

**UNIVERZA V LJUBLJANI
EKONOMSKA FAKULTETA**

MAGISTRSKO DELO

**SISTEM ZA PODPORO ODLOČANJU
V PROCESU VREDNOTENJA NARAVNIH VREDNOT**

Ljubljana, maj 2005

Tanja Kepa Ferlan

IZJAVA

Študentka Tanja Kepa Ferlan izjavljam, da sem avtorica tega magistrskega dela, ki sem ga napisala pod mentorstvom prof. dr. Vladislava Rajkoviča in skladno s 1. odstavkom 21. člena Zakona o avtorskih in sorodnih pravicah dovolim objavo magistrskega dela na fakultetnih spletnih straneh.

V Ljubljani, dne 17.5.2005

Podpis:

POVZETEK

Magistrsko delo obravnava problematiko vrednotenja naravnih vrednot na primeru drevesnih in podzemeljskih geomorfoloških naravnih vrednot. V ta namen smo izdelali dva večparametrski odločitveni modela za podporo odločanju pri vrednotenju in razvrščanju naravnih vrednot po njihovi pomembnosti. Uporabljena metodologija večparametrskega odločanja in računalniški program DEXi sta se v obravnavanem problemu izkazala kot ustrezna za uporabo, saj omogočata sistematičen in transparenten način odločanja na področju naravovarstvenega vrednotenja.

Ključne besede:

odločanje, sistemi za podporo odločanju, večparametrsko odločanje, večparametrski odločitveni model, ekspertni sistemi, naravne vrednote

ABSTRACT

DECISION SUPPORT SYSTEM IN THE PROCESS OF EVALUATION OF VALUABLE NATURAL FEATURES

This master thesis deals with the problem of evaluation of valuable natural features, in the case of trees and valuable subsurface geomorphological natural features, such as caves. For this purpose two multi-attribute decision models were built, to support decision making process in evaluation and classification of valuable natural features with regard to their importance. Both, the applied methodology of multi-attribute decision making and the computer programme DEXi have been recognized as suitable for this decision making case as they allow systematic and transparent decision making in the field of evaluation of nature conservation.

Key words:

decision making, decision support systems, multi-attribute decision making, multi-attribute decision model, expert systems, valuable natural features

KAZALO VSEBINE

1. UVOD	1
1.1. Namen in cilji dela	2
1.2. Metode dela	3
1.3. Struktura dela	3
2. ODLOČANJE IN SISTEMI ZA PODPORO ODLOČANJU	4
2.1. Proces odločanja	4
2.1.1. Opredelitev odločanja	4
2.1.2. Vrste odločanja in odločitev	7
2.2. Sistemi za podporo odločanju	9
2.2.1. Opredelitev in značilnosti sistemov za podporo odločanju	9
2.2.2. Zgradba sistemov za podporo odločanju	11
2.3. Večparametrsko odločanje	12
2.4. Faze odločitvenega procesa	15
2.4.1. Identifikacija problema	16
2.4.2. Identifikacija kriterijev	16
2.4.3. Definicija funkcij koristnosti	17
2.4.4. Opis variant	17
2.4.5. Vrednotenje in analiza variant	18
2.4.6. Zaključek	18
3. UMETNA INTELIGENCA IN EKSPERTNI SISTEMI	19
3.1. Umetna inteligenca	19
3.2. Ekspertni sistemi	21
3.2.1. Opredelitev in značilnosti ekspertnih sistemov	21
3.2.2. Zgradba ekspertnih sistemov	24
3.2.3. DEX - lupina ekspertnega sistema za večparametrsko odločanje	27
3.2.3.1. Prednosti in slabosti sistema DEX	29
3.2.3.2. Uporaba sistema DEX	31
4. NARAVNE VREDNOTE IN NARAVOVARSTVENO VREDNOTENJE	31
4.1. Opredelitev naravnih vrednot	32
4.2. Evidentiranje in vrednotenje naravnih vrednot	35
5. IZGRADNJA IN UPORABA VEČPARAMETRSKIH ODLOČITVENIH MODEL OV	37
5.1. Identifikacija problema	37
5.2. Odločitvena skupina	39
5.3. Metoda dela	40
5.4. Odločitveni model vrednotenja drevesnih naravnih vrednot	40
5.4.1. Identifikacija kriterijev	40
5.4.1.1. Določitev kriterijev	40
5.4.1.2. Hierarhično strukturiranje kriterijev	43
5.4.1.3. Določitev merskih lestvic	44

5.4.2. Definicija funkcij koristnosti	46
5.4.3. Opis variant	48
5.4.4. Vrednotenje in analiza variant	48
5.4.4.1. Ocene rezultatov vrednotenja variant	48
5.4.4.2. »Kaj-če« analiza	52
5.5. Odločitveni model vrednotenja podzemeljskih geomorfoloških naravnih vrednot (podzemnih jam)	54
5.5.1. Identifikacija kriterijev	54
5.5.1.1. Določitev kriterijev.....	54
5.5.1.2. Hierarhično strukturiranje kriterijev	61
5.5.1.3. Določitev merskih lestvic	63
5.5.2. Definicija funkcij koristnosti	64
5.5.3. Opis variant	64
5.5.4. Vrednotenje in analiza variant	66
5.5.4.1. Ocene rezultatov vrednotenja variant	66
5.5.4.2. »Kaj-če« analiza	70
6. ANALIZA VEČPARAMETRSKIH ODLOČITVENIH MODELOV	71
6.1. Prednosti.....	72
6.2. Slabosti.....	74
6.3. Priložnosti	74
6.4. Nevarnosti.....	75
7. ZAKLJUČEK.....	75
8. LITERATURA IN VIRI	78
8. 1. Literatura.....	78
8.2. Viri.....	83

KAZALO TABEL

Tabela 1: Pregled seznamov najpomembnejše naravne dediščine.....	35
Tabela 2: Primer funkcije koristnosti za izpeljani kriterij Drevesna naravna vrednota	47
Tabela 3: Vrednosti posameznih variant – dreves, ki so zbrane po listih drevesa kriterijev	48
Tabela 4: Tabelarični rezultat vrednotenja dreves kot variant	49
Tabela 5: Odločitvena pravila za izpeljani kriterij Druga značilnost	54
Tabela 6: Razvrstitev tipov podzemnih jam glede na njihovo pomembnost	56
Tabela 7: Primer funkcije koristnosti za izpeljani kriterij Podzemna jama.....	65
Tabela 8: Vrednosti posameznih variant – podzemnih jam, ki so zbrane po listih drevesa kriterijev	65
Tabela 9: Tabelarični rezultat vrednotenja podzemnih jam kot variant.....	67
Tabela 10: Matrika SWOT za ocenjevanje odločitvenih modelov vrednotenja drevesnih naravnih vrednot in naravovarstvenega vrednotenja podzemnih jam	73

KAZALO SLIK

Slika 1: Odločitveni proces	5
Slika 2: Shematski prikaz zgradbe sistemov za podporo odločanju	12
Slika 3: Večparametrski odločitveni model	14
Slika 4: Struktura ekspertnih sistemov	25
Slika 5: Shematični prikaz strukture sistema za ocenjevanje	29
Slika 6: Odločitveno drevo Drevesna naravna vrednota.....	44
Slika 7: Predlagane zaloge vrednosti kriterijev za odločitveni model Drevesna naravna vrednota.....	45
Slika 8: Stolpični grafikon končne ocene Drevesna naravna vrednota za šest dreves.....	49
Slika 9: Korelacijski grafikon za kriterija izjemnost in druga značilnost ali pomembnost.....	50
Slika 10: Vrednotenje drevesa 3 in drevesa 6 s pomočjo zvezdnega grafikona ...	51
Slika 11: Vrednotenje drevesa 1 in drevesa 5 s pomočjo zvezdnega grafikona ...	52
Slika 12: Odločitveno drevo Podzemna jama	62
Slika 13: Predlagane zaloge vrednosti kriterijev za odločitveni model Podzemna jama.....	63
Slika 14: Stolpični grafikon končne ocene naravovarstvenega pomena podzemne jame za pet jam	67
Slika 15: Vrednotenje jam 1, 2, 3 in 5 s pomočjo zvezdnega grafikona.....	68

KAZALO PRILOG

PRILOGA 1: Slovarček slovenskih prevodov tujih izrazov	I
PRILOGA 2: Spodnja (A) in zgornja meja (B) za osnovni kriterij obseg debla odločitvenega modela Drevesna naravna vrednota	II
PRILOGA 3: Tipološka členitev drevesnih naravnih vrednot po okoliščinah pojavljanja	IV
PRILOGA 4: Odločitveni model vrednotenja drevesnih naravnih vrednot	V
PRILOGA 5: Odločitveni model vrednotenja podzemeljskih geomorfoloških naravnih vrednot (podzemnih jam).....	VIII

1. UVOD

Sodobne informacijske in komunikacijske tehnologije pomembno zaznamujejo današnjo informacijsko družbo, povečujejo človekove miselne sposobnosti in ključno prispevajo k ustvarjanju strateške prednosti podjetij kot tudi javnih in neprofitnih organizacij. Prav tako pa tudi znanje, ki ga znamo upravljati in pravilno uporabiti, ustvarja veliko konkurenčno prednost podjetij in posameznikov (Pivec, Rajkovič, 1999, str. 452). Tehnologije upravljanja z znanjem vključujejo katerokoli tehnologijo, s katero si lahko pomagamo pri delu z znanjem. Sam izraz upravljanje z znanjem pomeni proces vzajemnega povezovanja med metodami in tehnikami obdelovanja podatkov z informacijsko in komunikacijsko tehnologijo na eni in ustvarjalnimi sposobnostmi človeka na drugi strani (Krapež, Rajkovič, 2003, str. 7). Eno izmed metod predstavljajo tudi sistemi za podporo odločanju in ekspertni sistemi, ki temeljijo na metodah umetne inteligence.

Sistemi za podporo odločanju so računalniški informacijski sistemi, ki so namenjeni pomoči sodelujočim v procesu odločanja na vseh organizacijskih nivojih (Bidgoli, 1997, str. 282). Odločevalcu pomagajo na sistematičen, organiziran in čim bolj enostaven način priti do kvalitetne odločitve. V magistrskem delu obravnavamo problematiko z vsebinskega področja varstva narave s pomočjo uporabe sistema za podporo odločanju, ki temelji na večparametrskem odločanju.

S sprejetjem Zakona o ohranjanju narave (Uradni list RS, št. 56/99, 31/00, 110/02, 119/02, 41/04, 96/04) je sistem varstva narave v Sloveniji razdeljen na dva dela, na ohranjanje biotske raznovrstnosti in na sistem varstva naravnih vrednot. Ohranjanje biotske raznovrstnosti v naravi se veže na ohranjanje naravnega ravnovesja. Sistem varstva naravnih vrednot določa postopke in načine podeljevanja statusa naravnih vrednot ter izvajanje njihovega varstva. Oba sistema se dopolnjujeta z namenom učinkovito ohranjati naravo.

Naloge v zvezi z ohranjanjem biotske raznovrstnosti in varstvom naravnih vrednot opravljajo Ministrstvo za okolje in prostor, Agencija Republike Slovenije za okolje, v okviru katere deluje Sektor za ohranjanje narave, Zavod RS za varstvo narave s sedmimi območnimi enotami in upravljavci zavarovanih območij. Med naloge sodi tudi upravljanje baz podatkov o naravnih vrednotah in sestavinah biotske raznovrstnosti. V ta namen se na Agenciji Republike Slovenije za okolje vzpostavlja informacijski sistem Narava, ki vključuje podatke o zavarovanih območjih, naravnih vrednotah in območjih, pomembnih za ohranjanje biotske raznovrstnosti.

Naravna vrednota je v Zakonu o ohranjanju narave opredeljena kot redek, dragocen ali znamenit naravni ali drug vreden pojav, sestavina oziroma del žive ali nežive narave, naravno območje ali del naravnega območja, ekosistem, krajina ali oblikovana narava. Med zvrstmi naravnih vrednot sta tudi drevesna in podzemeljska geomorfološka naravna vrednota.

Naravovarstvena služba je v preteklih desetletjih evidentirala veliko drevesne in podzemeljske geomorfološke dediščine. Po sprejetju Zakona o ohranjanju narave in Uredbe o zvrsteh naravnih vrednot (Uradni list RS, št. 52/02, 67/03) je zakonsko predpisano vrednotenje naravnih vrednot in hkrati njihova razvrstitev na vrednote državnega in lokalnega pomena. Organizacija, pristojna za ohranjanje narave, po opravljenem evidentiranju in vrednotenju delov narave pripravi strokovni predlog za določitev naravnih vrednot in njihovo razvrstitev na vrednote državnega in lokalnega pomena. Naravna vrednota pridobi status s posebnim predpisom ministra, ki hkrati predpiše tudi podrobnejše varstvene in razvojne usmeritve za varstvo naravne vrednote. Določitvi naravnih vrednot pa sledi odločanje o izbiri ustreznih ukrepov varstva naravnih vrednot in njihovo dejansko izvajanje.

1.1. Namen in cilji dela

Namen magistrskega dela je na podlagi proučevanja strokovne literature in izkušenj iz prakse predlagati večparametrski odločitveni model naravovarstvenega vrednotenja naravnih vrednot na primeru drevesnih in podzemeljskih geomorfoloških naravnih vrednot (drevesa, podzemne jame). Odločitveni model drevesnih naravnih vrednot nam med vsemi evidentiranimi drevesnimi naravnimi vrednotami pomaga izbrati tiste, ki so primerne za vpis na seznam naravnih vrednot, ki je sestavni del Pravilnika o določitvi in varstvu naravnih vrednot. Na primeru podzemnih jam pa odločitveni model vrednotenja podzemeljskih geomorfoloških naravnih vrednot predstavlja osnovo za naravovarstveno vrednotenje jam, njihovo kvalitativno analizo in omogoča izbiranje jam za prednostno izvajanje ukrepov varstva. Osnovna zbirka podatkov o naravnih vrednotah je del informacijskega sistema Narava, ki nastaja v okviru Sektorja za ohranjanje narave na Agenciji Republike Slovenije za okolje.

Cilji, ki jih želimo v magistrskem delu doseči, so naslednji:

- na podlagi strokovne literature povzeti teoretične osnove s področja odločanja, sistemov za podporo odločanju in umetne inteligence, predvsem ekspertnih sistemov in tako pridobiti ustrezno znanje o odločanju, kar ima pomemben vpliv na samo kakovost kasnejše odločitve,
- zbrati potrebno odločitveno znanje iz vsebinskega področja varstva narave za izgradnjo baze znanja odločitvenih modelov,

- predlagati, praktično preizkusiti in kritično ovrednotiti večparametrski odločitveni model vrednotenja naravnih vrednot na primeru drevesnih in podzemeljskih geomorfoloških naravnih vrednot kot dopolnitev obstoječemu informacijskemu sistemu.

1.2. Metode dela

V magistrskem delu smo uvodoma uporabili opisno metodo znanstvenoraziskovalnega dela, ki vključuje opazovanje, opisovanje, primerjanje, analizo in povezovanje. Najprej smo sistematično poiskali in kritično proučili domačo in tujo strokovno literaturo z obravnavanega področja, predvsem sistemov za podporo odločanju in tem umetne inteligence ter pregledali tudi dela iz vsebinskega področja obravnavanih večparametrskih odločitvenih modelov. Uporabili smo lastno znanje, pridobljeno tekom podiplomskega študija in profesionalne izkušnje. Predvsem pri gradnji baze znanja odločitvenih modelov smo si pomagali tudi z razgovori s strokovnjaki z vsebinskih področij.

Kot orodje za postopen razvoj in preizkus večparametrskih odločitvenih modelov smo izbrali računalniški program DEXi, lupino ekspertnega sistema za večparametrsko odločanje. Program sloni na metodologiji DEX, ki se od ostalih metodologij večparametrskega odločanja razlikuje predvsem po kvalitativnem pristopu in neposrednem določanju funkcij koristnosti več spremenljivk, kar poveča transparentnost izgradnje in uporabe odločitvenih modelov (Jereb, Bohanec, Rajkovič, 2003, str. 7).

Izgradnji in uporabi odločitvenih modelov je sledila njihova kritična ocenitev, pri čemer smo uporabili analizo SWOT in tako nakazali prednosti, slabosti, priložnosti in nevarnosti zgrajenih odločitvenih modelov.

1.3. Struktura dela

Magistrsko delo je razdeljeno na pet vsebinskih sklopov.

V uvodnem delu magistrskega dela smo opredelili problemsko področje, namen, cilje in metodologijo, ki smo jo uporabili pri proučevanju teoretičnih osnov, pri gradnji, uporabi in analiziranju odločitvenih modelov.

V teoretičnih izhodiščih magistrskega dela smo predstavili proces odločanja in metode za podporo odločanju. Tako smo podrobneje opredelili sisteme za podporo odločanju in ekspertne sisteme, pri čemer smo skušali prikazati tudi

različna področja njihove uporabe.

Nadalje smo prikazali vsebinsko področje obravnavane problematike, to je področje varstva narave s podrobnejšim pregledom sistema varstva naravnih vrednot v Sloveniji.

Osrednji del magistrskega dela vključuje izgradnjo in uporabo večparametrskih odločitvenih modelov vrednotenja drevesnih naravnih vrednot in podzemeljskih geomorfoloških naravnih vrednot (podzemnih jam). Pri tem smo dali glavni poudarek določitvi in hierarhičnem strukturiranju kriterijev, kar je predstavljalo tudi najzahtevnejši del gradnje odločitvenih modelov. Posebej smo poudarili tudi vrednotenje in analizo variant, pri čemer smo uporabili tudi možnost »kaj-če« analize.

V zadnjem delu smo želeli analizirati opravljeno delo s pomočjo SWOT analize, bistvene ugotovitve celotnega magistrskega dela pa smo predstavili v njegovem zaključku.

2. ODLOČANJE IN SISTEMI ZA PODPORO ODLOČANJU

2.1. Proces odločanja

2.1.1. Opredelitev odločanja

Odločitev najbolj preprosto in splošno opredelimo kot izbiro med možnostmi. Simon¹ in vrsta drugih avtorjev iz tako imenovane odločitvene šole so postavili temelje proučevanju odločanja kot procesa. Samo odločanje kot proces predpostavlja obstoj vsaj treh stvari (Rozman, Kovač, Koletnik, 1993, str. 25, 61):

- potreb, razlogov za odločitev (spoznanje problemskega stanja),
- različnih rešitev, alternativ (razrešitev istega problema na različne načine),
- meril, na podlagi katerih izbiramo (odvisna od nosilca ali dajalca odločitve in njegovih interesov).

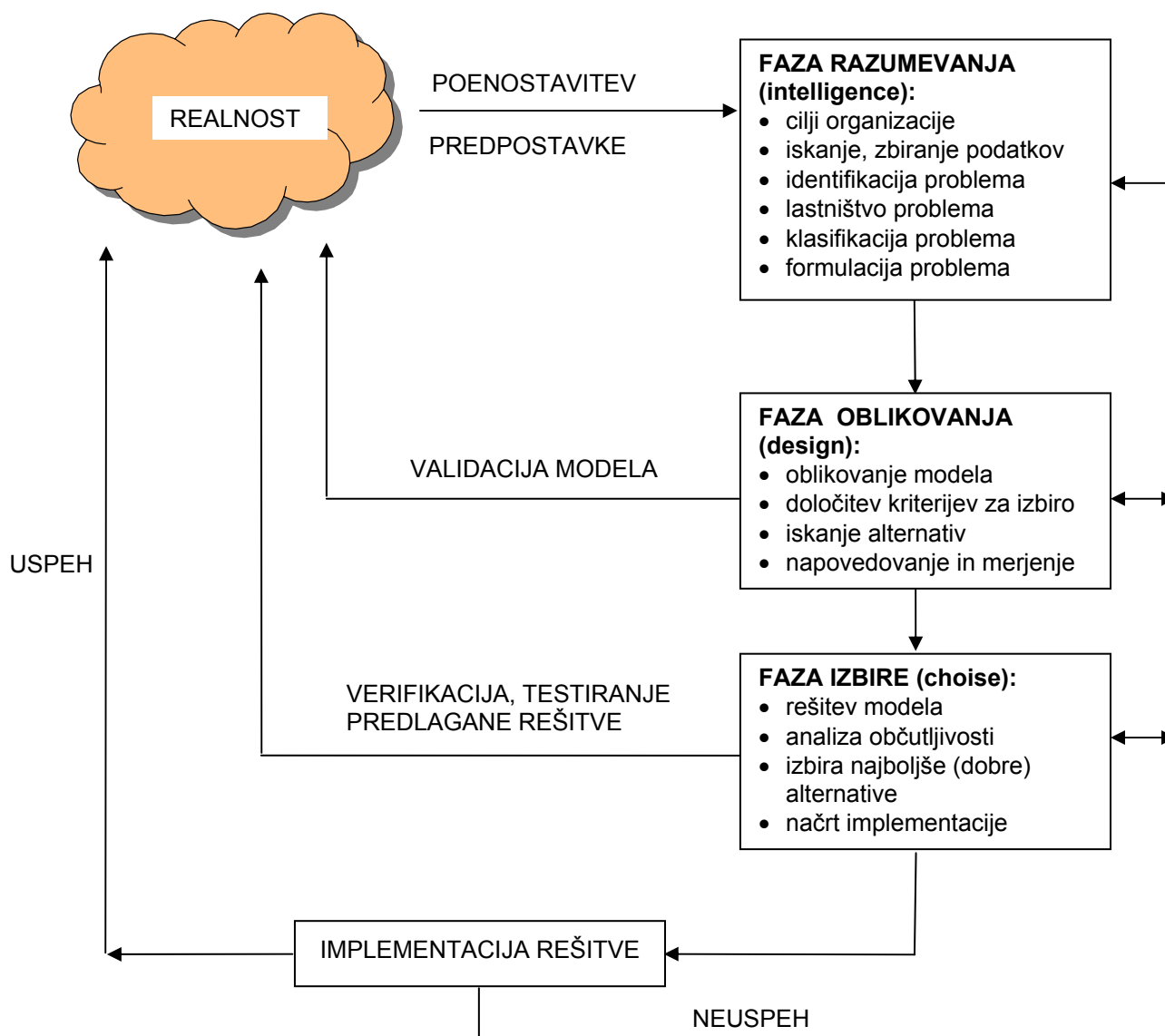
Različni avtorji ki se ukvarjajo s procesom odločanja, navajajo več faz odločanja (slika 1, glej str. 5), ki se med seboj vsaj deloma razlikujejo zaradi prekrivanja faz in združevanja ali podrobnejšega razčlenjevanja posameznih faz. Proces odločanja tako okvirno sestavljajo naslednje faze (Rozman, Kovač, Koletnik, 1993, str. 33):

- ugotavljanje problemskih stanj,

¹ Simon Herbert H.: The New Science of Management Decision. New York : Harper & Brothers, 1960.

- določanje problemov,
- iskanje, razvijanje, ocenjevanje in izbira rešitev,
- logičen preizkus rešitve in z izvedbo v praksi tudi njen praktičen preizkus.

Slika 1: Odločitveni proces



Vir: prirejeno po Turban, Aronson, 1998, str. 41

Pri tem opisu odločanja predpostavljamo racionalnost odločanja, kar pomeni, da tisti, ki odloča, razpolaga z vsemi informacijami za ugotovitev problemskih in

prednostnih stanj, vsem znanjem za ugotovitev problemov in prednosti, da pozna merila odločanja in vse rešitve, katere lahko oceni in predvidi posledice. V praksi so takšni primeri redki, zato govorimo o omejeni racionalnosti pri odločanju, pri čemer pogosto ne pridemo do najboljših rešitev, pač pa se zadovoljimo z dovolj dobrimi. Takšen pristop je pogost pri slabo strukturiranih problemih in je značilen za hevristične metode (Rozman, Kovač, Koletnik, 1993, str. 34).

Odločanje je del urejanja zadev, odprtih problemov, kot proces razreševanja problemov in sprejemanje odločitve o izbrani rešitvi (izbiri). Problem obsega vse tisto, kar je v zadevi nejasnega in se nanaša na razlike med sedanjim in želenim stanjem. Tako je problem lahko ugoden (dobra priložnost) ali neugoden (težave), vse to pa vpliva na razreševanje problema (Možina et al., 2002, str. 347).

Odločanje je proces, v katerem je potrebno izmed več variant (alternativ, inčic, možnosti) izbrati tisto, ki najboljše ustreza postavljenim ciljem oziroma zahtevam. Poleg izbora najboljše variante želimo variante tudi razvrstiti od najboljše do najslabše. Pri tem so variante objekti, akcije, scenariji ali posledice enakega oziroma primerljivega tipa (Bohanec, Rajkovič, 1995, str. 427; Jereb, Bohanec, Rajkovič, 2003, str. 9).

Odločanje je običajno del splošnega reševanja problemov in pogost način vsakodnevnega delovanja ljudi. Težavnost odločitvenih problemov je zelo različna in obsega tako individualno kot zapleteno skupinsko odločanje pri vodenju, upravljanju, načrtovanju v podjetjih, pa tudi na drugih strokovnih področjih. Najpomembnejši problemi, ki se pojavljajo pri težkih odločitvenih problemih, izvirajo iz (Bohanec, Rajkovič, 1995, str. 427; Jereb, Bohanec, Rajkovič, 2003, str. 9):

- velikega števila dejavnikov, ki vplivajo na odločitve,
- številnih in slabo definiranih ali poznanih variant,
- zahtevnega in pogosto nepopolnega poznavanja odločitvenega problema in ciljev odločitve,
- obstoja več skupin odločevalcev z nasprotujočimi si cilji,
- omejenega časa in drugih virov za izvedbo odločitvenega procesa.

Poleg tega pa obstajajo še različni dejavniki, ki odločanje ovirajo. Med pasti pri odločanju uvrščamo (Krapež, Rajkovič, 2003, str. 16):

- spreminjanje odločitvene situacije med procesom odločanja,
- majhne razlike, ki se seštevajo v velike (npr. cena za avto s posameznimi dodatki se postopno malo spreminja, razlika med končno in začetno ceno pa je občutna),
- dve varianti nista nikoli popolnoma enaki (neracionalen vpliv neznatnega dodatka, brez povezave z odločitveno situacijo, na odločitve),

- subjektivna verjetnost (precenitev pojava dogodka, ki ima majhno verjetnost in podcenitev pojava dogodka z veliko verjetnostjo).

Sam proces odločanja lahko opišemo tudi formalno. Pri odločanju nastopajo naslednji elementi odločitvenega procesa (Rajkovič, Batagelj, Bohanec, 1989, str. 377; Rajkovič, Bohanec, 1991, str. 141; Rajkovič, 2002, str. 9; Krapež, Rajkovič, 2003, str. 17-18) :

- množica variant $A = \{a_1, a_2, a_3, \dots, a_n, \dots\}$
- preferenčna relacija P (»imam raje«, uredi množico variant A po zaželenosti, ustreznosti oz. koristnosti).
Če imamo izmed dveh elementov množice A , a in b , prvega rajši kot drugega, zapišemo: $a P b$
- funkcija koristnosti: $v(a)$ izmeri stopnjo zaželenosti variante a tako, da za vsak par a, b iz A velja:

$$a P b \leftrightarrow v(a) > v(b)$$

Varianti, ki jo imamo raje kot drugo, pripišemo večjo stopnjo (vrednost) zaželenosti. Racionalna odločitev je izbira tiste variante a iz A (a_k), ki je najbolj zaželena: $V(a_k) = \max (v(a) : a \in A)$.

S problemi odločanja se ukvarjajo razna znanstvena področja in discipline (Možina et al., 2002, str. 357-361): filozofija (vrednote), psihologija, sociologija in socialna psihologija, pravo, antropologija in politične vede, ekonomika, statistika (zasnova koristnosti, verjetnosti in razumnega ravnanja) in matematika (orodja modeliranja in simuliranja življenjskih situacij). Prva znana pisna navodila, kako se odločati, segajo v četrto stoletje pred našim štetjem (Krapež, Rajkovič, 2003, str. 15).

2.1.2. Vrste odločanja in odločitev

V podjetjih glede na predmet odločitev, nosilca odločitev in merila odločanja ločimo tri osnovne zvrsti odločanja (Rozman, Kovač, Koletnik, 1993, str. 26-31):

- odločanje o proizvodu in procesu (predmet odločanja je posamezen proizvod, proces njegove proizvodnje in za to potrebne proizvodne prvine, merilo odločanja so stroškovne cene proizvodov ali storitev, odgovorni so strokovnjaki specialisti),
- odločanje o celotnem poslovanju (predmet odločanja je podjetje kot celota, merilo odločanja je uspešnost celotnega poslovanja podjetja, odgovorni so najvišji managerji),
- odločanje o poslovnih funkcijah ali operativno odločanje (predmet odločanja so poslovne funkcije, merilo odločanja je izkoriščenost zmogljivosti, odgovorni so managerji poslovnih funkcij).

Glede na stopnjo tveganja delimo odločitve na (Rozman, Kovač, Koletnik, 1993, str. 35):

- odločitve v gotovosti (domnevamo, da se bodo stvari odvijale po dosedanjem vzorcu),
- odločitve v tveganju (upoštevamo verjetnost, da se bodo določene stvari zgodile, odločitve sprejemamo glede na verjetnostne distribucije dogodkov),
- odločitve v negotovosti (poznamo le stanja, ki se lahko zgodijo, ni pa možno oceniti verjetnosti nastopa določenega stanja (Rajkovič, Bohanec, 1991, str. 144)).

Rajkovič in Bohanec (1991, str. 142-143) tako govorita o treh virih negotovosti pri sprejemanju odločitev:

- opis variant (delna opisljivost zaradi nezadostnega poznavanja variant, varianto opišemo s porazdelitvijo vrednosti posameznih parametrov),
- preferenčno znanje odločevalca (zaradi pomanjkanja odločitvenega znanja negotovo merjenje koristnosti),
- predvidevanje bodočih dogodkov, ki bodo vplivali na kakovost odločitve.

Glede na strukturo problema, to je medsebojno povezavo dejavnikov v okviru problema, odločitve delimo na (Rozman, Kovač, Koletnik, 1993, str. 35):

- programirane (nanašajo se na dobro strukturirane probleme, kjer so povezave med dejavniki, merilo razrešitve, informacije, proces odločanja, pa tudi same rešitve znane, odločitve so preproste, rutinske),
- neprogramirane (nanašajo se na slabo strukturirane probleme, kjer se različni dejavniki na različne načine med seboj prepletajo, takšne so tudi odločitve v primeru našega magistrskega dela).

Glede na število odločevalcev odločitve ločimo še na (Rozman, Kovač, Koletnik, 1993, str. 37):

- individualne (sprejemajo jih posamezniki),
- skupinske (so rezultat odločanja skupine). Med prednosti skupinskega odločanja štejemo popolnejše informacije, večje znanje, večjo sprejemljivost odločitev in večjo verjetnost izvedbe, večjo demokratičnost in soglasje interesov, med slabosti pa večjo porabo časa in nedoločenost odgovornosti.

Glede na informiranost, znanja, vednosti in izkušnje razlikujemo (Možina et al., 2002, str. 346, 363):

- intuitivno odločanje (intuicija vključuje vživetje – sposobnost osebnega trenutnega razumevanja problemov, pogosto podprtega s slutnjami in navdih – poznanje, ki ga iz podzavesti priplavi ustvarjalni proces; vrhnja raven organizacije). Intuitivno odločanje je odločanje, pri katerem ne znamo razložiti,

kako to počnemo (Krapež, Rajkovič, 2003, str. 16).

- analizno odločanje (podprto s proučevanjem; srednja raven organizacije),
- rutinsko odločanje (v ponavljajočih se situacijah; nižja raven organizacije).

Glede na racionalnost odločanja ločimo še (Krapež, Rajkovič, 2003, str. 16):

- racionalno odločanje (ko izmed vseh možnih variant izberemo najbolj zaželeno),
- iracionalno odločanje (ko je odločitev zaradi raznih omejitev na videz nesmiselna).

2.2. Sistemi za podporo odločanju

2.2.1. Opredelitev in značilnosti sistemov za podporo odločanju

Za podporo procesa odločanja so se že v sedemdesetih letih prejšnjega stoletja pojavili tako imenovani sistemi za podporo odločanju – SPO (angl. DSS – decision support systems) in se z razširjenostjo osebnih računalnikov razvijali in razširjali (Gradišar, Resinovič, 2001, str. 371)². V literaturi podane definicije SPO se precej razlikujejo, odvisno od časa nastanka in zasnove ter namena dela, v katerem so navedene.

Prvo opredelitev SPO je podal Scott Morton³ in jih označil kot interaktivne računalniško podprte sisteme, ki pomagajo odločevalcem koristno uporabiti podatke in modele za reševanje nestrukturiranih problemov. Definicija iz leta 1978, avtorjev Keen in Scott Morton⁴, pravi, da SPO združuje intelektualne vire posameznikov in zmožnosti računalnika z namenom izboljšati kvaliteto odločitev. Kasneje so se pojavljale še številne opredelitve, glede na predstave, kaj SPO omogoča in kako dosega cilje (Turban, Aronson, 1998, str. 13, 76).

Turban in Aronson (Turban, Aronson, 1998, str. 77) tako definirata SPO kot interaktiven, prilagodljiv in uporaben računalniško podprt informacijski sistem, posebej razvit za podporo reševanju nestrukturiranih upravljalnih problemov za izboljšanje odločanja. Uporablja podatke, zagotavlja enostaven uporabniški

² Sistemi za podporo odločanju so eni izmed sedmih tipov informacijskih sistemov, ki jih navajata Gradišar in Resinovič (2001, str. 367): izvajalni informacijski sistemi (angl. TPS – transaction processing systems), upravljalni informacijski sistemi (angl. MIS – management information systems), informacijski sistemi za podporo odločanju, direktorski informacijski sistemi (angl. EIS – executive information systems), ekspertni sistemi (angl. ES – expert systems), sistemi za avtomatizacijo pisarniškega dela (angl. OAS – office automation systems) in sistemi za podporo dela v skupini (angl. groupware systems).

³Gorry G. M., Scott Morton M. S.: A Framework for management Information Systems. Sloan Management Review, 1971.

