

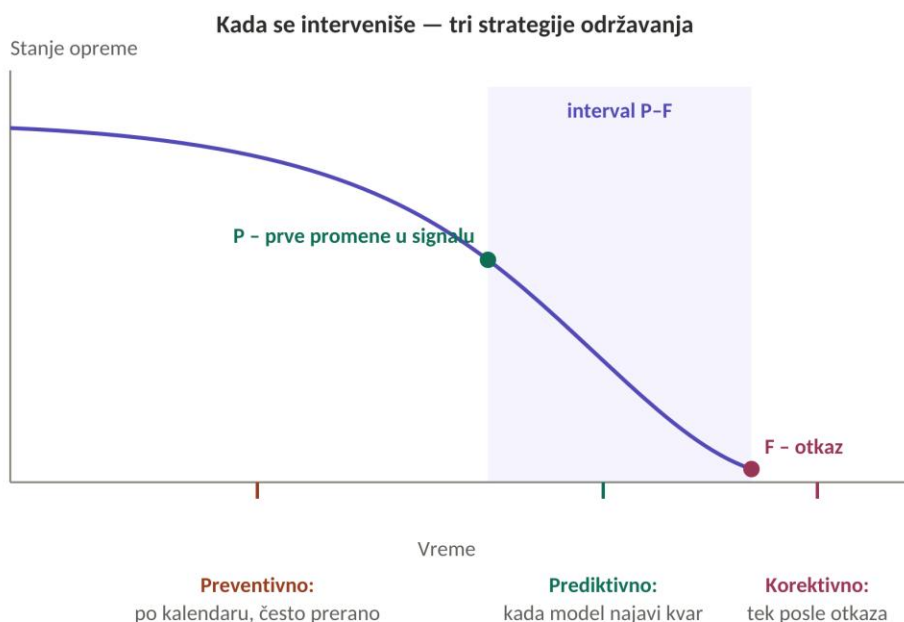
6. Primena ekspertnih sistema

6.1. Ekspertni sistem u održavanju

Povećanje obima i složenosti proizvodne opreme, kao i rastuća međusobna zavisnost mašina u proizvodnoj liniji, uslovljavaju donošenje složenih menadžerskih odluka u održavanju. Prisustvo velikog broja heterogenih faktora stohastičkog karaktera dodatno usložnjava rešavanje problema. U tom smislu, u proizvodnoj praksi dobre rezultate za podršku aktivnostima na održavanju pruža grupa softverskih alata koja je nastala razvojem klasičnih ekspertnih sistema — sistemi za prediktivno održavanje zasnovani na mašinskom učenju.

Suštinska struktura ostala je ista kao kod ekspertnih sistema opisanih u prethodnom poglavlju: baza znanja, mehanizam zaključivanja i korisnički interfejs. Promenio se način na koji nastaje baza znanja i način na koji korisnik komunicira sa sistemom. Umesto pravila koja inženjer znanja ručno prikuplja od eksperata, veliki deo znanja se danas uči iz podataka — iz merenja senzora i iz istorije radnih naloga. Umesto formulara sa pitanjima, interfejs je sve češće razgovoran, pa održavalac postavlja pitanje prirodnim jezikom (ARC Advisory Group, 2024).

Razlika u odnosu na ranije strategije održavanja vidi se u trenutku intervencije. Kod korektivnog održavanja radi se tek posle otkaza, kod preventivnog po kalendaru i često prerano, dok se kod prediktivnog interveniše u intervalu između prvih promena u signalu i funkcionalnog otkaza (slika 1).



Slika 1. Trenutak intervencije kod tri strategije održavanja

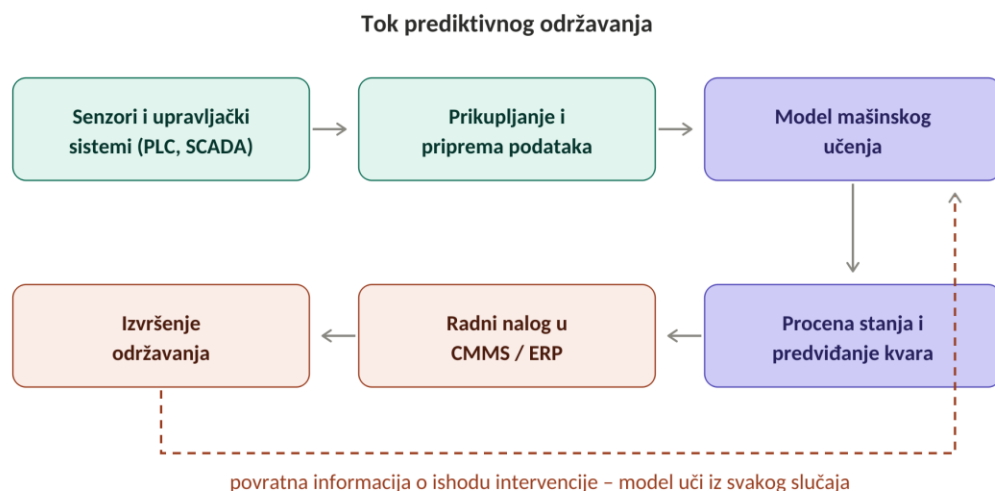
Koristi od primene ovakvih sistema u održavanju su:

- smanjenje neplaniranih zastoja proizvodnje
- smanjenje pojave katastrofalnih kvarova
- povećanje produktivnosti i raspoloživosti opreme
- povećanje bezbednosti na radu
- kontinualno praćenje performansi proizvodne opreme
- smanjenje nepotrebnih preventivnih opravki
- održavanje baze podataka o operativnom stanju opreme
- planiranje rezervnih delova na osnovu predviđenog trenutka kvara
- povećanje profitabilnosti
- povećana tačnost utvrđivanja uzroka kvara
- produženje životnog ciklusa opreme
- očuvanje i prenos znanja iskusnih održavalaca

Postoji više načina na koje se ostvaruje podrška održavanju:

