MEMORIJA

- 1) Auto neće da "upali"
- 2) Napon na akumulatoru = 11V

MEHANIZAM ZA ZAKLJUČIVANJE

Agenda ciljeva

- Napuni akumulator (*dokazano*)
- Akumulator je prazan (*dokazano*)
- Auto neće da upali (*dokazano*)
- Napon na akumulatoru < 12V (*dokazano*)

BAZA ZNANJA

PRAVILA 1

IF Auto neće da "upali" AND
 Napon na akumulatoru < 12V
THEN Akumulator je prazan

PRAVILA 2

IF Akumulator je prazan
THEN Napuni akumulator

PRAVILA 3

IF Auto neće da "upali" AND
 Napon na akumulatoru = 12V
THEN Anlaser je neispravan

PRAVILA 4

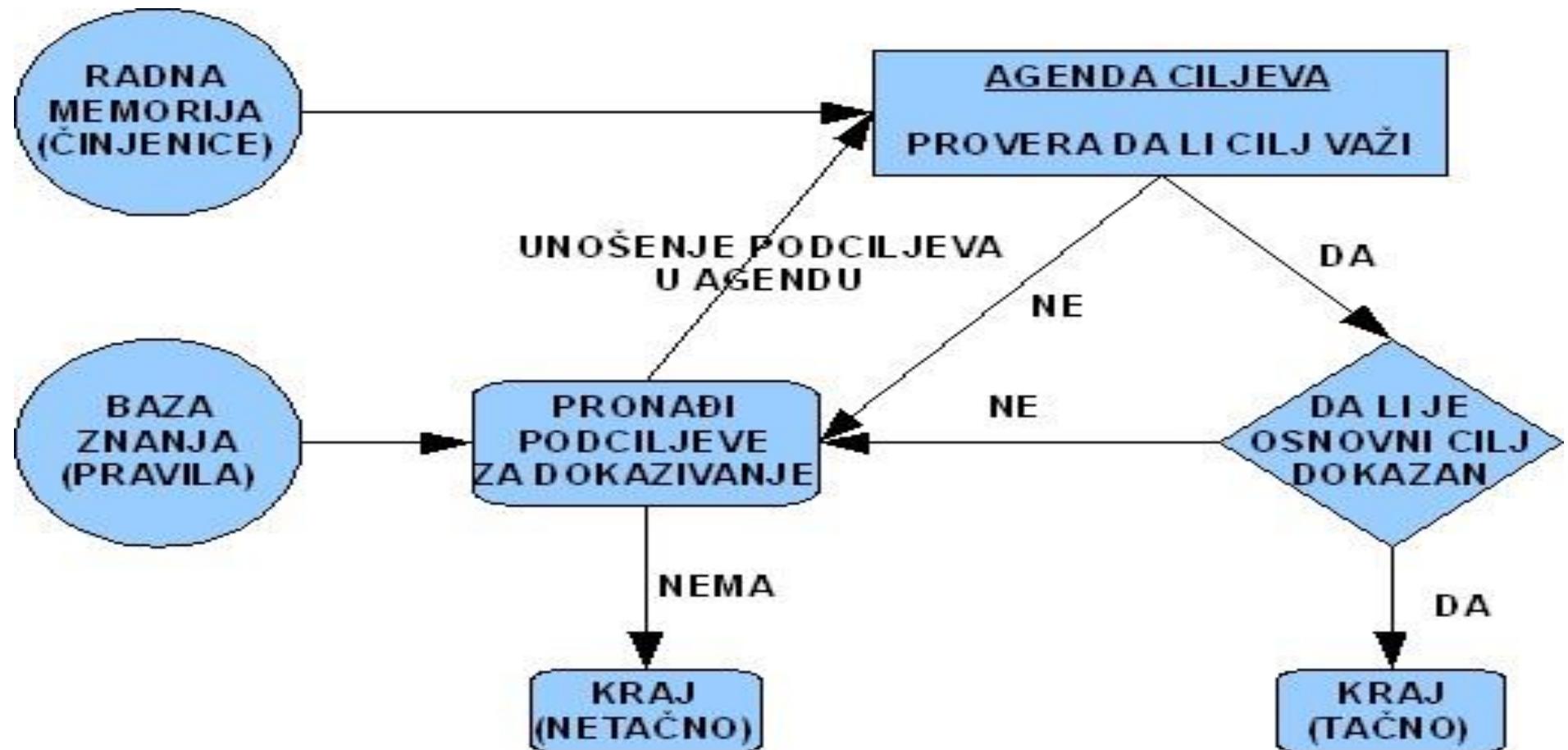
IF Anlaser je neispravan
THEN Zameni anlaser