⁴ Keen P. G. W., Scott Morton M. S.: Decision Support Systems, An Organizational Perspective. Reading, MA : Addison-Wesley, 1978.

vmesnik, lahko pa vključi tudi odločevalčeve lastne zamisli. SPO lahko uporablja modele, zgrajen je preko interaktivnega procesa (pogosto s strani končnih uporabnikov), podpira vse faze odločanja in lahko vključuje tudi komponento znanja.

SPO je računalniški informacijski sistem, ki ga sestavljajo strojna in programska oprema ter ljudje. Namenjen je pomoči vsem sodelujočim v procesu odločanja na vseh organizacijskih nivojih, s poudarkom na reševanju delno strukturiranih in nestrukturiranih problemov (Bidgoli, 1997, str. 282).

Turban in Aronson navajata naslednje osnovne značilnosti in zmožnosti »idealnih« sistemov za podporo odločanju (Turban, Aronson, 1998, str. 77-78):

- zagotavljajo podporo v delno in nestrukturiranih odločitvenih situacijah,
- podpora je namenjena različnim upravljalnim nivojem,
- podpora je namenjena tako posameznikom kot skupinam,
- zagotavljajo podporo raznim medsebojno odvisnim in/ali sekvenčnim odločitvam,
- podpirajo vse faze odločitvenega procesa,
- podpirajo različne odločitvene procese in načine,
- so prilagodljivi,
- omogočajo interaktivno, uporabniku prijazno uporabo,
- skušajo izboljšati učinkovitost odločanja (točnost, pravočasnost, kakovost),
- odločevalcu omogočajo nadzor nad vsemi koraki odločitvenega procesa,
- preprostejše sisteme lahko zgradijo tudi končni uporabniki,
- uporabljajo modele za analiziranje odločitvenih situacij,
- omogočajo dostop do množice različnih podatkov.

Med koristmi, ki jih prinaša uporaba SPO, v literaturi najdemo naslednje prednosti (Bidgoli, 1997, str. 285-286; Turban, Aronson, 1998, str. 15; Marakas, 1999, str. 5):

- boljše razumevanje poslovanja in kvalitetnejše odločitve,
- povečanje odločevalčeve zmožnosti obdelovanja informacij in znanja,
- izboljšano komunikacijo in kontrolo,
- zmanjševanje stroškov,
- povečano produktivnost,
- prihranek na času in možnost hitrega odgovora na nepričakovane situacije,
- možnost izdelave nepredvidenih analiz,
- povečano zadovoljstvo tako strank kot tudi zaposlenih,
- boljšo uporabo virov podatkov.

SPO skuša preko komunikacije z uporabnikom povečati njegove mentalne

sposobnosti (učenje, ustvarjalnost, sistematičen razvoj odločitev, človekove omejitve pri procesiranju informacij). SPO omogoča uporabniku zbiranje podatkov, ki so potrebni pri sprejemanju odločitve in njihovo analizo. Pri zbiranju podatkov SPO odgovarja na vprašanje: »kaj je«, v fazi analize pa na vprašanja: »zakaj«, »kaj, če« in »kaj je najbolje« (Gradišar, Resinovič, 2001, str. 371-372; Krapež, Rajkovič. 2003, str. 17).

2.2.2. Zgradba sistemov za podporo odločanju

Sisteme za podporo odločanju gradijo naslednji elementi (Turban, Aronson, 1998, str. 78-79; slika 2, glej str. 12):

- podsystem za upravljanje podatkov (angl. data management subsystem: vključuje bazo podatkov, potrebnih za odločanje; programsko orodje t.i. DBMS: angl. data-base management system – sistem za upravljanje baze podatkov),
- podsystem za upravljanje modelov (angl. model management subsystem: programska orodja finančnega, statističnega, upravljalkega področja in drugi kvantitativni modeli za zagotavljanje analitičnih zmožnosti sistema, vključno z jeziki za modeliranje; programsko orodje t.i. MBMS: angl. model base management system – sistem za upravljanje baze modelov),
- podsystem za upravljanje znanja (angl. knowledge management subsystem, lahko podpira ostale podsysteme ali deluje kot samostojna komponenta, omogoča »povečanje« odločevalčevega znanja, intelligence),
- uporabniški vmesnik (angl. user interface subsystem, namenjen dvostranski komunikaciji med uporabnikom in računalnikom),
- uporabnik kot del celotnega sistema.

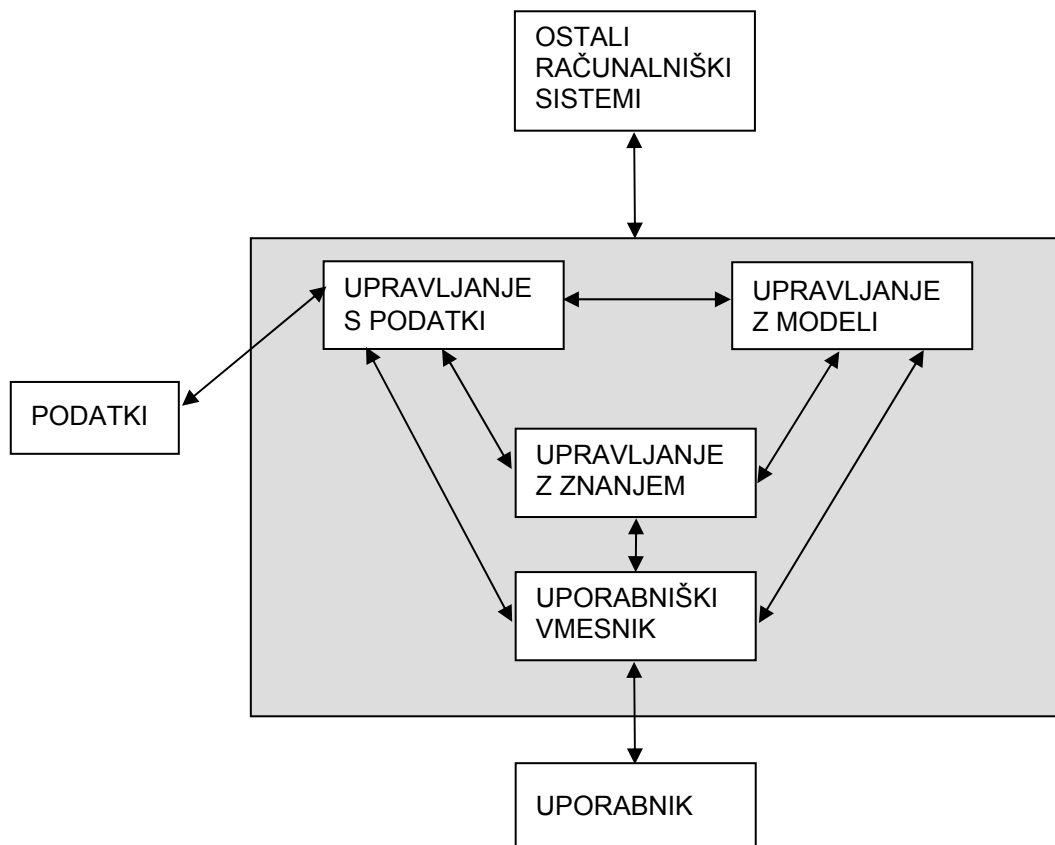
SPO, ki vključuje tudi podsystem za upravljanje znanja, se imenuje inteligentni sistem za podporo odločanju, ekspertni podporni sistem (Turban, Aronson, 1998, str. 85).

Sistemi za podporo odločanju ne obstajajo v obliki enovitih splošno namenskih programov, temveč vsebujejo module za delo z bazami podatkov, za delo s preglednicami, za grafiko in statistiko (Gradišar, Resinovič, 2001, str. 372). Tako med programsko opremo, ki jo uporabljamo za podporo odločanju, na trgu najdemo (Jaklič, 2002, str. 160):

- orodja za izdelavo poročil in poizvedovanje ter orodja za sprotno analitično obdelavo podatkov (OLAP – angl. On-Line Analytic Processing),
- programske pakete za podatkovno rudarjenje (angl. data-mining), npr. SAS, MS Analysis Services, Darwin,
- programske pakete za delo s preglednicami, npr. MS Excel, Lotus 1-2-3,
- programske pakete za statistično analizo, npr. SPSS,

- specializirane programske pakete za modeliranje, npr. IFPS, @Risk,
- programske pakete za podporo vodenju projektov, npr. MS Project,
- ekspertne sisteme, npr. XpertRule KBS.

Slika 2: Shematski prikaz zgradbe sistemov za podporo odločanju



Vir: Turban, Aronson, 1998, str. 79

2.3. Večparametrsko odločanje

Med metodami za podporo odločanju uvrščamo tudi metode večparametrskega odločanja (angl. MADM – Multi-Attribute Decision Making), ki so dobro teoretično osnovane v okviru odločitvene teorije in teorije koristnosti in se v praksi uspešno uporabljajo pri podpori zahtevnih odločitvenih problemov (Bohanec, Rajkovič, 1995, str. 427).

Osnovna ideja večparametrskega odločanja je razgradnja odločitvenega problema

na manjše in lažje obvladljive podprobleme. Variante razčlenimo na posamezne parametre (kriterije, attribute) in jih ločeno ocenimo glede na vsak parameter. Končno oceno variante dobimo s postopkom združevanja ocen parametrov. Končna izpeljana vrednost predstavlja temelj za razvrščanje in izbor najustreznejše variante (Bohanec, Rajkovič, 1995, str. 428).

Večkriterijsko modeliranje razumemo kot proces ocenjevanja. V tem procesu razvijemo model, ki zagotavlja vrednotenje variante oziroma variant glede na zastavljene cilje in pričakovanja. Model temelji na izbranem spisku kriterijev, parametrov, spremenljivk, dejavnikov, ki jim v procesu sledimo. Teorija večkriterijskega odločanja nudi formalno osnovo za izgradnjo modela, kjer je temeljni problem povezovanje ocen po posameznih parametrih v celotno, skupno oceno. Poleg tega je problematična tudi medsebojna povezanost raznorodnih parametrov, njihova nedoločenost in spreminjajoča se vplivnost glede na številne dejavnike. Gradnja modela poteka s pomočjo metode ekspertnega modeliranja. Transparentnost oziroma preglednost ocen omogočajo uporabljene metode umetne inteligence. Prednosti se tako kažejo v razlagi ocen in celotni preglednosti postopkov (Rajkovič et al., 1999, str. 387).

Opisan pristop je posebej smiseln v primeru kompleksnih sistemov, kjer nastopa veliko med seboj zapleteno povezanih dejavnikov. Temu gre dodati še kvalitativno naravo nekaterih pomembnih meril in mehkost podatkov (obravnavo nepopolnih, netočnih, verjetnostnih, manjkajočih podatkov) (Rajkovič et al., 1999, str. 387).

Vrednotenje variant pri večparametrskem odločanju poteka na osnovi večparametrskega odločitvenega modela (slika 3, glej str. 14), ki je v splošnem sestavljen iz treh komponent.

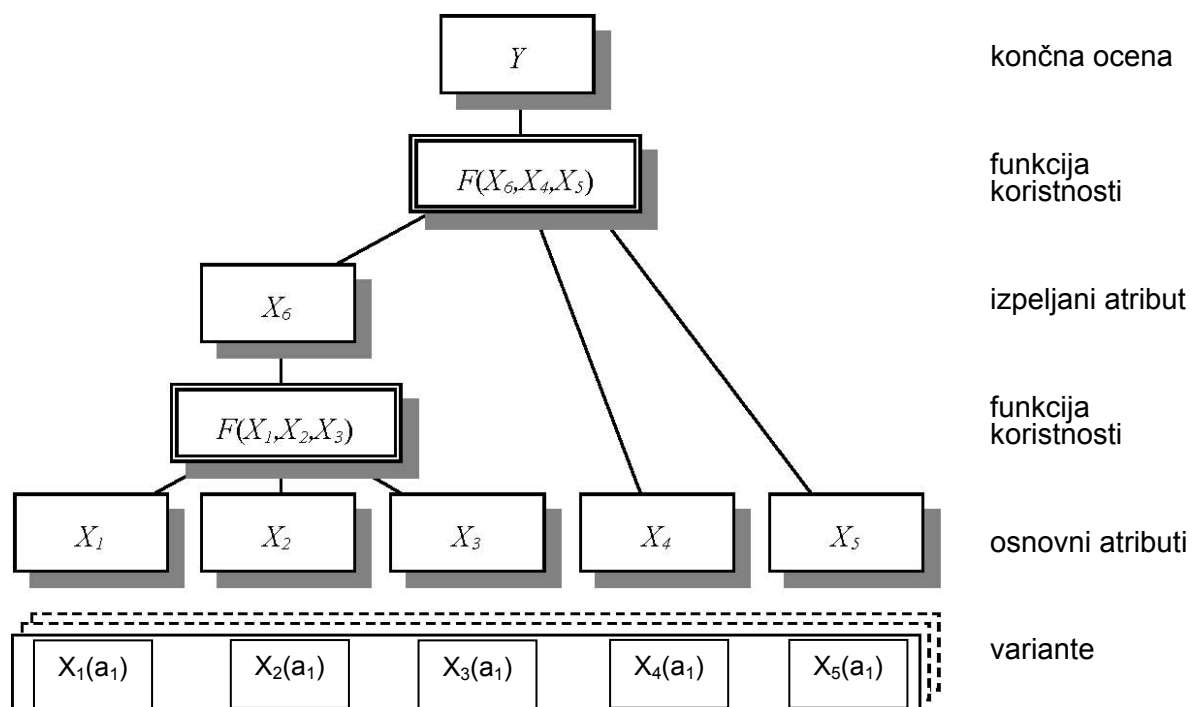
Vhod v model predstavljajo **parametri** (atributi, kriteriji) X_i . To so spremenljivke, ki ponazarjajo podprobleme odločitvenega problema, to je tiste dejavnike, ki opredeljujejo kakovost variant. Atributi so urejeni v hierarhično strukturo (drevo), ki ponazarja medsebojne odvisnosti med njimi. Glede na njihov položaj v strukturi ločimo osnovne in izpeljane attribute.

Za vsak izpeljani atribut je določena **funkcija koristnosti** F , ki opredeljuje odvisnost tega atributa od njegovih neposrednih naslednikov v strukturi (Bohanec, Zupan, Rajkovič, 2000). Predstavlja torej predpis, po katerem se vrednosti posameznih parametrov združujejo v spremenljivko Y , ki ponazarja končno oceno ali koristnost variante (Bohanec, Rajkovič, 1995, str. 428).

Variante opišemo po osnovnih parametrih z vrednostmi a_i . Na podlagi teh vrednosti funkcija koristnosti določi končno oceno vsake variante. Funkcija

koristnosti je ponavadi dvostopenjska. Na prvem (nižjem) nivoju je za vsak kriterij definirana delna funkcija koristnosti, ki opredeljuje odvisnost med dejansko vrednostjo parametra X in preferenco P (stopnja zaželenosti v okviru naše odločitve). Preferenco ponavadi izražamo s števili med 0 in 1, pri čemer 0 pomeni najmanj, 1 pa najbolj zaželeno vrednost. Tako z delnimi funkcijami koristnosti spravimo na skupni imenovalac medsebojno različne parametre. Na drugi stopnji pride do dejanskega združevanja parametrov, s pomočjo funkcije utežene vsote posameznih preferenc (Bohanec, Rajkovič, 1995, str. 428).

Slika 3: Večparametrski odločitveni model



Vir: Bohanec, Zupan, Rajkovič, 2000

V nadaljevanju predstavljamo formalno definicijo večparametrskega odločanja, kjer nastopajo naslednji elementi odločitvenega procesa (Rajkovič, Bohanec, 1988, str. 129; Rajkovič, 2002, str. 15; Krapež, Rajkovič, 2003, str. 18-19):

- množica variant $A = \{a_1, a_2, a_3, \dots, a_n, \dots\}$
- preferenčna relacija P (uredi množico variant A po zaželenosti, ustreznosti oz. koristnosti)
- množica parametrov $X = \{x_1, x_2, x_3, \dots, x_m\}$

$x_i: A \rightarrow D_i$

D_i – zaloge vrednosti i-tega parametra

Vsako varianto a iz množice A opišemo z naborom (vektorjem) vrednosti parametrov: $a = x_1(a), x_2(a), \dots, x_m(a)$.

Pomembno je, da gre le za opis, s katerim lahko varianto bolj ali manj dobro predstavimo. Vektorski opis variante po izbranih kriterijih je le model variante, ki je namenjen lažjemu ocenjevanju.

Preferenčno relacijo P nadomestimo s funkcijo koristnosti.

Funkcijo koristnosti $v: A \rightarrow D$ nadomestimo s funkcijo v_x in predpostavimo

$v(a) = v_x (x_1(a), x_2(a), \dots, x_m(a))$.

$v_x: D_1 \times D_2 \times D_3 \times \dots \times D_n \rightarrow D$

v_x je definirana nad domeno, ki predstavlja kartezični produkt domen posameznih parametrov in je D njena zaloga vrednosti.

Funkcija koristnosti predstavlja »združeno« meritev koristnosti po vseh parametrih. Je kriterijska funkcija, s katero določamo koristnost variant na osnovi posameznih parametrov in njihove povezave (Krapež, Rajkovič, 2003, str. 19).

Podatke o variantah in dobljene končne ocene lahko prikažemo v obliki preglednice (npr. MS Excel), predvsem v preprostejših primerih z relativno majhnim številom parametrov in variant. V zahtevnejših primerih, ko je parametrov ali variant več (nekaj deset), je bolje uporabiti namenske programe za podporo večparametrskemu odločanju, ki imajo že vgrajena orodja za definicijo parametrov, oblikovanje funkcij koristnosti in zajemanje podatkov o variantah. Vrednotenje variant podpirajo s koristnimi pripomočki, kot so analiza občutljivosti in stabilnosti odločitvenega modela, generator variant, analiza tipa »kaj-če« in različni grafični prikazi in poročila. Nekateri omogočajo tudi delo z nenatančnimi in nepopolnimi podatki, s pomočjo intervalskega računa ali verjetnostne porazdelitve. Med znanimi programi (npr. MAUD, Decaid, Decision Pad, HIVIEW, PROMETHEE) je tudi DEX (Bohanec, Rajkovič, 1995, str. 429).

2.4. Faze odločitvenega procesa

Odločitveni proces je proces sistematičnega zbiranja in urejanja znanja. Zagotovil naj bi dovolj informacij za primerno odločitev, zmanjšal možnost, da bi kaj spregledali, pospešil in pocenil proces odločanja ter dvignil kakovost odločitve. Odločitveni proces praviloma poteka po naslednjih fazah, ki se lahko tudi

ponavljajo in prepletajo: identifikacija problema, identifikacija kriterijev, definicija funkcij koristnosti, opis variant, vrednotenje in analiza variant ter zaključek (Bohanec, Rajkovič, 1995, str. 429; Rajkovič, 2002, str. 34).

2.4.1. Identifikacija problema

Prva faza odločitvenega procesa je rezultat spoznanja, da je nastopil odločitveni problem, ki je dovolj težak, da ga je smiselno reševati na sistematičen in organiziran način. V tej fazi opredelimo problem, odločitveno skupino in metodo dela (Bohanec, Rajkovič, 1995, str. 430; Rajkovič, 2002, str. 34).

V okviru definicije problema opredelimo predmet odločanja, cilje, ki jih želimo z odločitvijo doseči, zahteve, katerim mora ustrezati izbrana varianta in težavnost problema.

Oblikujemo odločitveno skupino, ki jo sestavljajo odločevalci oziroma t. i. »lastniki problema«, ki se morajo v končni fazi odločiti in so odgovorni za odločitev. Pri zahtevnejših problemih je potrebno v skupino vključiti (Bohanec, Rajkovič, 1995, str. 430):

- eksperte, ki imajo poglobljeno znanje o problematiki,
- odločitvenega analitika – metodologa, ki kot moderator vpliva na učinkovitost in usklajenost dela skupine ter skrbi za metodološko in računalniško podporo odločanju,
- predstavnike segmentov, na katere vpliva odločitev.

Pri izbiri metode določimo način, kako se bomo lotili problema in kakšne oziroma katere pripomočke bomo pri tem uporabili (Rajkovič, 2002, str. 100).

»Dobra rešitev dobro zastavljenega odločitvenega problema je skoraj vedno pametnejša izbira kot odlična rešitev slabo zastavljenega problema« (Hammond, Keeney, Raiffa, 2000, str. 25-26).

2.4.2. Identifikacija kriterijev

V tej fazi določimo kriterije, na podlagi katerih bomo ocenjevali različice in zasnujemo strukturo odločitvenega modela. Množica opisnih parametrov mora ustrezati več lastnostim (Keeney, Raiffa, 1976, str. 131; Rajkovič, 2002, str. 17):

- polnost: vsi vplivni dejavniki, ki bistveno vplivajo na odločitev, so predstavljeni s parametri,
- operativnost: neposredna uporabnost v procesu odločanja, merljivost kriterijev,

- razstavljaljivost: možnost razstavitve, strukturiranja odločitvenega problema,
- neredundantnost: kriteriji naj se po možnosti ne prekrivajo, ker bi v tem primeru isti kriterij imel na odločitev večkratni vpliv ali bi se vsebinsko ponavljal,
- minimalnost: predvideva čim manjše število parametrov,
- ortogonalnost: medsebojna neodvisnost parametrov.

Postopek identificiranja kriterijev je odvisen tudi od uporabljene metodologije, načeloma pa poteka po naslednjih korakih (Bohanec, Rajkovič, 1995, str. 430):

- priprava nestrukturiranega seznama kriterijev, ki jih bomo upoštevali pri odločanju, s kratkim opisom.
- hierarhično strukturiranje kriterijev: kriterije hierarhično uredimo, pri čemer upoštevamo medsebojne odvisnosti in vsebinske povezave. Nepomembne kriterije in tiste, ki so izraženi z ostalimi kriteriji, zavržemo in po potrebi oblikujemo nove. Rezultat je drevo kriterijev.
- določitev merskih lestvic: vsem kriterijem v drevesu določimo merske lestvice, to je zalogo vrednosti, ki jih lahko zavzamejo pri vrednotenju ter morebitne druge lastnosti (npr. urejenost).

2.4.3. Definicija funkcij koristnosti

V tej fazi definiramo funkcije, ki opredeljujejo vpliv nižjenivojskih kriterijev na tiste, ki ležijo višje v drevesu, vse do korena drevesa, ki predstavlja končno oceno variant. Funkcije koristnosti tako izražajo moč posameznega kriterija. Oblika funkcij in način njihovega zajemanja je odvisna od uporabljene metode. Najpogostejše se uporabljajo preproste funkcije, kot so utežena vsota in razna povprečja, pa tudi funkcije z večjo izrazno močjo, vendar so nekoliko zahtevnejše za praktično uporabo (funkcije zvezne logike, funkcije na osnovi Bayesovega pravila ali mehkih množic, odločitvena pravila). Različne računalniško podprte metode omogočajo neposredno analitično izražanje funkcij, parametrizacijo vnaprej pripravljenih funkcij, določitev funkcij po točkah, zajemanje v grafični obliki (Bohanec, Rajkovič, 1995, str. 430).

2.4.4. Opis variant

Vsako varianto opišemo z vrednostmi osnovnih kriterijev, ki ležijo na listih drevesa. Do tega opisa pridemo s proučevanjem variant in zbiranjem podatkov o njih. Pri tem se pogosto srečamo s pomanjkljivimi ali nezanesljivimi podatki. Nekatere metode v tem primeru odpovedo, druge pa omogočajo, da takšne podatke opišemo v obliki intervalov ali verjetnostnih porazdelitev. Pri opisu variant navedemo tudi način njihovega merjenja in morebitne vire (Bohanec, Rajkovič,

1995, str. 430; Rajkovič, 2002, str. 101).

2.4.5. Vrednotenje in analiza variant

Vrednotenje variant je postopek določanja končne ocene variant na podlagi njihovega opisa po osnovnih kriterijih. Vrednotenje poteka »od spodaj navzgor«, v skladu s strukturo kriterijev in funkcijami koristnosti. Varianta z najboljšo oceno je ponavadi najboljša, v kolikor pri ocenitvi ni prišlo do večjih napak. Zato je potrebno variante analizirati in odgovoriti na naslednja vprašanja (Bohanec, Rajkovič, 1995, str. 430-431):

- Na osnovi katerih vrednosti kriterijev in katerih funkcij je bila izračunana končna ocena? Ali so vrednosti kriterijev in uporabljene funkcije koristnosti ustrezne?
- Ali je končna ocena v skladu s pričakovanji in zakaj odstopa (če)? Kateri atributi so najbolj prispevali k takšni oceni?
- Katere so bistvene prednosti in pomanjkljivosti posamezne variante?
- Kakšna je občutljivost odločitve: kako spremembe vrednosti kriterijev vplivajo na končno oceno? Kako je mogoče variante izboljšati? Katere spremembe povzročijo bistveno poslabšanje ocen variant?
- V čem se variante pomembno razlikujejo med seboj?

2.4.6. Zaključek

V zaključku odločitvenega procesa ugotovimo končni rezultat reševanja problema. Določimo in ustrezno utemeljimo najboljšo varianto. Preverimo, ali so cilji odločitvenega procesa doseženi, oziroma kaj bi bilo še potrebno ukreniti, da jih dosežemo. Izpostavimo morebitne napotke za realizacijo končne odločitve, kot je npr. opis kritičnih lastnosti izbrane variante, katerim je potrebno pri realizaciji posvetiti posebno pozornost (Rajkovič, 2002, str. 102).

Z utemeljitvijo vseh navedenih vprašanj in korakov pridemo do celovite slike o variantah in s tem do kvalitetnejše, bolj utemeljene in preverjene odločitve. Računalniška podporna orodja so pri tem praktično nepogrešljiva, saj tovrstne analize s svojimi pripomočki bistveno olajšajo (Bohanec, Rajkovič, 1995, str. 431).

3. UMETNA INTELIGENCA IN EKSPERTNI SISTEMI

3.1. Umetna inteligenca

Umetna inteligenca (UI) je znanstvena disciplina, ki se ukvarja z metodami, tehnikami, orodji, arhitekturami za reševanje logično zapletenih problemov, ki bi jih bilo težko ali celo nemogoče rešiti s klasičnimi metodami (Luger, 2002 v Krapež, Rajkovič, 2003, str. 13; Rajkovič, 2002, str. 74).

Umetna inteligenca proučuje inteligentno vedenje umetnih sistemov, ki vključuje zaznavanje, mišljenje, učenje, komunikacijo in odzivanje v kompleksnem okolju. Dolgoročni cilj umetne inteligence, ki se zdi številnim znanstvenikom nedosegljiv, je razviti umetni sistem, ki bi z učenjem dosegel ali celo presegel naravno inteligenco. Omejitve običajno izhajajo iz nepoznavanja človekovih miselnih procesov. Drugi cilj pa je boljše razumevanje inteligentnega obnašanja pri ljudeh, živalih in strojih (Nilsson, 1998 v Krapež, Rajkovič, 2003, str. 67; Krapež, Rajkovič, 2003, str. 13; Nikolopoulos, 1997, str. 1).

Prisotno je razhajanje mnenj glede tega, kaj inteligenca sploh je. Ena od možnih opredelitev inteligence, čeprav ne splošno veljavna, je, da »inteligenca pomeni sposobnost prilagajanja okolju in reševanja problemov« (Krapež, Rajkovič, 2003, str. 13). Tehnologije umetne inteligence uporabljajo računalnike za področja, ki zahtevajo znanje, zaznavanje, sklepanje, razumevanje in kognitivne sposobnosti. Za doseg tega morajo računalniki (Bidgoli, 1997, str. 18-19):

- imeti sposobnost zdravega razumskega mišljenja, sklepanja,
- razumeti dejstva in upravljati s kvalitativnimi podatki,
- upoštevati izjeme,
- razumeti razmerja med dejstvi,
- sporazumevati se z ljudmi v naravnem jeziku,
- soočati se z novimi situacijami, ki temeljijo na predhodnem znanju,
- učiti se iz izkušenj.

Pri razvoju umetne inteligence se kažeta dva pristopa. Prvi temelji na prepričanju, da je osnova miselnih procesov manipulacija s simboli. Simboli so abstraktne entitete; njihov pomen predstavlja določen zunanji pojav. Simbole lahko shranjujemo in prikličemo v računalniku ter oblikujemo pravila za ravnanje s simboli. Na tem prepričanju temeljijo sistemi, ki temeljijo na znanju, pa tudi celotno klasično računalništvo. Drugo, alternativno mnenje iz sredine 20. stoletja, pa zagovarja tako imenovani mrežni pristop, ki poskuša modelirati procese, ki se odvijajo v človekovih možganih, in tako zagovarja prepričanje, da inteligenca ne temelji le na manipulaciji s simboli (Krapež, Rajkovič, 2003, str. 68).

Na umetno inteligenco vplivajo dognanja drugih znanstvenih disciplin, predvsem filozofije, matematike, jezikoslovja, biologije, psihologije in računalništva. Izraz »umetna inteligenca« je prvič uporabil McCarthy na računalniški konferenci v Dartmouthu leta 1956 (Nikolopoulos, 1997, str. 1). Preizkušanje različnih teorij mišljenja je omogočila ustrezno razvita tehnologija. V petdesetih letih prejšnjega stoletja so napisali prve programe za reševanje preprostih miselnih problemov (programi za igranje šaha, dame, dokazovanje matematičnih izrekov). Osnovni poudarek začetnega obdobja umetne inteligence je bil tako na reševanju splošnih problemov. Izkazalo se je, da so bila začetna pričakovanja prevelika, kljub temu pa je to področje umetne inteligence leta 1997 doseglo velik uspeh, saj je program Deep Blue premagal takratnega svetovnega šahovskega prvaka. V sedemdesetih letih 20. stoletja so prišli snovalci umetne inteligence do pomembnega spoznanja, da človeku pri reševanju splošnih problemov bolj kot uporaba algoritmov služi velika količina splošnega in specialističnega znanja, in tako so nastali sistemi, temelječi na ozko specializiranem znanju - ekspertni sistemi, namenjeni reševanju specifičnih problemov iz realnega sveta (Krapež, Rajkovič, 2003, str. 14, 68).

Področje umetne inteligence je zelo razvejano in vključuje naslednje teme oziroma tehnologije (Rajkovič, 2002, str. 76; Krapež, Rajkovič, 2003, str. 14; McCarthy, 2005; Marakas, 1999, str. 238):

- hevristično reševanje problemov,
- predstavitev znanja in mehanizmi sklepanja,
- ekspertni sistemi,
- procesiranje naravnega jezika,
- strojno učenje in sinteza znanja,
- inteligentni roboti,
- računalniški vid,
- avtomatsko programiranje,
- kvalitativno modeliranje,
- kognitivno modeliranje,
- nevronske mreže.

V nadaljevanju bomo podrobneje opredelili ekspertne sisteme, ki predstavljajo eno izmed bolj uporabljenih in komercialno razširjenih tehnologij umetne inteligence, njihove značilnosti in samo zgradbo sistemov.

3.2. Ekspertni sistemi

3.2.1. Opredelitev in značilnosti ekspertnih sistemov

Izraz ekspertni sistem izhaja iz termina na znanju temelječ ekspertni sistem (Turban, Aronson, 1998, str. 440). Sistem deluje kot strokovnjak, ekspert na določenem področju, problemski domeni. Ekspert poleg tega, da zna najti rešitve zahtevnih problemov, zna te rešitve tudi pojasniti (Krapež, Rajkovič, 2003, str. 27). Ekspertni sistem je sistem, ki uporablja človeško znanje, zajeto v računalnik, za reševanje problemov, ki običajno zahtevajo človeško strokovno znanje. Dobro oblikovani sistemi posnemajo razumske procese (sklepanje, presojo), ki jih eksperti uporabljajo za reševanje specifičnih problemov. Uporabljajo jih tako nestrokovnjaki (za izboljšanje sposobnosti reševanja problemov) kot tudi strokovnjaki, katerim predstavljajo »inteligentne pomočnike« (Turban, Aronson, 1998, str. 440). Ekspertni sistemi podpirajo umsko delo strokovnjakov, ki se ukvarjajo z oblikovanjem, postavljanjem diagnoz, procesom odločanja ali obvladovanjem kompleksnih situacij, kjer je potrebno znanje človeškega eksperta na ozkem in dobro definiranim področju. Pri tem uporabljajo tehnike umetne inteligence, ki so bile razvite pri proučevanju računalniške predstavitve znanja izvedencev (Schoen, Sykes, 1987, str. 48; Gradišar, Resinovič, 2001, str. 373). Ekspertne sisteme lahko razvijemo s pomočjo programskih jezikov ali pa z uporabo ekspertnih lupin. Pred uporabo jih moramo nujno validirati in verificirati (Gasar, Bohanec, Rajkovič, 2002, str. 508). Validacija in verifikacija vključujeta testiranje ekspertnega sistema zaradi strukturalnih in logičnih napak, testiranje vsebinske pravilnosti baze znanja in ocena sposobnosti reševanja problemov.

Ekspertni sistemi združujejo prednosti ljudi in prednosti računalnika. Ljudje so namreč sposobni razpoznavati vzorce, značilne za posamezna problemska področja, znajdejo se v novih, nepredvidljivih situacijah, računalnik pa odlikuje sposobnost ponavljanja velikega števila operacij, hitrost, sistematičnost in praktična nezmotljivost (Gradišar, Resinovič, 2001, str. 402; Rajkovič, Bohanec, 1988, str. 132). Sistemi, ki temeljijo na bazah znanja in sistematičnem pregledovanju, nudijo podporo človeškemu dolgotrajnemu spominu, ki ima zelo veliko kapaciteto, problem pa predstavlja priklicati vso to količino podatkov v zavest. Iskanje podatkov tako lahko vzpodbudimo s polnjenjem ekspertnih sistemov (Krapež, Rajkovič, 2003, str. 72).