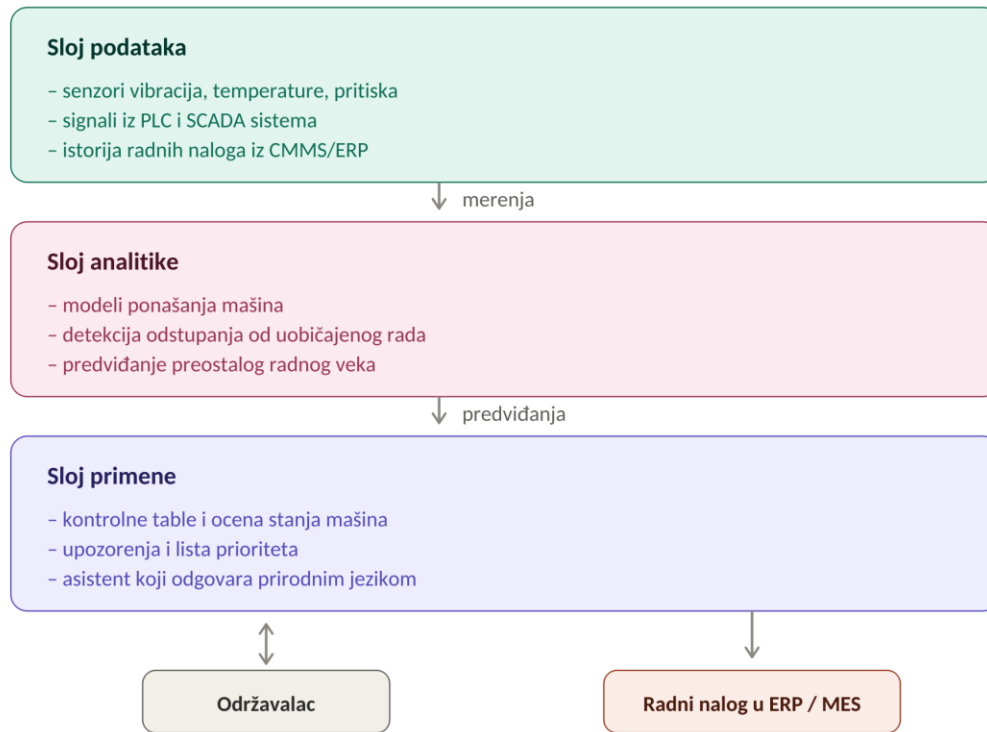
- dijagnostički sistemi, kod kojih korisnik za već nastali kvar konsultuje sistem radi utvrđivanja uzroka i usklađivanja aktivnosti na sanaciji;
- sistemi za nadzor stanja, koji pomoću senzora kontinualno prate rad opreme i sami određuju trenutak u kojem obaveštavaju korisnika o potrebi za preventivnom intervencijom;
- sistemi za upravljanje aktivnostima održavanja, koji generišu izveštaje i planove na osnovu balansiranja potreba, zahteva i raspoloživih resursa, i predviđanja prosleđuju sistemima za upravljanje proizvodnjom.

Ciklus rada takvog sistema prikazan je na slici 2. Podaci sa senzora i iz upravljačkih sistema pripremaju se i prosleđuju modelu mašinskog učenja, koji procenjuje stanje i predviđa kvar; predviđanje se pretvara u radni nalog, a ishod izvršene intervencije vraća se modelu kao povratna informacija.



Slika 2. Tok prediktivnog održavanja

Arhitektura sistema za prediktivno održavanje



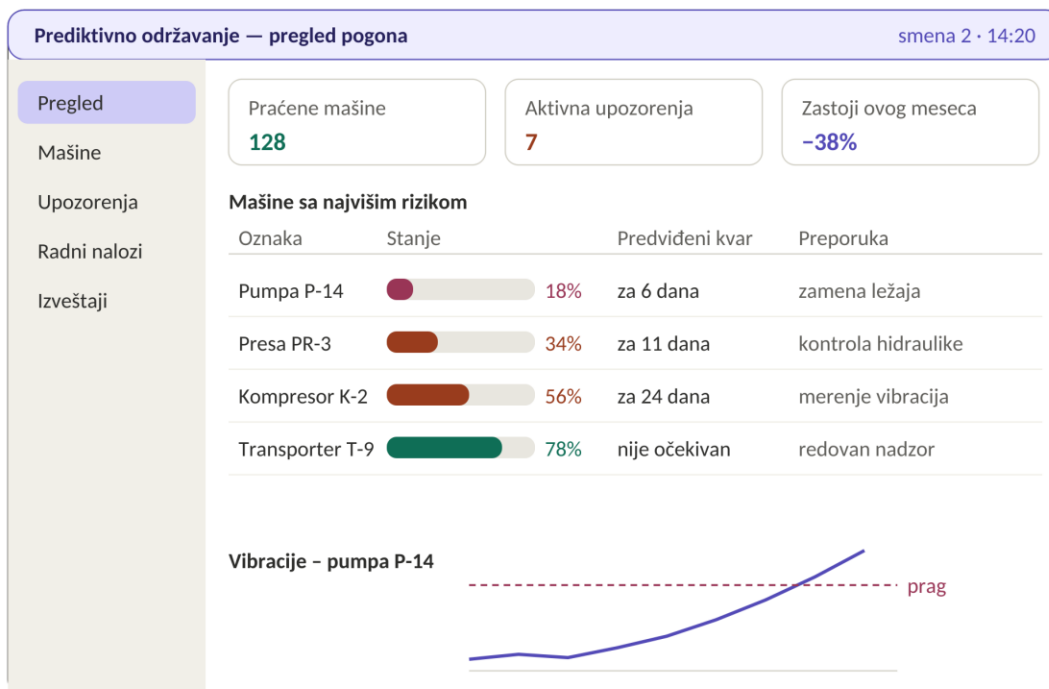
Slika 3. Slojeva arhitektura sistema za prediktivno održavanje

Siemens Senseye Predictive Maintenance

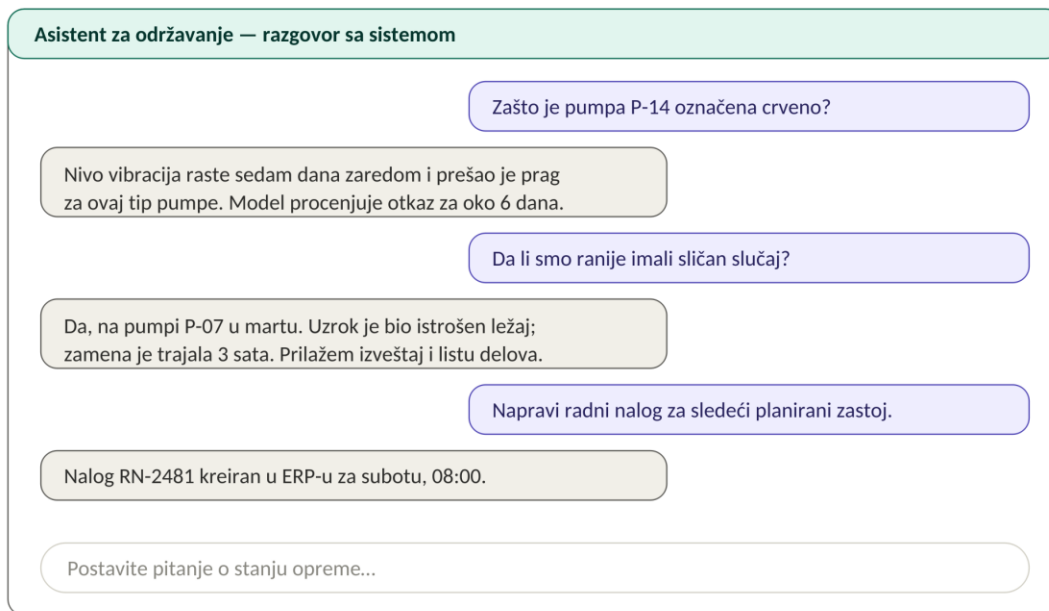
Senseye Predictive Maintenance je oblačno rešenje kompanije Siemens za prediktivno održavanje proizvodne opreme, nastalo akvizicijom kompanije Senseye 2022. godine i naknadno prošireno funkcijama generativne veštačke inteligencije (ARC Advisory Group, 2024).