KRAJ

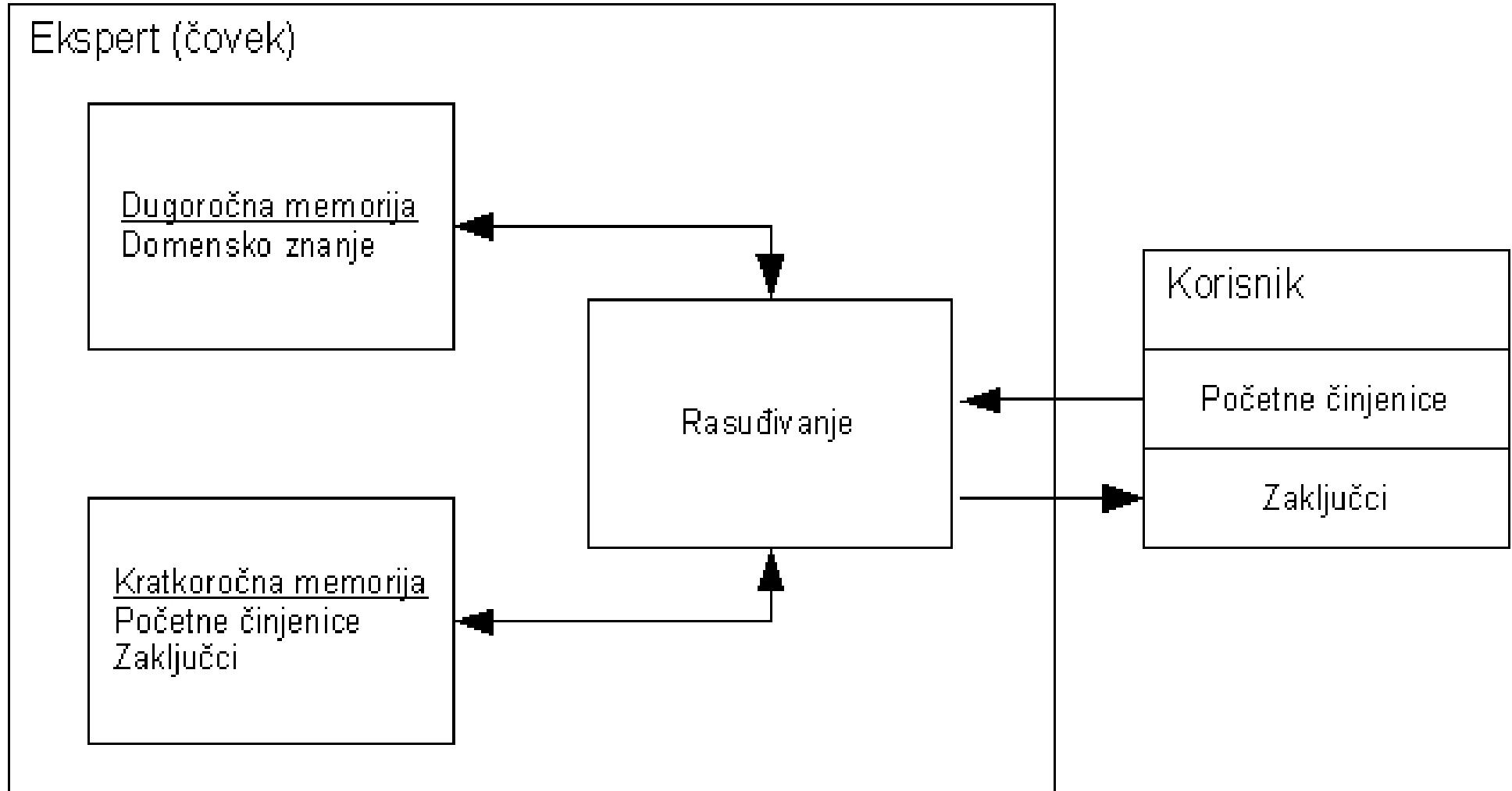
Napuni akumulator – TAČNO

Mehanizam za zaključivanje

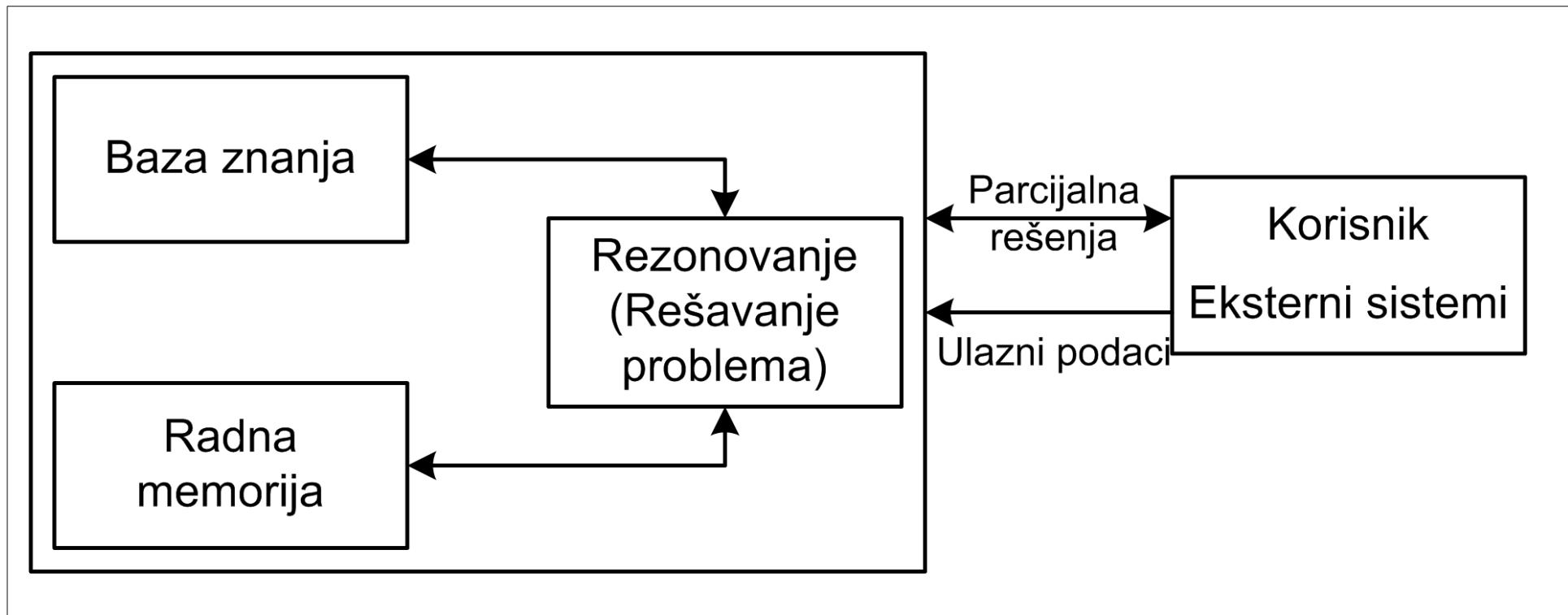
Ulančavanje unazad - algoritam



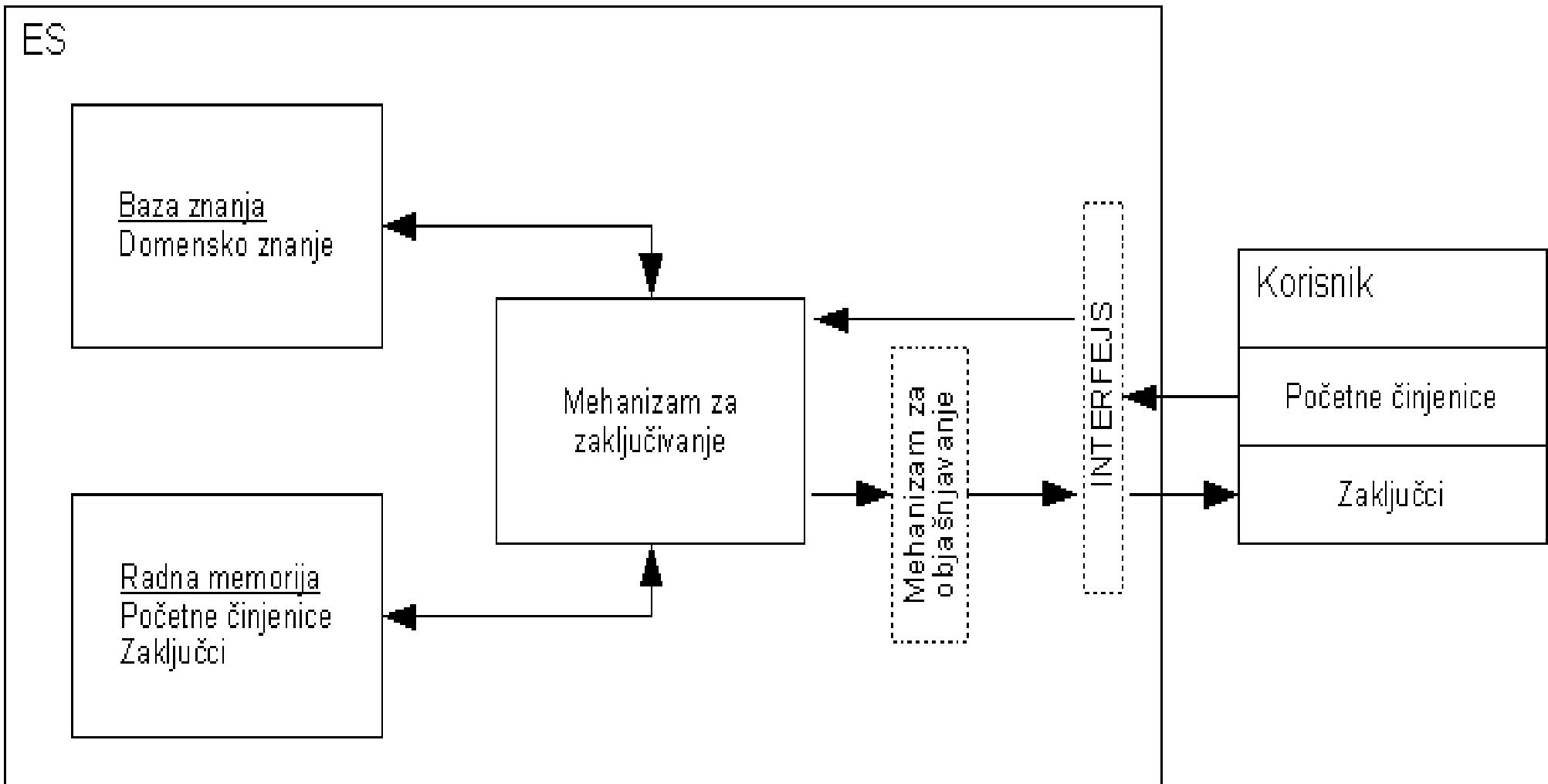
Model rezonovanja čoveka



Arhitektura intelligentnog sistema



Arhitektura ekspertnog sistema



Mehanizam za objašnjanje

- Formira dve vrste objašnjenja o zaključivanju ES
 - **ZAŠTO** – objašnjenje o tome zašto ES postavlja određeno pitanje
 - **KAKO** – objašnjenje o tome kako je ES stigao do rešenja

Mehanizam za objašnjavanje

- Objašnjenja se često definišu u formi teksta predefinisane forme (templates):
 - Unapred utvrđene rečenice koje mogu da imaju i dinamičke delove, npr. vrednosti promenljivih
 - Primer:

Ako je napon na akumulatoru <X> sto je manje od optimalnih 12V, akumulator je prazan.

Mehanizam za objašnjavanje

Objašnjenje “Zašto” - primer

ES: Da li auto hoće da upali?

Korisnik: NE

ES: Koliki je napon na akumulatoru?

Korisnik: ZAŠTO?

ES: Ako auto neće da upali, a napon na akumulatoru je manji od 12V onda je akumulator prazan i to je problem.

Mehanizam za objašnjavanje

Objašnjenje "Kako" - primer (početak)

RADNA MEMORIJA

- 1) Auto neće da "upali"
- 2) Napon na akumulatoru = 11V

BAZA ZNANJA

PRAVILO 1

IF

Auto neće da "upali" AND
Napon na akumulatoru < 12V

THEN

Akumulator je prazan

OBJAŠNJENJE (KAKO?): "Auto neće da upali. Napon na akumulatoru je <X> volti što je manje od optimalnih 12V. Iz toga sledi da je akumulator prazan"

PRAVILO 2

IF

Akumulator je prazan

THEN

Napuni akumulator

OBJAŠNJENJE (KAKO?): "Sa obzirom na to da je akumulator prazan, jedino rešenje je da se akumulator napuni ili zameni"