Ena najpomembnejših lastnosti ekspertnih sistemov, ki jih razlikuje od konvencionalnih aplikacij, delujočih v glavnem kot »črne škatle«, je zmožnost pojasnjevanja rešitve, s čimer sistem postane transparenten oziroma uporabniku razumljiv (princip prosojne, transparentne škatle). Na »mehkih« področjih šele zmožnost inteligentne komunikacije med uporabnikom in sistemom omogoča

zanesljivejšo uporabo sistema. Sistem mora pojasniti svojo rešitev v obliki, da jo uporabnik lahko preveri in da v primeru, ko se z rešitvijo ne strinja, ugotovi vzrok svoje napake ali napake sistema (Jereb, Rajkovič, 2000, str. 623; Bratko, 1997, str. 313). Ekspertno obnašanje se torej odlikuje po transparentnosti znanja in razlage. O mehkih področjih, podatkih in znanju govorimo, ko se srečujemo s problemi verjetnosti, nepopolnosti, nenatančnosti, nezanesljivosti, včasih pa določenih podatkov nimamo, pa tudi samo izvedensko znanje ni povsem popolno, brez napak in pomot (Rajkovič, Bohanec, 1988, str. 131; Pivec, Rajkovič, 1998, str. 528). Najpogostejše zahteva uporaba negotovih podatkov verjetnostno sklepanje. Negotovost pri tem običajno obravnavamo tako, da dodelimo trditvam določen faktor zaupanja, ki ga je možno izraziti na različne načine, z opisniki (res, zelo verjetno, verjetno, možno, nemogoče) ali z realnimi števili iz določenega intervala (od 0 do 1 ali od -5 do +5) (Bratko, 1997, str. 343).

Ekspertne sisteme od drugih zvrsti oziroma tehnik umetne inteligence ločuje predvsem naslednje (Jackson, 1999, str. 3):

- ukvarjajo se s kompleksnimi problemi iz realnega življenja, ki običajno zahtevajo veliko človeškega strokovnega znanja,
- biti morajo učinkoviti in uporabni v smislu hitrosti in zanesljivosti,
- sposobni morajo biti pojasnjevanja in zagovarjanja rešitev oziroma priporočil.

Med možne koristi, ki jih prinaša uporaba ekspertnih sistemov, uvrščamo (Turban, Aronson, 1998, str. 455-460; Shim, 2000, str. 241):

- povečanje proizvodnje in produktivnosti,
- zmanjšanje porabe časa za odločanje,
- izboljšanje kvalitete procesa in proizvoda,
- zajemanje redkega, težko dosegljivega strokovnega znanja,
- prilagodljivost,
- zmanjšanje potrebe po dragi opremi (pri kontroli in monitoringu),
- zmožnost delovanja v tveganih okoljih,
- dosegljivost znanja,
- povečanje zmožnosti ostalih informacijskih sistemov,
- zmožnost povezovanja mnenj številnih ekspertov,
- zmožnost delovanja z nepopolnimi in nezanesljivimi podatki,
- omogočanje izobraževanja,
- izboljšanje reševanja problemov in procesa odločanja,
- izboljšanje kvalitete odločitev,
- zmožnost reševanja kompleksnih problemov,
- sposobnost prenašanja znanja na oddaljene lokacije.

Kljub številnim prednostim pa se pri razvoju in uporabi ekspertnih sistemov pojavljajo tudi določene omejitve in problemi (Marakas, 1999, str. 250; Turban, Aronson, 1998, str. 460-461):

- potrebno znanje ni vedno dosegljivo,
- eksperti uporabljajo »zdrav razum«, kar v programiranju še ni doseženo,
- strokovno znanje je težko povzeti,
- eksperti lahko prepoznajo problem izven problemske domene hitreje kot ekspertni sistem,
- ekspertni sistemi ne morejo eliminirati kognitivnih omejitev uporabnika,
- ekspertni sistem deluje le znotraj ozke domene znanja,
- besednjak ekspertov je pogosto omejen in težko razumljiv ostalim,
- ekspertni sistem ima omejeno senzorično izkušnjo v primerjavi s človeškimi eksperti,
- pomanjkanje zaupanja v ekspertne sisteme s strani končnih uporabnikov.

Ekspertni sistemi so sposobni reševanja različnih vrst problemov (Marakas, 1999, str. 245; Turban, Aronson, 1998, str. 454; Luger, Stubblefield, 1993, str. 310):

- interpretacija: sklepati na podlagi opazovanj (nadzorstvo, razumevanje govora, analize slik, inteligentne analize),
- napovedovanje: sklepati, povzemati verjetne posledice danih situacij (napovedovanje vremena, demografske, ekonomske, prometne, vojaške, tržne, finančne napovedi),
- diagnosticiranje: ugotavljanje bolezni, okvar v sistemih na osnovi opazovanj in interpretacije podatkov (medicinske, elektronske, mehanične, programske diagnoze),
- načrtovanje: načrtovanje dejanj in planov za doseg zastavljenih ciljev (avtomatsko programiranje, projektni management, finančno, komunikacijsko načrtovanje),
- oblikovanje: oblikovanje objektov ob upoštevanju določenih omejitev in zahtev,
- monitoring: primerjanje opazovanj vedenja sistema s standardi, ki so bistveni za uspešno doseganje ciljev (nadzorovanje zračnega prometa, finančno upravljanje),
- nadzor: interpretiranje, napovedovanje, vzdrževanje in nadzorovanje vedenja sistema,
- inštruiranje: diagnosticiranje, odstranjevanje problemov in pomoč pri popravljanju znanja študentov.

Ekspertni sistemi so se pojavili v sedemdesetih letih 20. stoletja (Gradišar, Resinovič, 2001, str. 402). Med prve znane ekspertne sisteme uvrščamo (Krapež, Rajkovič, 2003, str. 70):

- DENDRAL (za napovedovanje strukture organskih molekul),

- MYCIN (za ugotavljanje vrste bakterij pri bolniku in pripravo predloga za predpisovanje antibiotikov),
- INTERNIST (za diagnosticiranje na področju interne medicine),
- Authorizer`s Asistant (American Express; za dodeljevanje kreditov),
- AL/X (British petroleum; za sprotno diagnosticiranje napak na naftnih ploščadih),
- PROSPECTOR (za rudne in naftno geološke raziskave).

Prelomnico na področju sistemov umetne inteligence pomeni sistem XCON za konfiguracijo računalniških sistemov (Digital Equipment Corporation) iz leta 1980, saj se je pokazala tudi visoka ekonomska vrednost uporabe tega sistema. Razvili so orodja za razvoj ekspertnih sistemov: lupine ekspertnih sistemov (Krapež, Rajkovič, 2003, str. 70).

Danes ekspertne sisteme uporabljajo velike in srednje velike organizacije kot pomembno orodje za izboljšanje produktivnosti in kvalitete, pa tudi za podporo strateškim odločitvam in prenovo poslovnih procesov - BPR (angl. Business Process Reengineering) (Turban, Aronson, 1998, str. 440). Poleg ekonomskih področij ekspertne sisteme uporabljajo tudi v medicini, matematiki, inženirstvu, kemiji, geologiji, računalniških vedah, pravu, obramboslovju ter na področju izobraževanja (Luger, Stubblefield, 1993, str. 310).

V Sloveniji Kokol in ostali (Kokol et al., 2001, str. 6-7) med pomembnejše ekspertne sisteme uvrščajo sistem KARDIO (Bratko; za odkrivanje srčnih obolenj) in TALENT (Bohanec et al., 1997; za odkrivanje športnih talentov in njihovega usmerjanja v športne panoge).

3.2.2. Zgradba ekspertnih sistemov

Ekspertni sistemi so računalniški programi, ki omogočajo pridobivanje oziroma zbiranje znanja, njegovo hranjenje in uporabo (Gradišar, Resinovič, 2001, str. 402). Običajno so sestavljeni iz treh delov (Rajkovič, Bohanec, 1988, str. 131; Bratko, 1997, str. 311; Turban, Aronson, 1998, str. 446; Gradišar, Resinovič, 2001, str. 402; Krapež, Rajkovič, 2003, str. 27):

- baza znanja (angl. knowledge base),
- mehanizem sklepanja (angl. inference engine),
- uporabniški vmesnik (angl. user interface).

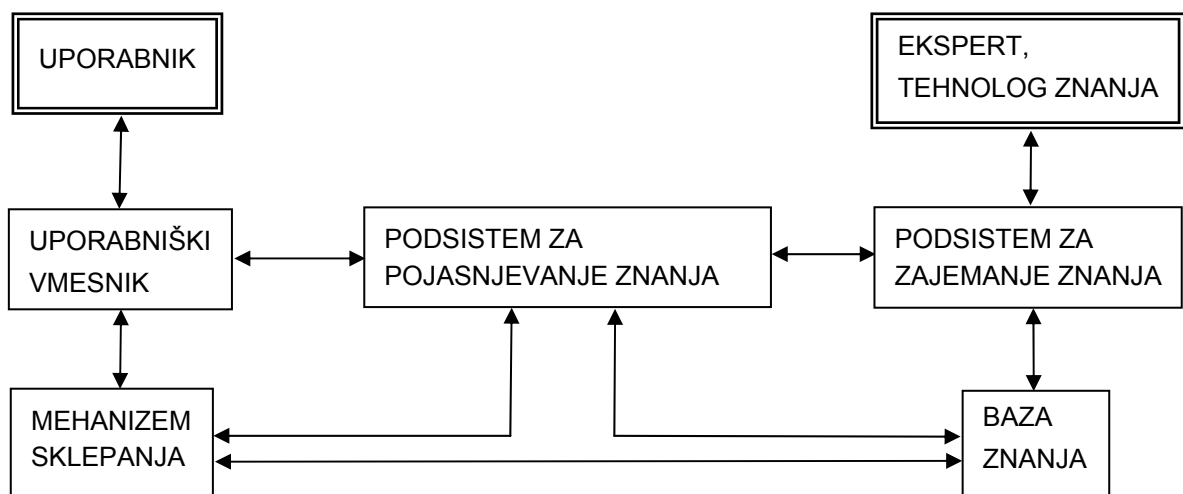
Mehanizem sklepanja in uporabniški vmesnik tvorita lupino ekspertnega sistema (Gradišar, Resinovič, 2001, str. 402; Bratko, 1997, str. 311).

Med razširjeno strukturo ekspertnih sistemov uvrščamo še podsistem za

zajemanje (pridobivanje) znanja, podsistem za pojasnjevanje znanja in v nekomercialnih ekspertnih sistemih tudi podsistem za izpopolnjevanje znanja (Turban, Aronson, 1998, str. 446-449). Shematska struktura ekspertnih sistemov je predstavljena na sliki 4.

Baza znanja vsebuje znanje, ki je potrebno za razumevanje, oblikovanje in reševanje določenega razreda problemov, določene ekspertne domene (Rajkovič, Bohanec, 1988, str. 131; Krapež, Rajkovič, 2003, str. 27; Turban, Aronson, 1998, str. 448). Vključuje dva osnovna elementa: dejstva (problemska situacija in teorija o problemskem področju) in metode hevristike ter pravila, ki opisujejo relacije med dejstvi in usmerjajo uporabo znanja za reševanje specifičnih problemov (Turban, Aronson, 1998, str. 448). Znanje je tako najpogostejše v obliki pravil »če-potem«, ki lahko vključujejo tudi faktor verjetnosti (označuje pravila, ki veljajo le v določenem odstotku primerov) (Gradišar, Resinovič, 2001, str. 403).

Slika 4: Struktura ekspertnih sistemov



Vir: prirejeno po Turban, Aronson, 1998, str. 447

S pravili oblike »če-potem«, imenovanih tudi produkcijska pravila, v večini praktičnih primerov izražamo problemsko znanje na naraven način, poleg tega pa imajo takšna pravila še naslednje pozitivne lastnosti (Bratko, 1997, str. 312-313):

- modularnost: vsako pravilo predstavlja majhen, relativno neodvisen del znanja,
- razširljivost: bazo znanja je možno povečati z dodajanjem novih pravil razmeroma neodvisno od že obstoječih,

- spremenljivost: pravila v bazi znanja lahko spreminjamo razmeroma neodvisno od drugih pravil, kar je pravzaprav posledica modularnosti,
- transparentnost: pravila prispevajo k prozornosti sistema.

Mehanizem sklepanja predstavlja program, ki je sposoben uporabiti bazo znanja za nadzor in usmerjanje uporabe znanja pri reševanju konkretnega problema. Iz baze znanja izbira potrebne dele znanja in njihov vrstni red kombiniranja, da pride sistem v končni fazi do rešitve problema. Poleg rešitve problema mehanizem sklepanja omogoča tudi razlago poti do končnega rezultata - argumentacijo rešitev, zakaj je rešitev taka, kot je in ne drugačna. Mehanizem sklepanja (in s tem lupina ekspertnega sistema) v veliki meri ni odvisen od domene znanja, zato ga praviloma uporabljamo pri bazah znanja različnih področij (Rajkovič, Bohanec, 1988, str. 131; Krapež, Rajkovič, 2003, str. 27; Jereb, Rajkovič, 2000, str. 623).

Uporabniški vmesnik skrbi za komunikacijo med uporabnikom in sistemom (z bazo znanja in z mehanizmom sklepanja) ter uporabniku omogoča, da lahko posega v bazo znanja. Pomembno je, da tako kot vsi uporabniški vmesniki tudi uporabniški vmesnik za ekspertne sisteme vsebuje kakovostno grafiko in omogoča učinkovito komunikacijo z uporabnikom (Krapež, Rajkovič, 2003, str. 28).

Zajemanje znanja obsega zbiranje, prenašanje in preoblikovanje problemskega znanja od ekspertov oziroma dokumentiranih virov v računalniški program za vzpostavitev ali razširitev baze znanja (Turban, Aronson, 1998, str. 447). Pri gradnji sistema sodeluje tehnolog znanja, ki gradi bazo znanja na več načinov (s pomočjo intervjujev s strokovnjaki iz določenega področja – implicitno znanje, iz literature in drugih virov podatkov – eksplicitno znanje, s pomočjo algoritmov za strojno učenje na bazi preteklih podatkov, z rudarjenjem podatkov), jo vgradi v lupino sistema ter pomaga pri vrednotenju in dopolnjevanju sistema. Običajno končni uporabnik ekspertnega sistema ni sam ekspert problemskega področja, temveč manj izkušen uporabnik, ki lahko svoje delo izboljša s pomočjo uporabe sistema (Krapež, Rajkovič, 2003, str. 28, 30-31). Ta kompleksen proces izgradnje baze znanja poteka praviloma iterativno, pri čemer se na vsakem koraku preverja veljavnost, popolnost in konsistentnost dejstev, pravil in konceptov, vnesenih v sistem. Kvaliteta ekspertnega sistema je v glavnem odvisna od obsega in kvalitete njegove baze znanja (Vizjak Pavšič, Musek, Rajkovič, 1995, str. 48).

Podsistem za pojasnjevanje je modul, ki razlaga vedenje ekspertnega sistema, s tem da sprotno odgovarja na vprašanja, kot so (Turban, Aronson, 1998, str. 449):

- kako smo prišli do določenega zaključka?
- zakaj smo določeno varianto zavrnili?
- kakšen je načrt za dosego rešitve?

Za gradnjo ekspertnih sistemov obstaja več računalniških programov – lupin ekspertnih sistemov, ki vsebujejo uporabniški vmesnik in mehanizem sklepanja, bazo znanja pa imajo prazno in jo tako doda uporabnik. Znane so številne ekspertne lupine: Leonardo (Creative Logic), Spiral (Crol), X-SYS (Cybernetix), ESS (Olivetti), ESIE (Granite Bear Development), VP-Expert, DEX, 1st-Class Fusion HT (A1 Corp), LEVEL5 OBJECT (Level Five Research), XpertRule KBS (Attar Software Limited), BABYLON, Nexpert Object, CLIPS 6.05, PROTEST (Krapež, Rajkovič, 2003, str. 28; Pivec, Rajkovič, 1998, str. 530-531).

3.2.3. DEX - lupina ekspertnega sistema za večparametrsko odločanje

Lupina ekspertnega sistema DEX (**D**ecision **EX**pert), ki temelji na metodah kibernetike in umetne inteligence, je namenjena reševanju kompleksnih večparametrskih odločitvenih problemov in deluje v okolju DOS. Nastala je s pomočjo uporabe zbirke programskih orodij za modeliranje preferenčnega znanja za večparametrsko odločanje z imenom DECMACK (Decision Making). DEX je bil razvit leta 1988 v sodelovanju med Institutom Jožef Stefan in Univerzo v Mariboru, Fakulteto za organizacijske vede. Leta 1999 so s pomočjo Ministrstva za šolstvo in šport razvili še računalniški program DEXi, ki sloni na metodologiji DEX in deluje v okolju MS Windows.

DEX vsebuje mehanizme za izgradnjo baze znanja, mehanizme sklepanja in vmesnik, sama baza znanja pa je prazna (Jereb, Rajkovič, 2000, str. 623). Od ostalih metodologij večparametrskega odločanja se razlikuje predvsem po kvalitativnem pristopu in neposrednem določanju funkcij koristnosti več spremenljivk, kar pomembno poveča transparentnost izgradnje in uporabe odločitvenih modelov (Jereb, Bohanec, Rajkovič, 2003, str. 7).

DEX uporabljamo za podporo kompleksnih odločitev z naslednjimi lastnostmi:

- zapleteni, negotovi in nepopolni cilji,
- veliko število parametrov, ki vplivajo na odločitev,
- slabo definirane variante,
- veliko število variant,
- različne odločitvene skupine z različnimi zahtevami,
- časovne omejitve.

Pri teh odločitvenih problemih so podane variante in cilji, poiskati pa je potrebno varianto, ki najbolj ustreza ciljem oziroma urediti variante po stopnji zaželenosti (Ilievski, Rajkovič, 1995, str. 16).

DEX sledi konceptu večparametrskega ocenjevanja s tem, da je osnovni problem

razčlenjen na manjše, manj kompleksne probleme. Celostna ocena variante se izračuna s postopki agregacije (združevanja) delnih ocen atributov, kot je npr. utežena vsota. Celotni postopek je zasnovan tako, da lahko odločevalec učinkovito izrazi svoje preference, to je stopnje zaželenosti oziroma nezaželenosti variant, kar se uporabi za oceno variante (Bohanec, Rajkovič, 1990; Rajkovič et al., 1999, str. 387-388).

V DEX-u se večparametrski pristop k odločanju povezuje z nekaterimi elementi ekspertnih sistemov in strojnega učenja (angl. machine learning) (Bohanec, Rajkovič, 1990; Rajkovič et al., 1999, str. 387-388). Znanje je predstavljeno v kombinaciji semantičnih mrež in produkcijskih pravil (Pivec, Rajkovič, 1998, str. 530; Pivec, Rajkovič, 1999, str. 452). Atributi in postopki združevanja se obravnavajo kot eksplicitna baza znanja, sestavljena iz drevesa kriterijev, postopkov združevanja, ki so izraženi z odločitvenimi pravili in opisov variant (Bohanec, Rajkovič, 1990; Rajkovič et al., 1999, str. 387-388). Znanje oblikujemo v preprostih pravilih, ki se imenujejo osnovna odločitvena pravila, na primer: »če je kakovost slaba in cena visoka, potem ta varianta ni sprejemljiva«. Za vsako vozlišče so tako s pomočjo pravil predstavljene semantične povezave nižje ležečih vozlišč (Pivec, Rajkovič, 1998, str. 530). Z odločitvenimi pravili lahko upoštevamo, da je vpliv nekega parametra na končno oceno variante odvisen od njegove vrednosti, kar pomeni, da uteži niso konstantne (Krapež, Rajkovič, 2003, str. 25).

DEX je sestavljen iz dveh delov (Rajkovič et al., 1999, str. 387-388; Pivec, Rajkovič, 1998, str. 530):

- pridobivanje in urejanje znanja: uporabniku pomaga pri oblikovanju drevesa kriterijev (zasnovano na lastnostih, atributih, semantičnih entitetah) in pravil odločanja za obravnavani problem. Gre za proces strukturiranja odločitvenega problema in izražanja preferenc, pri čemer se konsistentnost odločitvenih pravil tudi sproti računalniško preverja.
- ocena in analiza opcij: drugi del DEX-a uporablja pridobljeno bazo znanja za oceno in analizo variant.

Na začetku je vsaka varianta opisana z vrednostmi kriterijev, ki predstavljajo liste drevesa. DEX vsako varianto oceni v skladu z bazo znanja, to je drevesom kriterijev in odločitvenimi pravili. Tako za vsako varianto dobimo oceno primernosti oziroma ustreznosti. Temu postopku lahko sledi analiza rezultatov, ki jo sestavljajo ena ali več naslednjih aktivnosti (Rajkovič et al., 1999, str. 387-388):

- razlaga ocene:
DEX razloži, kako je bila vsaka posamezna ocena pridobljena glede na vrednosti kriterijev in uporabljena odločitvena pravila.
- analiza tipa »kaj-če«:

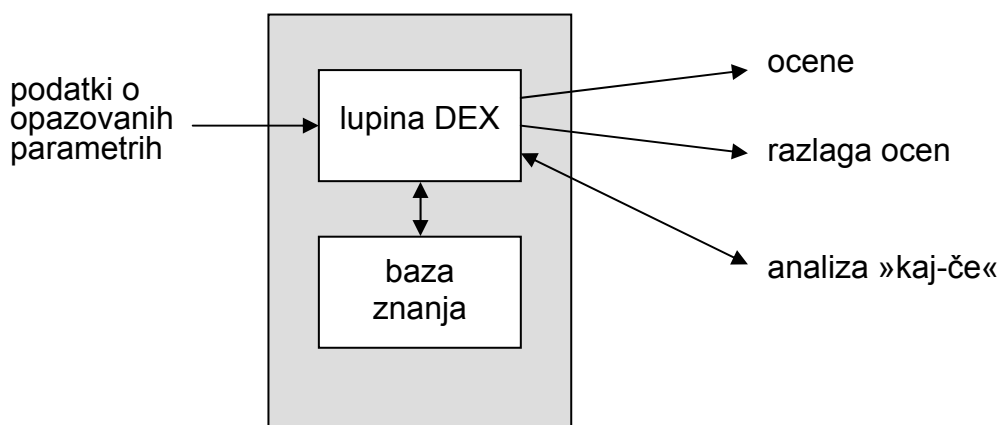
Izvedena je interaktivno s spremembo opisa variant, njihovo ponovno ocenitvijo in primerjavo dobljenih rezultatov s prvotnimi rezultati.

- selektivna razlaga variant:

DEX najde in poroča o tistih podkriterijskih drevesih, ki odražajo najmočnejše ali najšibkejše značilnosti posamezne variante, s čimer pridemo do samo najbolj relevantnih informacij.

Shematsko smo strukturo sistema za ocenjevanje predstavili na sliki 5.

Slika 5: Shematični prikaz strukture sistema za ocenjevanje



Vir: Rajkovič et al., 1999, str. 388

3.2.3.1. Prednosti in slabosti sistema DEX

Med pomembne prednosti DEX-a štejemo transparentnost znanja, saj ima uporabnik v katerikoli fazi svojega dela pregled nad modelom, dosež do vseh vrednosti in uporabljenih pravil ter rezultatov vrednotenja. Omogoča upoštevanje uteži, ki so odvisne od vrednosti parametra ter možnost različnih simulacij preko spreminjanja vrednosti parametrov oziroma »kaj-če« analize (Ilievski, Rajkovič, 1995, str. 15; Krapež, Rajkovič, 2003, str. 26).

Izkušnje kažejo, da se metodologija DEX dobro obnese predvsem v zvezi z »mehkimi«, manj strukturiranimi in manj formaliziranimi odločitvenimi problemi, ki vključujejo kvalitativne koncepte in veliko ocenjevanja s strani ekspertov. Pokazalo se je, da je uporabnost sistema DEX večja, bolj kot je odločitveni problem

kompleksen, težaven. Manj pa je uporaben v primerih, ki zahtevajo natančne formalne modele, numerične simulacije in optimizacije (Bohanec, Rajkovič, 1999, str. 487, 490).

Pomembna novost v okviru sistema DEX je možnost različnih predstavitev funkcije koristnosti, ki predstavljajo ključni del baze znanja, in sicer s tabelo osnovnih logičnih pravil, s tabelo izpeljanih pravil, z ekstrakcijo najbolj pomembnih pravil, z odločitvenim drevesom, grafično in z utežmi pomembnosti posameznih parametrov (Vizjak Pavšič, Musek, Rajkovič, 1995, str. 49).

Kažejo se tudi omejitve DEX-ovega pristopa, ki jih je možno izpopolniti s primerno razširitvijo metodologije (Bohanec, Rajkovič, 1999, str. 490 - 491):

- težko fazo razvoja strukturnega modela lahko podpre metoda strojnega učenja, ki bi razvila model s pomočjo odločitvenih primerov, dobljenih bodisi iz obstoječih baz podatkov preteklih odločitev ali pa z eksplicitnim znanjem odločevalca. Napredek v tej smeri predstavlja razvoj metode HINT (Zupan et al., 1999 v Bohanec, Rajkovič, 1999, str. 490), ki razvije hierarhični večparametrski odločitveni model, ki pojasnjuje in tudi posploši (generalizira) primere.
- DEX je striktno omejen le na kvalitativne odločitvene modele, saj ni možna uporaba numeričnih spremenljivk niti analitično predstavljenih funkcij koristnosti, ki se ponavadi uporabljajo v tradicionalnih kvantitativnih modelih. Veliko problemov resničnega življenja zahteva tako kvalitativne kot kvantitativne attribute, tako da bi imela njihova povezava velik praktični učinek glede uporabnosti, vendar je metodološko takšna integracija precej zapletena.
- omejitev zastarelosti programskega orodja DEX je prekoračil razvoj programa DEXi, podverzije sistema DEX, ki deluje v okolju MS Windows, namenjena pa je predvsem študentom in profesorjem. Načrtovana je razširitev v funkcionalno popoln profesionalni sistem DEX (Bohanec, Rajkovič, 1999, str. 491).

Sicer ima program DEX v primerjavi z DEXi-jem nekaj več funkcijskih zmožnosti. Omogoča vnos verjetnostnih porazdelitev in porazdelitev v okviru mehkih množic vrednosti atributov na listih drevesa, sočasno izgradnjo baz znanja pri istem drevesu v primeru različnih odločitvenih skupin ter nekatere dodatne analize rezultatov. Poleg programa DEX obstaja tudi program Vredana, ki omogoča dodatno analizo rezultatov vrednotenja DEX in DEXi (dodatna analiza tipa »kaj-če« in numerično rangiranje variant znotraj iste kvalitativne ocene) (Jereb, Bohanec, Rajkovič, 2003, str. 7).

3.2.3.2. Uporaba sistema DEX

DEX (oziroma podverzijo DEXi) so uspešno praktično uporabili pri številnih kompleksnih odločitvenih problemih:

- vrednotenje projektov (Bohanec et al., 1993; Bohanec, Rajkovič, 1995),
- vrednotenje podjetij (Rajkovič, Bohanec, 1988), proizvodnih programov (Kalin, Bohanec, Rajkovič, 1994; Bohanec, Rajkovič, 1995), investicij (Bohanec, Rajkovič, 1999),
- vrednotenje portalov življenjskih situacij (Leben, Bohanec, 2003),
- ugotavljanje potencialnega dobička (Vodenik, Behek, 1993),
- računovodska analiza (Vrtačnik, Sever, 2002),
- kadrovske odločitve (Jereb, Rajkovič, 2000; Košiček, Rajkovič, Banovec, 2003), načrtovanje kariere (Ramšak Pajk, Bernik, Rajkovič, 2003),
- odločanje v zdravstvu (Rajkovič et al., 1999; Bohanec, Zupan, Rajkovič, 2000),
- odločanje v šolstvu, problematika šolstva, izvenšolske dejavnosti (Rajkovič et al., 1999; Krapež, Rajkovič, Wechtersbach, 2000; Pograjc Debevec, Rajkovič, 2000; Kern, Bitenc, Bernik, 2001; Ogris, Rajkovič, Vuk, 2001; Azarov Domajnko, Rajkovič, Bohanec, 2002; Gasar, Bohanec, Rajkovič, 2002; Resinovič, Rajkovič, Mahnič, 2003; Vidmar, Pograjc Debevec, 2004),
- vrednotenje programov izobraževalne dejavnosti (Ilievski, Rajkovič, 1995),
- ocena kakovosti življenja starostnikov v domskem varstvu (Vidic, Rajkovič, Vreg, 2003).

V magistrskem delu bomo uporabili programski paket DEXi za izgradnjo večparametrskega odločitvenega modela naravovarstvenega vrednotenja naravnih vrednot na primeru drevesnih in podzemeljskih geomorfoloških naravnih vrednot.

4. NARAVNE VREDNOTE IN NARAVOVARSTVENO VREDNOTENJE

Za Slovenijo je značilna velika raznolikost geološke zgradbe, reliefa, podnebnih razmer, biotske raznovrstnosti ter krajinske in kulturne pestrosti na razmeroma majhnem območju, kar se vse odraža v njeni bogati naravi. Cilj naravovarstvene dejavnosti je spoznavanje in ohranjanje narave (Skoberne, Peterlin, 1991, str. 19). V nadaljevanju bomo predstavili sistem varstva naravnih vrednot v Sloveniji in njegov pravni okvir.

4.1. Opredelitev naravnih vrednot

S sprejetjem Zakona o ohranjanju narave, v nadaljevanju ZON (Uradni list RS, št. 56/99, 31/00, 110/02, 119/02, 41/04, 96/04), je sistem varstva narave v Sloveniji razdeljen na dva dela, na ohranjanje biotske raznovrstnosti in na sistem varstva naravnih vrednot. Biotska raznovrstnost je raznovrstnost živih organizmov, ki vključuje raznovrstnost znotraj vrst in med različnimi vrstami, gensko raznovrstnost ter raznovrstnost ekosistemov. Ohranjanje biotske raznovrstnosti v naravi se veže na ohranjanje naravnega ravnovesja. Sistem varstva naravnih vrednot določa postopke in načine podeljevanja statusa naravnih vrednot ter izvajanje njihovega varstva. Oba sistema se dopolnjujeta z namenom učinkovito ohranjati naravo.

Sistem varstva naravnih vrednot temelji na spoznanju, da iz praktičnih razlogov ne moremo varovati celotne narave, ampak varujemo predvsem tiste dele narave, ki jih družba nekega časa in prostora prek družbene zavesti in v končni posledici prek zakonsko določenih meril spozna za vrednoto. V tem sistemu iz množice pojavov in oblik v naravi s pomočjo strokovnih meril izberemo tiste, ki jih imamo za vrednejše in jih uvrstimo na Strokovni predlog za določitev naravnih vrednot. Minister, pristojen za ohranjanje narave, na podlagi predloga izda ustrezen predpis, s katerim vrednim delom narave podeli status naravne vrednote. Vrednote, razvrščene po pomenu na vrednote državnega in lokalnega pomena, lahko nato država oziroma lokalna skupnost varuje z ukrepi varstva, ki jih opredeljuje zakon (Simić, 2005, str. 1).

Izstopajoči deli narave so bili v preteklosti različno poimenovani: naravne lepote, prirodne znamenitosti (Zakon o potrditvi in spremembah zakona o zaščiti kulturnih spomenikov in prirodnih znamenitosti, 1946; Zakon o varstvu kulturnih spomenikov in prirodnih znamenitosti, 1948), naravne znamenitosti (Zakon o varstvu kulturnih spomenikov in naravnih znamenitosti, 1959; Zakon o varstvu narave, 1970), naravna dediščina (Zakon o naravni in kulturni dediščini, 1981, 1986, 1990, 1992). Zakon o ohranjanju narave iz leta 1999 pa je uvedel termin naravna vrednota.

Naravna vrednota je v 4. členu ZON opredeljena kot redek, dragocen ali znamenit naravni ali drug vreden pojav, sestavina oziroma del žive ali nežive narave, naravno območje ali del naravnega območja, ekosistem, krajina ali oblikovana narava. Glede na to, v kakšni obliki se naravna vrednota pojavlja v naravi, zakon navaja geološke pojave, minerale in fosile ter njihova nahajališča, površinske in podzemne kraške pojave, podzemne jame, soteske in tesni ter druge geomorfološke pojave, ledenike in oblike ledeniškega delovanja, izvire, slapove, brzice, jezera, barja, potoke in reke z obrežji, morsko obalo, rastlinske in živalske vrste, njihove izjemne osebe ter njihove življenjske prostore, ekosisteme, krajino

in oblikovano naravo. Naravne vrednote obsegajo vso naravno dediščino na območju Republike Slovenije. S sistemom varstva naravnih vrednot se zagotavljajo pogoji za ohranitev lastnosti naravnih vrednot oziroma naravnih procesov, ki te lastnosti vzpostavljajo in ohranjajo ter pogoji za vnovično vzpostavitev naravnih vrednot.

Naravna dediščina je tisti del narave, ki ga družba nekega kraja in časa spozna za vrednoto (Skoberne, Peterlin, 1991, str. 19).

Naravne vrednote so lahko v lasti fizičnih ali pravnih oseb ter v lasti države ali lokalne skupnosti, nihče pa ne sme ravnati z njimi tako, da ogrozi njihov obstoj (40. člen ZON).

37. člen ZON govori o pridobitvi statusa naravnih vrednot. Naravne vrednote so državnega ali lokalnega pomena. Naravne vrednote državnega pomena so tiste, ki imajo mednarodni ali velik narodni pomen. Ta se ugotavlja na podlagi strokovnih meril vrednotenja primerjalno za celo državo. Po opravljenem evidentiranju in vrednotenju delov narave organizacija, pristojna za ohranjanje narave, pripravi strokovni predlog za določitev naravnih vrednot in njihovo razvrstitev na naravne vrednote državnega ali lokalnega pomena. Strokovna merila vrednotenja so: izjemnost, tipičnost, kompleksna povezanost, ohranjenost, redkost ter ekosistemska, znanstveno-raziskovalna ali pričevalna pomembnost. Minister določi naravne vrednote in jih razvrsti na naravne vrednote državnega ali lokalnega pomena ter predpiše podrobnejše varstvene in razvojne usmeritve za varstvo naravne vrednote.