Sistem preuzima podatke o stanju mašina, radne dnevnik i istorijske zapise direktno iz postojećih sistema u pogonu — iz procesnih baza podataka ili IoT posredničkog sloja — bez potrebe za dodatnim hardverom na licu mesta. Na osnovu tih podataka automatski gradi modele ponašanja mašina i modele ponašanja samih održavalaca, otkriva odstupanja od uobičajenog rada i predviđa trenutak u kojem će doći do otkaza (Siemens, 2025).

Rezultati se prikazuju kroz kontrolne table sa ocenom stanja svake mašine i listom prioriteta (slika 4), ali i kroz asistenta zasnovanog na generativnoj veštačkoj inteligenciji, kojem se stanje opreme može ispitivati prirodnim jezikom (slika 5). Asistent grupiše slične slučajeve, i to i kada su opisani na različitim jezicima, čime se znanje jednog pogona prenosi na ostale pogone iste kompanije (Siemens, 2024). Time se rešava jedan od najvećih praktičnih problema održavanja — održavaoci nisu analitičari podataka, pa im tumačenje sirovih merenja oduzima vreme.



Slika 4. Prikaz ekrana sistema za prediktivno održavanje (ilustracija)



Slika 5. Razgovor održavaoca sa asistentom sistema (ilustracija)

Efekti primene su merljivi. Prema podacima proizvođača, primena dovodi do smanjenja neplaniranih zastoja do 50% i povećanja efikasnosti održavanja do 55%, uz povraćaj ulaganja često u roku od tri meseca (GSDC, 2025). U australijskoj kompaniji BlueScope, proizvođaču čelika, primena je od 2022.

godine dovela do uštede od oko 2.000 sati neplaniranih zastoja u tri godine, od čega preko 1.200 sati u Australiji i preko 750 sati u pogonima na Novom Zelandu i u jugoistočnoj Aziji (Siemens, 2025a). U mlekari Sachsenmilch u Nemačkoj sistem je na vreme prepoznao istek radnog veka pumpe, a naredni korak je povezivanje sa modulom za održavanje u SAP-u, čime se predviđanje automatski pretvara u radni nalog (Siemens, 2025b).

Bosch ESI[tronic] sa asistentom zasnovanim na veštačkoj inteligenciji

Dok se Senseye bavi opremom u proizvodnji, primer dijagnostičkog sistema u domenu vozila je Bosch ESI[tronic]. Reč je o dijagnostičkom softveru za servise koji objedinjuje dijagnostiku upravljačkih jedinica, uputstva za održavanje i popravku i originalnu dokumentaciju proizvođača vozila na jednoj platformi (Bosch, 2024).

Sistem sadrži bazu poznatih kvarova (Experience Based Repair), u kojoj su ponovljivi kvarovi na više modela vozila sređeni u jasne skupove podataka; kada se takav kvar pojavi tokom dijagnoze, sistem predlaže rešenje koje se već pokazalo uspešnim na drugom mestu (Bosch, 2024). Ažuriranjem softvera uvodi se i asistent zasnovan na veštačkoj inteligenciji: dovoljno je uneti kod kvara ili nekoliko ključnih reči, a asistent analizira obrasce kvarova, koristi dijagnostičke podatke, uputstva za popravku i originalne podatke proizvođača, i predlaže odgovarajuću opciju popravke ili traženi dokument (Bosch, 2026).

Tehničar može da postavlja i dodatna pitanja tokom rada, a sistem je izgrađen nad proverenim radioničkim informacijama, a ne kao opšti razgovorni model, čime se smanjuje rizik od netačnih odgovora. Za posebno složene slučajeve moguće je uključiti i daljinsku dijagnostiku, pri čemu stručnjak proizvođača pristupa vozilu preko dijagnostičkog modula povezanog na OBD priključak (Bosch, 2024). Time se zadržava logika starijih dijagnostičkih ekspertnih sistema — rangiranje mogućih uzroka i predlaganje sledećeg testa — ali uz znatno širu bazu znanja i mogućnost da se u postupak uključi ljudski ekspert na daljinu.

Zaključno, primenu savremenih sistema podrške održavanju karakteriše značajno smanjenje troškova održavanja, povećanje produktivnosti i visok stepen pouzdanosti proizvodne opreme. Posledično se javljaju i ušteda u rezervnim delovima, povećanje bezbednosti i smanjenje nepotrebnih opravki. Posebno treba izdvojiti dve stvari: brzinu dijagnoze kvara, što je i osnovna zamisao primene ekspertnih sistema u održavanju, i pomeranje težišta sa reakcije na kvar ka predviđanju kvara, čime se održavanje iz troška pretvara u element planiranja proizvodnje.

6.2. Primena ekspertnih sistema u medicini – MYCIN

Sledeći primer odnosi se na primenu ekspertnih sistema u medicini, preciznije pri selekciji antibiotske terapije kod bakterijske infekcije krvi. Po utvrđivanju prisustva određene bakterije u krvi neophodno je izvršiti selekciju antibiotika putem kojeg će se sprovesti efikasna terapija.

Mycin je ekspertni sistem razvijen na Stanfordu 1970. godine. Njegova uloga je da izvrši dijagnostiku i predloži određenu terapiju za postojeću infekciju krvi. Da bi se klasična dijagnostika pacijenta izvela

pravilno, posmatra se sazrevanje bakterija inficiranog organizma; međutim, taj proces zahteva oko 48 sati, što može biti kobno za zaraženi organizam. Zbog toga doktori moraju brzo da reaguju na osnovu postojećih informacija o stanju pacijenta i predlože odgovarajuću terapiju. Mycin je razvijen na osnovu ispitivanja kako vrhunski stručnjaci vrše dijagnostiku infekcije na osnovu malog broja informacija koje su im dostupne.