MEHANIZAM ZA ZAKLJUČIVANJE

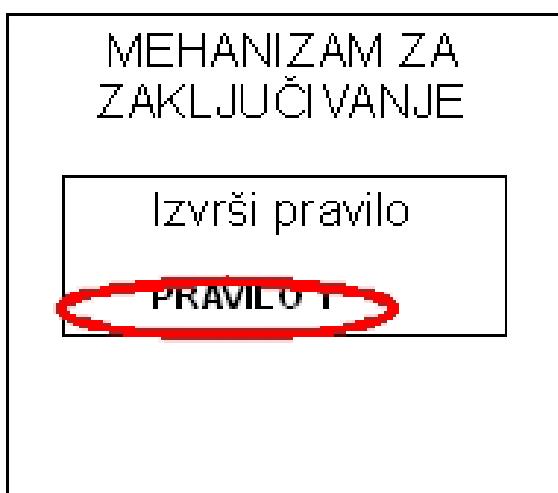
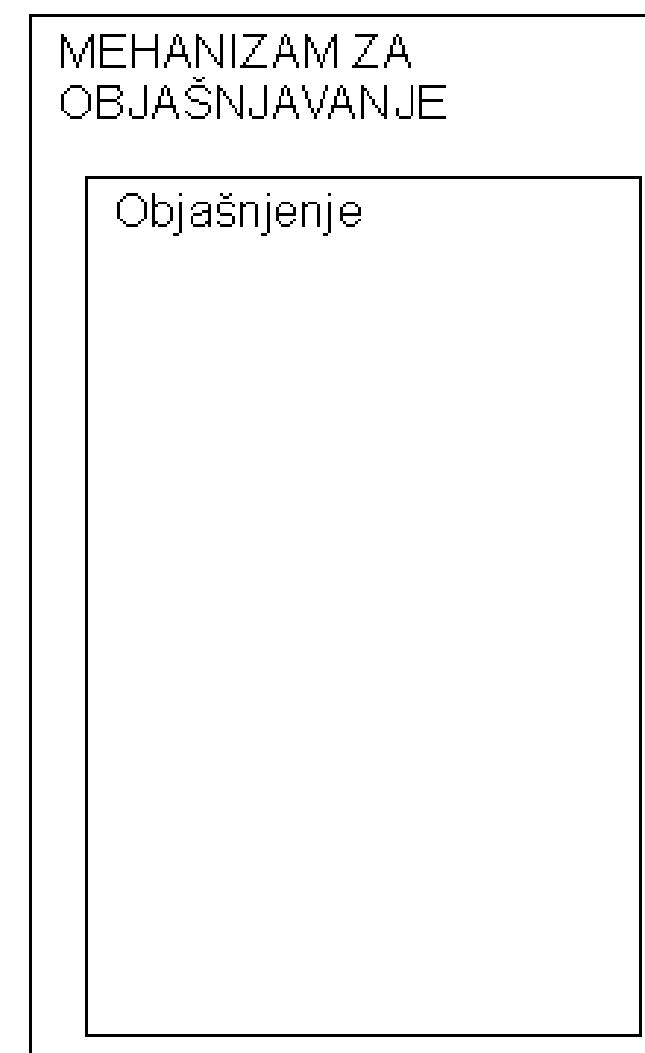
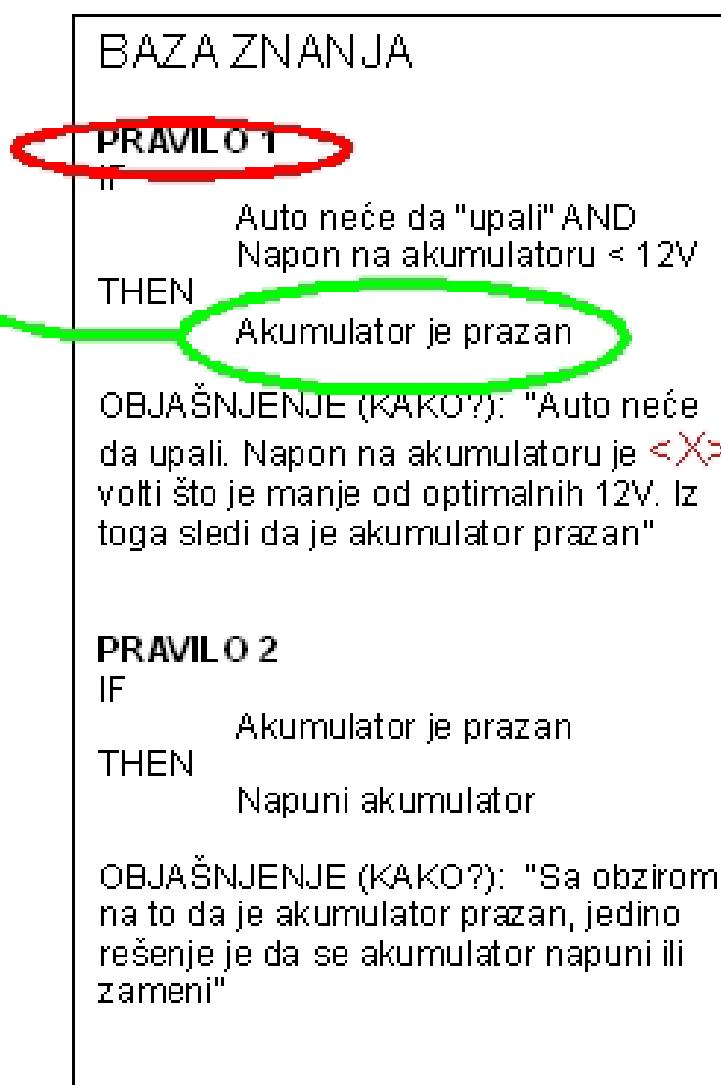
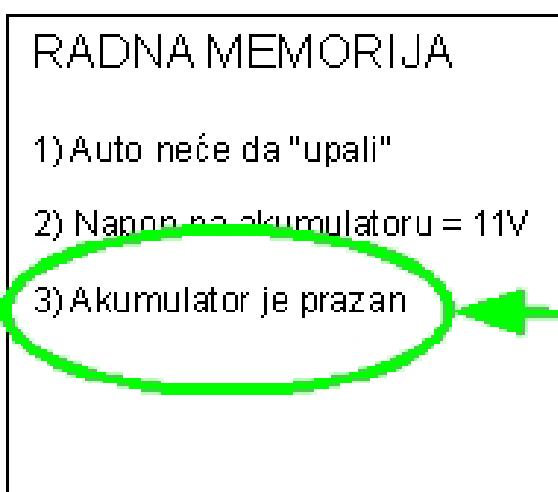
Izvrši pravilo