Zvrsti naravnih vrednot opredeljuje Uredba o zvrsteh naravnih vrednot (Uradni list RS, št. 52/02, 67/03). Zvrsti naravnih vrednot se določajo na podlagi lastnosti naravnih vrednot, pri čemer se upoštevajo zlasti značilnosti naravnih pojavov in naravnih oblik. Uredba določa naslednje zvrsti naravnih vrednot:

- površinska geomorfološka naravna vrednota,
- podzemeljska geomorfološka naravna vrednota,
- geološka naravna vrednota,
- hidrološka naravna vrednota,
- botanična naravna vrednota,
- zoološka naravna vrednota,
- ekosistemska naravna vrednota,
- drevesna naravna vrednota,
- oblikovana naravna vrednota,
- krajinska vrednota.

Zvrsti naravnih vrednot sta tudi mineral in fosil.

Drevesna naravna vrednota je v 8. odstavku 3. člena Uredbe o zvrsteh naravnih vrednot opredeljena kot drevo ali skupina dreves,

- ki so izjemnih dimenzij, habitusa, starosti, ekosistemsko, znanstveno-raziskovalno ali pričevalno pomembna ter vključuje tudi rastišče takšnih dreves in
- se v naravi pojavlja zlasti kot posamezno drevo zunaj gozdnega prostora ter skupina dreves ali posamezno drevo v gozdu, ki zaradi izjemnih lastnosti izstopajo od dreves v okolici.

Minimalni obseg rastišča drevesne naravne vrednote se določi kot vertikalna projekcija krošnje, povečana za 2 metra v radialni smeri stran od debla drevesa. Rastišče obsega podzemni in nadzemni prostor nad tako ugotovljeno površino (Mastnak, 2003, str. 16).

Podzemeljska geomorfološka naravna vrednota (2. odstavek 3. člena Uredbe o zvrsteh naravnih vrednot) pa je del narave,

- ki je z vidika podzemnih jam izjemen, tipičen, kompleksno povezan, ohranjen, redek, znanstveno-raziskovalno ali pričevalno pomemben in
- se v naravi pojavlja zlasti kot podzemna jama, ki je zlasti votlina, razpoka, brezno in podzemni rov.

Določitvi naravnih vrednot sledi izvajanje ustreznih ukrepov varstva naravnih vrednot, med katere uvrščamo (45. člen ZON):

- **pogodbeno varstvo:**
 - **pogodba o varstvu** se sklene z lastnikom naravne vrednote ali nepremičnine na zavarovanem območju, če se ugotovi, da se varstvo naravne vrednote lahko zagotovi na tak način (47. člen ZON).
 - **pogodba o skrbništvu** se sklene z osebo, ki ni lastnik naravne vrednote ali nepremičnine na zavarovanem območju in vključuje izvajanje posameznih nalog varstva naravne vrednote (48. člen ZON).
- **zavarovanje:** z aktom o zavarovanju naravne vrednote, ki določa zlasti naravno vrednoto, njen obseg in sestavine, namen zavarovanja, varstveni režim in razvojne usmeritve, se ustanovijo ožja (naravni spomenik, strogi naravni rezervat in naravni rezervat) ali širša zavarovana območja (narodni, regijski in krajinski park) (49., 53. člen ZON).
- **začasno zavarovanje:** začasno se zavarujejo deli narave, za katere se upravičeno domneva, da imajo lastnosti, zaradi katerih bodo določeni za naravne vrednote, predvsem takrat, ko obstaja nevarnost, da bo del narave poškodovan ali uničen (50. člen ZON).
- **obnovitev:** poškodovane ali uničene naravne vrednote se lahko obnovijo, za kar se smiselno uporabijo določbe Zakona o varstvu okolja o sanaciji (52. člen ZON).

4.2. Evidentiranje in vrednotenje naravnih vrednot

Evidentiranje in vrednotenje naravnih vrednot sodita med temeljne naloge naravovarstvene stroke, ki je v Sloveniji organizirana v okviru Ministrstva za okolje in prostor, Agencije Republike Slovenije za okolje, Zavoda RS za varstvo narave in sedmih območnih enot ter upravljavcev zavarovanih območij. Podatki se zbirajo na osnovi dostopnih informacij, predvsem literaturnih virov, terenskega dela in posameznih študij strokovnjakov z vsebinskih področij.

Vrednotenje delov narave je postopek, v katerem se primerja, vrednoti, presoja lastnosti dela narave z lastnostmi drugih delov narave, ki so glede na značilnosti naravnih oblik in pojavov med seboj primerljivi in ugotavlja, ali del narave izpolnjuje strokovna merila vrednotenja za uvrstitev med naravne vrednote. Merila vrednotenja so se skozi razvoj naravovarstvene prakse spreminjala in dopolnjevala.

V tabeli 1 je podan pregled dosedanjih izborov pomembnejših delov narave (naravne dediščine), med katerimi so bila zastopana tudi drevesa in podzemne jame.

Tabela 1: Pregled seznamov najpomembnejše naravne dediščine

Spomenica odseka za varstvo prirode in prirodnih spomenikov pri Muzejskem društvu za Slovenijo (1920)
Domovinski prirodni spomeniki (Šivic, 1944)
Zaščiteni in zaščite vredni naravni objekti Slovenije (Piskernik, Peterlin, 1962)
Predlogi za zavarovanje nekaterih pomembnejših pokrajinskih območij in naravnih znamenitosti v Sloveniji (1968)
Inventar najpomembnejše naravne dediščine Slovenije (1976)
Inventar najpomembnejše naravne dediščine Slovenije. 1. del: vzhodna Slovenija (Skoberne, Peterlin, 1988)
Inventar najpomembnejše naravne dediščine Slovenije. 2. del: osrednja Slovenija (Skoberne, Peterlin, 1991)

Vir: Skoberne, Peterlin, 1991, str. 12-13; Simić, 2005, str. 13-16.

Za pripravo Strokovnega predloga za določitev naravnih vrednot in njihovo razvrstitev na naravne vrednote državnega ali lokalnega pomena je po Zakonu o ohranjanju narave pristojen Zavod RS za varstvo narave. Ker pa je bil ta ustanovljen šele 1. januarja 2002, je projekt priprave Strokovnega predloga vodila

Agencija RS za okolje, sodelovalo pa je vseh sedem regionalnih zavodov oziroma kasneje območnih enot Zavoda RS za varstvo narave (Simić, 2005, str. 7).

Osnovo strokovnega predloga je predstavljala Osnovna evidenca naravne dediščine, ki je začela nastajati leta 1974 na takratnem Zavodu SRS za spomeniško varstvo. Evidenco je vzpostavil in jo do decembra 1994 vodil Zavod SRS za varstvo naravne in kulturne dediščine. S prehodom področja varstva narave na Ministrstvo za okolje in prostor je evidenco prevzela Uprava RS za varstvo narave oziroma njena naslednica Agencija RS za okolje (Simić, 2005, str. 8).

Pri razvrstitvi predlaganih vrednot na naravne vrednote državnega pomena in naravne vrednote lokalnega pomena je bilo v strokovnem predlogu v veliki meri povzeto vrednotenje, opravljeno pri pripravi Inventarjev najpomembnejše naravne dediščine Slovenije, saj je tudi Zakon o ohranjanju narave večinoma povzel merila, uporabljena v Inventarjih (Simić, 2005, str. 13).

Pravilnik o določitvi in varstvu naravnih vrednot (Uradni list RS, št. 111/04) je določil 8096 naravnih vrednot, pri čemer jih je 3.598 državnega (44,4%), 4.498 (55,6%) pa lokalnega pomena. Ob upoštevanju samo strokovnih meril vrednotenja bi bilo naravnih vrednot državnega pomena tretjina celotnega števila, odstotek pa je večji iz dveh razlogov. Vse naravne vrednote znotraj zavarovanih območij, ki jih je ustanovila država, so po določilih Uredbe o zvrsteh naravnih vrednot državnega pomena. Drugi razlog za večji delež naravnih vrednot državnega pomena je upoštevanje določb Zakona o varstvu podzemnih jam (Uradni list RS, št. 2/04), po katerih je 1699 podzemeljskih geomorfoloških naravnih vrednot (jam in brezen) dobilo državni pomen.

Med ostalimi zvrstmi naravnih vrednot je v Pravilniku o določitvi in varstvu naravnih vrednot samostojno in v kombinaciji z drugimi zvrstmi opredeljenih 2666 drevesnih naravnih vrednot, med katerimi je 461 (17,3%) državnega pomena, in 1743 podzemeljskih geomorfoloških naravnih vrednot, pri katerih jih je 1699 (97,5%) državnega pomena.

5. IZGRADNJA IN UPORABA VEČPARAMETRSKIH ODLOČITVENIH MODELOV

5.1. Identifikacija problema

Namen magistrskega dela je zgraditi večparametrski odločitveni model naravovarstvenega vrednotenja naravnih vrednot na primeru drevesnih in podzemeljskih geomorfoloških naravnih vrednot (drevesa, podzemne jame). Model nam med vsemi evidentiranimi drevesnimi naravnimi vrednotami pomaga izbrati tiste, ki so primerne za vpis na seznam naravnih vrednot, ki je sestavni del Pravilnika o določitvi in varstvu naravnih vrednot. Na primeru podzemnih jam pa model predstavlja osnovo za naravovarstveno vrednotenje jam, njihovo kvalitativno analizo in omogoča izbiranje jam za prednostno izvajanje ukrepov varstva.

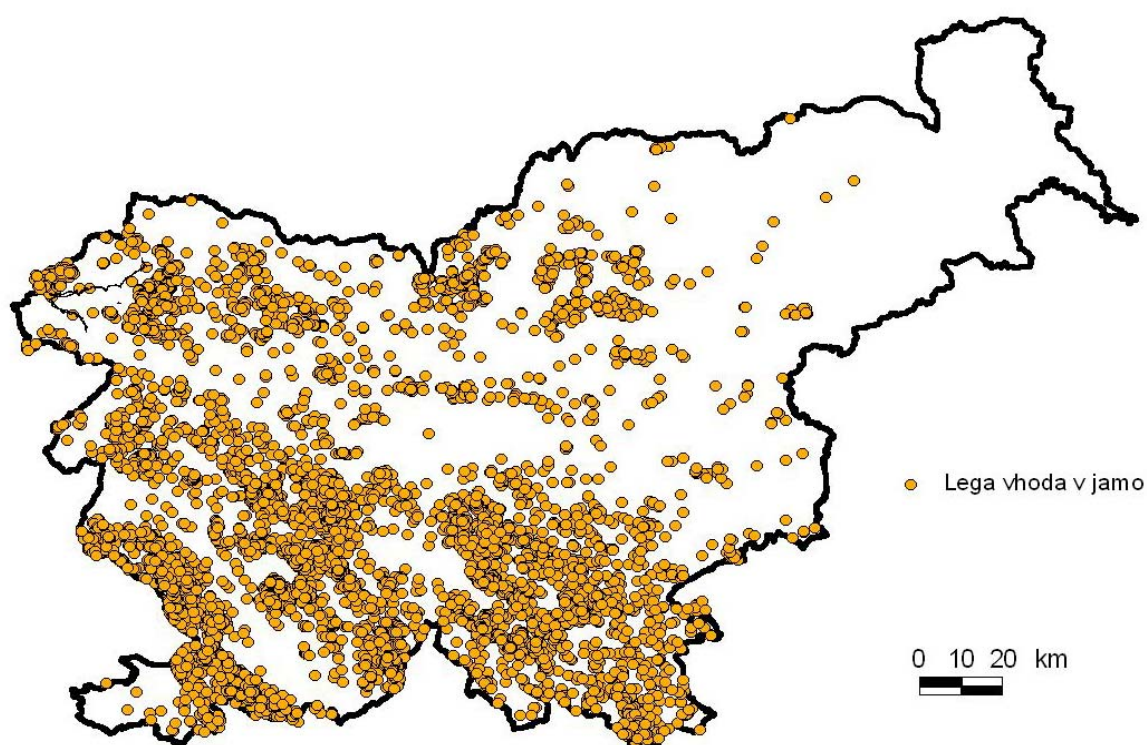
Naravovarstvena služba je v preteklih desetletjih registrirala veliko drevesne dediščine, ki pa je ni dosledno in sistematično ovrednotila. Po sprejetju Zakona o ohranjanju narave in Uredbe o zvrsteh naravnih vrednot (Uradni list RS, št. 52/02, 67/03) je zakonsko predpisano vrednotenje naravnih vrednot in hkrati njihova razvrstitev na vrednote državnega in lokalnega pomena. Zaradi časovne stiske pri pripravljanju Pravilnika o določitvi in varstvu naravnih vrednot (2004) drevesa, ki so uvrščena v Pravilnik, niso bila pregledana po enotnih merilih vrednotenja, zato je potrebna njihova ponovna obravnava.

Predmet odločanja v odločitvenem modelu naravovarstvenega vrednotenja naravnih vrednot na primeru drevesnih naravnih vrednot so izjemna drevesa ali skupine dreves. Z odločitvijo želimo izmed vseh danes evidentiranih dreves izbrati tiste, ki ustrezajo postavljenim kriterijem za vpis na seznam naravnih vrednot, ki je sestavni del Pravilnika o določitvi in varstvu naravnih vrednot.

S sprejetjem Zakona o varstvu podzemnih jam januarja 2004 (ZVPJ) so vse podzemne jame v Sloveniji določene za naravne vrednote državnega pomena in so v lasti države. Podzemna jama je v 2. členu Zakona o varstvu podzemnih jam opredeljena kot na naravni način nastali prostor v kamnini, ki je v zunanji prostor zaključen z navpično projekcijo roba pokritega dela jame, ali brezno z vhodno depresijo od tam, kjer naklon pobočja preseže 30 stopinj in katerega prehodni del je daljši ali globlji od 10 m, ne glede na to ali je vhod oziroma izhod naraven ali je plod človekovega dela. Jame so votline, razpoke, brezna in podzemni rovi in so lahko suhe ali stalno ali občasno, deloma ali v celoti zalite z vodo. Zaradi morfoloških, hidroloških, favnističnih ali drugih posebnosti se lahko za jamo določi tudi prostor, ki je krajši od 10 m (2. člen ZVPJ).

V Katastru jam (IZRK ZRC SAZU; JZS, 2004), osnovni zbirki podatkov o podzemnih jamah, je danes evidentiranih že 8263 jam, od tega je 149 opredeljenih kot že uničenih, torej skupno 8114 obstoječih podzemnih jam (karta 1). Kataster jam sodi med najpopolnejše na svetu, saj je enotno voden za celo državo (Simić, 2000, str. 4).

Karta 1: Podzemne jame v Sloveniji



Vir: Agencija RS za okolje; Kataster jam, Inštitut za raziskovanje krasa Znanstvenoraziskovalnega centra SAZU, Postojna in Jamarska zveza Slovenije, Ljubljana, 2004.

Država zaradi varstva jam izvaja ukrepe varstva jam, ki vključujejo skrbništvo, zavarovanje, začasno zavarovanje ter obnovitev (24. člen ZVPJ). Skrbništvo jam je izvajanje posameznih nalog varstva redkih ali ogroženih jam ali tistih jam, ki po strokovnih merilih vrednotenja na podlagi predpisov s področja ohranjanja narave izstopajo (4. člen ZVPJ). Minister določi jame, v katerih naj se izvaja skrbništvo, na

podlagi strokovnega predloga organizacije, pristojne za ohranjanje narave, ki je oblikovan ob upoštevanju naravovarstvene vrednosti in ogroženosti posameznih jam (26. člen ZVPJ).

Predmet odločanja v odločitvenem modelu naravovarstvenega vrednotenja naravnih vrednot na primeru podzemeljskih geomorfoloških naravnih vrednot so podzemne jame. Z odločitvijo želimo izmed vseh danes evidentiranih podzemnih jam izbrati tiste, ki po naravovarstvenih merilih vrednotenja izkazujejo najvišjo vrednost in imajo prednost pri izvajanju ukrepov varstva. Izbrane jame morajo izkazati primerno naravovarstveno vrednost glede na postavljene kriterije.

Odločitvena modela sta težka predvsem z vidika postavitve pravih kriterijev in določitve ustreznih uteži. Za razliko od tipičnih odločitvenih modelov gre tu za izbiro med velikim številom variant, zato se bomo v magistrskem delu osredotočili na omejen oziroma izbran del le-teh.

Večparametrsko odločanje predstavlja nov pristop pri izbiranju med variantami evidentiranih naravnih vrednot, ki je zelo sistematičen in bi se ga dalo ob ustrezni prilagoditvi uporabiti tudi za ostale zvrsti naravnih vrednot.

5.2. Odločitvena skupina

Odločitveni problem je v prvi vrsti zadeva (problem) Ministrstva za okolje in prostor, ki ima glede na zakonodajo glavno vlogo odločevalca pri sprejemanju oziroma podelitvi statusa naravnih vrednot in pri odločanju glede izvajanja ukrepov varstva naravnih vrednot.

V okviru Agencije Republike Slovenije za okolje in Zavoda RS za varstvo narave je bila ustanovljena projektna skupina za pripravo strokovnega predloga za določitev naravnih vrednot in njihovo razvrstitev na vrednote državnega in lokalnega pomena. Zaradi časovne stiske pri pripravi prvega predloga niso bila izvedena sistematična vrednotenja naravnih vrednot, za kar pa se je v nadaljevanju vsekakor izkazala potreba. Pri samem vrednotenju posameznih variant bo v prihodnje nujno potrebno sodelovanje naravovarstvenikov iz posameznih območnih enot Zavoda RS za varstvo narave, ki »imajo stik« z obravnavanimi naravnimi vrednotami tudi v njihovem dejanskem okolju.

Agencija RS za okolje je naročila projektno nalogo za vrednotenje drevesnih naravnih vrednot (Mastnak, 2003), ki je predstavljala tudi temeljno podlago za določitev kriterijev glede določitve drevesnih naravnih vrednot.

Računalniško realizacijo zbirke naravnih vrednot je ob sodelovanju članov projektne skupine v okviru celotnega Informacijskega sistema narava izvedel zunanji izvajalec, omenjeni sistem pa je sedaj potrebno dopolniti še z odločitvenimi modeli vrednotenja posameznih zvrsti naravnih vrednot.

5.3. Metoda dela

Osnova za pripravo obeh odločitvenih modelov kot tudi za samo odločanje je bil študij literature in zbiranje podatkov, potrebnih za samo odločitev.

Uporabili smo večparametrski odločitveni model, za računalniško podporo pa izbrali programsko orodje DEXi, lupino ekspertnega sistema za večparametrsko odločanje. Delo je potekalo po naslednjih korakih:

- določitev kriterijev,
- hierarhično strukturiranje kriterijev,
- določitev merskih lestvic,
- določitev funkcij koristnosti (odločitvenih pravil),
- izbira in opis posameznih variant,
- vrednotenje in analiza variant.

Izvajanje naštetih korakov ni potekalo samo linearno, pač pa smo se med samim postopkom večkrat vrnili na prejšnji korak, na primer iz določanja funkcij koristnosti nazaj na določanje merskih lestvic. Iterativno izvajanje gradnje modela omogočajo in podpirajo tudi ustrezne možnosti računalniškega programa DEXi glede predstavljanja rezultatov modeliranja in ocenjevanja variant.

5.4. Odločitveni model vrednotenja drevesnih naravnih vrednot

5.4.1. Identifikacija kriterijev

5.4.1.1. Določitev kriterijev

Atributi oziroma kriteriji so hierarhično razvrščeni v drevesu atributov in so osnova za sestavo odločitvenega drevesa. Vsak atribut je ne glede na vrsto (osnovni ali izpeljani) določen z imenom, opisom in zalogo vrednosti. Izpeljani atributi predstavljajo notranje vozle drevesa. Vsak od njih ima enega ali več nižje ležečih atributov, ki so lahko osnovni ali izpeljani (Jereb, Bohanec, Rajkovič, 2003, str. 63).

Uredba o zvrsteh naravnih vrednot (Uradni list RS, št. 52/02, 67/03) v 8. odstavku 3. člena navaja šest lastnosti, na podlagi katerih lahko drevo ali skupino dreves določimo za drevesno naravno vrednoto. Kriterije smo tako določili na osnovi Uredbe o zvrsteh naravnih vrednot, projektne naloge vrednotenja drevesnih naravnih vrednot (Mastnak, 2003) in dela odločitvene skupine. Drevesa, ki so uvrščena na seznam naravnih vrednot, ki je sestavni del Pravilnika o določitvi in varstvu naravnih vrednot, morajo ustrezati vsem zakonsko določenim kriterijem za njihovo vrednotenje.

V nadaljevanju predstavljamo kriterije in njihove opise.

A. Izjemnost

Izpeljani kriterij izjemnost se nanaša na merske razsežnosti in oblikovne značilnosti oziroma lastnosti drevesne naravne vrednote.

1. Razsežnost: kriterij opredeljuje merske lastnosti drevesne naravne vrednote.

- **obseg debla:** evidentiranje dreves za drevesne naravne vrednote pri nas samoumevno vključuje ugotavljanje debeline drevesa. Zaradi enostavnosti merjenja in mednarodnih primerjav ima prednost merjenje obsega debla pred merjenjem premera. Obseg debla se po ustaljeni praksi v Sloveniji meri na višini 130 cm od tal.
- **višina:** merjenje višine je zamudno in manj natančno od merjenja obsega debla. Višino natančno izmerimo takrat, ko je ključnega pomena za vrednotenje drevesa. Glede na to je lahko zadosten samostojen pogoj, da drevo določimo za naravno vrednoto. Ker izjemne višine dreves niso neposredno povezane z izjemnimi debelinami, je smiselno kriterij izjemnega obsega in izjemne višine uporabiti alternativno, kar upoštevamo pri določanju funkcij koristnosti.

2. Habitus: izjemen habitus (vzrast, razrast) je v strogo dendrološkem smislu fenotipska lastnost, ki se izrazi pod vplivom okoljskih dejavnikov, v katerih se je drevo razvijalo in se še razvija. Izjemen habitus ima na primer izjemno košato, široko krošnjato in izrazito somerno razvito drevo, ki že od začetka uspeva na samem in izkazuje za vrsto tipičen razvejitveni vzorec.

Uredba o zvrsteh naravnih vrednot (Uradni list RS, št. 52/02, 67/03) v 8. odstavku 3. člena kot kriterij opredeljuje tudi izjemno starost, vendar je v praksi ne moremo uporabiti zaradi pomanjkanja zanesljivih zgodovinskih virov, iz katerih bi lahko natančno določili starost dreves. Sklepanje o starosti na podlagi izvrtkov zaradi destruktivnosti metode pri naravnih vrednotah ni sprejemljivo. Glede na to, da se

starost posredno izraža v doseženi debelini in višini drevesa ter v habitusu, lahko predpostavimo, da je kriterij upoštevan pri opredeljevanju omenjenih treh lastnosti (Mastnak, 2003, str. 13).

B. Ekosistemska pomembnost

Izpeljani kriterij ekosistemska pomembnost izkazuje pomembnost drevesa z vidika biotske raznovrstnosti. Ekosistemsko pomembnost argumentiramo z ugotovitvijo zavarovanih in ogroženih vrst, ki drevo ali skupino dreves uporabljajo kot življenjski prostor ali njegov bistveni del. Habitatno vlogo drevesa v grajenem okolju in koridorno vlogo v odprti krajini ugotavljamo v širšem ekosistemskem (krajinskem) kontekstu.

- 1. Habitat zavarovanih vrst:** drevo je gnezdišče zavarovanih vrst ptic in pomemben življenjski prostor zavarovanih vrst žuželk in vretenčarjev oziroma njihovih razvojnih stopenj.
- 2. Habitat ogroženih vrst:** drevo je gnezdišče ogroženih vrst ptic in pomemben življenjski prostor ogroženih vrst žuželk in vretenčarjev oziroma njihovih razvojnih stopenj.
- 3. Vloga v okolju:** drevo ima pomembno ekološko vlogo v grajenem okolju (v radiju 100 metrov ni druge drevesne vegetacije), drevo ima pomembno koridorno vlogo v krajini (v radiju 200 metrov ni druge drevesne vegetacije).

C. Druga značilnost

Izpeljani kriterij druga značilnost in pomembnost vključuje znanstveno-raziskovalno in pričevalno pomembnost drevesa.

- 1. Znanstveno-raziskovalna pomembnost:** znanstveno-raziskovalno pomembno je drevo, ki je s svojimi lastnostmi zanimivo za znanstveno raziskovanje. Znanstveno-raziskovalna pomembnost je izkazana, če drevo obravnavajo strokovni in znanstveni članki oziroma je drevo predmet znanstvenih obravnav in raziskav.
- 2. Pričevalna pomembnost:** kriterij se nanaša na povezavo drevesne vrednote z materialnimi ostanki in kulturnimi dogodki iz preteklosti. Pričevalno pomembnost dajejo naravni vrednoti naravoslovne in druge posebnosti, izjemnosti ali privlačnosti, zaradi katerih odstopa od okolice. Ker zelo stara in na posebnih mestih rastoča drevesa že s svojo navzočnostjo (ohranjenostjo)

pričajo o duhovnem odnosu ljudi do dreves, zajema pričevalna pomembnost tudi kulturno-zgodovinski pomen drevesa v krajini.

- **vloga v naselbinski kulturi:** vloga drevesa v odprti krajini (hišno drevo, vaško drevo, drevo ob sakralnem ali spominskem objektu), v strnjenem naselju (drevo na zeleni javni površini, drevo v grajenem okolju, ipd.) in je razvidna iz uvrstitve v tipološko členitev drevesnih naravnih vrednot po okoliščinah pojavljanja (priloga 3, glej str. IV).
- **izpostavljenost v krajini:** v krajini je drevo močno vidno izpostavljeno, razvidno iz uvrstitve v tipološko členitev drevesnih naravnih vrednot po okoliščinah pojavljanja in velja za samoraslo drevo v odprti krajini in drevo ob sakralnem ali spominskem objektu.
- **kulturno-zgodovinski pomen:** kriterij se nanaša na povezavo drevesa z dogodki iz narodove zgodovine in kulture in se dokazuje z navedbo pisnega vira, ki takšno povezanost potrjuje.
- **nadomestno drevo:** kriterij se nanaša na nadomestno drevo iste vrste in funkcije v prostoru, s katerim je mogoče zagotoviti kontinuiteto izjemne pričevalne pomembnosti. Z namenom, da nadomestno drevo ohrani lastnosti, ki so zanimive iz naravovarstvenih vidikov, se možnost uporabi samo za primere, ko je bilo drevo izbrano in posajeno v skladu z arboristično doktrino. Glede na tipološko členitev drevesnih vrednot po okoliščinah pojavljanja možnost nadomestnega drevesa velja samo za samoraslo drevo v odprti krajini, vaško drevo ter drevo ob sakralnem ali spominskem objektu.

5.4.1.2. Hierarhično strukturiranje kriterijev

Iz spiska kriterijev zgradimo drevesno strukturo vsebinsko združenih kriterijev, ki predstavlja strukturo odločitvenega problema. Kriterije hierarhično uredimo, pri čemer upoštevamo medsebojne odvisnosti in vsebinske povezave. Kriterije strukturiramo iz več razlogov (Krapež, Rajkovič, 2003, str. 33):

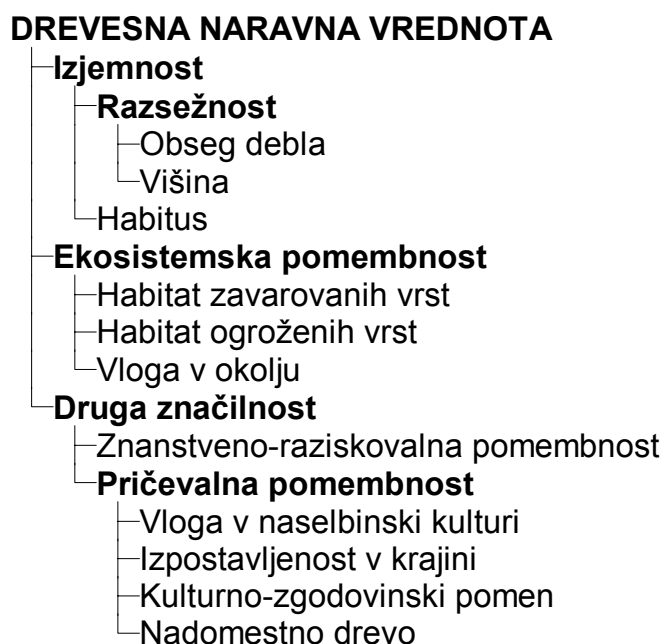
- zaradi preglednosti nad odločitvenim modelom in s tem tudi nad odločitvenim znanjem,
- zato, da združimo kriterije, ki so vsebinsko povezani, in s tem dosežemo, da smiselno vplivajo na odločitve,
- zato, da lažje določamo odločitvena pravila, s tem pa dosežemo tudi razumljivo razlago končne odločitve.

Kriteriji na višjem nivoju so odvisni od tistih na nižjih nivojih. Izpeljani kriteriji imajo naslednike na nižjih nivojih drevesa in tako predstavljajo notranje vozle drevesa. Na najnižjem nivoju, brez naslednikov, so osnovni kriteriji, ki so odvisni le od značilnosti posameznih variant in so vhodni parametri odločitvenega modela. V

našem primeru je npr. izpeljani (agregirani) kriterij drevesna naravna vrednota odvisen od naslednjih kriterijev: izjemnost, ekosistemska pomembnost in druga značilnost.

Slika 6 predstavlja odločitveno drevo drevesna naravna vrednota, ki obsega 17 kriterijev, od tega 11 osnovnih in 6 izpeljanih.

Slika 6: Odločitveno drevo Drevesna naravna vrednota



5.4.1.3. Določitev merskih lestvic

Vsem kriterijem v drevesu določimo merske lestvice, to je zaloge vrednosti, ki jih lahko zavzamejo pri vrednotenju. Pri DEXi-ju so zaloge vrednosti kriterijev, ki se v programu imenujejo atributi, sestavljene iz besed ali številskih intervalov. DEXi tako omogoča, da so zaloge vrednosti določene z naravnimi opisi ocene kriterija. Smiselno jo je tako zmanjšati, da ostaja odločitveni model dovolj občutljiv in razlikuje bistvene razlike med variantami. Priporočljivo je, da zaloge vrednosti uredimo od slabih proti dobrim (od najmanj do najbolj zaželene), ker le-to omogoča uporabo uteži pri določanju funkcij koristnosti. Za lažje delo s funkcijami koristnosti in zaradi občutljivosti modela je dobrodošlo tudi, da število vrednosti raste počasi od listov proti korenu drevesa (Jereb, Bohanec, Rajkovič, 2003, str. 17; Krapež, Rajkovič, Wechtersbach, 2000, str. 537; Krapež, Rajkovič, 2003, str. 25).

Kriteriji so iz različnih področij, zato imajo tudi različno zalogo vrednosti ocen. Nekateri med njimi imajo samo dve možnosti (ne, da), spet drugim pa bi lahko določili tudi več kot štiri možne ocene. Ker število možnosti ocen povečuje razsežnosti tabel z odločitvenimi pravili in s tem preglednost, je zaloga vrednosti navzgor omejena na največ štiri (slika 7). Zaloge vrednosti so pri vseh atributih porazdeljene naraščajoče, to je od najslabše do najboljše.

Slika 7: Predlagane zaloge vrednosti kriterijev za odločitveni model Drevesna naravna vrednota

Kriterij	Zaloga vrednosti
DREVESNA NARAVNA VREDNOTA	nepomembna ; malo pomembna; pomembna; zelo pomembna
Izjemnost	majhna ; srednja; velika; zelo velika
Razsežnost	majhna ; srednja; velika
Obseg debla	majhen ; srednji; velik
Višina	ni podatka ; velika
Habitus	ne ; deloma; da
Ekosistemska pomembnost	majhna ; srednja; velika; zelo velika
Habitat zavarovanih vrst	ne ; da
Habitat ogroženih vrst	ne ; da
Vloga v okolju	ne ; v manjši meri; v večji meri
Druga značilnost	majhna ; srednja; velika; zelo velika
Znanstveno-raziskovalna pomembnost	majhna ; srednja; velika
Pričevalna pomembnost	majhna ; srednja; velika
Vloga v naselbinski kulturi	nepomembna ; pomembna
Izpostavljenost v krajini	ne ; da
Kulturno-zgodovinski pomen	ne ; v manjši meri; v večji meri
Nadomestno drevo	ne ; da

Pri osnovnem kriteriju obseg debla je meja za zaloge vrednosti majhen in velik postavljena po strokovnih predlogih za obseg debla za posamezne drevesne vrste (Svetličič, Skoberne, 1988; Jenčič, 1999; Mastnak, 2003), ki so predstavljeni v prilogi 2 (glej str. II).

Pri osnovnem kriteriju višina drevesa se drevo določi za drevesno naravno vrednoto, če doseže drevesno višino kot jelka, bukev ali drug listavec 42,5 metrov ali več, in kot smreka ali macesen višino 50 metrov ali več (Mastnak, 2003, str. 21).

Glede na to, da imamo štiri predvidene zaloge vrednosti za končno oceno drevesa, moramo opredeliti, kaj posamezna ocena pomeni. Če je končna ocena modela drevesna naravna vrednota »nepomembna«, potem drevo ni primerno za uvrstitev med drevesne naravne vrednote, pri ostalih treh možnih ocenah pa postavljenim pogojem zadostuje. V primeru, ko drevo doseže končno oceno »zelo pomembna« ali »pomembna«, pa ga lahko predvidimo za uvrstitev med drevesne vrednote državnega pomena. Po Zakonu o ohranjanju narave (Uradni list RS, št. 56/99, 31/00, 110/02, 119/02, 41/04, 96/04) so za razvrščanje naravnih vrednot na

državni in lokalni pomen predpisana namreč še druga strokovna merila vrednotenja (redkost, tipičnost, kompleksna povezanost, ohranjenost).

5.4.2. Definicija funkcij koristnosti

Poleg kriterijev tvorijo bazo znanja tudi funkcije koristnosti za vse izpeljane kriterije. V tej fazi definiramo funkcije, ki opredeljujejo vpliv nižjenivojskih kriterijev na tiste, ki ležijo višje v drevesu, vse do korena drevesa, ki predstavlja končno oceno variant. Funkcije koristnosti tako izražajo moč posameznega kriterija. Oblika funkcij in način njihovega zajemanja je odvisna od uporabljene metode (Bohanec, Rajkovič, 1995, str. 430).