Ekspertni sistem Mycin je baziran na znanju IF-THEN (ako-onda) pravila sa činjeničnim faktorima, na primer: (IF) AKO je infekcija bakteriološkog tipa (AND) I inficirano mesto jedno od sterilisanih mesta (AND) I sumnja se da je ulaz zaraze putem hrane (THEN) ONDA je najverovatnije (npr. 0.7) da je infekcija prouzrokovana bakterijom. U navedenom primeru 0.7 predstavlja grubo određenu verovatnoću da je dijagnoza tačno određena. Pri analizi Mycina koristi se tzv. uslovna verovatnoća.

Mycin je bio napisan u LISP-u i njegova pravila su bila prezentovana kao Lisp objašnjenja. Dijalog sa Mycin-om se sastoji iz tri glavne faze: u prvoj fazi date su sve prikupljene ulazne informacije o problemu i sistem može dati određenu, ali veoma široku dijagnozu; druga faza podrazumeva postavljanje direktnijih pitanja da bi se došlo do određenih specifičnih hipoteza; u trećoj fazi se postavljaju pitanja usko vezana za bolest na koju se sumnja i na kraju detaljne analize se daje definitivna dijagnostika o pacijentovoj bolesti. Sistem odgovara na pitanja vezana za svoju analizu, način na koji je razmišljao i dokaze na osnovu kojih je došao do dijagnoze.

Mycin nije, zbog određenog broja nedostataka, u potpunosti korišćen u medicini, ali je u mnogome zacrtao put savremenim ekspertnim sistemima. Korišćen je kao pomoć pri dijagnostici, a u početku je njegova stopostotna upotreba veoma često izbegavana zbog etičkog pitanja: „Čija je krivica ako ES donese pogrešnu dijagnozu?“. Kasnijom verzijom NEOMYCIN-a pokušalo se doći do eksplicitnih objašnjenja. Glavni problem je bio rešen na taj način što se koristilo tzv. „drvo odlučivanja“, u kome se kretalo od najopštijih činjenica i išlo ka sve složenijim pitanjima, sužavajući na taj način obim informacija i vodeći dalju analizu u pravom smeru.

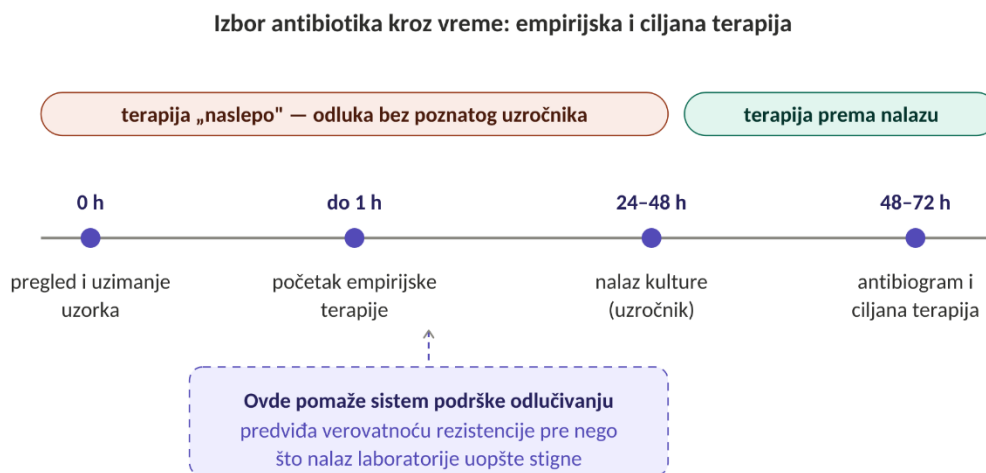
Zahvaljujući Mycinu razvijeno je mnogo drugih, savremenijih ekspertnih sistema. Na primer, EMYCIN je bio prva sledeća ekspertska školjka razvijena zahvaljujući Mycin-u (čija upotreba počinje 1981. godine). Njegov naslednik bio je ekspertni sistem PUFF koji se koristi u domenu srčanih problema. Kao sistem za obuku lekara koristi se ekspertni sistem NEOMYCIN, koji pruža savete i objašnjenja gde je došlo do greške pri lekarskoj dijagnostici.

MYCIN je u ocenama dostizao tačnost uporedivu sa specijalistima, ali nikada nije ušao u rutinsku primenu, jer u to vreme nije postojala infrastruktura koja bi ga povezala sa podacima o pacijentu.

Struktura je i danas ista: baza znanja, mehanizam zaključivanja i korisnički interfejs. Promenio se izvor znanja i mesto primene. Umesto pravila koja inženjer znanja prikuplja od eksperata, savremeni sistemi znanje uče iz elektronskih zdravstvenih kartona — iz nalaza ranijih kultura, prethodno propisanih lekova i podataka o rezistenciji u datoj sredini. Umesto zasebnog programa, sistem je ugrađen u informacioni sistem ustanove i pojavljuje se u trenutku kada lekar propisuje lek.

Zašto je izbor antibiotika problem odlučivanja

Kada pacijent dođe sa infekcijom, uzročnik još nije poznat. Uzorak se šalje u laboratoriju, ali nalaz kulture stiže tek za jedan do dva dana, a antibiogram i kasnije. Terapija se, međutim, mora započeti odmah. Taj prvi izbor naziva se empirijska terapija i donosi se bez znanja o tome na koji je lek uzročnik osetljiv (slika 1).



Slika 1. Izbor antibiotika kroz vreme: empirijska i ciljana terapija

Odluka ima dve vrste posledica. Ako je izabrani lek preuzak, postoji rizik da uzročnik na njega bude rezistentan, pa terapija ne deluje i stanje se pogoršava. Ako je izabrani lek preširok, verovatnoća uspeha je veća, ali se time podstiče razvoj rezistencije, što dugoročno šteti svim pacijentima. Upravo taj kompromis sistem podrške odlučivanju pokušava da olakša.