MEHANIZAM ZA OBJAŠNJAVANJE

Objašnjenje

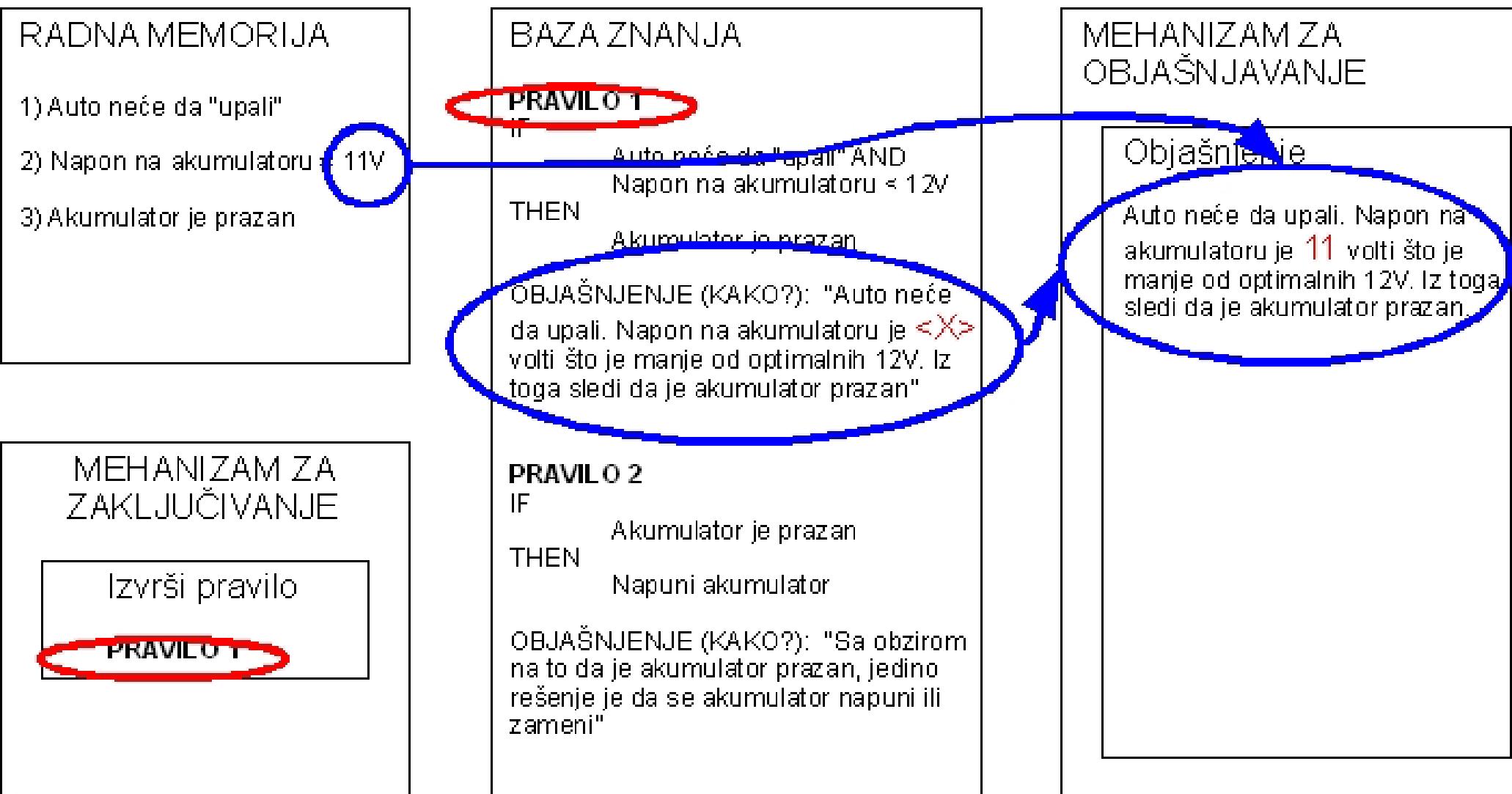
Mehanizam za objašnjavanje

Objašnjenje "Kako" - primer (korak 1)