V programu DEXi so funkcije koristnosti predstavljene po točkah. Vsaka točka predstavlja preprosto odločitveno pravilo tipa »če-potem«. Pravila so vrstice tabele, ki predstavljajo funkcijo koristnosti. Posredno nam pri izdelavi tabele odločitvenih pravil pomaga DEXi, in sicer, če določimo uteži posameznih atributov, na primer 50% – 50%. S tem smo predvideli, da je naša funkcija koristnosti ravnina. Tako običajno z modelom utežne vsote začnemo z določanjem funkcije koristnosti, tako dobljeno začetno tabelo popravimo v tistih pravilih (točkah), ki se nam ne zdijo ustrezna. S tem program omogoči, da prvotno ravnino po potrebi preoblikujemo v funkcijo koristnosti, ki ustrezneje izraža naše preference (Jereb, Bohanec, Rajkovič, 2003, str. 17-18).

Program DEXi tako ob določitvi vsaj dveh odločitvenih pravil ob upoštevanju uteži sam izračuna vrednost agregirane funkcije in v tem primeru so uteži konstantne. Na tej osnovi program ponudi ustrezne tabele, katerih pravila vsebinsko preverimo in po potrebi spremenimo. Tako je v večini primerov smiselno upoštevati, da je teža (vpliv) posameznega kriterija odvisna od njegove vrednosti (Krapež, Rajkovič, Wechtersbach, 2000, str. 538-539), kar v teoriji koristnosti (angl. utility theory) pomeni spremenljivost uteži (Bohanec et al., 1993, str. 170).

Pri določanju funkcij koristnosti so dobrodošle tudi tabele agregiranih pravil, ki jih izdelata program DEXi. Uteži atributov v tabeli agregiranih pravil DEXi izračuna tako, da spremenjeno (popravljen) funkcijo koristnosti (posamezno pravilo predstavlja vrednost funkcije v izbrani točki) iz začetne ravnine (50-50), ki je nastala s spreminjanjem posameznih pravil, aproksimira z ravnino (Jereb, Bohanec, Rajkovič, 2003, str. 18-19). To je pomemben proces odločanja in interpretacije funkcije koristnosti, ki nam pomaga do vsebinsko primerne povezovanja kriterijev v končno oceno. Gre za računalniško pomoč pri upravljanju s preferenčnim znanjem človeka (Krapež, Rajkovič, Wechtersbach, 2000, str. 539).

V tabeli 2 je prikazan primer funkcije koristnosti za oceno ustreznosti drevesa za uvrstitev med drevesne naravne vrednote, ki predstavlja koren drevesa kriterijev in združuje podredne kriterije izjemnost, ekosistemska pomembnost in druga značilnost. Vsako pravilo podaja kombinacijo oziroma kombinacije vrednosti teh treh kriterijev, ki vodijo v določeno končno oceno. Pravilo št. 17 interpretiramo takole: Če je izjemnost velika, ekosistemska pomembnost majhna, srednja ali velika in druga značilnost majhna, potem je drevesna naravna vrednota pomembna. Znak * pomeni, da lahko kriterij zavzema katerokoli vrednost iz njegove zaloge vrednosti. Na vrhu tabele (vrstica pod imenom kriterija) je izražen odstotek teže oziroma vpliva, ki ga ima določen kriterij na vrednost izpeljanega kriterija.

Tabela 2: Primer funkcije koristnosti za izpeljani kriterij Drevesna naravna vrednota

Izjemnost	Ekosistemska pomembnost	Druška značilnost	DREVESNA NARAVNA VREDNOTA
47,83%	18,01%	34,16%	
1 majhna	<=srednja	majhna	nepomembna
2 majhna	*	srednja	malo pomembna
3 <=srednja	<=srednja	srednja	malo pomembna
4 majhna	>=velika	<=srednja	malo pomembna
5 srednja	<=srednja	<=srednja	malo pomembna
6 majhna	<=velika	>=velika	pomembna
7 <=srednja	<=srednja	>=velika	pomembna
8 <=velika	<=srednja	velika	pomembna
9 majhna	*	zelo velika	pomembna
10 <=srednja	<=velika	zelo velika	pomembna
11 srednja	>=velika	<=srednja	pomembna
12 srednja:velika	velika	<=srednja	pomembna
13 srednja:velika	>=velika	majhna	pomembna
14 >=srednja	velika	majhna	pomembna
15 velika	<=srednja	<=velika	pomembna
16 velika	<=velika	<=srednja	pomembna
17 velika	*	majhna	pomembna
18 >=velika	srednja:velika	majhna	pomembna
19 *	zelo velika	velika	zelo pomembna
20 >=srednja	>=velika	velika	zelo pomembna
21 >=srednja	zelo velika	>=velika	zelo pomembna
22 >=velika	*	zelo velika	zelo pomembna
23 >=velika	zelo velika	>=srednja	zelo pomembna
24 zelo velika	majhna	*	zelo pomembna
25 zelo velika	*	>=srednja	zelo pomembna
26 zelo velika	zelo velika	*	zelo pomembna

V odločitvenem modelu smo definirali 6 funkcij koristnosti, ki so v celoti prikazane v prilogi 4 (glej str. V). Funkcije koristnosti moramo določiti za vsak vozel drevesa, ki ni list. Za vsak izpeljani kriterij je torej izdelana ena tabela odločitvenih pravil.

5.4.3. Opis variant

Vsako varianto opišemo z vrednostmi osnovnih kriterijev, ki ležijo na listih drevesa. Do tega opisa pridemo s proučevanjem variant in zbiranjem podatkov o njih. Opis variant v realni odločitveni situaciji pogosto ni popoln. Možno je, da ne dobimo vseh potrebnih podatkov, da so ti nenatančni ali pa verjetnostnega značaja. Ne glede na to računalniški program DEXi variante ovrednoti, rezultat pa je lahko podan tudi na intervalu, kar je odvisno od vpliva nedoločenega parametra na končno oceno variante (Bohanec, Rajkovič, 1995, str. 430; Krapež, Rajkovič, 2003, str. 25).

Izmed vseh dreves, ki so uvrščena v Pravilnik o določitvi in varstvu naravnih vrednot (Uradni list RS, št. 111/04), smo izbrali šest primerov dreves. V fazi preizkušanja oziroma uporabe modela jih nismo poimensko opredelili, temveč so označeni kot drevo 1 do drevo 6. Drevesa smo na podlagi dostopnih podatkov iz atributne baze Evidence naravnih vrednot in Inventarja najpomembnejše naravne dediščine Slovenije (Skoberne, Peterlin, 1988, 1991) opisali po določenih kriterijih odločitvenega modela. Vnesene vrednosti opisa posameznih dreves so prikazane v tabeli 3.

Tabela 3: Vrednosti posameznih variant – dreves, ki so zbrane po listih drevesa kriterijev

Varianta	DREVO 1	DREVO 2	DREVO 3	DREVO 4	DREVO 5	DREVO 6
Obseg debla	srednji	majhen	velik	majhen	majhen	majhen
Višina	ni podatka	ni podatka	ni podatka	ni podatka	ni podatka	velika
Habitus	da	deloma	da	deloma	ne	da
Habitat zavarovanih vrst	ne	ne	ne	ne	ne	ne
Habitat ogroženih vrst	ne	ne	da	ne	ne	ne
Vloga v okolju	v manjši meri	ne	v manjši meri	v manjši meri	ne	ne
Znanstveno-raziskovalna pomembnost	majhna	majhna	velika	majhna	majhna	velika
Vloga v naselbinski kulturi	pomembna	nepomembna	pomembna	pomembna	pomembna	nepomembna
Izpostavljenost v krajini	da	ne	da	ne	ne	ne
Kulturno-zgodovinski pomen	v večji meri	ne	v večji meri	ne	v večji meri	ne
Nadomestno drevo	ne	ne	ne	ne	da	ne

5.4.4. Vrednotenje in analiza variant

5.4.4.1. Ocene rezultatov vrednotenja variant

Vrednotenje variant je postopek določanja končne ocene variant na podlagi njihovega opisa po osnovnih kriterijih. Vrednotenje poteka »od spodaj navzgor«, v skladu s strukturo kriterijev in funkcijami koristnosti. Varianta z najboljšo oceno je

ponavadi najboljša, v kolikor pri ocenitvi ni prišlo do večjih napak. Na končno oceno namreč vpliva mnogo dejavnikov in pri vsakem od njih lahko pride do napake. Poleg tega pa tudi sama končna ocena navadno ne zadostuje za celovito sliko o posamezni varianti, zato je potrebno variante analizirati (Bohanec, Rajkovič, 1995, str. 430-431; Jereb, Bohanec, Rajkovič, 2003, str. 14).

Rezultate vrednotenja lahko predstavimo grafično, s pomočjo grafikonov ali pa tekstovno, v obliki tabel. Računalniški program DEXi glede na število izbranih parametrov prikaže rezultate v stolpičnem (izbran en sam parameter, slika 8), korelacijskem (dva izbrana parametra hkrati; slika 9, glej str. 50) ali zvezdnem grafikonu (trije ali več izbranih parametrov; slika 10, glej str. 51), kjer vsaka os ustreza enemu od izbranih parametrov. Posebno vlogo pri prikazu rezultatov imajo tudi barve, pri čemer zelena barva ponazarja najboljše, modra srednje in rdeča najslabše vrednosti.

Tabela 4 (glej str. 50) prikazuje vrednotenje šestih variant. Končne ocene vrednotenja so podane v vrstici Drevesna naravna vrednota, grafično pa smo variante predstavili s stolpičnim grafikonom (slika 8). Od vrednotenih dreves le drevo 2 ne ustreza uvrstitvi med drevesne naravne vrednote, saj je dobil končno oceno »nepomembna«. Najboljši varianti predstavljata drevesi 3 in 6, ki med izbranimi drevesi zelo izstopata in sta dobila oceno »zelo pomembna«.

Slika 8: Stolpični grafikon končne ocene Drevesna naravna vrednota za šest dreves

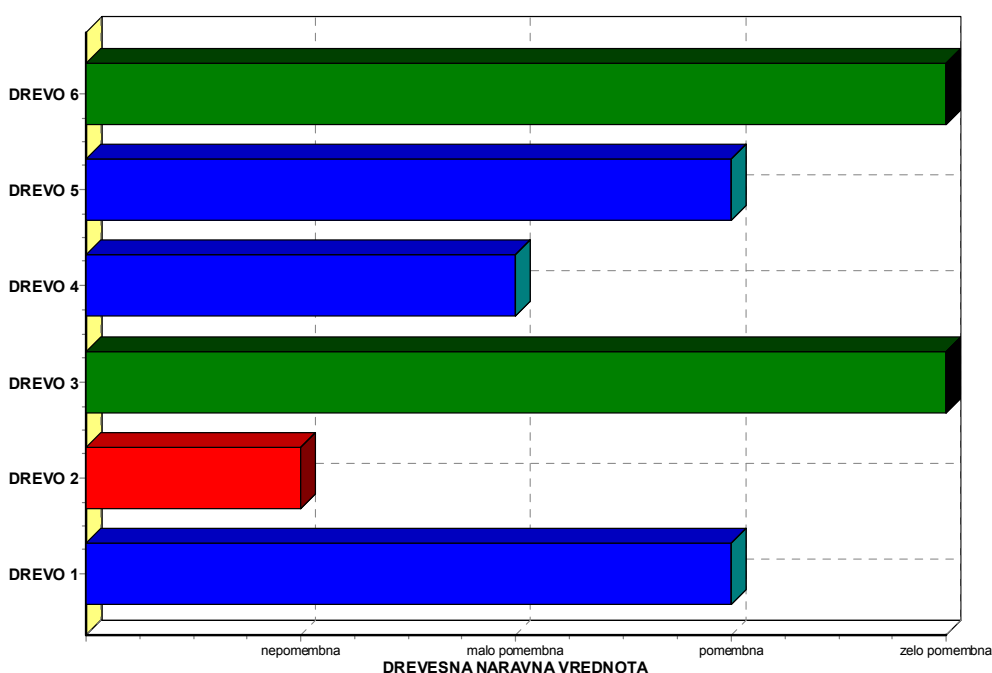
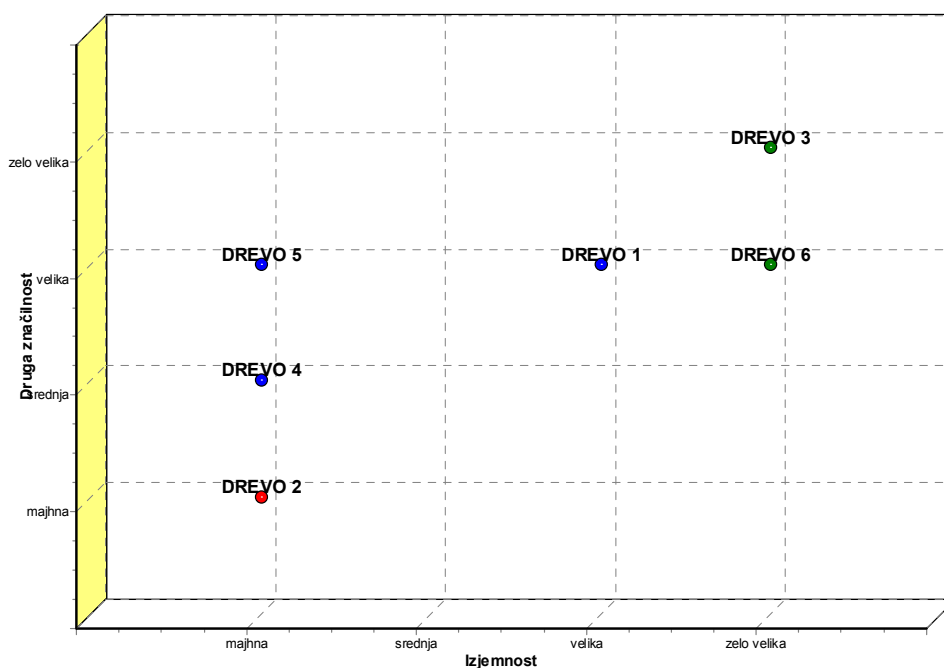


Tabela 4: Tabelarni rezultat vrednotenja dreves kot variant

Kriterij	DREVO 1	DREVO 2	DREVO 3	DREVO 4	DREVO 5
DREVESNA NARAVNA VREDNOTA	pomembna	nepomembna	<i>zelo pomembna</i>	malo pomembna	pomembna
Izjemnost	velika	majhna	<i>zelo velika</i>	majhna	majhna
Razsežnost	srednja	majhna	<i>velika</i>	majhna	majhna
Obseg debla	srednji	majhen	<i>velik</i>	majhen	majhen
Višina	<i>ni podatka</i>	<i>ni podatka</i>	<i>ni podatka</i>	<i>ni podatka</i>	<i>ni podatka</i>
Habitus	<i>da</i>	deloma	<i>da</i>	deloma	ne
Ekosistemska pomembnost	srednja	majhna	velika	srednja	majhna
Habitat zavarovanih vrst	ne	ne	ne	ne	ne
Habitat ogroženih vrst	ne	ne	<i>da</i>	ne	ne
Vloga v okolju	v manjši meri	ne	v manjši meri	v manjši meri	ne
Druga značilnost	velika	majhna	<i>zelo velika</i>	srednja	velika
Znanstveno-raziskovalna pomembnost	majhna	majhna	<i>velika</i>	majhna	majhna
Pričevalna pomembnost	<i>velika</i>	majhna	<i>velika</i>	srednja	<i>velika</i>
Vloga v naselbinski kulturi	<i>pomembna</i>	nepomembna	<i>pomembna</i>	<i>pomembna</i>	<i>pomembna</i>
Izpostavljenost v krajini	<i>da</i>	ne	<i>da</i>	ne	ne
Kulturno-zgodovinski pomen	<i>v večji meri</i>	ne	<i>v večji meri</i>	ne	<i>v večji meri</i>
Nadomestno drevo	ne	ne	ne	ne	<i>da</i>

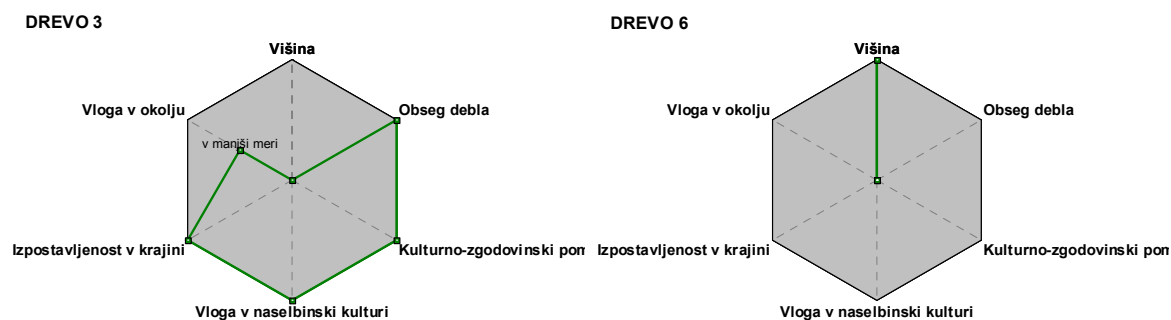
Kriterij	DREVO 6
DREVESNA NARAVNA VREDNOTA	<i>zelo pomembna</i>
Izjemnost	<i>zelo velika</i>
Razsežnost	<i>velika</i>
Obseg debla	majhen
Višina	<i>velika</i>
Habitus	<i>da</i>
Ekosistemska pomembnost	majhna
Habitat zavarovanih vrst	ne
Habitat ogroženih vrst	ne
Vloga v okolju	ne
Druga značilnost	velika
Znanstveno-raziskovalna pomembnost	<i>velika</i>
Pričevalna pomembnost	majhna
Vloga v naselbinski kulturi	nepomembna
Izpostavljenost v krajini	ne
Kulturno-zgodovinski pomen	ne
Nadomestno drevo	ne

Slika 9: Korelacijski grafikon za kriterija izjemnost in druga značilnost ali pomembnost



Če podrobneje pogledamo obe najbolj ocenjeni drevesi, vidimo, da se bistveno razlikujeta po kar nekaj kriterijih. Pri tem si lahko pomagamo z zvezdnim grafikonom (slika 10) in tabelo vrednotenja (tabela 4, glej str. 50). Tako ima drevo 3 najvišjo možno oceno pri kriterijih obseg debla, habitus, habitat ogroženih vrst, znanstveno-raziskovalna pomembnost, vloga v naselbinski kulturi, izpostavljenost v krajini in kulturno-zgodovinski pomen, drevo 6 pa najvišjo le pri višini, habitusu ter znanstveno-raziskovalni pomembnosti. Kljub temu je dobil najvišjo oceno, saj smo pri funkciji koristnosti upoštevali, da je lahko izjemna višina za posamezno drevo že zadosten pogoj, da je drevo ocenjeno kot »zelo pomembna« drevesna naravna vrednota.

Slika 10: Vrednotenje drevesa 3 in drevesa 6 s pomočjo zvezdnega grafikona

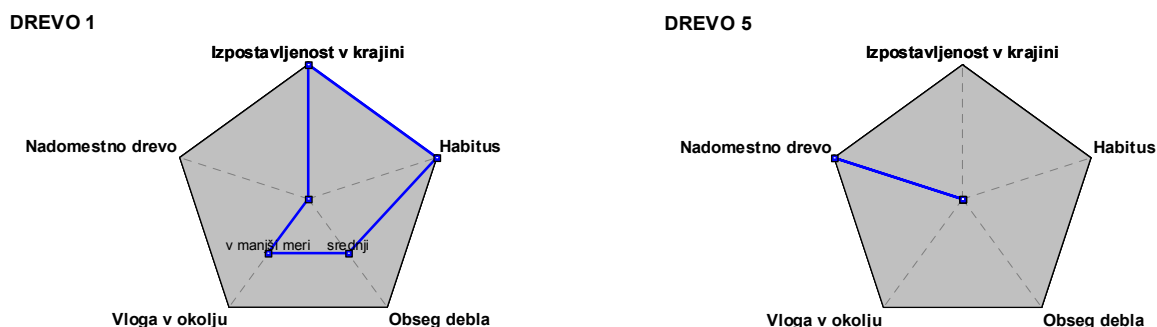


Drevo 1 in drevo 5 sta bila ocenjena kot »pomembna« drevesna naravna vrednota, a so vrednosti v drevesu nižjeležečih kriterijev prav tako očitno različne (slika 11, glej str. 52 in tabela 4, glej str. 50). Drevo 1 ima srednji obseg debla, izjemen habitus, pomembno vlogo v okolju ter je izpostavljeno v krajini, ima pa tudi pomembno vlogo v naselbinski kulturi in kulturno-zgodovinski pomen, drevo 5 pa je dobilo sicer enako končno oceno le na osnovi velike pričevalne pomembnosti, saj predstavlja nadomestno drevo. Tudi tu je funkcija koristnosti postavljena tako, da je lahko vsako nadomestno drevo iste vrste in funkcije v prostoru »pomembna« drevesna naravna vrednota, saj zagotavlja kontinuiteto izjemne pričevalne pomembnosti.

Končna ocena posameznih variant je pokazala velike razlike med izbranimi drevesi, kar smo glede na njihov izbor tudi pričakovali. Skušali smo namreč prikazati nekaj res izjemnih dreves, ki izstopajo po večjih kriterijih hkrati kot tudi v naravi sicer opazna drevesa, ki pa imajo edino posebno lastnost v merskih razsežnostih, kar pa vedno ne zadošča. Prav za slednja drevesa je namreč zelo selektivna meja, ki je postavljena za obseg debla ali pa višino drevesa (Svetličič,

Skoberne, 1988; Jenčič, 1999; Mastnak, 2003; priloga 2, glej str. II). Tako je drevo 2 za malenkost zgrešilo postavljeno mejo za obseg debla za svojo drevesno vrsto, in glede na to, da ne izstopa po nobeni drugi lastnosti, ga ne moremo uvrstiti med drevesne naravne vrednote.

Slika 11: Vrednotenje drevesa 1 in drevesa 5 s pomočjo zvezdnega grafikona



Iz tabele povprečnih uteži (priloga 4, glej str. V) lahko razberemo, da je h končni oceni v največji meri prispeval izpeljani kriterij izjemnost (predvsem osnovna kriterija višina in obseg debla). Izmed predlaganih kriterijev ima velik pomen še izpeljani kriterij druga značilnost (kriterija pričevalna pomembnost ter znanstveno-raziskovalna pomembnost), medtem ko ima ekosistemska pomembnost manjšo težo.

5.4.4.2. »Kaj-če« analiza

V postopku »kaj-če« analize lahko ugotavljamo, kako sprememba vrednosti enega ali več parametrov kake variante ali pa sprememba funkcij koristnosti oziroma odločitvenih pravil vpliva na spremembo končne ocene.

V prvem delu analize tako smiselno izberemo parametre, katerim spremenimo vrednosti in opazujemo vpliv spremembe na končno oceno. Glede na vsebino odločitvenega modela je skozi čas hipotetično možno, da se spremenijo predvsem naslednji kriteriji: obseg debla, višina drevesa, habitat zavarovanih in ogroženih vrst, vloga drevesa v okolju ter znanstveno-raziskovalna pomembnost. Glede na to, da mora obstajati nek razlog, da drevo postane zanimivo za znanstveno-raziskovalno delo, lahko rečemo, da slednji kriterij ne more pridobiti pozitivne ocene samostojno, tako da bi samo njemu spremenili vrednost ocene.

Pri spreminjanju vrednosti kriterija obseg debla za eno vrednost navzgor, opazimo vpliv na končno oceno pri variantah 1 in 2. Če tako pogledamo drevo 2, in mu spremenimo obseg debla iz »majhen« na »srednji«, dobi končno oceno »malo pomembna« drevesna naravna vrednota in tako že zadosti uvrstitvi med drevesne naravne vrednote. Prav tako dobi enako končno oceno, če drevo postane življenjski prostor zavarovanih in ogroženih vrst ali pa če pridobi »pomembno« ekološko vlogo v okolju. Skupno končno oceno »pomembna« drevesna naravna vrednota pa lahko drevo 2 dobi v primeru, da postane habitat zavarovanih ali ogroženih vrst in s tem zelo zanimivo za znanstveno obravnavo (ocena »velika«). Drevo 1, kateremu smo spremenili obseg debla iz »srednji« na »velik«, se končna ocena spremeni na »zelo pomembna« drevesna naravna vrednota. Ugotovimo lahko, da v primeru, ko spremenimo obseg debla iz »majhen« na »srednji« in je drevo pozitivno ocenjeno po vsaj enem od ostalih kriterijev, ta sprememba ne vpliva na skupno končno oceno (drevo 4, 5 in 6).

Pri spreminjanju posameznih vrednosti znotraj izpeljanega kriterija ekosistemska pomembnost vidimo, da se je skupna končna ocena iz »pomembna« v »zelo pomembna« drevesna naravna vrednota spremenila le pri drevesu 1, kjer smo spremenili vrednost ekosistemskega kriterija iz »srednja« na »velika«.

Spreminjanje vrednosti osnovnega kriterija znanstveno-raziskovalna pomembnost na najboljše možne vrednosti je imelo vpliv na končno oceno pri drevesih 1, 2 in 4, saj ima kriterij glede na postavljena odločitvena pravila kar precejšnjo težo v celotnem odločitvenem modelu.

Bistvene spremembe v odločitvenem modelu, kot tudi pri vrednotenju izbranih šestih dreves, pa bi povzročilo spreminjanje mejnih vrednosti za kriterija obseg debla in višina drevesa (priloga 2, glej str. II). Pri kriteriju višina drevesa, kjer sta le dve možni vrednosti (»ni podatka« in »visoka«), namreč vsako drevo, ki je ocenjeno kot »visoko«, dobi končno oceno »zelo pomembna« drevesna naravna vrednota, najvišjo končno oceno pa dobi tudi vsako drevo z »velikim« obsegom debla. Po opravljeni analizi oziroma vrednotenju vseh do sedaj evidentiranih dreves je meje za posamezne drevesne vrste v primeru velikih odstopanj oziroma ugotovljeno neprimerno postavljene meje smiselno popraviti oziroma prilagoditi.

Drug način izvajanja »kaj-če« analize vključuje spreminjanje posameznih odločitvenih pravil. Velike spremembe seveda zelo vplivajo na končno oceno posamezne variante, tako da takšnih preizkušanj nismo izvajali. Funkcije koristnosti smo še enkrat smiselno preverili in ustrezno zmanjšali vpliv kriteriju znanstveno-raziskovalna pomembnost (tabela 5, glej str. 54), vendar v danih primerih dreves sprememba ni vplivala na končno oceno.

Tabela 5: Odločitvena pravila za izpeljani kriterij Druga značilnost

	Znanstveno-raziskovalna pomembnost	Pričevalna pomembnost	Druga značilnost
	33,33%	66,67%	
1	<=srednja	majhna	majhna
2	<=srednja	srednja	srednja
3	velika	majhna	srednja
4	<=srednja	velika	velika
5	velika	srednja	velika
6	velika	velika	zelo velika

Pričakovati je, da bo zaradi evidentiranja dreves po opravljeni analizi vseh dreves zelo malo »nepomembnih« dreves, malo število »malo pomembnih« dreves, veliko »pomembnih« dreves in zopet omejeno število »zelo pomembnih« dreves (razporeditev v obliki Gaussove krivulje). Pri tem je pomembno poudariti, da tista drevesa, ki danes sicer še posebno ne izstopajo po merilu izjemnih razsežnosti, pa bodo lahko tudi v primeru ustrezne naravovarstvene obravnave v prihodnjih desetletjih postala pomembnejša.

5.5. Odločitveni model vrednotenja podzemeljskih geomorfoloških naravnih vrednot (podzemnih jam)

5.5.1. Identifikacija kriterijev

5.5.1.1. Določitev kriterijev

Kriterije smo določili na osnovi pregleda zakonskih predpisov (Zakon o ohranjanju narave; Uradni list RS, št. 56/99, 31/00, 110/02, 119/02, 41/04; Uredba o zvrsteh naravnih vrednot; Uradni list RS, št. 52/02, 67/03, Zakon o varstvu podzemnih jam; Uradni list RS, št. 2/04; Pravilnik o določitvi in varstvu naravnih vrednot; Uradni list RS, št. 111/04), dosedanjih vrednotenj delov narave, strokovnih virov, literature z obravnavanega področja (Hlad, Skoberne, 2001; Kepa, 2000; Kranjc, 1976; Kryštufek, Presetnik, Šalamun, 2003; Mastnak, 2003; Peterlin, 1976; Polak, 2000; Skoberne, 1980; Skoberne, Peterlin 1988, 1991; Sket, 2000) in dela odločitvene skupine. Poskušali smo upoštevati strokovna merila vrednotenja, ki so navedena v Zakonu o ohranjanju narave, dodali pa smo tudi kulturni vidik, ki kot tak v ZON-u ni vključen, je pa bistvenega pomena že za samo opredelitev in razumevanje pojma naravne vrednote. Kriteriji, ki niso v skladu z ZON-om, so trije osnovni kriteriji izpeljanega kriterija pričevalni in kulturno-zgodovinski pomen, to so slikovitost, simbolna vrednost in znana krajevna znamenitost.

V nadaljevanju predstavljamo kriterije in njihove opise.

A. Izjemnost

Izpeljani kriterij izjemnost se nanaša na merske razsežnosti, oblikovne in druge značilnosti oziroma lastnosti podzemne jame.

1. Razsežnost: kriterij opredeljuje merske lastnosti podzemne jame.

- **Dolžina:** dolžina podzemne jame
- **Globina:** globina podzemne jame

2. Oblika: kriterij se nanaša na prisotnost posebnih, enkratnih oblik v podzemni jami, ki se razlikujejo od običajnih, ali pa so oblike posebno lepo razvite.

- **Geologija:** kriterij se nanaša na geološke (oblikovne) značilnosti podzemne jame.
 - **Zasiganost:** kriterij opredeljuje zasiganost oziroma prisotnost kapniških tvorb v vseh pojavnih oblikah (npr. helektiti – ekscentrični kapniki, jamski biseri).
 - **Posebni jamski minerali:** kriterij opredeljuje prisotnost posebnih jamskih mineralov (npr. aragonitni kapniki, epsomit).
 - **Posebne geološke oblike:** kriterij opredeljuje prisotnost posebnih geoloških oblik (npr. reliefne oblike na stenah, stropu in tleh, drugi sedimenti). Pod ta kriterij lahko uvrstimo tudi velike enkratne navpične stopnje pri brezni.
- **Paleontološki in arheološki material:** kriterij opredeljuje prisotnost paleontološkega in arheološkega materiala.
 - **Paleontološki material:** kriterij opredeljuje prisotnost fosilov in drugih ostankov živih bitij.
 - **Arheološki material:** kriterij opredeljuje prisotnost arheoloških ostankov, ki so posledica človekove dejavnosti v zgodovini.

3. Redkost pojavljanja: kriterij se nanaša na izjemnost glede pogostosti pojavljanja podzemne jame z enakimi ali primerljivimi lastnostmi.

- **Absolutna redkost:** kriterij opredeljuje pomen tipa podzemne jame oziroma obstoj omejenega števila objektov posameznega tipa jame (npr. ledenice,

vodne jame) in je razviden iz razvrstitve tipov podzemnih jam glede na njihovo pomembnost (tabela 6).

Tabela 6: Razvrstitev tipov podzemnih jam glede na njihovo pomembnost

OZNAKA	TIP JAME	POMEN	ŠTEVILO	DELEŽ (%)
1.	IZVIRNE JAME	Velik	235	2,95
1.1	Jama stalni izvir	Velik	79	0,99
1.2	Jama občasni izvir	Velik	106	1,33
1.3	Jama občasni izvir ob stalnem toku	Velik	32	0,40
1.4	Jama občasni izvir ob občasnem toku	Srednji	11	0,14
1.5	Brezno stalni izvir	Velik	1	0,01
1.6	Brezno občasni izvir	Velik	4	0,05
1.7	Brezno občasni izvir ob stalnem toku	Velik	2	0,03
1.8	Brezno občasni izvir ob občasnem toku	Srednji	0	0,00
2.	PONORNE JAME	Velik	154	1,93
2.1	Jama stalni ponor	Velik	40	0,50
2.2	Jama občasni ponor	Velik	63	0,79
2.3	Jama občasni pomor ob stalnem toku	Velik	13	0,16
2.4	Jama občasni ponor ob občasnem toku	Srednji	11	0,14
2.5	Brezno stalni ponor	Velik	6	0,08
2.6	Brezno občasni ponor	Velik	16	0,20
2.7	Brezno občasni ponor ob stalnem toku	Velik	0	0,00
2.8	Brezno občasni ponor ob občasnem toku	Srednji	5	0,06
3.	ESTAVELE	Velik	7	0,09
3.1	Jama estavela	Velik	2	0,03
3.2	Brezno estavela	Velik	4	0,05
3.3.	Neprehodna	Velik	1	0,01
4.	VODNE JAME Z NEAKTIVNIM VHODOM	Velik	156	1,96
4.1	Jama z bazeni nakapane vode	Velik	10	0,13
4.2	Jama s stalnim tokom	Velik	72	0,90
4.3	Jama z občasnim tokom	Velik	32	0,40
4.4	Brezno s stalnim tokom	Velik	11	0,14
4.5	Brezno z občasnim tokom	Velik	11	0,14
4.6	Vodokazno brezno	Velik	20	0,25
5.	SUHE JAME	Majhen	6918	86,88
5.1	Spodmol, kevdrč	Majhen	779	9,78
5.2	Vodoravna jama	Majhen	691	8,68
5.3	Jama z breznom in etažami, poševna jama	Majhen	1374	17,25
5.4	Jamski sistem	Velik	30	0,38

OZNAKA	TIP JAME	POMEN	ŠTEVILO	DELEŽ (%)
5.5	Brezno	Majhen	2780	34,91
5.6	Poševno ali stopnjasto brezno	Majhen	1264	15,87
6.	LEDENE IN SNEŽNE JAME	Velik	493	6,19
6.1	Jama s stalnim ledom	Velik	40	0,50
6.2	Jama z občasnim ledom	Velik	5	0,06
6.3	Jama s snegom	Velik	39	0,49
6.4	Brezno s stalnim ledom	Velik	84	1,05
6.5	Brezno z občasnim ledom	Velik	11	0,14
6.6	Brezno s snegom	Srednji	305	3,83
6.7	Vodnjakasto brezno s snegom	Velik	9	0,11
7.	DIHALNIK	Velik	0	0,00
7.1	Dihalnik	Velik	0	0,00
	SKUPAJ		7963	100
	NI PODATKA ZA TIP JAME		151	
	SKUPNO ŠTEVILO JAM V KATASTRU (BREZ UNIČENIH JAM)		8114	

Vir: Kataster jam, 2004 (podatki o tipu in številu jam)

- **Relativna redkost:** kriterij se nanaša na pojavljanje podzemne jame izven območja množične ali značilne razširjenosti, pojavljanje izven sklenjenih območij krasa (npr. podzemne jame na osamelem krasu v Halozah).