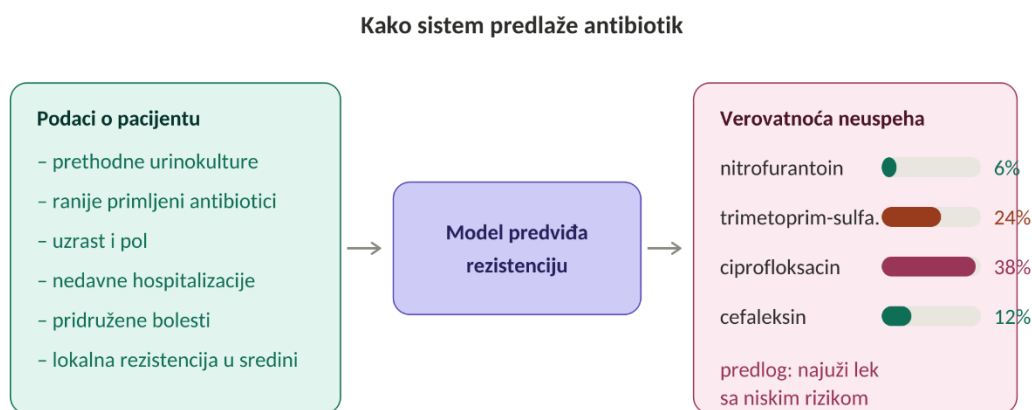
Koristi od primene ovakvih sistema su:

- veća verovatnoća da je prva propisana terapija delotvorna
- manja upotreba antibiotika širokog spektra
- ujednačeno pridržavanje kliničkih smernica među lekarima
- uzimanje u obzir istorije pacijenta koju je teško obuhvatiti napamet
- uvažavanje lokalne slike rezistencije, koja se razlikuje po sredinama
- skraćanje trajanja terapije i ranija zamena intravenske terapije oralnom
- sistematsko prikupljanje podataka za praćenje potrošnje antibiotika
- podrška ustanovama u kojima nema stalno dostupnog infektologa

Kako sistem dolazi do predloga

Model se obučava na velikom broju ranije lečenih slučajeva kod kojih je poznato i šta je propisano i kakav je bio nalaz antibiograma. Iz podataka o pacijentu — ranijih kultura, prethodno primljenih antibiotika, uzrasta, pola, nedavnih hospitalizacija i pridruženih bolesti — procenjuje verovatnoću

da uzročnik bude rezistentan na svaki pojedinačni lek. Zatim se među lekovima sa prihvatljivo niskim rizikom predlaže onaj najužeg spektra (slika 2).



Slika 2. Način na koji sistem dolazi do predloga terapije

Način prikaza lekaru ilustrovan je na slici 3. Sistem ne propisuje lek, već uz svaki antibiotik prikazuje procenjeni rizik neuspeha i širinu spektra, a odluku donosi lekar.

Predlog empirijske terapije — infekcija mokraćnih puteva

pacijentkinja, 34 g.

Iz kartona: dve infekcije u poslednjih 12 meseci · ciprofloksacin pre 4 meseca · bez hospitalizacija

Antibiotik	Procenjeni rizik neuspeha	Spektar	Preporuka
Nitrofurantoin	6%	uzak	preporučeno
Cefaleksin	12%	uzak	alternativa
Trimetoprim-sulfametoksazol	24%	uzak	manje pouzdano
Ciprofloksacin	38%	širok	izbegavati

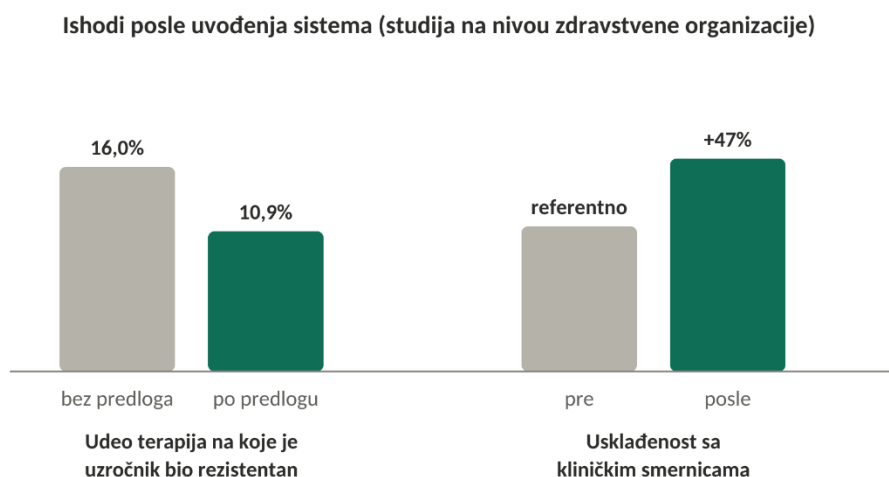
Predlog je zasnovan na podacima iz kartona i lokalnoj rezistenciji; odluku donosi lekar.

Slika 3. Prikaz predloga empirijske terapije (ilustracija ekrana)

Primeri iz prakse

Najobimniji primer primene sproveda je izraelska zdravstvena organizacija Maccabi, koja opslužuje oko 2,5 miliona osiguranika. U njihov informacioni sistem ugrađen je alat za infekcije mokraćnih puteva, zasnovan na modelu koji predviđa rezistenciju na osnovu podataka iz kartona. U posmatranom periodu od oko 34.000 propisanih terapija, predlog sistema prihvaćen je u 63% slučajeva. Kod prihvaćenih predloga udeo terapija na koje je uzročnik bio rezistentan iznosio je

10,9%, naspram 16,0% kod odbijenih, što je smanjenje od oko 32%, uz istovremeno poboljšanje usklađenosti sa smernicama (Shapiro Ben David i saradnici, 2025). Rezultati su prikazani na slici 4.



Slika 4. Ishodi posle uvođenja sistema podrške odlučivanju

Slična ispitivanja sprovedena su i u bolničkim uslovima. U studiji na podacima iz hitnih službi bolnica u Stanfordu i Bostonu, izbor zasnovan na takozvanim personalizovanim antibiogramima postigao je pokrivenost uzročnika od 85,9%, što je uporedivo sa izborom lekara od 84,3%, ali uz osetno manju upotrebu antibiotika širokog spektra (Corbin i saradnici, 2022). U drugoj studiji algoritam je, u slučajevima kada je lekar izabrao neodgovarajući lek prve linije, u 47% slučajeva predlagao odgovarajući lek prve linije (Kanjilal i saradnici, 2020).

Sistematski pregled i metaanaliza petnaest studija pokazali su da je uvođenje ovakvih sistema povezano sa boljim pridržavanjem smernica i nižom smrtnošću, pri čemu autori naglašavaju da je kvalitet dokaza nizak i da su potrebna prospektivna ispitivanja (Hatton i saradnici, 2025).