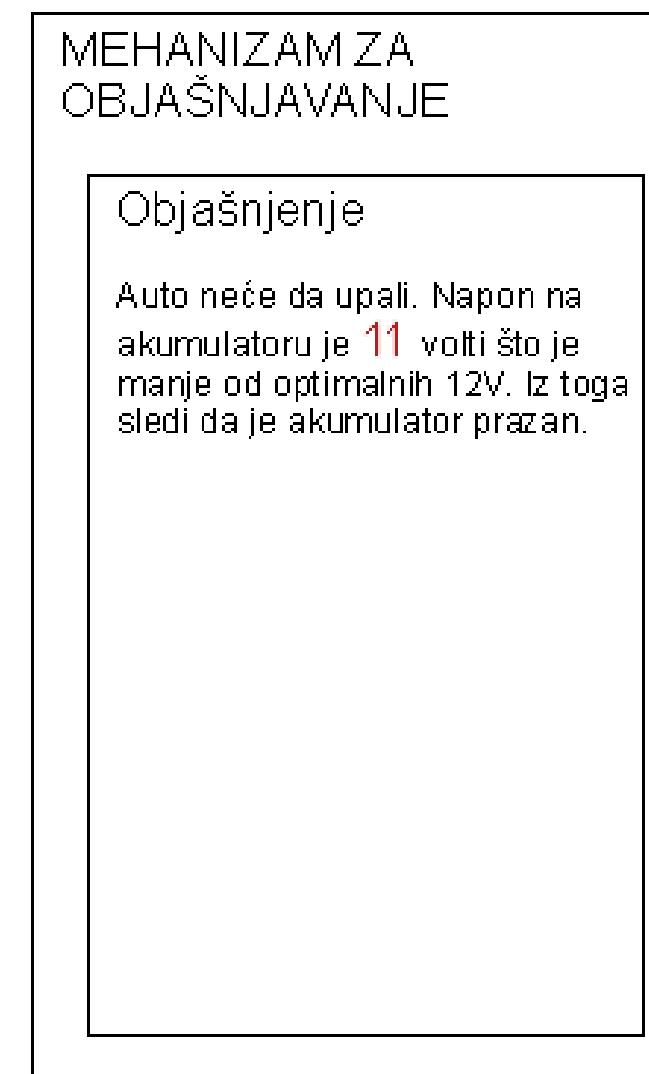
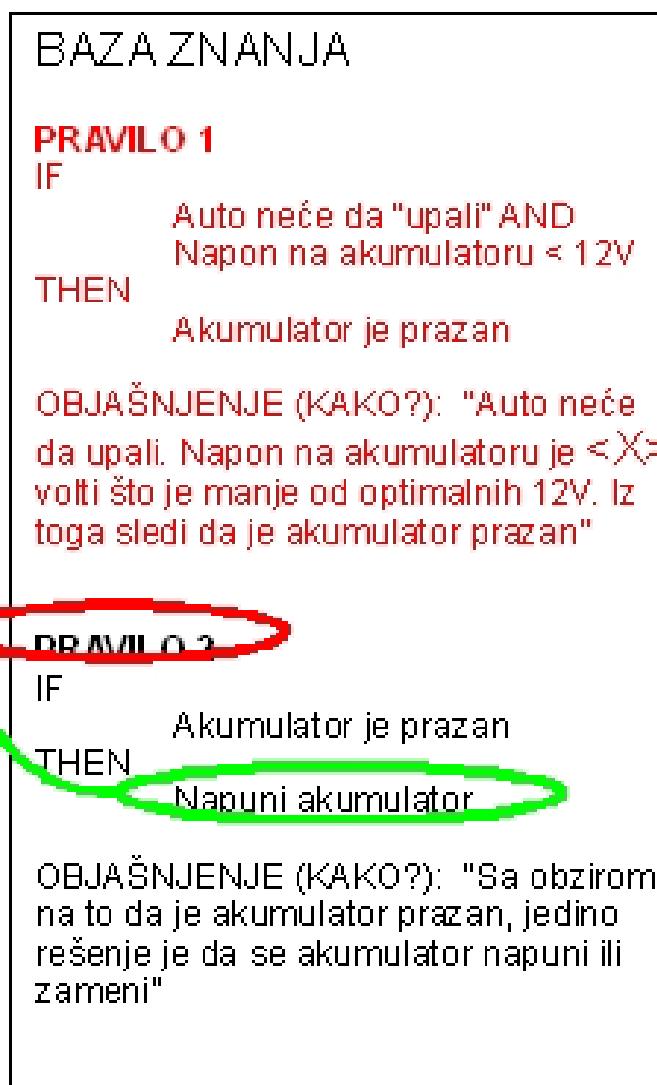
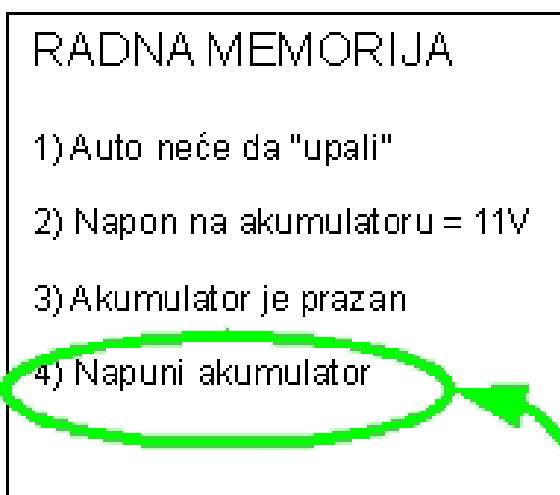
Mehanizam za objašnjavanje

Objašnjenje "Kako" - primer (korak 1A)



Mehanizam za objašnjavanje

Objašnjenje "Kako" - primer (korak 2)



Mehanizam za objašnjavanje

Objašnjenje “Kako” - primer (korak 2A)

RADNA MEMORIJA

- 1) Auto neće da "upali"
- 2) Napon na akumulatoru = 11V
- 3) Akumulator je prazan
- 4) Napuni akumulator

BAZA ZNANJA

PRAVILA 1

IF

Auto neće da "upali" AND
Napon na akumulatoru < 12V

THEN

Akumulator je prazan

OBJAŠNJENJE (KAKO?): "Auto neće da upali. Napon na akumulatoru je <X> volti što je manje od optimalnih 12V. Iz toga sledi da je akumulator prazan"

PRAVILA 2

IF

Akumulator je prazan

THEN

Napuni akumulator

OBJAŠNJENJE (KAKO?): "Sa obzirom na to da je akumulator prazan, jedino rešenje je da se akumulator napuni ili zameni"

MEHANIZAM ZA ZAKLJUČIVANJE

Izvrši pravilo

PRAVILA 2

MEHANIZAM ZA OBJAŠNJAVANJE

Objašnjenje

Auto neće da upali. Napon na akumulatoru je 11 volti što je manje od optimalnih 12V. Iz toga sledi da je akumulator prazan.

Sa obzirom na to da je akumulator prazan, jedino rešenje je da se akumulator napuni ili zameni.

Mehanizam za objašnjavanje

Objašnjenje "Kako" - primer (kraj)

RADNA MEMORIJA

- 1) Auto neće da "upali"
- 2) Napon na akumulatoru = 11V
- 3) Akumulator je prazan
- 4) Napuni akumulator

BAZA ZNANJA

PRAVILO 1

IF

Auto neće da "upali" AND
Napon na akumulatoru < 12V

THEN

Akumulator je prazan

OBJAŠNJENJE (KAKO?): "Auto neće da upali. Napon na akumulatoru je <X> volti što je manje od optimalnih 12V. Iz toga sledi da je akumulator prazan"

PRAVILO 2

IF

Akumulator je prazan

THEN

Napuni akumulator

OBJAŠNJENJE (KAKO?): "Sa obzirom na to da je akumulator prazan, jedino rešenje je da se akumulator napuni ili zameni"

MEHANIZAM ZA ZAKLJUČIVANJE

Izvrši pravilo

MEHANIZAM ZA OBJAŠNJAVANJE

Objašnjenje

Auto neće da upali. Napon na akumulatoru je 11 volti što je manje od optimalnih 12V. Iz toga sledi da je akumulator prazan.