B. Ohranjenost

Ohranjenost strokovna literatura opredeljuje kot naravno stanje, zaradi katerega ima del narave pričevalne lastnosti (Mastnak, 2003, str. 19). Vpliva človeka ni bilo oziroma je bil majhen ali v tolikšni še sprejemljivi meri, da podzemna jama in njene lastnosti niso bistveno spremenjene. Ohranjenost lahko ugotavljamo z obstojem njenega nasprotja, to je z obstojem uničenosti, poškodovanosti, onesnaženosti podzemne jame ali drugega neugodnega stanja v njej.

- Poškodovanost:** kriterij opredeljuje poškodovanost podzemne jame, kamor lahko spada uničen oziroma poškodovan jamski inventar, zbiranje oziroma odvzem jamskih živali, poškodbe zaradi rudarskih in gradbenih del, neustrezna izraba površja nad jamo (sprememba rastlinske odeje, asfaltiranje), neustrezna izraba jame.

2. Onesnaženost: kriterij opredeljuje onesnaženost podzemnih jam.

- **Odpadni material:** zatrtanost jamskega prostora z raznim odpadnim materialom (mešani, večinoma gospodinjski odpadki, mrhovina, živalske kosti, človeške kosti, fekalije, odpadki rastlinskega izvora, gradbeni material).
- **Podzemne vode:** onesnaženost jamskih podzemnih voda.
- **Površje:** onesnaženost kraškega površja nad jamskim prostorom (z odpadki, odplakami, katastrofalne nesreče - npr. izlitje naftnih derivatov).

C. Ekosistemska pomembnost

Izpeljani kriterij ekosistemska pomembnost se nanaša na pomembnost podzemne jame z vidika biotske raznovrstnosti. Podzemne jame so svojevrstno življenjsko okolje, naseljeno z bakterijami, glivami in jamskimi živalmi (Tarman, 1992, str. 378).

1. Število vrst nevretenčarjev: število troglobiontskih, stigobiontskih (vodnih) vrst nevretenčarjev⁵ v podzemni jami.

- **Takson brez posebnega statusa:** kriterij opredeljuje število v podzemni jami živečih taksonov brez posebnega statusa.
- **Podvrsta v tipskem nahajališču:** kriterij opredeljuje število v podzemni jami živečih podvrst, za katere je podzemna jama klasično ali tipsko nahajališče. *Locus classicus* oziroma *locus typicus* predstavlja lokaliteto, kjer je bil posamezen takson opisan (Hlad, Skoberne, 2001, str. 55). V taksonomski praksi imajo izjemen pomen kot edini vir primerjalnega gradiva za podrobna taksonomska raziskovanja (Sket, 1979, str. 51).
- **Vrsta v tipskem nahajališču:** kriterij opredeljuje število v podzemni jami živečih vrst, za katere podzemna jama predstavlja tipsko nahajališče.

⁵ Glede na ekološko navezanost vrst na hipogeično okolje (okolje podzemnih jam in rudniških rogov) delimo jamske živali na (Tarman, 1992, str. 379, Polak, 2000, str. 2):

1. TROGLOBIONTE (prave jamske vrste): živalske vrste, ki so povsem prilagojene jamskemu življenju in zunaj jam ne morejo preživeti (velika večina jamskih polžev, hroščev, rakov in tudi močeril),
2. TROGLOFILE: vrste, ki pogosto izberejo jamsko okolje (jamske kobilice, površinsko živeče vrste pajkovcev in žuželk, ki dokaj redno izbirajo vhodne in začetne dele votlin zaradi ugodnih mikroklimatskih razmer)
3. TROGLOKSENE: naključni naseljenci, ki občasno zaidejo v jamo ali pa jih vanjo prinesejo vodni tokovi (jame jih pritegnejo z visoko vlago in ponekod z nizkimi temperaturami, kar ustreza ledenodobnim reliktom)

2. Druge živalske vrste: kriterij opredeljuje prisotnost drugih živalskih vrst v podzemni jami.

- **Življenjski prostor človeške ribice:** podzemna jama je življenjski prostor človeške ribice (*Proteus anguinus*), ki je endemit dinarskega krasa in edini evropski jamski vretenčar (Hlad, Skoberne, 2001, str. 91).
- **Prisotnost netopirjev:** podzemna jama predstavlja življenjski prostor netopirjev.
 - **Število vrst:** kriterij opredeljuje število vrst netopirjev, ki živijo v podzemni jami.
 - **Funkcija prostora:** podzemski habitati lahko služijo netopirjem za razmnoževanje vrste: kotišča oziroma prebivališča porodniških kolonij, za prezimovanje: prezimovališča, kot prehodno zatočišče prek poletne sezone ali pa za prehranjevanje (Kryštufek, Presetnik, Šalamun, 2003). Kot pomembno funkcijo predpostavimo prehodno zatočišče in prehranjevanje, kot zelo pomembno pa razmnoževanje in prezimovanje.

3. Edino znano nahajališče taksonov: podzemna jama je edino znano nahajališče taksonov (vrst, podvrst).

Prvotno smo v odločitveni model pod izpeljani kriterij ekosistemska pomembnost uvrstili še kriterij **status vrste**, ki naj bi opredeljeval status vrst, ki stalno živijo v podzemni jami. Tako bi ločili vrste na **ogrožene vrste** (podzemna jama je prebivališče vrst, ki so uvrščene v Pravilnik o uvrstitvi ogroženih rastlinskih in živalskih vrst v rdeči seznam; Uradni list RS, št. 82/02) in **endemične vrste** (prisotnost endemičnih vrst v podzemni jami, to je vrst, ki živijo samo na določenem območju: lahko so endemiti ene jame – jama je edino nahajališče taksonov, endemiti ožjega ali širšega območja). Ker bi zaradi tega prihajalo do določenega prekrivanja meril, smo izpeljani kriterij status vrste izključili iz modela. Kot primer predstavljamo vrsto človeška ribica (poseben osnovni kriterij življenjski prostor človeške ribice), ki je endemična in ogrožena vrsta hkrati. Prav tako gre pri veliki večini podzemnih živali, katerim so določene podzemne jame tipsko nahajališče, hkrati tudi za endemične in ogrožene vrste.

D. Druga značilnost

Izpeljani kriterij druga značilnost oziroma pomembnost podzemne jame vključuje tipičnost, znanstveno-raziskovalno pomembnost, kompleksno povezanost ter pričevalni in kulturno-zgodovinski pomen.

1. **Tipičnost:** kriterij se nanaša na jasno prepoznavne lastnosti in značilnosti podzemne jame. Tipičnost je izkazana, kadar je po podzemni jami v znanstveni in strokovni literaturi opisan določen naravni pojav, pojavna oblika, proces ali kadar je jama v znanstveni in strokovni literaturi opisana kot tipični oziroma značilni predstavnik neke lastnosti (npr. Škocjanske jame so šolski primer ponora na kontaktnem krasu).
 2. **Znanstveno-raziskovalna pomembnost:** kriterij se nanaša na pomembnost jame zaradi lastnosti naravnih oblik in pojavov, ki so zanimive za znanstveno-raziskovalno delo. Po njem lahko vrednotimo del narave, na podlagi katerega je bil opisan ali poimenovan naravni pojav ali proces (npr. udorna dolina v Škocjanskih jamah). Pri podzemnih jamah znanstveno-raziskovalna pomembnost vključuje tudi klasična ali tipska nahajališča jamskih živali. Znanstveno-raziskovalna pomembnost je izkazana, če podzemno jamo obravnavajo strokovni in znanstveni članki oziroma je jama predmet znanstvenih obravnav in raziskav.
 3. **Kompleksna povezanost:** kriterij se nanaša na medsebojno povezanost več delov narave z različnimi naravnimi oblikami in pojavi v funkcionalno celoto ali geografsko zaključeno območje. Objekti naravnih vrednot (podzemne jame) večkrat nastopajo povezano in oblikujejo novo vrednoto. Lahko gre za posebnost kombinacije na enem območju, povezovanje objektov v večje in med seboj povezane enote. Vrednost kompleksnega območja je večja kot seštevek posameznih vrednot, pa tudi posamezni objekt ima zaradi pripadnosti večji enoti višjo vrednost. Pri podzemnih jamah tako ta kriterij uporabljamo predvsem iz prej omenjenega vidika.
- **Kompleksni objekt:** kriterij opredeljuje medsebojno povezanost naravnih pojavov oziroma njihovih pojavnih oblik na manjšem, prostorsko neločljivem območju (npr. Divje jezero je hkrati jezero, podzemeljski izvir, vodna jama, prelom, rastišče ogroženih rastlinskih vrst).
 - **Kompleksno funkcionalno območje:** kriterij opredeljuje medsebojno povezanost posameznih delov v večji sistem zaradi skupnega nastanka (geneze). Najpogostejše so povezani z rečnim sistemom (npr. kraška Ljublanica združuje manjše celote, kot so Cerkniško, Planinsko polje, Rakov Škocjan, le-te pa združujejo posamezne objekte: jame, ponore). Pri vrednotenju upoštevamo funkcionalno povezanost, pripadnost višjemu sistemu.
 - **Kompleksno geografsko območje:** naravno območje povezuje neka geografska enota (npr. Pohorje). Objekti oziroma območja naravnih vrednot večinoma niso soodvisni, skupna jim je le topografska pripadnost.

4. Pričevalni in kulturno-zgodovinski pomen: kriterij opredeljuje človekov (emocionalni) odnos do podzemne jame in je glede na to med vsemi kriteriji vrednotenja najbolj subjektiven. Človeku je del narave bolj pomemben od drugega, ker mu je všeč in/ali ima do njega zaradi zgodovinskih ali kulturnih razlogov emocionalni odnos.

- **Pričevalna pomembnost (pričevalnost):** podzemna jama je pričevalno pomembna, kadar je povezana z materialnimi ostanki (predzgodovinski in prazgodovinski ostanki, ostanki iz srednjega veka, ostanki nove dobe, ostanki 20. stoletja) in kulturnimi dogodki iz preteklosti (zgodovinski, znanstveni, dogodki, povezani z ljudskim izročilom). Pričevalno pomembnost dajejo podzemni jami naravoslovne in druge posebnosti, zaradi katerih odstopa od okolice.
- **Slikovitost:** kriterij obravnava estetski odnos posameznika do podzemne jame. Gre za doživljajski vidik, saj ob doživljanju določenega objekta občutimo, da nam določen del narave pomeni neko vrednost, da izstopa po svoji posebnosti, izjemnosti, privlačnosti, lepoti. Za ocenjevanje uporabljamo predvsem percepcijska izhodišča (čutno dojemanje, zaznavanje predmetnega sveta).
- **Pomen za ljudi:** kriterij opredeljuje simbolni pomen podzemne jame za ljudi.
 - **Simbolna vrednost:** podzemna jama je skozi zgodovino postala simbol slovenskega naroda.
 - **Znana krajevna znamenitost:** kriterij se nanaša na podzemne jame, ki veljajo za znamenitost tistega kraja in so v zavesti domačinov.

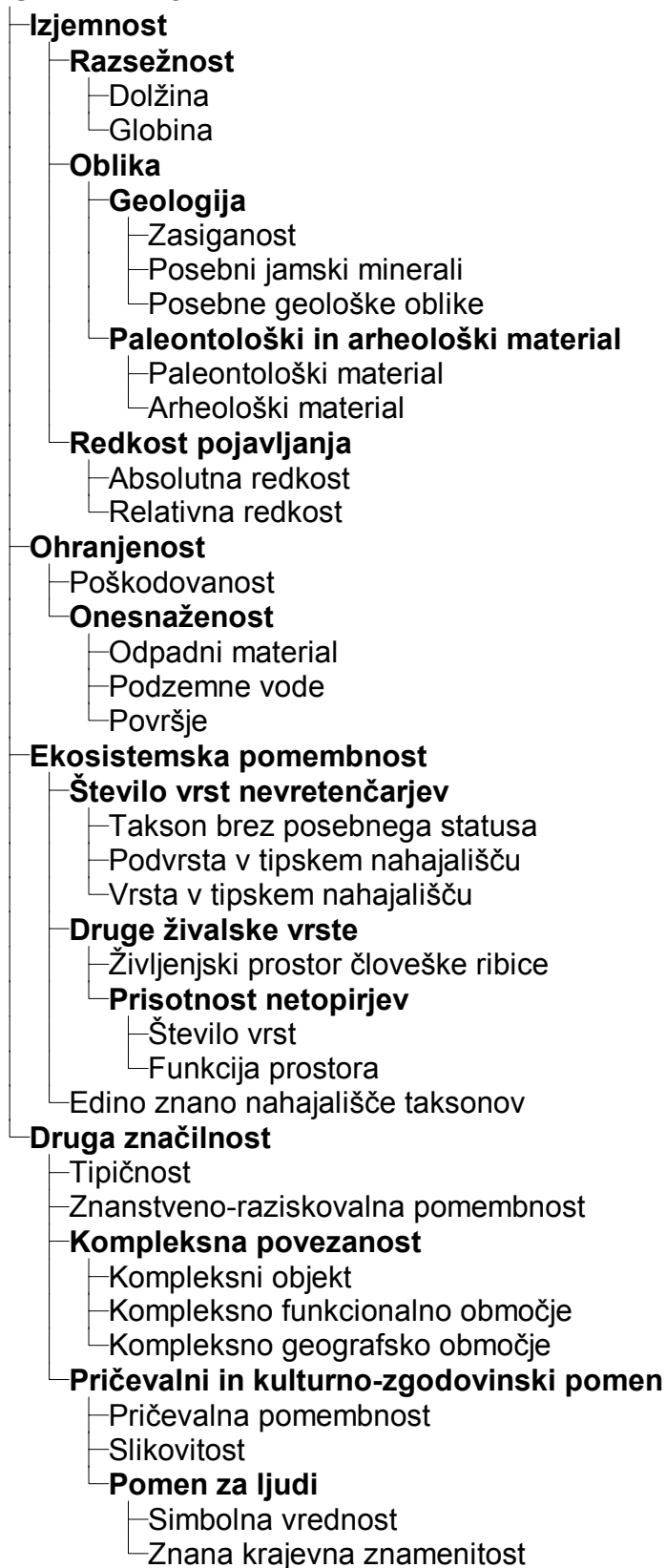
5.5.1.2. Hierarhično strukturiranje kriterijev

Iz spiska kriterijev smo zgradili drevesno strukturo vsebinsko združenih kriterijev, ki predstavlja strukturo odločitvenega problema. Obravnavani odločitveni model podzemna jama (slika 12, glej str. 62) ima 46 atributov, od tega 29 osnovnih in 17 izpeljanih.

Izjemnost, ohranjenost, ekosistemska pomembnost in druga značilnost sestavljajo izpeljani atribut podzemna jama, ki predstavlja končno oceno naravovarstvenega pomena podzemne jame.

Slika 12: Odločitveno drevo Podzemna jama

PODZEMNA JAMA



5.5.1.3. Določitev merskih lestvic

Vsem kriterijem v drevesu smo določili merske lestvice, to je zaloge vrednosti, ki jih lahko zavzamejo pri vrednotenju. Kriteriji so iz različnih področij, zato imajo tudi različno zalogo vrednosti ocen. Nekateri med njimi imajo samo dve možnosti (ne, da), spet drugim pa bi lahko določili tudi več kot pet možnih ocen. Ker število možnosti ocen povečuje razsežnosti tabel odločitvenih pravil in s tem preglednost, je zaloga vrednosti navzgor omejena na največ pet (slika 13). Zaloge vrednosti so pri vseh atributih porazdeljene naraščajoče, to je od najslabše do najboljše.

Slika 13: Predlagane zaloge vrednosti kriterijev za odločitveni model Podzemna jama

Kriterij	Zaloga vrednosti
PODZEMNA JAMA	nepomembna ; malo pomembna; pomembna; zelo pomembna
Izjemnost	majhna ; srednja; velika; zelo velika
Razsežnost	majhna ; srednja; velika; zelo velika
Dolžina	pod 100 m ; 100 - 500 m; 500 - 1000 m; 1000 - 5000 m; nad 5000 m
Globina	pod 50 m ; 50 - 200 m; 200 - 500 m; 500 - 1000 m; nad 1000 m
Oblika	nepomembna ; pomembna; zelo pomembna
Geologija	nepomembna ; pomembna; zelo pomembna
Zasiganost	majhna ; srednja; velika
Posebni jamski minerali	niso prisotni ; malo; veliko
Posebne geološke oblike	niso prisotne ; malo; veliko
Paleontološki in arheološki material	nepomemben ; pomemben; zelo pomemben
Paleontološki material	ni prisoten ; malo; veliko
Arheološki material	ni prisoten ; malo; veliko
Redkost pojavljanja	majhna ; srednja; velika
Absolutna redkost	majhna ; srednja; velika
Relativna redkost	ne ; da
Ohranjenost	majhna ; srednja; velika
Poškodovanost	velika ; srednja; majhna
Onesnaženost	velika ; srednja; majhna
Odpadni material	velika ; srednja; majhna
Podzemne vode	velika ; srednja; majhna ; brez vode
Površje	velika ; srednja; majhna
Ekosistemska pomembnost	majhna ; srednja; velika; zelo velika
Število vrst nevretenčarjev	nič ; malo; srednje; veliko
Takson brez posebnega statusa	0 ; 1-10; 11-20; nad 20
Podvrsta v tipskem nahajališču	0 ; 1-5; nad 5
Vrsta v tipskem nahajališču	0 ; 1-5; nad 5
Druge živalske vrste	jih ni ; pomembne; zelo pomembne
Življenjski prostor človeške ribice	ne ; da
Prisotnost netopirjev	jih ni ; pomembna; zelo pomembna
Število vrst	nič ; ena vrsta ; več vrst
Funkcija prostora	nepomembna ; pomembna; zelo pomembna
Edino znano nahajališče taksonov	ne ; da
Druge značilnost	majhna ; srednja; velika; zelo velika
Tipičnost	ne ; v manjši meri; v večji meri
Znanstveno-raziskovalna pomembnost	ne ; v manjši meri; v večji meri
Kompleksna povezanost	majhna ; srednja; velika; zelo velika
Kompleksni objekt	ne ; da
Kompleksno funkcionalno območje	ne ; da
Kompleksno geografsko območje	ne ; deloma; da
Pričevalni in kulturno-zgodovinski pomen	majhen ; srednji; velik; zelo velik
Pričevalna pomembnost	ne ; v manjši meri; v večji meri
Slikovitost	majhna ; srednja; velika
Pomen za ljudi	ga ni ; majhen; velik
Simbolna vrednost	ne ; v manjši meri; v večji meri
Znana krajevna znamenitost	ne ; v manjši meri; v večji meri

5.5.2. Definicija funkcij koristnosti

V odločitvenem modelu smo definirali 17 funkcij koristnosti oziroma odločitvenih pravil izpeljanih atributov. V tabeli 7 (glej str. 65) je prikazan primer funkcije koristnosti za oceno naravovarstvenega pomena podzemne jame, ki predstavlja koren drevesa kriterijev. Ostale funkcije koristnosti, ki nastopajo v modelu, so izpisane v prilogi 5 (glej str. VIII).

5.5.3. Opis variant

Vsako varianto smo opisali z vrednostmi osnovnih kriterijev, ki ležijo na listih drevesa. Do opisa smo prišli s proučevanjem posameznih variant (podzemnih jam) in zbiranjem podatkov o njih (Kataster jam, 2004; Kryštufek, Presetnik, Šalamun, 2003; Polak, 2000; Skoberne, Peterlin 1988, 1991; Skoberne, 1988; Sket, 2000). V fazi preizkušanja oziroma uporabe modela jih nismo poimensko opredelili, temveč so podzemne jame označene kot jama 1 do jama 5. Pri opisovanju podzemnih jam ne razpolagamo vedno z vsemi potrebnimi podatki, lahko pa so le-ti tudi nenatančni. Računalniški program DEXi tako omogoča, da v opis vnesemo tudi oznako *, kar pomeni, da so možne vse zaloge vrednosti, saj podatka ne poznamo. Vnesene vrednosti opisa posameznih podzemnih jam so prikazane v tabeli 8 (glej str. 66).

Tabela 7: Primer funkcije koristnosti za izpeljani kriterij Podzemna jama

	Izjemnost	Ohranjenost	Ekosistemska pomembnost	Druga značilnost	PODZEMNA JAMA
	31%	13%	30%	25%	
1	majhna	majhna	majhna	<=srednja	nepomembna
2	majhna	majhna	<=srednja	majhna	nepomembna
3	majhna	*	majhna	majhna	nepomembna
4	majhna	majhna	srednja	srednja	malo pomembna
5	majhna	>=srednja	majhna	srednja	malo pomembna
6	<=srednja	srednja	majhna	srednja	malo pomembna
7	majhna	>=srednja	srednja	majhna	malo pomembna
8	<=srednja	srednja	srednja	majhna	malo pomembna
9	majhna	velika	<=srednja	srednja	malo pomembna
10	majhna	velika	srednja	<=srednja	malo pomembna
11	srednja	<=srednja	majhna	<=velika	malo pomembna
12	srednja	<=srednja	<=srednja	majhna	malo pomembna
13	srednja	srednja	<=srednja	<=srednja	malo pomembna
14	majhna	*	<=velika	>=velika	pomembna
15	majhna	*	*	velika	pomembna
16	<=srednja	*	<=velika	zelo velika	pomembna
17	<=velika	majhna	<=velika	zelo velika	pomembna
18	<=velika	<=srednja	<=srednja	zelo velika	pomembna
19	<=velika	*	majhna	zelo velika	pomembna
20	<=srednja	*	srednja:velika	>=velika	pomembna
21	<=srednja	*	>=srednja	velika	pomembna
22	<=velika	<=srednja	srednja	>=velika	pomembna
23	<=velika	*	srednja:velika	velika	pomembna
24	*	*	srednja	velika	pomembna
25	<=srednja	*	velika	*	pomembna
26	<=srednja	*	>=velika	<=velika	pomembna
27	<=velika	majhna	velika	*	pomembna
28	<=velika	<=srednja	>=velika	<=srednja	pomembna
29	<=velika	*	velika	<=velika	pomembna
30	*	majhna	>=velika	majhna	pomembna
31	*	<=srednja	velika	<=srednja	pomembna
32	majhna	srednja	srednja:velika	>=srednja	pomembna
33	majhna	srednja	>=srednja	srednja:velika	pomembna
34	<=velika	srednja	>=srednja	velika	pomembna
35	*	srednja	srednja	>=velika	pomembna
36	*	srednja	srednja:velika	velika	pomembna
37	srednja	<=srednja	*	zelo velika	pomembna
38	srednja	majhna	>=srednja	>=srednja	pomembna
39	srednja:velika	majhna	srednja:velika	>=srednja	pomembna
40	srednja:velika	majhna	>=srednja	srednja	pomembna
41	>=srednja	majhna	srednja	srednja:velika	pomembna
42	>=srednja	majhna	srednja:velika	srednja	pomembna
43	srednja	<=srednja	>=srednja	>=velika	pomembna
44	srednja	velika	<=velika	*	pomembna
45	srednja	velika	*	<=velika	pomembna
46	srednja:velika	velika	majhna	*	pomembna
47	srednja:velika	velika	<=velika	<=velika	pomembna
48	>=srednja	velika	<=srednja	<=velika	pomembna
49	velika	majhna	<=velika	*	pomembna
50	velika	<=srednja	<=srednja	*	pomembna
51	velika	<=srednja	*	<=srednja	pomembna
52	velika	*	majhna	*	pomembna
53	velika	*	<=velika	<=velika	pomembna
54	>=velika	majhna	*	majhna	pomembna
55	>=velika	<=srednja	<=velika	<=srednja	pomembna
56	>=velika	*	<=srednja	<=velika	pomembna
57	majhna	*	zelo velika	zelo velika	zelo pomembna
58	*	velika	zelo velika	zelo velika	zelo pomembna
59	>=velika	majhna	zelo velika	>=velika	zelo pomembna
60	>=velika	>=srednja	>=velika	zelo velika	zelo pomembna
61	>=velika	velika	>=srednja	zelo velika	zelo pomembna
62	>=velika	velika	zelo velika	*	zelo pomembna
63	zelo velika	majhna	*	zelo velika	zelo pomembna
64	zelo velika	*	majhna	zelo velika	zelo pomembna
65	zelo velika	majhna	>=velika	>=velika	zelo pomembna
66	zelo velika	*	zelo velika	>=srednja	zelo pomembna
67	zelo velika	>=srednja	zelo velika	*	zelo pomembna
68	zelo velika	velika	>=velika	*	zelo pomembna

Tabela 8: Vrednosti posameznih variant – podzemnih jam, ki so zbrane po listih drevesa kriterijev

Varianta	JAMA 1	JAMA 2	JAMA 3	JAMA 4	JAMA 5
Dolžina	nad 5000 m	1000 - 5000 m	100 - 500 m	100 - 500 m	100 - 500 m
Globina	200 - 500 m	200 - 500 m	50 - 200 m	pod 50 m	50 - 200 m
Zasiganost	velika	majhna	srednja	majhna	majhna
Posebni jamski minerali	veliko	veliko	veliko	niso prisotni	niso prisotni
Posebne geološke oblike	veliko	niso prisotne	niso prisotne	malo	niso prisotne
Paleontološki material	malo	ni prisoten	ni prisoten	veliko	ni prisoten
Arheološki material	malo	ni prisoten	ni prisoten	veliko	ni prisoten
Absolutna redkost	velika	velika	majhna	majhna	majhna
Relativna redkost	ne	ne	ne	ne	ne
Poškodovanost	srednja	majhna	srednja	srednja	majhna
Odpadni material	majhna	majhna	majhna	majhna	srednja
Podzemne vode	srednja	brez vode	brez vode	brez vode	majhna
Površje	srednja	srednja	majhna	majhna	srednja
Takson brez posebnega statusa	1-10	1-10	0	*	0
Podvrsta v tipskem nahajališču	1-5	1-5	0	*	0
Vrsta v tipskem nahajališču	1-5	1-5	1-5	*	0
Življenjski prostor človeške ribice	ne	ne	ne	ne	ne
Število vrst	več vrst	nič	ena vrsta	*	nič
Funkcija prostora	zelo pomembna	nepomembna	pomembna	*	nepomembna
Edino znano nahajališče taksonov	da	da	ne	*	ne
Tipičnost	v večji meri	v manjši meri	v manjši meri	ne	ne
Znanstveno-raziskovalna pomembnost	v večji meri	v manjši meri	v večji meri	v večji meri	ne
Kompleksni objekt	da	ne	ne	ne	ne
Kompleksno funkcionalno območje	da	ne	ne	ne	ne
Kompleksno geografsko območje	da	ne	ne	ne	ne
Pričevalna pomembnost	v večji meri	v manjši meri	v manjši meri	v večji meri	v manjši meri
Slikovitost	velika	srednja	srednja	srednja	srednja
Simbolna vrednost	v večji meri	ne	ne	v manjši meri	ne
Znana krajevna znamenitost	v večji meri	v manjši meri	v večji meri	v večji meri	ne

5.5.4. Vrednotenje in analiza variant

5.5.4.1. Ocene rezultatov vrednotenja variant

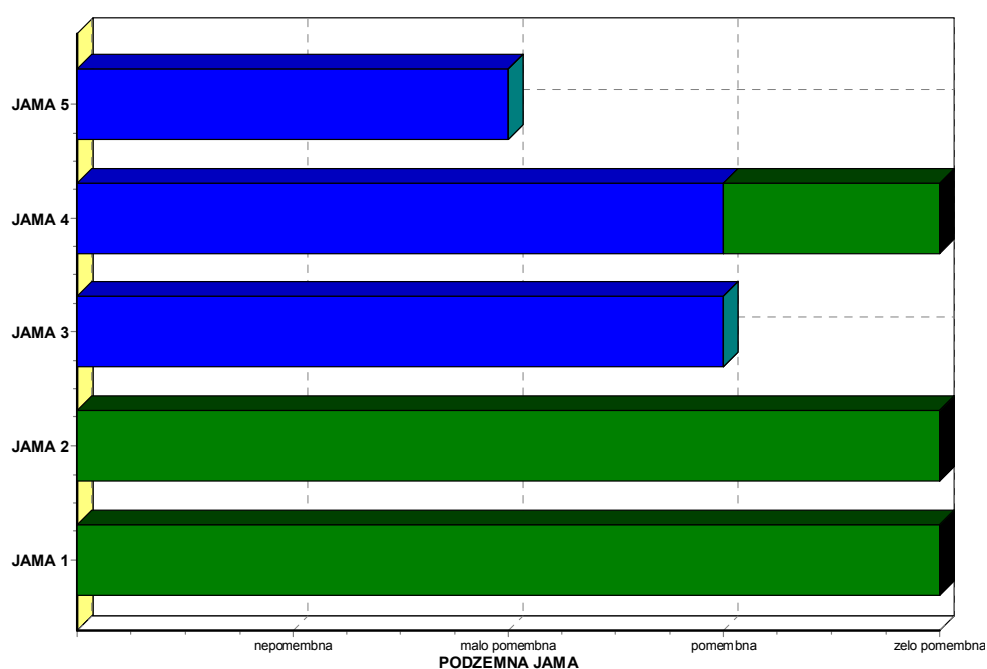
Ocene z rezultati vrednotenja podzemnih jam so prikazane v tabeli 9 (glej str. 67), grafično pa v grafikonu (slika 14, glej str. 67).

Od vrednotenih podzemnih jam sta jama 1 in jama 2 dobili oceno »zelo pomembna«, jama 3 je »pomembna«, jama 5 »malo pomembna«, medtem ko je računalniški program DEXi končno oceno za jamo 4 podal na intervalu »pomembna« do »zelo pomembna«.