Ograničenja i uslovi primene

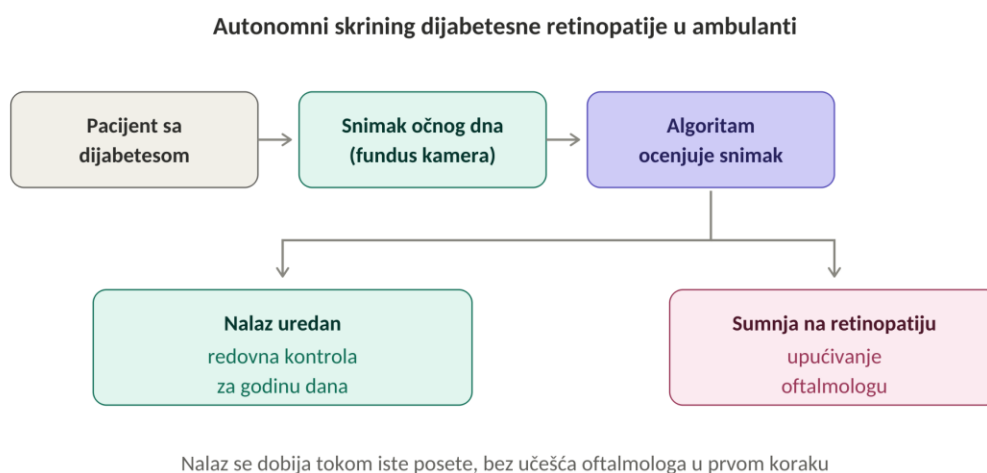
Primena ima jasna ograničenja. Model uči iz podataka jedne sredine, pa se njegove procene ne prenose automatski na drugu ustanovu sa drugačijom slikom rezistencije; sistem se mora prilagoditi i redovno preračunavati. Kvalitet predloga zavisi od potpunosti kartona — ako podaci o ranijim kulturama nedostaju, procena je slabija. Postoji i zamor od upozorenja: ako se predlozi pojavljuju prečesto ili zahtevaju previše koraka, lekari ih prestaju čitati, što je u ispitivanjima navedeno kao jedan od glavnih razloga neuspeha (Nature npj Antimicrobials and Resistance, 2025).

Zbog toga se ovakvi sistemi u praksi posmatraju kao podrška, a ne kao zamena za stručnu procenu. U novijem ispitivanju kliničari su sistem opisali kao koristan i umirujući oslonac kod složenih odluka, pod uslovom da se uklapa u postojeći tok rada i da svoje predloge obrazlaže dokazima (Rawson i saradnici, 2025).

LumineticsCore — autonomni skrining dijabetesne retinopatije

Dijabetesna retinopatija jedan je od vodećih uzroka gubitka vida, a pravovremenim otkrivanjem se sprečava. Problem nije u lečenju nego u obuhvatu: veliki broj obolelih od dijabetesa ne obavlja godišnji pregled očnog dna, jer zahteva odlazak kod oftalmologa.

Sistem LumineticsCore, ranije poznat kao IDx-DR, prvi je potpuno autonomni dijagnostički sistem sa veštačkom inteligencijom odobren u medicini — američka agencija za lekove odobrila ga je 2018. godine (Digital Diagnostics, 2024). Snimak očnog dna napravi se u ambulanti, algoritam ga oceni na licu mesta i daje jedan od dva nalaza: nema znakova retinopatije koja zahteva upućivanje, ili postoji sumnja pa se pacijent upućuje oftalmologu (slika 4). Nalaz se dobija tokom iste posete, bez učešća specijaliste u prvom koraku.



Slika 4. Autonomni skrining dijabetesne retinopatije u ambulanti

U pivotalnoj studiji sistem je pokazao osetljivost od 87% i specifičnost od 90% u odnosu na nalaz iskusnih ocenjivača (Channa i saradnici, 2024). Kasnije odobreni sistemi iste namene prijavljuju slične ili više vrednosti — EyeArt osetljivost od 95,5% i specifičnost od 86%, a AEYE-DS 93% odnosno 91,4% (Ophthalmology Science, 2025).

Ograničenja i uslovi primene

Uprkos dokazanim rezultatima, primena ovakvih sistema ima jasna ograničenja. Prvo, tačnost izmerena u studiji ne prenosi se automatski na svaku ustanovu: rezultat zavisi od opreme, kvaliteta snimka i strukture pacijenata. Drugo, sistem koji je namerno podešen da ne propusti oboljenje daje veći broj lažno pozitivnih nalaza, pa opterećuje specijalistu — u jednom poređenju isti algoritam imao je osetljivost od 99,3% uz specifičnost od samo 68,9% (Kanclerz i saradnici, 2025). Treće, uvođenje tehnologije samo po sebi ne rešava problem obuhvata: u velikoj analizi manje od 5% obolelih od dijabetesa imalo je bilo kakav snimak očnog dna u periodu od 2019. do 2023. godine, a tek mali deo njih putem automatskog skrininga (Modern Retina, 2026).

Zbog toga se odgovornost za odluku i dalje zadržava kod lekara, osim kod uskog kruga autonomnih primena za koje su uslovi izričito propisani. Sistem se u kliničkom toku posmatra kao dodatni izvor informacija koji ubrzava postupak, a ne kao zamena za stručnu procenu.

6.3. Ekspertni sistem za izbor odgovarajućeg softverskog alata

Za rešavanje složenih menadžerskih problema u upravljanju i odlučivanju danas postoje brojni softverski alati. Predstavljeni ekspertni sistem ima za cilj da olakša proces donošenja kompleksnih odluka u preduzeću, ukazujući donosiocima odluke koji softverski alat može u potpunosti da podrži rešavanje konkretnog problema.

Prilikom izbora odgovarajućeg softverskog alata potrebno je razmotriti niz pitanja. Prvo je neophodno razmotriti mogućnosti dekomponovanja postavljenog problema. Ukoliko postoji mogućnost dekomponovanja, neophodno je analizirati svaki potproblem posebno i zatim ispitati mogućnost integracije rezultata koji potiču iz različitih softverskih alata.

Veliki broj autora ističe strukturiranost problema kao jedan od najvažnijih pokazatelja za pravilan izbor softverskog alata. Strukturiran problem podrazumeva da je problem dobro definisan, dok nestrukturiran problem ukazuje da pri rešavanju ne postoje u potpunosti definisani ulazni parametri. Ispitivanje repetitivnosti problema predstavlja sledeći korak: kod problema koji se javljaju samo jednom postavlja se pitanje opravdanosti projektovanja i/ili nabavke odgovarajućeg softverskog alata. U slučaju repetitivnih problema, primena softverskih alata je ekonomski opravdana, povećava kvalitet donesenih odluka, smanjuju se administrativni troškovi i realizuje se ušteda u vremenu.