Sa obzirom na to da je akumulator prazan, jedino rešenje je da se akumulator napuni ili zameni.

Predstavljanje znanja

- O-A-V trojke
 - iskazi o vrednostima pojedinih atributa objekata
 - primer: "Boja lopte je crvena"
 - objekti najčešće imaju više od jednog atributa
 - A-V parovi - specijalan slučaj O-A-V trojki

Predstavljanje znanja

- Činjenice sa više vrednosti
 - atributi O-A-V trojki mogu po prirodi imati više vrednosti
 - primer atributa sa jednom vrednošću:

Sistem: Koja je boja lopte?

Plava

Zelena

Korisnik: Plava

Predstavljanje znanja

- Činjenice sa više vrednosti

- primer atributa sa više vrednosti:

Sistem: Koje nekretnine poseduje klijent?

Kuća

Stan

Vikendica

Korisnik: Kuća

Vikendica

Predstavljanje znanja

- Činjenice sa više vrednosti
 - kada korisnik izabere vrednost(i) iz ponuđene liste, sistem može:
 - da za nju (njih) unese u radnu memoriju odgovarajuće činjenice kao tačne
 - da za ostale vrednosti unese u radnu memoriju odgovarajuće činjenice kao netačne

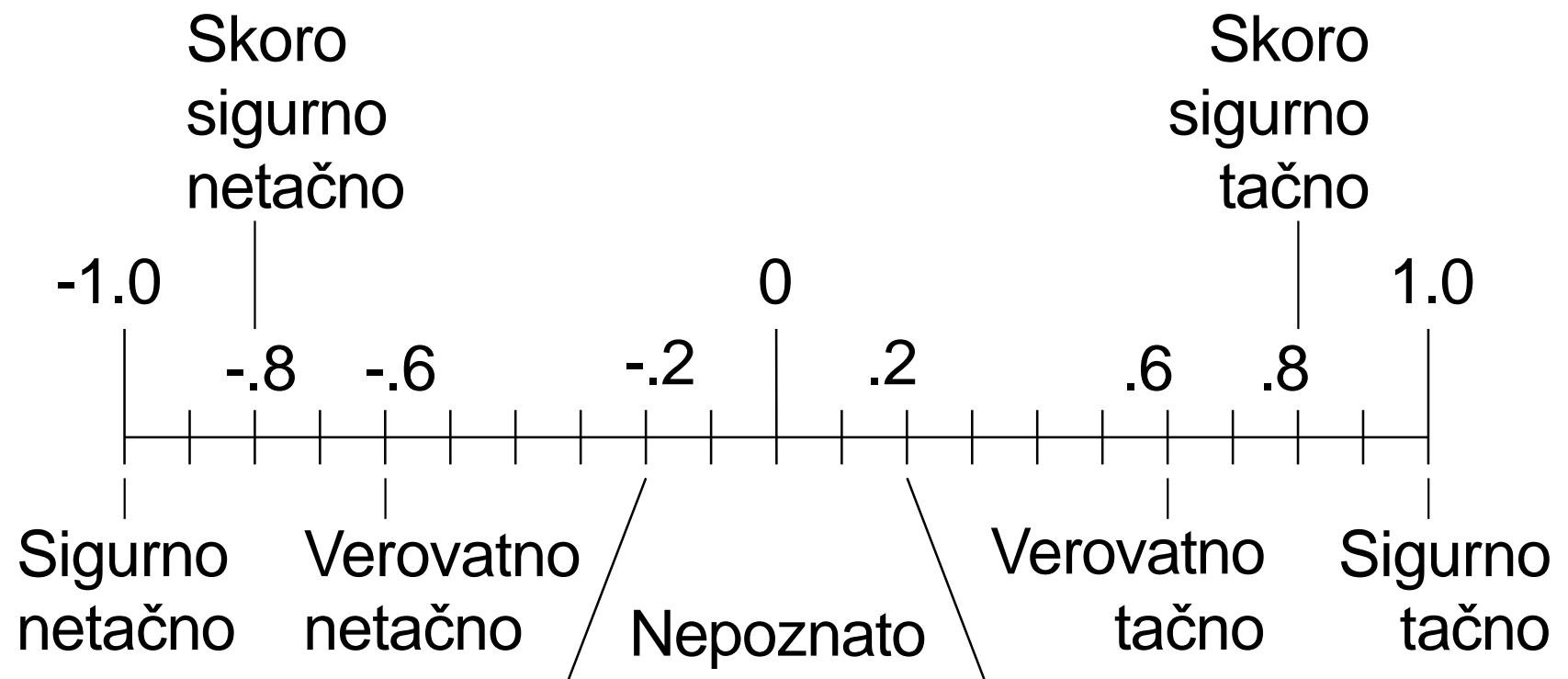
Predstavljanje znanja

- Neizvesne činjenice

- stepen poverenja u tačnost pojedinih činjenica
- kolokvijalni izrazi kao
"možda", "veoma", "donekle", ...
- faktor izvesnosti -
 numerička vrednost stepena poverenja
- ideja o faktorima izvesnosti
 prvi put je primenjena u sistemu MYCIN