Tabela 9: Tabelarni rezultat vrednotenja podzemnih jam kot variant

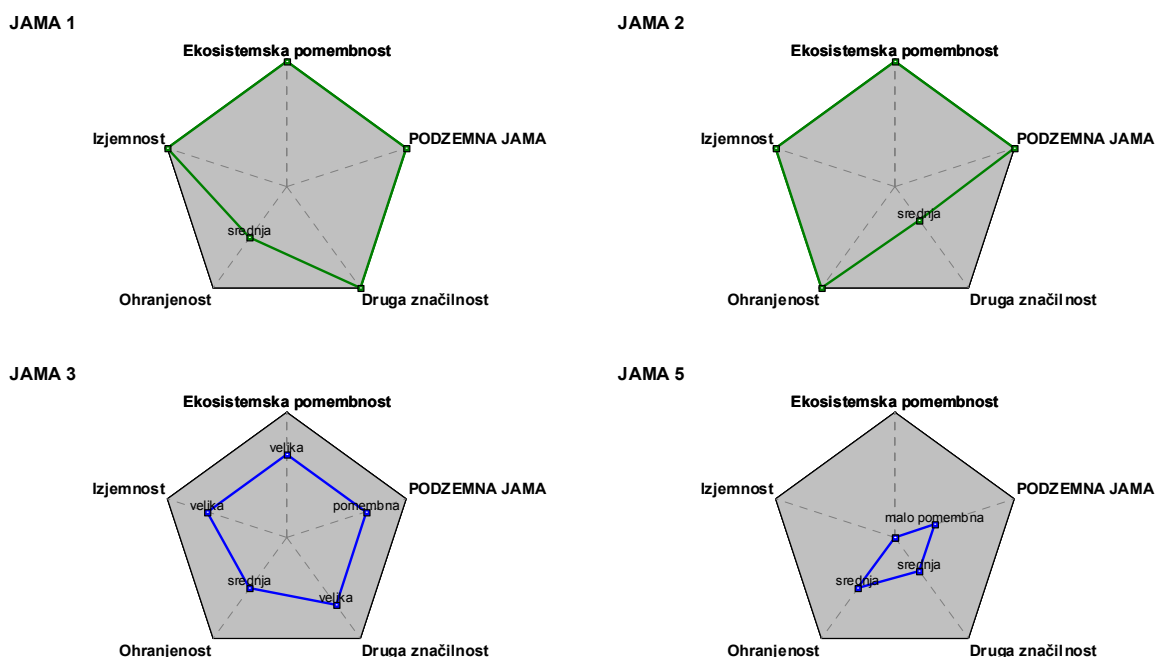
Kriterij	JAMA 1	JAMA 2	JAMA 3	JAMA 4	JAMA 5
PODZEMNA JAMA	<i>zelo pomembna</i>	<i>zelo pomembna</i>	pomembna	pomembna; <i>zelo pomembna</i>	malo pomembna
Izjemnost	<i>zelo velika</i>	<i>zelo velika</i>	velika	velika	<i>majhna</i>
Razsežnost	<i>zelo velika</i>	<i>zelo velika</i>	<i>majhna</i>	<i>majhna</i>	<i>majhna</i>
Dolžina	<i>nad 5000 m</i>	1000 - 5000 m	100 - 500 m	100 - 500 m	100 - 500 m
Globina	200 - 500 m	200 - 500 m	50 - 200 m	<i>pod 50 m</i>	50 - 200 m
Oblika	<i>zelo pomembna</i>	<i>zelo pomembna</i>	<i>zelo pomembna</i>	<i>zelo pomembna</i>	<i>nepomembna</i>
Geologija	<i>zelo pomembna</i>	<i>zelo pomembna</i>	<i>zelo pomembna</i>	pomembna	<i>nepomembna</i>
Zasiganost	<i>velika</i>	<i>majhna</i>	srednja	<i>majhna</i>	<i>majhna</i>
Posebni jamski minerali	<i>veliko</i>	<i>veliko</i>	<i>veliko</i>	<i>niso prisotni</i>	<i>niso prisotni</i>
Posebne geološke oblike	<i>veliko</i>	<i>niso prisotne</i>	<i>niso prisotne</i>	malo	<i>niso prisotne</i>
Paleontološki in arheološki material	pomemben	<i>nepomemben</i>	<i>nepomemben</i>	<i>zelo pomemben</i>	<i>nepomemben</i>
Paleontološki material	malo	<i>ni prisoten</i>	<i>ni prisoten</i>	<i>veliko</i>	<i>ni prisoten</i>
Arheološki material	malo	<i>ni prisoten</i>	<i>ni prisoten</i>	<i>veliko</i>	<i>ni prisoten</i>
Redkost pojavljanja	<i>velika</i>	<i>velika</i>	<i>majhna</i>	<i>majhna</i>	<i>majhna</i>
Absolutna redkost	<i>velika</i>	<i>velika</i>	<i>majhna</i>	<i>majhna</i>	<i>majhna</i>
Relativna redkost	<i>ne</i>	<i>ne</i>	<i>ne</i>	<i>ne</i>	<i>ne</i>
Ohranjenost	srednja	<i>velika</i>	srednja	srednja	srednja
Poškodovanost	srednja	<i>majhna</i>	srednja	srednja	<i>majhna</i>
Onesnaženost	srednja	<i>majhna</i>	<i>majhna</i>	<i>majhna</i>	srednja
Odpadni material	<i>majhna</i>	<i>majhna</i>	<i>majhna</i>	<i>majhna</i>	srednja
Podzemne vode	srednja	<i>brez vode</i>	<i>brez vode</i>	<i>brez vode</i>	<i>majhna</i>
Površje	srednja	srednja	<i>majhna</i>	<i>majhna</i>	srednja
Ekosistemska pomembnost	<i>zelo velika</i>	<i>zelo velika</i>	velika	*	<i>majhna</i>
Število vrst nevretenčarjev	<i>veliko</i>	<i>veliko</i>	srednje	*	<i>nič</i>
Takson brez posebnega statusa	1-10	1-10	0	*	0
Podvrsta v tipnem nahajališču	1-5	1-5	0	*	0
Vrsta v tipnem nahajališču	1-5	1-5	1-5	*	0
Druge živalske vrste	<i>zelo pomembne</i>	<i>jih ni</i>	pomembne	*	<i>jih ni</i>
Živiljenjski prostor človeške ribice	<i>ne</i>	<i>ne</i>	<i>ne</i>	<i>ne</i>	<i>ne</i>
Prisotnost netopirjev	<i>zelo pomembna</i>	<i>jih ni</i>	pomembna	*	<i>jih ni</i>
Število vrst	<i>več vrst</i>	<i>nič</i>	<i>ena vrsta</i>	*	<i>nič</i>
Funkcija prostora	<i>zelo pomembna</i>	<i>nepomembna</i>	pomembna	*	<i>nepomembna</i>
Edino znano nahajališče taksonov	<i>da</i>	<i>da</i>	<i>ne</i>	*	<i>ne</i>
Druga značilnost	<i>zelo velika</i>	srednja	velika	<i>zelo velika</i>	srednja
Tipičnost	<i>v večji meri</i>	v manjši meri	v manjši meri	<i>ne</i>	<i>ne</i>
Znanstveno-raziskovalna pomembnost	<i>v večji meri</i>	v manjši meri	<i>v večji meri</i>	<i>v večji meri</i>	<i>ne</i>
Kompleksna povezanost	<i>zelo velika</i>	<i>majhna</i>	<i>majhna</i>	<i>majhna</i>	<i>majhna</i>
Kompleksni objekt	<i>da</i>	<i>ne</i>	<i>ne</i>	<i>ne</i>	<i>ne</i>
Kompleksno funkcionalno območje	<i>da</i>	<i>ne</i>	<i>ne</i>	<i>ne</i>	<i>ne</i>
Kompleksno geografsko območje	<i>da</i>	<i>ne</i>	<i>ne</i>	<i>ne</i>	<i>ne</i>
Pričevalni in kulturno-zgodovinski pomen	<i>zelo velik</i>	srednji	velik	<i>zelo velik</i>	srednji
Pričevalna pomembnost	<i>v večji meri</i>	v manjši meri	v manjši meri	<i>v večji meri</i>	v manjši meri
Slikovitost	<i>velika</i>	srednja	srednja	srednja	srednja
Pomen za ljudi	<i>velik</i>	<i>majhen</i>	<i>velik</i>	<i>velik</i>	<i>ga ni</i>
Simbolna vrednost	<i>v večji meri</i>	<i>ne</i>	<i>ne</i>	v manjši meri	<i>ne</i>
Znana krajevna znamenitost	<i>v večji meri</i>	v manjši meri	<i>v večji meri</i>	<i>v večji meri</i>	<i>ne</i>

Slika 14: Stolpcični grafikon končne ocene naravovarstvenega pomena podzemne jame za pet jam



V nadaljevanju podrobneje predstavljamo dve najboljši varianti in ugotavljamo razlike med njima ter ostalimi jamami. Pri primerjavi po štirih bistvenih kriterijih odločitvenega modela ugotovimo, da se za en razred razlikujeta le v ohranjenosti in po drugih značilnostih (slika 15). Vendar natančnejša obravnava pokaže, da gre pri jami 1 res za edinstven splet posameznih lastnosti, saj le pri dveh osnovnih kriterijih zavzema najnižjo vrednost, najvišjo pa kar pri 20 od skupno 31 osnovnih kriterijev, ki nastopajo v modelu. Jama 2 je v primerjavi z jamo 1 manjša po razsežnosti, ima majhno zasiganost, je brez posebnih geoloških oblik, paleontološkega in arheološkega materiala, v njej ne prebivajo netopirji, je manj tipična in znanstveno-raziskovalno pomembna, nima značilnosti kompleksne povezanosti naravne vrednote in zavzema srednje vrednosti pri nižje ležečih kriterijih pričevalnega in kulturno-zgodovinskega pomena.

Slika 15: Vrednotenje jam 1, 2, 3 in 5 s pomočjo zvezdnega grafikona



Če primerjamo najboljše ocenjeni jami z ostalimi tremi jamami glede štirih bistvenih kriterijev odločitvenega modela (izjemnost, ohranjenost, ekosistemska pomembnost in druga značilnost ali pomembnost), opazimo, da v primerjavi z jamo 3 slednja povsod zavzema boljše izmed srednjih možnih vrednosti, tako je tudi končno ocenjena kot »pomembna« podzemna jama. Jama 5, naravovarstveno »malo pomembna« jama, ima slabše oziroma najnižje vrednosti pri vseh podrednih kriterijih izjemnosti in ekosistemske pomembnosti, pri drugih značilnostih pa je »srednje« pomembna. Najmanj se izbrane podzemne jame med

seboj razlikujejo po ohranjenosti, saj imajo vse jame »srednjo« ohranjenost z izjemo jame 2, ki ima »veliko«. Jama 4 pomembno izstopa zaradi veliko paleontoloških in arheoloških ostankov in po drugih značilnostih, ker pa zanjo nimamo podatkov glede ekosistemske pomembnosti, je končni rezultat lahko »pomembna« ali pa »zelo pomembna« podzemna jama. Kompleksna povezanost naravnih pojavov je prisotna le pri jami 1, pri ostalih jamah pa ne.

V nadaljevanju prikazujemo še najboljše in najslabše lastnosti posameznih variant:

- JAMA 1: kot smo že omenili, ima jama 1 skoraj vse možne pozitivne lastnosti, le da ne predstavlja življenjskega prostora človeške ribice.
- JAMA 2: odlikujejo jo posebni jamski minerali, velika redkost pojavljanja, velika ohranjenost in zelo velika ekosistemska pomembnost, z izjemo netopirjev, ki naj se v jami ne bi zadrževali. Med negativnimi lastnostmi pa so odsotnost zasiganosti, posebnih geoloških oblik, paleontološkega in arheološkega materiala, v njej ne prebivajo druge živalske vrste in ni objekt kompleksne povezanosti.
- JAMA 3: pomembna je po posebnih jamskih mineralih, majhni onesnaženosti, znanstveno-raziskovalni pomembnosti in predstavlja znano krajevno znamenitost, med slabostmi pa so majhna razsežnost, odsotnost posebnih geoloških oblik, paleontološkega in arheološkega materiala, majhna redkost pojavljanja, jama pa tudi ni objekt kompleksne povezanosti.
- JAMA 4: odlikuje jo veliko paleontološkega in arheološkega materiala, majhna onesnaženost in najvišje ocenjeni podredni kriteriji drugih značilnosti (znanstveno-raziskovalna in pričevalna pomembnost, znana krajevna znamenitost), z izjemo kompleksne povezanosti. Najslabše ocene pa ima glede razsežnosti, zasiganosti, posebnih jamskih mineralov in redkosti pojavljanja.
- JAMA 5: pozitivno izstopa le po majhni poškodovanosti in onesnaženosti voda, negativno pa po večini ocenjevanih kriterijev.

Iz tabele povprečnih uteži (priloga 5, str. VIII) lahko razberemo, da sta h končni oceni v največji meri prispevala izpeljana kriterija izjemnost in ekosistemska pomembnost, nekaj manj druge značilnosti, medtem ko ima ohranjenost sorazmerno nizko težo. V prid velikemu vplivu ekosistemske pomembnosti govori tudi dejstvo, da so slovenske podzemne jame med najbogatejšimi območji na svetu glede jamskih živali (Hlad, Skoberne, 2001, str. 70).

5.5.4.2. »Kaj-če« analiza

V postopku »kaj-če« analize lahko ugotavljamo občutljivost odločitvenega modela na spremembe vrednosti enega ali več parametrov kake variante ali pa spremembe funkcij koristnosti oziroma odločitvenih pravil.

Glede na vsebino odločitvenega modela lahko pričakujemo spremembe v vrednostih posameznih parametrov predvsem pri izpeljanih kriterijih ekosistemska pomembnost in ohranjenost, sicer pa je le-to povezano predvsem s pridobivanjem novih podatkov na osnovi novih ali ponovnih raziskovanj in spremljanja stanja podzemnih jam. Na ekosistemsko pomembnost v veliki meri vplivajo tudi dejavniki ogrožanja podzemnih jam. Z višanjem stopnje onesnaženosti (predvsem podzemnih voda) je namreč večja verjetnost negativnih posledic, ki vplivajo na obstoj in raznovrstnost podzemne favne. V splošnem velja, da če spreminjamo vrednosti osnovnih kriterijev, to lahko v precejšnji meri vpliva na rezultate, seveda v skladu s postavljenimi funkcijami koristnosti v odločitvenem modelu.

Poglejmo primer spreminjanja posameznih vrednosti znotraj izpeljanega kriterija ekosistemska pomembnost. Če smo oceno izpeljanega kriterija ekosistemska pomembnost povišali za eno vrednost (jama 3, jama 5), se je skupna končna ocena za en razred spremenila le pri varianti 5 iz »malo pomembna« v »pomembna« jama. Pri jami 3 pa pri spreminjanju ekosistemske pomembnosti iz »velika« v »zelo velika« ta sprememba glede na ostale pogoje ni imela posledic na končno oceno, ki je ostala »pomembna« podzemna jama.

Podrobneje pogledimo še jama 4, kjer nam manjkajo podatki za ekosistemski kriterij. V primeru, da v jami najdemo eno vrsto netopirjev, katerim jama predstavlja »pomembno« ali »zelo pomembno« funkcijo, je ocena ekosistemske pomembnosti »srednja«, če pa je netopirjev več različnih vrst, pa je ocena »velika«. V prvem primeru je končna ocena podzemne jame 4 »pomembna«, v drugem pa »zelo pomembna«. Kot že ugotovljeno, je spreminjanje vrednosti parametrov in njihov vpliv na končno oceno odvisen od postavljenih odločitvenih pravil. Prav v slednjem primeru bi namreč lahko spremenili tudi funkcijo koristnosti, kjer bi popravili pravilo št. 60 v tabeli odločitvenih pravil za končni kriterij podzemna jama (tabela 7, glej str. 65) na sledeči način, ki bi vplival na končno oceno. Če je izjemnost »velika«, ohranjenost »srednja«, ekosistemska pomembnost »velika« in druga značilnost »zelo velika«, potem je podzemna jama »pomembna« in ne »zelo pomembna«.

V postopku določanja odločitvenih pravil smo poskušali jamam, ki izkazujejo vsaj eno izrazito posebno lastnost, dati dokaj pomembno končno oceno. To lahko vidimo v primeru jame 4, kjer sicer nimamo podatkov o ekosistemski pomembnosti

jame, vendar smo na osnovi dostopnih podatkov že lahko uvrstili jamo med »pomembne« ali celo »zelo pomembne« jame. Prav tako lahko na primer poskusimo oceniti jamo, katere značilnost je »le« ta, da so v njej našli človeško ribico. Kljub temu, da pri vseh ostalih kriterijih zavzema najnižje vrednosti, bi bila končna ocena »pomembna« podzemna jama.

6. ANALIZA VEČPARAMETRSKIH ODLOČITVENIH MODELOV

Ocena odločitvenega modela je odvisna od tega, kako smo se z njegovo uporabo približali postavljenim ciljem, ki se običajno delijo v tri sklope (Rajkovič, Bohanec, 1988, str. 137):

- odločanje, ki vodi do najboljše (ali vsaj dobre) odločitve,
- kakovosten postopek odločanja (parametri kakovosti so: čas, uporaba dodatnih virov, enostavnost, usklajevanje različnih interesov),
- prispevek postopka odločanja k znanju, ki je potrebno za uspešno implementacijo odločitve.

V zadnjem delu magistrskega dela bomo tako predstavili kritično analizo obeh zgrajenih večparametrskih odločitvenih modelov, pri čemer smo si pomagali z metodo SWOT analize.

Naziv oziroma kratica SWOT je sestavljena iz prvih črk angleških izrazov (Treven, 1992, str. 645):

- **S**trenght (moči oziroma prednosti),
- **W**eaknesses (slabosti),
- **O**pportunities (priložnosti),
- **T**hreats (nevarnosti).

SWOT analizo lahko uporabljamo na različnih področjih, kjer predstavlja koristen pripomoček za proučevanje celovitega položaja podjetja in njegovih strateških enot, ocenjevanje proizvoda in njegovih možnosti v konkurenčnem okolju ipd.

Analiza prednosti in slabosti prikazuje notranje, analiza priložnosti in nevarnosti pa zunanje dejavnike poslovanja. Prednost je vsaka sposobnost obravnavanega modela (podjetja, proizvoda), s katero lahko dosežemo zastavljene cilje, slabosti pa so tiste značilnosti, ki njihovo doseganje onemogočajo ali ovirajo in s tem zmanjšujejo njegovo konkurenčno sposobnost. Priložnosti so razmere v zunanjem okolju, ki ob ustrezni uporabi omogočajo doseganje zastavljenih ciljev, nevarnosti pa predstavljajo tiste zunanje dejavnike, na katere sicer nimamo vpliva, lahko pa ogrozijo doseganje zelenih ciljev (Treven, 1992, str. 645-646).

Sam postopek SWOT analize poteka v dveh delih. Interna analiza vključuje zbiranje informacij o modelu (podjetju, proizvodu) in njihovo oceno, eksterno analizo pa sestavljajo zbiranje informacij o stanju v okolju in analiziranje dobljenih informacij (Treven, 1992, str. 648).

S pomočjo zgoraj predstavljene metode smo opredelili značilnosti obeh zgrajenih odločitvenih modelov, v katerih vidimo njune prednosti, slabosti, ki bi jih bilo potrebno odpraviti, priložnosti, ki jih je možno spremeniti v prednosti in nevarnosti, ki lahko negativno ogrozijo želene rezultate (tabela 10, glej str. 73).

6.1. Prednosti

Uporaba postavljenih odločitvenih modelov v programskem orodju DEXi je pokazala številne prednosti tovrstnega načina odločanja. Izdelana odločitvena modela predstavljata učinkovit pripomoček za podporo odločanju naravovarstvenikov v procesu vrednotenja naravnih vrednot.

Z odločitvenima modeloma smo uvedli enoten sistem odločanja v procesu vrednotenja naravnih vrednot in v bazi znanja zajeli ekspertno znanje, zbrano na podlagi pisnega strokovnega gradiva, ustnih virov in izkušenj posameznih strokovnjakov. Tako je to poenoteno znanje sedaj dostopno širšemu krogu uporabnikov, ki na relativno enostaven in prijazen način hitreje pridejo do ustrezne rešitve. S tem se zmanjša poraba časa, ki ga potrebujemo za odločanje in vrednotenje variant ter razumevanje same odločitve. Pri odločitvi, ki jo razumemo in torej vemo, zakaj smo jo izbrali oziroma se tako odločili, je tudi zmanjšana verjetnost morebitne napačne odločitve. Kvalitativni način odločanja se je na obravnavanem vsebinskem področju izkazal za primernega, saj ga je večinoma težko formalizirati v kvantitativnem smislu.

Prednost modelov je večja doslednost in natančnost v samem procesu odločanja. Človeški strokovnjaki lahko kljub dolgoletnim izkušnjam in dobremu poznavanju problemskega področja pozabijo ali izpustijo sicer pomembne malenkosti, česar se z uporabo predstavljenih modelov ne more zgoditi. Nasplošje je velika prednost že v sami gradnji odločitvenega modela, ki se kaže v sistematičnosti odločitvenega procesa skozi posamezne faze, kar zmanjšuje možnost opustitve pomembnih dejavnikov, ki vplivajo na samo vrednotenje.

Ekspertni sistem omogoča ocenjevanje in obdelovanje kombinacij večjega števila dejavnikov, saj pri sklepanju ni omejen z njihovim številom in tako presega človekove kognitivne zmožnosti.

Tabela 10: Matrika SWOT za ocenjevanje odločitvenih modelov vrednotenja drevesnih naravnih vrednot in naravovarstvenega vrednotenja podzemnih jam

PREDNOSTI:	SLABOSTI:
• učinkovit pripomoček za podporo odločanju naravovarstvenikov v procesu vrednotenja naravnih vrednot • poenoteno vrednotenje dreves in podzemnih jam po določenem odločitvenem modelu • podpora v vseh fazah odločitvenega procesa • doslednost, natančnost, zanesljivost sistema • sistematičnost odločitvenega procesa • prilagodljivost, zmožnost dopolnjevanja in nadgrajevanja • uporabniku prijazna in nezahtevna uporaba • zmanjšanje porabe časa za odločanje • dosegljivost in transparentnost ekspertnega znanja • možnost utemeljitve rezultatov • možnost simulacij na osnovi »kaj-če« analize • zmožnost ocenitve kombinacij večjega števila dejavnikov • možnost uporabe mehkih podatkov	• model ekspertnega sistema deluje le znotraj ozke domene znanja • model je vedno le približek realnemu svetu • odvisen od subjektivnosti ocenjevalcev • pomanjkanje kvalitetnih podatkov • nesposobnost učenja, tudi iz preteklih izkušenj in prilagajanja novim razmeram • strokovno znanje je včasih težko povzeti in predstaviti v obliki modela
PRILOŽNOSTI:	NEVARNOSTI:
• poenotenje ekspertnega znanja • možnost za širitev področja uporabe tudi na druge zvrsti naravnih vrednot • možnost uporabe pri terenskih ogledih naravnih vrednot, kot pripomoček jamarjem in krasoslovcem • uporaba v izobraževalne namene • bolj sistematično zbiranje podatkov o naravnih vrednotah • možnost integracije ekspertnega sistema z obstoječimi informacijskimi rešitvami geografskega informacijskega sistema, ki je v uporabi • nadaljnja uporaba pridobljenih spoznanj na področju upravljanja s tehnologijami znanja	• nekritična uporaba odločitvenih modelov, nezavedanje dejstva, da ima lahko spreminjanje vrednosti osnovnih kriterijev in odločitvenih pravil bistven vpliv na končno oceno • odpor okolice do sprememb in do uporabe informacijske tehnologije • strokovnjaki področij ogroženi in nezaupljivi do uvajanja tehnologij znanja • pomanjkanje finančnih in človeških virov za nadaljnje izvajanje in razvijanje ekspertnega sistema

Dobra značilnost modelov je tudi njihova prilagodljivost in zmožnost enostavnega dopolnjevanja in nadgrajevanja. Modela omogočata možnost simulacij na osnovi »kaj-če« analize, ustrezno predstavitev in utemeljitev rezultatov in možnost uporabe manjkajočih, nepopolnih in nezanesljivih podatkov.

6.2. Slabosti

Z uporabo metode večparametrskega odločanja smo se izognili nekaterim človeškim pomanjkljivostim, vendar pa ima tudi ekspertni sistem svoje slabosti. Predlagani ekspertni sistem deluje le znotraj ozke domene znanja, pri čemer je problem tudi ta, da je strokovno znanje včasih težko povzeti in predstaviti v obliki modela. Zavedati se moramo tudi dejstva, da so modeli vedno le približek realnemu svetu. Glede na postavljena odločitvena modela je pri nekaterih kriterijih odvisen od subjektivnosti posameznih ocenjevalcev. Problem predstavlja tudi dejstvo, da se soočamo s pomanjkanjem predvsem kvalitetnih vhodnih podatkov.

Pomanjkljivost ekspertnega sistema v primerjavi s človeškimi strokovnjaki je tudi njegova nesposobnost učenja in prilagajanja novim razmeram, pri čemer je potrebno bazo znanja ekspertnega sistema ob vsaki spremembi prilagoditi oziroma nadgraditi z novimi, dopolnjenimi znanji. Slaba značilnost ekspertnega

sistema pa je tudi nesposobnost učenja na podlagi preteklih izkušenj. Sistem sam ni sposoben povezati sicer očitnih vzročno-posledičnih zvez, če le-te v bazi znanja natančno ne opredelimo.

6.3. Priložnosti

Priložnost ekspertnega sistema se kaže v možnosti za širitev področja uporabe tudi na druge zvrsti naravnih vrednot, seveda s potrebno prilagoditvijo baze znanja glede na posamezna vsebinska področja. Poleg tega je postavljene kriterije modelov možno smiselno uporabiti pri terenskih ogledih naravnih vrednot, kot pripomoček jamarjem in krasoslovcem, na kaj vse je možno biti pozoren pri ogledovanju in obravnavanju dreves in podzemnih jam, s tem pa priti do bolj sistematičnega zbiranja podatkov o naravnih vrednotah.

Odločitveni model vrednotenja podzemnih jam je možno smiselno integrirati z obstoječimi informacijskimi rešitvami geografskega informacijskega sistema, ki je v uporabi.

Baza znanja odločitvenih modelov predstavlja poenoteno ekspertno znanje na obravnavanem problemskem področju, ki ga je sedaj možno uporabiti tudi v izobraževalne namene. S samo gradnjo modelov smo pridobili določena nova spoznanja na področju gradnje odločitvenih modelov in upravljanja s tehnologijami znanja, ki jih je možno smiselno uporabiti tudi na drugih, primerljivih področjih uporabe. Tehnologije upravljanja z znanjem predstavljajo namreč enega od načinov prenašanja ekspertnega znanja širšemu krogu uporabnikov.

6.4. Nevarnosti

Nevarnost ekspertnega sistema predstavlja nekritična uporaba modelov brez potrebnega razumevanja ponujenih rešitev kot tudi nezavedanje dejstva, da lahko z morebitnim prirejanjem, spreminjanjem vrednosti osnovnih kriterijev in odločitvenih pravil bistveno vplivamo na končno oceno.

Nevarnost ekspertnega sistema predstavlja tudi odpor okolice, predvidenih uporabnikov do sprememb obstoječega načina dela in nasploh do uporabe informacijske tehnologije. Poleg tega se lahko sami strokovnjaki problemskih področij počutijo ogrožene in izkazujejo nezaupanje do uvajanja tehnologij znanja na njihovem področju, ki so ga do sedaj lahko sami obvladovali.

Med nevarnosti za nadaljnje izvajanje in razvijanje ekspertnega sistema lahko štejemo tudi pomanjkanje finančnih in človeških virov na področjih uporabe.

7. ZAKLJUČEK

Sodobna informacijska tehnologija ključno zaznamuje današnjo informacijsko družbo in predstavlja pomemben izziv pri poslovanju organizacij. Ena od možnih oblik povečevanja zmogljivosti in učinkovitosti organizacij predstavljajo tehnologije upravljanja z znanjem, med katere uvrščamo tudi sisteme za podporo odločanju in ekspertne sisteme.

V magistrskem delu smo najprej opredelili ključne značilnosti s področja odločanja. S podrobnejšo obravnavo posameznih faz odločitvenega procesa smo pridobili potrebno znanje o odločanju, ki nam je pomagalo pri gradnji večparametrskih odločitvenih modelov.

S pomočjo modeliranja ekspertnega znanja smo skušali priti do pripomočka za vrednotenje naravnih vrednot, ki predstavlja tudi glavni doprinos magistrskega dela. Problematiko smo razdelili na dve ločeni odločitveni shemi. S pomočjo

ekspertne lupine za večparametrsko odločanje DEXi, ki temelji na metodologiji DEX, smo zgradili večparametrski odločitveni model vrednotenja drevesnih naravnih vrednot, ki nam med vsemi evidentiranimi drevesnimi naravnimi vrednotami pomaga izbrati tiste, ki so primerne za vpis na seznam naravnih vrednot, ki je sestavni del Pravilnika o določitvi in varstvu naravnih vrednot. Večparametrski odločitveni model vrednotenja podzemeljskih geomorfoloških naravnih vrednot pa omogoča naravovarstveno vrednotenje podzemnih jam, njihovo kvalitativno analizo, rezultati pa omogočajo tudi izbiranje jam za prednostno izvajanje ukrepov varstva. Parametri odločitvenih modelov so precej raznoliki, saj izhajajo iz različnih področij, naravovarstvenega, biološkega oziroma ekosistemskega, krasoslovnega, kulturno-zgodovinskega in kot taki omogočajo celovit pristop k odločanju tudi iz širšega družbeno-ekonomskega stališča.

Podpora odločanju, ki jo omogoča metodologija DEX, je osredotočena na modeliranje preferenčnega znanja, s čimer pripomoremo k transparentnosti odločitvenega postopka. Odločevalec ima na razpolago razlago rezultatov ocenjevanja in tudi celotnega poteka postopka. Predstavitev znanja je zasnovana na združitvi pristopa večkriterijskega odločanja z ekspertnim sistemom, kar omogoča uporabniku prijazno in lažje odločanje, saj je odločitveno znanje izraženo preprosto in neposredno z besedami naravnega jezika, pravili in hierarhično urejenimi kriteriji. Z uporabo različnih načinov predstavitve znanja še dodatno pridobimo pri preglednosti procesa odločanja, s čimer omogočimo razlago in boljše razumevanje odločitve.

V nadaljevanju smo izdelana večparametrska odločitvena modela kritično ovrednotili s pomočjo SWOT analize in nakazali njune prednosti, slabosti, priložnosti in nevarnosti ter s tem podali oceno uporabnosti tehnologij upravljanja z znanjem na obravnavanem področju. Z uporabo metodologije DEX in izvedenega računalniškega programa DEXi smo ugotovili, da le-ta predstavlja učinkovit pripomoček, s katerim lahko izboljšamo kakovost odločitve in postopek odločanja. Metodologija predvsem pripomore k podpori človekovim miselnim procesom v kompleksnih odločitvenih situacijah, kjer je nujno sočasno upoštevanje velikega števila različnih dejavnikov. Vsekakor pa je za samo izgradnjo baze znanja odgovoren človek, v čigar rokah vedno ostaja tudi končna presoja in odločitev.

Pomembno je, da se zavedamo dejstva, da končni rezultat vrednotenja ni odvisen samo od same izgradnje odločitvenega modela, torej od izbire ustreznih kriterijev in določenih funkcij koristnosti, marveč je v veliki meri odvisen od pravih in kakovostnih podatkov, s katerimi opišemo ocenjevalne variante v modelu. Glede na izbrane kriterije in njihove tudi kvalitativne zaloge vrednosti pa je jasno, da so ti precej odvisni od ocenjevalcev in od njihovega poznavanja problematike samega področja.

V magistrskem delu smo prikazali možnost uporabe informacijske tehnologije na področju upravljanja z znanjem tudi na vsebini varstva narave. Predlagana večparametrski odločitveni modeli bosta lahko naravovarstveni stroki omogočala lažje, hitrejša, učinkovitejša in celovitejša vrednotenja delov narave, ki izstopajo po svoji naravovarstveni pomembnosti.

V prihodnje bo smiselno preučiti možnosti realizacije priložnosti, ki smo jih ugotovili s pomočjo SWOT analize, v prvi vrsti predvsem nadgradnjo oziroma razširitev baze znanja tudi za druga področja zvrsti naravnih vrednot in združitve predstavljenega odločitvenega modela za uvrstitve med drevesne naravne vrednote in modela za razvrstitve drevesnih naravnih vrednot na vrednote državnega in lokalnega pomena.

8. LITERATURA IN VIRI

8. 1. Literatura

1. Azarov Domajnko Maja, Rajkovič Vladislav, Bohanec Marko: Medšolsko projektno delo z večparametrskimi odločitvenimi modeli in izmenjavo podatkov XML. Organizacija, Kranj, 35 (2002), 8, str. 503- 507.
2. Bernik Mojca, Florjančič Jože, Rajkovič Vladislav: Upravljanje z znanjem in uporaba informacijskih tehnologij. Organizacija, Kranj, 35 (2002), 8, str. 473-477.
3. Bidgoli Hossein: Modern Information Systems for Managers. San Diego [etc.] : Academic Press, 1997. 438 str.
4. Bitenc Iztok, Mayer Janez, Rajkovič Vladislav: Ugotavljanje primernosti za vodenje s pomočjo ekspertnega sistema. Evropska skupnost in management / 18. posvetovanje organizatorjev dela, Portorož, 31. marec, 1. - 2. april 1999. Kranj : Moderna organizacija, 1999, str. 493-497.
5. Bohanec Marko et al.: Računalniški ekspertni sistem za vrednotenje razvojno-raziskovalnih projektov. Organizacija in kadri, Kranj, 26 (1993), 3-4, str. 168-179.
6. Bohanec Marko et al.: Knowledge-based Portfolio Analysis for Project Evaluation. Information & Management, Elsevier, 28 (1995), str. 293-302.
7. Bohanec Marko et al.: Talent : ekspertni sistem za usmerjanje otrok in mladine v športne panoge. Uporabniški priročnik. Ljubljana : Ministrstvo za šolstvo in šport, Zavod Republike Slovenije za šolstvo, 1997. 97 str.
8. Bohanec Marko, Rajkovič Vladislav: DEX: An Expert System Shell for Decision Support. Sistemica, Lima, 1 (1990), 1, str. 145-157.
9. Bohanec Marko, Rajkovič Vladislav: Večparametrski odločitveni model. Organizacija, Kranj, 28 (1995), 7, str. 427- 438.
10. Bohanec Marko, Rajkovič Vladislav: Multi-attribute Decision Making: Industrial Applications of DEX. Informatica, Ljubljana, 23 (1999), 1-4, str. 487- 491.
11. Bohanec Marko, Zupan Blaž, Rajkovič Vladislav: Applications of Qualitative Multi-Attribute Decision Models in Health Care. Amsterdam : Elsevier, International Journal of Medical Informatics, 58-59 (2000), str. 191-205.
12. Bratko Ivan: Prolog in umetna inteligenca. 1. izdaja. Ljubljana : Fakulteta za računalništvo in informatiko, 1997. 416 str.
13. Brus Robert: Drevesne vrste na Slovenskem. Ljubljana : Mladinska knjiga, 2004. 399 str.
14. Carlsson Christer, Turban Efraim: Decision Support Systems : Directions for the Next Decade : special issue. Decision Support Systems and Electronic Commerce, Amsterdam : North-Holland, 33 (2002), 2, str. 105-220.

15. Gasar Silvana, Bohanec Marko, Rajkovič Vladislav: Napovedovanje uspešnosti zaključka šolanja. Organizacija, Kranj, 35 (2002), 8, str. 508-513.
16. Grad Janez, Jaklič Jurij: Baze podatkov. Ljubljana : Ekonomska fakulteta, 1996. 253 str.
17. Gradišar Miro, Resinovič Gortan: Informatika v poslovnem okolju. Ljubljana : Ekonomska fakulteta, 2001. 508 str.
18. Hammond John S., Keeney Ralph L., Raiffa Howard: Pametne odločitve. Ljubljana : Gospodarski vestnik, 2000. 252 str.
19. Hlad Branka, Skoberne Peter (ur.): Pregled stanja biotske raznovrstnosti in krajinske pestrosti v Sloveniji. Ljubljana : Ministrstvo za okolje in prostor, Agencija RS za okolje, 2001. 224 str.
20. Ilievski Tanja, Rajkovič Vladislav: Razvoj tržnega portfelja za vrednotenje programov izobraževalne dejavnosti. Uporabna informatika, Ljubljana, 3 (1995), 4, str. 15-19.
21. Jackson Peter: Introduction to Expert Systems. 3. izdaja, Harlow [etc.] : Addison-Wesley, 1999. 542 str.
22. Jaklič Jurij: Upravljanje in uporaba podatkov. Ljubljana : Ekonomska fakulteta, 2002. 213 str.
23. Jereb Eva, Rajkovič Vladislav: Uporaba ekspertnega sistema v procesu izbire kadrov. Organizacija, Kranj, 33 (2000), 9, str. 619-626.
24. Jereb Eva, Bohanec Marko, Rajkovič Vladislav: DEXi: računalniški program za večparametrsko odločanje. Kranj : Moderna organizacija, 2003, 91 str.
25. Kalin B., Bohanec Marko, Rajkovič Vladislav: Model vrednotenja proizvodnega programa. Zbornik XIII. posvetovanja organizatorjev dela »Organizacija, informatika, kadri pri vodenju in upravljanju družb«, Portorož, 1994, str. 341-346.
26. Keeney Ralph L., Raiffa Howard: Decisions with Multiple Objectives : Preferences and Value Tradeoffs. New York : John Wiley and Sons, 1976. 569 str.
27. Kepa Tanja: Pregled problematike varstva krasa v Sloveniji. Diplomsko delo. Ljubljana : Filozofska fakulteta, 2000. 200 str.
28. Kern Igor, Bitenc Iztok, Bernik Mojca: Model za izbiro nadaljnjega študija, usmerjenega v naravoslovje. Zbornik posvetovanja Dnevi slovenske informatike 2001. Ljubljana : Slovensko društvo Informatika, 2001, str. 383-389.
29. Košiček Mateja, Rajkovič Vladislav, Banovec Nevenka: Uporaba odločitvenega modela pri izboru vodilnega delavca. Zbornik posvetovanja Dnevi slovenske informatike 2003. Ljubljana : Slovensko društvo Informatika, 2003, str. 301-306.
30. Kovačič Andrej, Vintar Mirko: Načrtovanje in gradnja informacijskih sistemov. Ljubljana : DZS, 1993. 316 str.