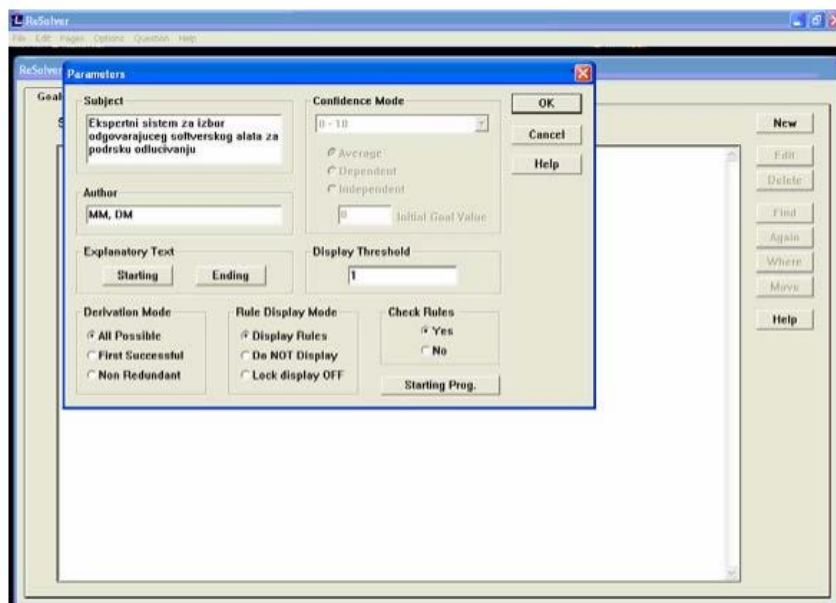
Na osnovu iznetih razmatranja definisan je sledeći niz pitanja za formiranje baze znanja:

1. Da li je moguće problem dekomponovati? (moguće je / nije moguće)
2. Da li je problem strukturiran? (strukturiran / delimično strukturiran / nestrukturiran)
3. Da li je problem repetitivan? (jeste / nije)
4. Definirati hijerarhijski nivo na kojem se problem javlja. (operativni / taktički / strateški)
5. Da li je u procesu rešavanja problema neophodno učešće više lica? (grupno odlučivanje / jedan donosilac odluke)
6. Da li je u procesu rešavanja problema neophodno ekspertsko znanje? (jeste / nije)
7. Analizirati mogućnost pribavljanja podataka. (potpuna nemogućnost / nije moguće pribaviti sve / moguće je pribaviti)
8. Da li je u procesu odlučivanja neophodno uključiti procene donosioca odluke? (jeste / nije)

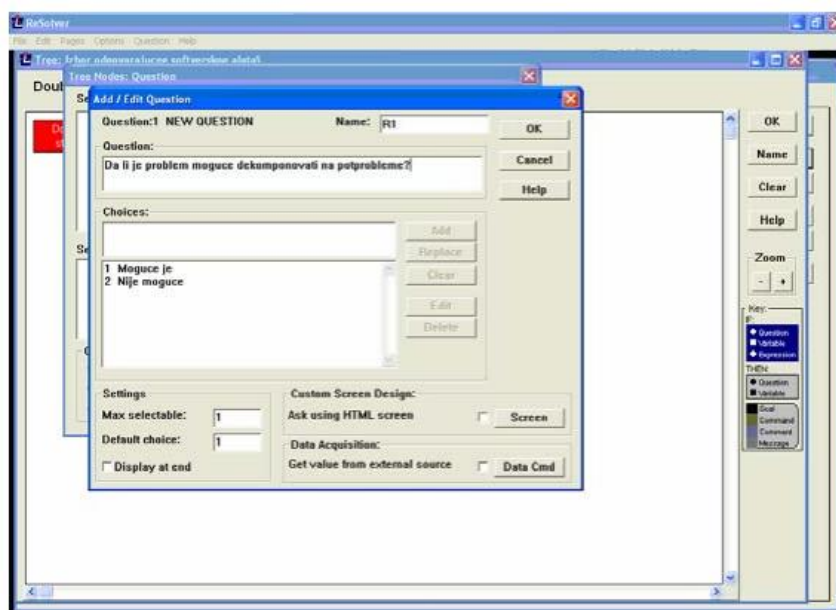
Za projektovanje baze znanja korišćena je školjka ekspertnog sistema ReSolver. Projektovanje baze znanja u školjci svodi se na definisanje produkcionih pravila u IF-THEN formi, koja čine prethodno izneta pitanja, ponuđeni odgovori i krajnji odgovor (goal) sa objašnjenjem postupka izbora odluke.

Zbog velike kompleksnosti, u razmatranje je uzeta skraćena verzija u kojoj egzistiraju samo najneophodnija pitanja; takva baza sadrži 58 pravila.

Neke od poznatijih školjki ekspertnih sistema su: FOCIL, OPS5, RT-Expert, CLIPS, BABYLON, CRISTAL, EXSYS Professional, FLEX, HUGIN Systems, GBB, ILOG, RULES, Intelligence compiler, KWG, ReSolver, Level5, K-Vision, TechMate, VBXpert, Visual Expert itd. ReSolver je izabran zbog lakoće u konstruisanju drвета odlučivanja – baze znanja, jer nije neophodno poznavanje programskih jezika (LISP, PROLOG) i zbog jednostavnosti u korišćenju.