Predstavljanje znanja

- Neizvesne činjenice



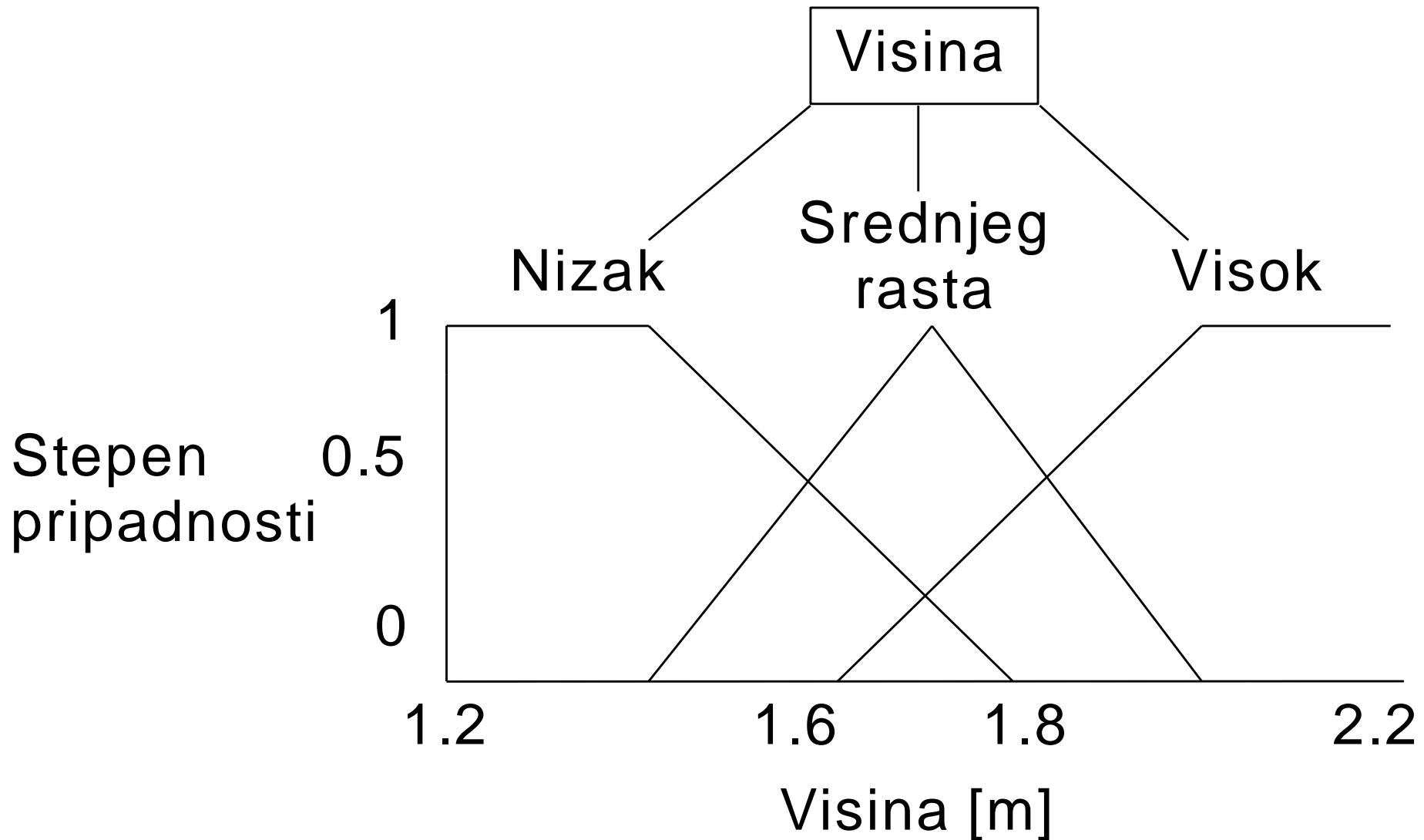
Predstavljanje znanja

- Pravila sa faktorom izvesnosti
 - IF Starost < 25 AND
Položen-vozački-ispit = False
THEN Krivac-u-nesreći = Yes (CF = 0.2)

Predstavljanje znanja

- Fuzzy činjenice
 - pogodne za predstavljanje određenih izraza iz prirodnog jezika
 - izrazi koji u sebi nose dvosmislenost, neodređenost, nepreciznost
 - fuzzy skupovi
 - kvantitativna analogija neodređenih izraza
 - stepen pripadnosti
 - nivo poverenja da vrednost neke veličine pripada nekom fuzzy skupu

Predstavljanje znanja



Predstavljanje znanja

- Fuzzy pravila
 - sadrže fuzzy skupove i u IF-delu i u THEN-delu
 - vrše preslikavanje fuzzy skupova iz jednih u druge
 - primer:

Ako (IF) Temperatura je normalna
Onda (THEN) Brzina je srednja

Predstavljanje znanja

- Uopštavanje pojma pravila
 - korišćenje matematičke logike
 - pozivanje funkcija iz pravila
 - pozivanje DBMS iz pravila
 - pravila za inicialno dodavanje činjenica
 - "while TRUE do..."
 - pravila za uklanjanje činjenica
 - ...

Bitne karakteristike ES

- Ograničenost na rešive probleme
 - ako problem ne može da reši ekspert, najverovatnije neće moći da ga reši ni ES
 - ne treba koristiti ES za nove probleme
- Uzana oblast ekspertize
 - slabe performanse izvan te oblasti

Bitne karakteristike ES

- Neegzaktno rezonovanje
 - rezonovanje sa neizvesnim, dvosmislenim ili nedostupnim podacima
 - ekspertsко znanje je samo po sebi neegzaktno
- Heurističko rezonovanje
 - nepisana pravila (rules of thumb)
 - algoritmi vs. heuristike
- ES prave i greške

Bitne karakteristike ES

- Poređenje ES i konvencionalnih programa

| <i>Konvencionalni programi</i> | <i>Ekspertni sistemi</i> |
|--------------------------------|------------------------------|
| Numerički | Simbolički |
| Algoritamski | Heuristički |
| Podaci i kontrola integrисани | Znanje i kontrola razdvojeni |
| Teški za modifikacije | Laki za modifikacije |
| Precizne informacije | Neegzaktne informacije |
| Komandni interfejs | Prirodni jezik i objašnjenja |
| Fiksni konačni rezultati | Preporuke i objašnjenja |
| Optimalna rešenja | Prihvatljiva rešenja |

Zašto razvijati ES ?

- Poređenje eksperta i ES

| <i>Faktor</i> | <i>Ekspert</i> | <i>ES</i> |
|---------------|----------------|----------------------------|
| Raspoloživost | Radnim danom | Uvek |
| Nestalnost | Da | Ne |
| Performanse | Promenljive | Konzistentne |
| Brzina | Promenljiva | Konzistentna i obično veća |
| Cena | Visoka | Prihvatljiva |