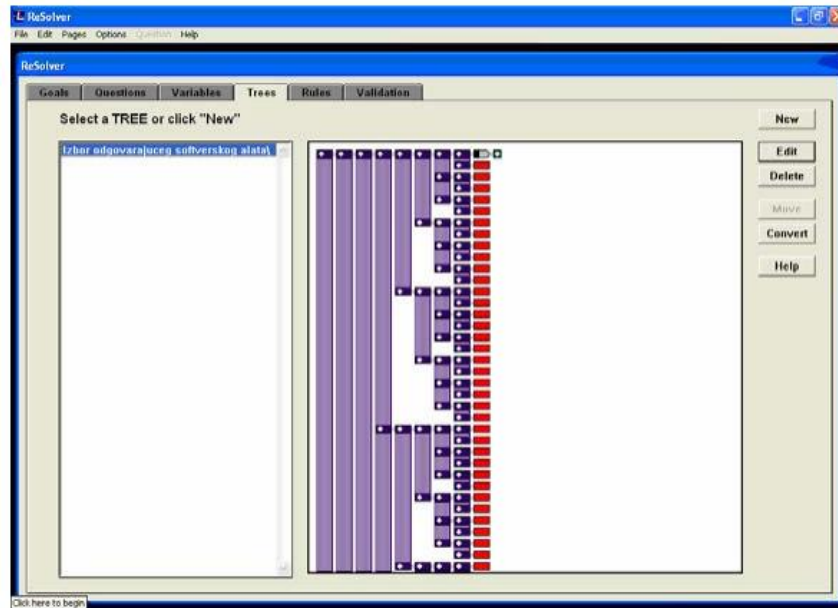


Slika 5.21. Definisane osnovnih parametara pri projektovanju ekspertnog sistema



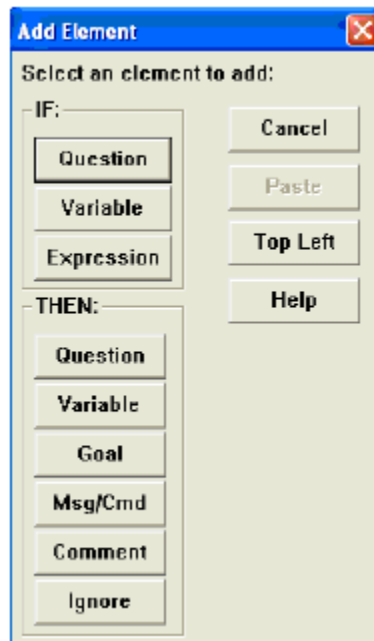
Slika 5.22. Definisane pitanja

Slika 5.22. Definisanje pitanja



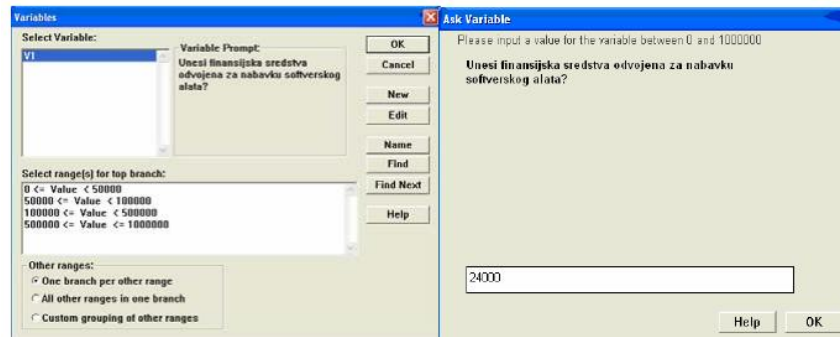
Slika 5.23. Drvo odlučivanja

Slika 5.23. Drvo odlučivanja



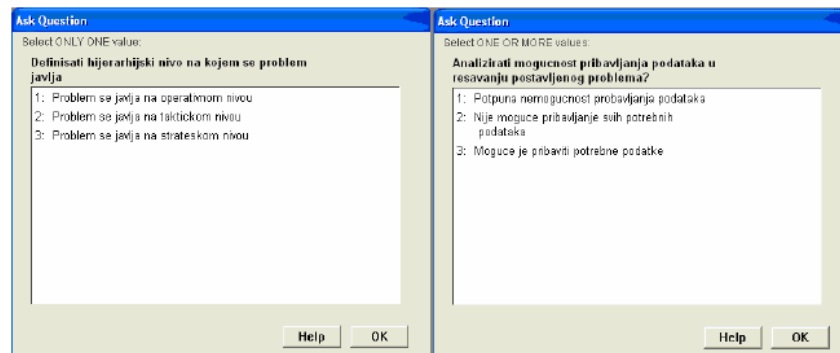
Slika 5.24. Dodavanje novih elemenata

U IF delu produkcionog pravila moguće je definisati pitanje, varijablu ili matematički izraz. U THEN delu moguće je definisati pitanje, varijablu, krajnji cilj (zaključak), poruku/komandu, komentar ili ignorisati tu granu drveta odlučivanja. Za razliku od pitanja u IF delu, kod varijabli korisnik može da unese konkretnu vrednost kao odgovor na postavljeno pitanje.



Slika 5.25. Definisanje varijabli

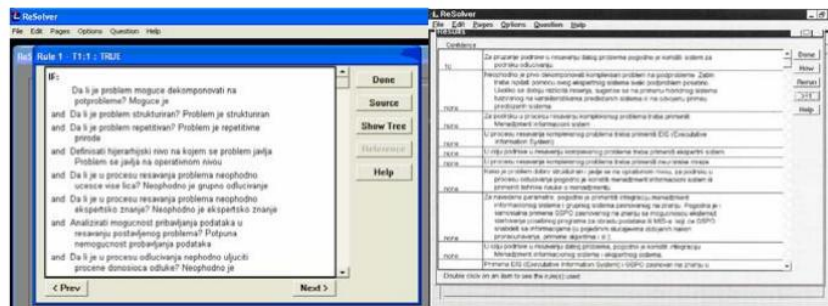
Za posmatrani primer optimizacije proizvodnog programa testiran je predloženi ekspertni sistem. Opcijom „run“ pokreće se ekspertni sistem i korisnik daje odgovore na postavljena pitanja. Postavljeni problem nije moguće dekomponovati jer se problem izbora proizvodnog programa posmatra kao integralna celina. Posmatrani problem je delimično strukturiran jer za pojedine kriterijume nisu definisani ulazni podaci. Nije neophodno grupno odlučivanje, a procene donosioca odluke su neophodne kod ocene važnosti uticajnih kriterijuma.



Slika 5.26. Radni ekrani

Slika 5.26. Radni ekrani

Po unošenju odgovora na sva postavljena pitanja, ekspertni sistem korisniku daje konkretan odgovor i savet za rešavanje postavljenog problema, a na zahtev korisnika može da pruži i objašnjenje odnosno postupak rezonovanja za izvođenje zaključka. U posmatranom primeru zaključak glasi: IF problem nije moguće dekomponovati AND problem je delimično strukturiran AND problem je repetitivne prirode AND problem se javlja na taktičkom nivou AND dovoljan je jedan donosilac odluke AND nije neophodno ekspertsko znanje AND potrebno je uključiti procene donosioca odluke, THEN u rešavanju problema neophodno je primeniti sistem za podršku odlučivanju.



Slika 5.27. Finalni zaključak i njegovo obrazloženje

Slika 5.27. Finalni zaključak i njegovo obrazloženje

6.5. Okvir za primenu informacionih sistema

Sledeće tabele daju okvir koji donosiocu odluke, u zavisnosti od vrste postavljenog problema, sugerišu koji softverski alat treba da koristi.

Tip odluke	Operativni nivo	Taktički nivo	Strateško planiranje	Neophodna podrška
Strukturirane	Računovodstvo	Analiza budžeta, kratkoročno planiranje, izbor: napraviti ili kupiti	Upravljanje finansijama, lokacija skladišta, distributivni sistemi	Menadžment informacioni sistemi, operaciona istraživanja
Delimično strukturirane	Proizvodno planiranje	Procena kredita, izgradnja fabrike, upravljanje projektima	Izgradnja nove fabrike, planiranje novog proizvoda, planiranje obezbeđenja kvaliteta	SPO
Nestrukturirane	Sve vrste izbora, kupovina softvera, odobravanje kredita	Pregovori, kupovina hardvera	Razvoj istraživačkih aktivnosti, razvoj novih tehnologija	SPO, ES, NN