31. Kovačič Andrej: Informatizacija poslovanja. Ljubljana : Ekonomska fakulteta, 1998. 214 str.
32. Kranjc Andrej: Poskus valorizacije kraških votlin v občini Kočevje z naravovarstvenega vidika. Varstvo narave, 1976, 9, str. 3-20.
33. Krapež Alenka, Rajkovič Vladislav, Wechtersbach Rado: Uvajanje tehnologij znanja v predmet informatika v gimnazijah: primer upravljanja z odločitvenim znanjem. Organizacija, Kranj, 33 (2000), 8, str. 534-540.
34. Krapež Alenka, Rajkovič Vladislav: Tehnologije znanja pri predmetu informatika: vodnik za izpeljavo sklopa tehnologije znanja. Ljubljana : Zavod Republike Slovenije za šolstvo, 2003. 92 str.
35. Leben Anamarija, Bohanec Marko: Vrednotenje portalov življenjskih situacij. Zbornik posvetovanja Dnevi slovenske informatike 2003. Ljubljana : Slovensko društvo Informatika, 2003, str. 622-627.
36. Luger George F., Stubblefield William A.: Artificial Intelligence : Structures and Strategies for Complex Problem Solving. 2. izdaja, Redwood City : The Benjamin/Cummings Publishing Company, Inc., 1993. 740 str.
37. Luger George F.: Artificial Intelligence: Structures and Strategies for Complex Problem Solving. 4. izdaja, Harlow [etc.] : Addison-Wesley, 2002, 856 str.
38. McCarthy John: What is Artificial Intelligence. Stanford University. [URL:<http://www-formal.stanford.edu/jmc/whatisai/whatisai.html>], 11.2.2005
39. Marakas George M.: Decision Support Systems in the Twentieth-first Century. Upper Saddle River (New Jersey) : Prentice Hall, 1999. 506 str.
40. Mohorič Tomaž: O podatku in informaciji. Organizacija, Kranj, 32 (1999), 8-9, str. 445-448.
41. Možina Stane et al.: Management: nova znanja za uspeh. Radovljica : Didakta, 2002. 872 str.
42. Nikolopoulos Chris: Expert Systems : Introduction to First and Second Generation and Hybrid Knowledge Based Systems. New York : Marcel Dekker, 1997. 331 str.
43. Nilsson Nils J.: Artificial Intelligence: A New Synthesis. San Francisco : Morgan Kaufmann Publishers, Inc., 1998. 513 str.
44. Ogris Oliver, Rajkovič Vladislav, Vuk Drago: Računalniško podprt model ocenjevanja težavnosti maturitetnih nalog iz fizike. Zbornik posvetovanja Dnevi slovenske informatike 2001. Ljubljana : Slovensko društvo Informatika, 2001, str. 374-382.
45. Peterlin Stane, Ravbar Marjan, Smerdu Rado, Vardjan Franc: Inventar najpomembnejše naravne dediščine Slovenije. Ljubljana : Zavod SRS za spomeniško varstvo, Strokovno-analitična skupina za varstvo narave. 1976. 859 str.
46. Pivec Maja, Rajkovič Vladislav: Uporaba ekspertnih lupin v pedagoškem procesu. Organizacija, Kranj, 31 (1998), 9, str. 528-532.

47. Pivec Maja, Rajkovič Vladislav: Obvladovanje znanja z metodami umetne inteligence. Organizacija, Kranj, 32 (1999), 8-9, str. 449-452.
48. Podlesnik Bojan, Tomšič Andrej: Predlog celovitega modela za ocenitev kakovosti IS. Zbornik posvetovanja Dnevi slovenske informatike 2003. Ljubljana : Slovensko društvo Informatika, 2003, str. 47-52.
49. Pograjc Debevec Marjanca, Rajkovič Vladislav: Odkrivanje nadarjenosti otrok za zunajšolsko glasbeno dejavnost s pomočjo računalnika. Vzgoja in izobraževanje v informacijski družbi. Organizacija, Kranj, 33 (2000), 8, str. 566-571.
50. Pograjc Debevec Marjanca, Kljajić Miroljub, Rajkovič Vladislav: Simulacija procesa učenja ob uporabi baze znanja ekspertnega sistema. Organizacija, Kranj, 36 (2003), 8, str. 545-551.
51. Rajkovič Vladislav, Bohanec Marko: Sistemi za pomoč pri odločanju. Organizacija in kadri, Kranj, 21 (1988), 1-2, str. 127-140.
52. Rajkovič Vladislav, Batagelj Vladimir, Bohanec Marko: Merjenje koristnosti v procesu odločanja. Organizacija in kadri, Kranj, 22 (1989), 4-5, str. 376-385.
53. Rajkovič Vladislav, Bohanec Marko: O nekaterih problemih v procesu odločanja. Organizacija in kadri, Kranj, 24 (1991), 3-4, str. 141-149.
54. Rajkovič Vladislav et al.: Kako storiti več za kakovost zdravstva in šolstva? Modra knjiga: Civilna družba v Sloveniji in Evropi. Ljubljana : Društvo občanski forum, Služba vlade RS za evropske zadeve, 1999, str. 386-395.
55. Rajkovič Vladislav: Tim in sodobna informacijska tehnologija. Skrivnost ustvarjalnega tima. Ljubljana : Dedalus - Center za razvoj vodilnih osebnosti in skupin, 2001, str. 90-102.
56. Rajkovič Vladislav: Odločitveni sistemi. [<http://www.fov.uni-mb.si/programiranje/uros/files/SPO/OS.zip>], 30.10.2002, 102 str.
57. Ramšak Pajk Jožica, Bernik Mojca, Rajkovič Vladislav: Računalniški model samoevalvacije v procesu načrtovanja kariere. Organizacija, Kranj, 36 (2003), 8, str. 525-531.
58. Resinovič Boštjan, Rajkovič Vladislav, Mahnič Viljan: Prototip odločitvenega modela za ugotavljanje in izboljšanje kakovosti srednje šole. Organizacija, Kranj, 36 (2003), 8, str. 508-518.
59. Rojšek Daniel: Geografsko vrednotenje naravne dediščine na primeru Škocjanskega jamskega spleta z okolico in varstvo okolja. Magistrska naloga. Ljubljana : Filozofska fakulteta, 1994. 144 str.
60. Rozman Rudi, Kovač Jure, Koletnik Franc: Management. Ljubljana : Gospodarski vestnik, 1993. 312 str.
61. Schoen Seymour, Sykes Wendell G: Putting Artificial Intelligence to Work : Evaluating & Implementing Business Applications. New York [etc.] : John Wiley & Sons, 1987. 264 str.

62. Shim Jae K.: Information Systems and Technology for the Noninformation Systems Executive : an Integrated Resource Management Guide for the 21st Century. Boca Raton (FL) [etc.] : CRC Press LLC, 2000. 278 str.
63. Simić Marko: Varujmo naše jame. Ljubljana : Ministrstvo za okolje in prostor, Uprava RS za varstvo narave, 2000. 32 str.
64. Sket Boris: Jamska favna notranjskega trikotnika (Cerknica – Postojna – Planina), njena ogroženost in naravovarstveni pomen. Varstvo narave, Ljubljana, 12 (1979), str. 45-59.
65. Skoberne Peter (ur.): Gradivo za vodenje dokumentacije o naravni dediščini. Vestnik, Ljubljana, Zavod SR Slovenije za varstvo naravne in kulturne dediščine, 7 (1980), str. 1-46.
66. Skoberne Peter: Sto naravnih znamenitosti Slovenije. Ljubljana : Prešernova družba, 1988. 248 str.
67. Skoberne Peter, Peterlin Stane (ur.): Inventar najpomembnejše naravne dediščine Slovenije. 1. del: vzhodna Slovenija. Ljubljana : Zavod SR Slovenije za varstvo naravne in kulturne dediščine, 1988. 436 str.
68. Skoberne Peter, Peterlin Stane (ur.): Inventar najpomembnejše naravne dediščine Slovenije. 2. del: osrednja Slovenija. Ljubljana : Zavod Republike Slovenije za varstvo naravne in kulturne dediščine, 1991. 606 str.
69. Svetličič Baldomir, Skoberne Peter: Drevo kot naravna dediščina. Ljubljana : Zbornik seminarja Varstvo naravne in kulturne dediščine v gozdu in gozdarstvu, 1988, str. 88-96.
70. Tarman Kazimir: Osnove ekologije in ekologija živali. Ljubljana : Državna založba Slovenije, 1992. 547 str.
71. Treven Sonja: SWOT analiza. Organizacija in kadri, Kranj, 25 (1992), 9-10, str. 644-653.
72. Turban Efraim, Aronson Jay E.: Decision Support Systems and Intelligent Systems. 5. izdaja, London : Prentice-Hall International, 1998. 890 str.
73. Turban Efraim, McLean Ephraim R., Wetherbe James C.: Information Technology for Management : Transforming Business in the Digital Economy. 3. izdaja, New York : J. Wiley, 2002. 771 str.
74. Vidic Tomaž, Rajkovič Vladislav, Vreg Duška: Večparametrski hierarhični model za oceno kakovosti življenja starostnikov v domskem varstvu. Zbornik posvetovanja Dnevi slovenske informatike 2003. Ljubljana : Slovensko društvo Informatika, 2003, str. 277-281.
75. Vidmar Barbka, Marjanca Pograjc Debevec: Kakovost v šoli – mreže učečih se šol: izbira ključnega problema z uporabo lupine ekspertnega sistema DEXi. Organizacija, Kranj, 37 (2004), 5, str. 273-278.
76. Vizjak Pavšič Mojca, Musek Janek, Rajkovič Vladislav: Razumljivost baz znanja kot dejavnik učinkovitosti ekspertnih sistemov za podporo odločanju. Anthropos, Ljubljana, 27 (1995), 5-6, str. 47-67.

77. Vodenik Vanja, Behek Alojz: Podpora strateškega upravljanja s portfeljem z lupino ekspertnega sistema. Organizacija in kadri, Kranj, 26 (1993), 1-2, str. 28-37.
78. Vrtačnik Franc, Sever Danijel: Večparametrski odločitveni model za obvladovanje delnih načrtov in predračunov. Organizacija, Kranj, 35 (2002), 1, str. 49-55.
79. Zupan Blaž, Bohanec Marko, Demšar J., Bratko Ivan: Learning by Discovering Concept Hierarchies. Artificial Intelligence, Amsterdam : Elsevier, 109 (1999), str. 211-242.

8.2. Viri

1. Interna dokumentacija projekta IS Narava. Ljubljana: Ministrstvo za okolje, prostor in energijo, 2003.
2. Jenčič Samo: O debelih drevesih. 1999 (v Mastnak, 2003).
3. Kataster jam, Inštitut za raziskovanje krasa Znanstvenoraziskovalnega centra SAZU, Postojna in Jamarska zveza Slovenije, Ljubljana, 2004.
4. Kryštufek Boris, Presetnik Primož, Šalamun Ali: Strokovne osnove za vzpostavljanje omrežja Natura 2000: Netopirji (Chiroptera) (končno poročilo). Naročnik: Ministrstvo za okolje, prostor in energijo, Agencija RS za okolje. Ljubljana : Prirodoslovni muzej Slovenije, 2003, 322 str., digitalne priloge.
5. Mastnak Matjaž: Opredelitev meril za določitev drevesnih naravnih vrednot in njihovo razdelitev na vrednote državnega in lokalnega pomena (projektna naloga). Naročnik: Ministrstvo za okolje, prostor in energijo, Agencija RS za okolje. Medvode, 2003, 31 str.
6. Polak Slavko: Priprava analize stanja biotske raznovrstnosti – jamskih hroščev in jamskih pajkov (projektna naloga). Naročnik: Ministrstvo za okolje, prostor in energijo, Agencija RS za okolje. Knežak, 2000, 32 str.
7. Pravilnik o določitvi in varstvu naravnih vrednot (Uradni list RS, št. 111/04).
8. Pravilnik o uvrstitvi ogroženih rastlinskih in živalskih vrst v rdeči seznam (Uradni list RS, št. 82/02).
9. Simić Marko: Poročilo o pripravi strokovnega predloga za določitev naravnih vrednot in njihovo razvrstitev na vrednote državnega in lokalnega pomena. Ministrstvo za okolje, prostor in energijo, Agencija RS za okolje. Ljubljana, 2005, 42 str.
10. Sket Boris: Pregled in izbor jam v Republiki Sloveniji, ki so pomembne za ohranjanje podzemne favne. Naročnik: Ministrstvo za okolje, prostor in energijo, Agencija RS za okolje. Ljubljana, 2000.
11. Uredba o habitatnih tipih (Uradni list RS, št. 112/03).

12. Uredba o posebnih varstvenih območjih (območjih Natura 2000) (Uradni list RS, št. 49/04, 110/04).
13. Uredba o zavarovanih prosto živečih živalskih vrstah (Uradni list RS, št. 46/04, 109/04).
14. Uredba o zvrsteh naravnih vrednot (Uradni list RS, št. 52/02, 67/03).
15. Zakon o naravni in kulturni dediščini (Uradni list SRS, št. 1/81, 42/86, št. 8/90, št. 26/92).
16. Zakon o ohranjanju narave (Uradni list RS, št. 56/99, 31/00, 110/02, 119/02, 41/04, 96/04).
17. Zakon o potrditvi in spremembah zakona o zaščiti kulturnih spomenikov in prirodnih znamenitosti (Uradni list DFJ, št. 81/46).
18. Zakon o varstvu kulturnih spomenikov in naravnih znamenitosti (Uradni list LRS, št. 22/59).
19. Zakon o varstvu kulturnih spomenikov in prirodnih znamenitosti (Uradni list LRS, št. 23/48).
20. Zakon o varstvu narave (Uradni list SRS, št. 7/70).
21. Zakon o varstvu podzemnih jam (Uradni list RS, št. 2/04).

PRILOGE

PRILOGA 1: Slovarček slovenskih prevodov tujih izrazov

ANGLEŠKI IZRAZ	SLOVENSKI IZRAZ
business process reengineering (BPR)	prenova poslovnih procesov
data management subsystem	podsystem za upravljanje podatkov
data-base management system (DBMS)	sistem za upravljanje baze podatkov
data-mining	podatkovno rudarjenje
decision support systems (DSS)	sistemi za podporo odločanju
executive information systems (EIS)	direktorski informacijski sistemi
expert systems (ES)	ekspertni sistemi
groupware systems	sistemi za podporo dela v skupini
inference engine	mehanizem sklepanja
knowledge base	baza znanja
knowledge management subsystem	podsystem za upravljanje znanja
machine learning	strojno učenje
management information systems (MIS)	upravljalni informacijski sistemi
model base management system (MBMS)	sistem za upravljanje baze modelov
model management subsystem)	podsystem za upravljanje modelov
multi-attribute decision making (MADM)	večparametrsko odločanje
office automation systems (OAS)	sistemi za avtomatizacijo pisarniškega dela
on-line analytic processing (OLAP)	orodja za sprotno analitično obdelavo podatkov
transaction processing systems (TPS)	izvajalni informacijski sistemi
user interface	uporabniški vmesnik
user interface subsystem	uporabniški vmesnik
utility theory	teorija koristnosti

**PRILOGA 2: Spodnja (A) in zgornja meja (B) za osnovni kriterij obseg debla
odločitvenega modela Drevesna naravna vrednota**

DREVESNA VRSTA		A	B
slovensko ime	latinsko ime	obseg [cm]	obseg [cm]
navadna jelka	<i>Abies alba</i> Mill.	375	500
gorski ali beli javor	<i>Acer pseudoplatanus</i> L.	315	450
navadni divji kostanj	<i>Aesculus hippocastanum</i> L.	375	600
črna jelša	<i>Alnus glutinosa</i> (L.) Gaertn.	250*	350
navadna breza	<i>Betula pendula</i> Roth.	250	300
navadni beli gaber	<i>Carpinus betulus</i> L.	285*	400
pravi ali domači kostanj	<i>Castanea sativa</i> Mill.	375	700
cedra	<i>Cedrus sp.</i>	285*	450
cipresa	<i>Cupressus sp.</i>	190	250
navadna bukev	<i>Fagus sylvatica</i> L.	375	550
veliki jesen	<i>Fraxinus excelsior</i> L.	250	450
dvokrpi ginko	<i>Ginkgo biloba</i> L.	250*	350
trnata gledičevka	<i>Gleditsia triacanthos</i> L.	285*	200
navadna bodika	<i>Ilex aquifolium</i> L.	45*	120
navadni ali beli oreh	<i>Juglans regia</i> L.	250	350
evropski macesen	<i>Larix decidua</i> Mill.	250	450
tulipanovec ali tulipovec	<i>Liriodendron tulipifera</i> L.	285*	500
jablana	<i>Malus sp.</i>	250*	350
črna murva	<i>Morus nigra</i> L.	190	250
navadni črni gaber ali gabrovec	<i>Ostrya carpinifolia</i> Scop.	190	250
navadna smreka	<i>Picea abies</i> (L.) Karst.	375	450
rdeči bor	<i>Pinus sylvestris</i> L.	250	350
platana	<i>Platanus sp.</i>	375	650
beli topol	<i>Populus alba</i> L.	375	500
črni topol	<i>Populus nigra</i> L.	375	500
divja češnja	<i>Prunus avium</i> L.	250*	250
navadna ameriška duglazija	<i>Pseudotsuga menziesii</i> (Mirb.) Franco	190	450
hruška	<i>Pyrus sp.</i>	285*	350
hrast graden	<i>Quercus petraea</i> (Mattuschka) Liebl.	315*	700
hrast dob	<i>Quercus robur</i> L.	440	700
robinija	<i>Robinia pseudoacacia</i> L.	315	400
bela vrba	<i>Salix alba</i> L.	315	600
bezeg	<i>Sambucus nigra</i>	65	120
mamutovec ali orjaška	<i>Sequoiadendron giganteum</i>	500	750

DREVESNA VRSTA		A	B
slovensko ime	latinsko ime	obseg [cm]	obseg [cm]
sekvoja	(Lindl.) Buchholz		
mokovec	<i>Sorbus aria</i> (L.) Crantz	0	150
jerebika	<i>Sorbus aucuparia</i> L.	95	150
skorš	<i>Sorbus domestica</i> L.	155*	150
brek	<i>Sorbus torminalis</i> L. Crantz	125	200
močvirski taksodij ali močvirska cipresa	<i>Taxodium distichum</i> (L.) L. C. Rich	250*	450
tisa	<i>Taxus baccata</i> L.	125*	350
lipovec ali malolistna lipa	<i>Tilia cordata</i> Mill.	500	800
lipa ali velikolistna lipa	<i>Tilia platyphyllos</i> Scop.	500	800
gorski ali goli brest	<i>Ulmus glabra</i> Huds.	250	450

Vir: A: Svetličič, Skoberne, 1988; *: Jenčič, 1999; B: Mastnak, 2003
slovenska in latinska imena drevesnih vrst povzeta po Brus, 2004

PRILOGA 3: Tipološka členitev drevesnih naravnih vrednot po okoliščinah pojavljanja

Drevo ali skupina dreves se kot drevesna naravna vrednota v prostoru lahko pojavlja:

OZNAKA	LEGA
A	v gozdu
A.1	drevo v strnjenem sestoju
A.2	drevo na gozdnem robu
A.3	ob gozdarskih objektih
B	v odprti krajini
B.1	samoraslo drevo v odprti krajini (na polju, travniku ali pašniku, ob cesti ipd.)
B.2	hišno drevo (drevo ob hiši, velja za osamljene domačije ali raztreseno naselje)
B.3	drevo v sadovnjaku
B.4	vaško drevo
B.5	drevo ob sakralnem ali spominskem objektu (ob cerkvi, kapeli, znamenju, ob spomeniku, na pokopališču)
C	v strnjenem naselju
C.1	drevo na vrtu (hiše, poslovne stavbe)
C.2	na zeleni javni površini (park)
C.3	drevoredno drevo
C.4	v grajenem okolju (več kot pol vertikalne projekcije krošnje je tlakovane (poploščene, asfaltirane ipd.)
D	v spomeniku oblikovane narave
D.1	del oblikovane naravne vrednote
D.2	del območja ali objekta, zavarovanega na osnovi Zakona o varstvu kulturne dediščine

Vir: Mastnak, 2003, str. 15

PRILOGA 4: Odločitveni model vrednotenja drevesnih naravnih vrednot

DEXi

14.5.2005

Stran 1

Drevo kriterijev

Kriterij	Opis
DREVESNA NARAVNA VREDNOTA	Ocena ustreznosti drevesa za uvrstitev med drevesne naravne vrednote
Izjemnost	Merske in oblikovne lastnosti naravne vrednote
Razsežnost	Merske lastnosti drevesa
Obseg debla	Obseg debla drevesa
Višina	Višina drevesa
Habitus	Oblikovne lastnosti drevesa
Ekosistemska pomembnost	Pomembnost drevesa z vidika biotske raznovrstnosti
Habitat zavarovanih vrst	Drevo je gnezdišče ali habitat zavarovanih vrst
Habitat ogroženih vrst	Drevo je gnezdišče ali habitat ogroženih vrst
Vloga v okolju	Ekološka vloga drevesa v grajenem okolju oziroma koridorna vloga v krajini
Druge značilnosti	Druge značilnosti oziroma pomembnost drevesa
Znanstveno-raziskovalna pomembnost	Pomembnost drevesa za znanstveno-raziskovalno delo
Pričevalna pomembnost	Povezanost drevesa z dogodki iz preteklosti
Vloga v naselbinski kulturi	Vloga drevesa v naselbinski kulturi
Izpostavljenost v krajini	Izpostavljenost drevesa v krajini
Kult.-zgod. pomen	Povezava drevesa z dogodki iz narodove zgodovine in kulture
Nadomestno drevo	Drevo nosi funkcijo nadomestnega drevesa

Zaloge vrednosti

Kriterij	Zaloga vrednosti
DREVESNA NARAVNA VREDNOTA	nepomembna ; malo pomembna; pomembna; zelo pomembna
Izjemnost	majhna ; srednja; velika; zelo velika
Razsežnost	majhna ; srednja; velika
Obseg debla	majhen ; srednji; velik
Višina	ni podatka ; velika
Habitus	ne ; deloma; da
Ekosistemska pomembnost	majhna ; srednja; velika; zelo velika
Habitat zavarovanih vrst	ne ; da
Habitat ogroženih vrst	ne ; da
Vloga v okolju	ne ; v manjši meri; v večji meri
Druge značilnosti	majhna ; srednja; velika; zelo velika
Znanstveno-raziskovalna pomembnost	majhna ; srednja; velika
Pričevalna pomembnost	majhna ; srednja; velika
Vloga v naselbinski kulturi	nepomembna ; pomembna
Izpostavljenost v krajini	ne ; da
Kult.-zgod. pomen	ne ; v manjši meri; v večji meri
Nadomestno drevo	ne ; da

Tabele odločitvenih pravil

Izjemnost	Ekosistemska pomembnost	Druška značilnost	DREVESNA NARAVNA VREDNOTA
48%	18%	34%	
1 majhna	<=srednja	majhna	nepomembna
2 majhna	*	srednja	malo pomembna
3 <=srednja	<=srednja	srednja	malo pomembna
4 majhna	>=velika	<=srednja	malo pomembna
5 srednja	<=srednja	<=srednja	malo pomembna
6 majhna	<=velika	>=velika	pomembna
7 <=srednja	<=srednja	>=velika	pomembna
8 <=velika	<=srednja	velika	pomembna
9 majhna	*	zelo velika	pomembna
10 <=srednja	<=velika	zelo velika	pomembna
11 srednja	>=velika	<=srednja	pomembna
12 srednja:velika	velika	<=srednja	pomembna
13 srednja:velika	>=velika	majhna	pomembna
14 >=srednja	velika	majhna	pomembna
15 velika	<=srednja	<=velika	pomembna
16 velika	<=velika	<=srednja	pomembna
17 velika	*	majhna	pomembna
18 >=velika	srednja:velika	majhna	pomembna
19 *	zelo velika	velika	zelo pomembna
20 >=srednja	>=velika	velika	zelo pomembna
21 >=srednja	zelo velika	>=velika	zelo pomembna
22 >=velika	*	zelo velika	zelo pomembna
23 >=velika	zelo velika	>=srednja	zelo pomembna
24 zelo velika	majhna	*	zelo pomembna
25 zelo velika	*	>=srednja	zelo pomembna
26 zelo velika	zelo velika	*	zelo pomembna

Razsežnost	Habitus	Izjemnost
80%	20%	
1 majhna	<=deloma	majhna
2 majhna	da	srednja
3 srednja	<=deloma	srednja
4 srednja	da	velika
5 velika	*	zelo velika

Obseg debla	Višina	Razsežnost
33%	67%	
1 majhen	ni podatka	majhna
2 srednji	ni podatka	srednja
3 *	velika	velika
4 velik	*	velika

Habitat zavarovanih vrst	Habitat ogroženih vrst	Vloga v okolju	Ekosistemska pomembnost
34%	34%	32%	
1 ne	ne	ne	majhna
2 ne	ne	v manjši meri	srednja
3 ne	da	ne	srednja
4 da	ne	ne	srednja
5 ne	*	v večji meri	velika
6 *	ne	v večji meri	velika
7 ne	da	>=v manjši meri	velika
8 *	da	v manjši meri	velika
9 da	ne	>=v manjši meri	velika
10 da	*	v manjši meri	velika
11 da	da	<=v manjši meri	velika
12 da	da	v večji meri	zelo velika

	Znanstveno-raziskovalna pomembnost	Pričevalna pomembnost	Druga značilnost
	44%	56%	
1	<=srednja	majhna	majhna
2	<=srednja	srednja	srednja
3	<=srednja	velika	velika
4	velika	<=srednja	velika
5	velika	velika	zelo velika

	Vloga v naselbinski kulturi	Izpostavljenost v krajini	Kult.-zgod. pomen	Nadomestno drevo	Pričevalna pomembnost
	27%	27%	20%	27%	
1	nepomembna	ne	ne	*	majhna
2	nepomembna	ne	<=v manjši meri	ne	majhna
3	nepomembna	da	<=v manjši meri	ne	srednja
4	pomembna	ne	<=v manjši meri	ne	srednja
5	*	*	>=v manjši meri	da	velika
6	*	*	v večji meri	*	velika
7	*	da	*	da	velika
8	pomembna	*	*	da	velika
9	pomembna	da	*	*	velika

Povprečne uteži

Kriterij	Lokalne	Globalne	Lok.norm.	Glob.norm.
DREVESNA NARAVNA VREDNOTA				
— Izjemnost	47,8	47,8	47,8	47,8
— Razsežnost	80,0	38,3	80,0	38,3
— Obseg debla	33,3	12,8	42,9	16,4
— Višina	66,7	25,5	57,1	21,9
— Habitus	20,0	9,6	20,0	9,6
— Ekosistemska pomembnost	18,0	18,0	18,0	18,0
— Habitat zavarovanih vrst	34,0	6,1	29,4	5,3
— Habitat ogroženih vrst	34,0	6,1	29,4	5,3
— Vloga v okolju	31,9	5,7	41,3	7,4
— Druga značilnost	34,2	34,2	34,2	34,2
— Znanstveno-raziskovalna pomembnost	44,4	15,2	44,4	15,2
— Pričevalna pomembnost	55,6	19,0	55,6	19,0
— Vloga v naselbinski kulturi	26,7	5,1	24,2	4,6
— Izpostavljenost v krajini	26,7	5,1	24,2	4,6
— Kult.-zgod. pomen	20,0	3,8	27,3	5,2
— Nadomestno drevo	26,7	5,1	24,2	4,6

PRILOGA 5: Odločitveni model vrednotenja podzemeljskih geomorfoloških naravnih vrednot (podzemnih jam)

DEXi

14.5.2005

Stran 1

Drevo kriterijev

Kriterij	Opis
PODZEMNA JAMA	Naravovarstveni pomen podzemne jame
Izjemnost	Merske, oblikovne in druge značilnosti
Razsežnost	Merske lastnosti naravne vrednote
Dolžina	Dolžina podzemne jame
Globina	Globina podzemne jame
Oblika	Izjemne oblike, ki se pojavljajo v jami
Geologija	Geološke značilnosti
Zasiganost	Prisotnost kapniških tvorb v vseh njihovih pojavnih oblikah
Posebni jamski minerali	Prisotnost posebnih jamskih mineralov
Posebne geološke oblike	Prisotnost posebnih geoloških oblik
Paleontološki in arheološki material	Prisotnost fosilov in arheoloških ostankov
Paleontološki material	Prisotnost fosilov in drugih ostankov živih bitij
Arheološki material	Prisotnost arheoloških ostankov, ki so posledica člov. dejavnosti v zgodovini
Redkost pojavljanja	Izjemnost glede pogostosti pojavljanja podzemne jame
Absolutna redkost	Pomen tipa jame oz. obstoj omejenega števila posameznega tipa jame
Relativna redkost	Pojavljanje izven območja množične razširjenosti
Ohranjenost	Naravno stanje, zaradi katerega ima del narave pričevalne lastnosti
Poškodovanost	Poškodovanost podzemne jame
Onesnaženost	Onesnaženost podzemne jame
Odpadni material	Zatrpanost jamskega prostora z odpadnim materialom
Podzemne vode	Onesnaženost jamskih podzemnih voda
Površje	Onesnaženost kraškega površja nad jamskih prostorom
Ekosistemska pomembnost	Pomembnost podzemne jame z vidika biotske raznovrstnosti
Število vrst nevretenčarjev	Število troglobiontskih/stigobiontskih vrst nevretenčarjev
Takson brez posebnega statusa	Takson brez posebnega statusa
Podvrsta v tipskem nahajališču	Podvrsta v tipskem nahajališču
Vrsta v tipskem nahajališču	Vrsta v tipskem nahajališču
Druge živalske vrste	Prisotnost drugih živalskih vrst
Življenjski prostor človeške ribice	Podzemna jama je življenjski prostor človeške ribice
Prisotnost netopirjev	Podzemna jama je prebivališče netopirjev
Število vrst	Število vrst netopirjev
Funkcija prostora	Funkcija območja za vrsto
Edino znano nahajališče taksonov	Edino znano nahajališče taksonov za določeno vrsto in podvrsto
Druga značilnost	Druga značilnost oziroma pomembnost podzemne jame
Tipičnost	Jasno prepoznavne lastnosti in značilnosti podzemne jame
Znan.-razisk. pomembnost	Pomembnost za znanstveno-raziskovalno delo
Kompleksna povezanost	Medsebojna povezanost delov narave
Kompleksni objekt	Medsebojna povezanost naravnih pojavov na manjšem območju
Kompleksno funkcionalno območje	Medsebojna povezanost posameznih delov v večji sistem
Kompleksno geografsko območje	Topografska pripadnost geografski enoti
Pričevalni in kult.-zgod. pomen	Pričevalni in kulturno-zgodovinski pomen
Pričevalna pomembnost	Povezanost z materialnimi ostanki in kulturni dogodki iz preteklosti
Slikovitost	Estetski odnos posameznika do podzemne jame
Pomen za ljudi	Simbolni pomen za ljudi
Simbolna vrednost	Podzemna jama predstavlja simbol slovenskega naroda
Znana krajevna znamenitost	Podzemna jama je znamenitost kraja in je v zavesti domačinov

Zaloge vrednosti

Kriterij	Zaloga vrednosti
PODZEMNA JAMA	nepomembna ; malo pomembna; pomembna; zelo pomembna
Izjemnost	majhna ; srednja; velika; zelo velika
Razsežnost	majhna ; srednja; velika; zelo velika
Dolžina	pod 100 m ; 100 - 500 m; 500 - 1000 m; 1000 - 5000 m; nad 5000 m
Globina	pod 50 m ; 50 - 200 m; 200 - 500 m; 500 - 1000 m; nad 1000 m
Oblika	nepomembna ; pomembna; zelo pomembna
Geologija	nepomembna ; pomembna; zelo pomembna
Zasiganost	majhna ; srednja; velika
Posebni jamski minerali	niso prisotni ; malo; veliko
Posebne geološke oblike	niso prisotne ; malo; veliko
Paleontološki in arheološki material	nepomemben ; pomemben; zelo pomemben
Paleontološki material	ni prisoten ; malo; veliko
Arheološki material	ni prisoten ; malo; veliko
Redkost pojavljanja	majhna ; srednja; velika
Absolutna redkost	majhna ; srednja; velika
Relativna redkost	ne ; da
Ohranjenost	majhna ; srednja; velika
Poškodovanost	velika ; srednja; majhna
Onesnaženost	velika ; srednja; majhna
Odpadni material	velika ; srednja; majhna
Podzemne vode	velika ; srednja; majhna ; brez vode
Površje	velika ; srednja; majhna
Ekosistemska pomembnost	majhna ; srednja; velika; zelo velika
Število vrst nevretenčarjev	nič ; malo; srednje; veliko
Takson brez posebnega statusa	0 ; 1-10; 11-20; nad 20
Podvrsta v tipskem nahajališču	0 ; 1-5; nad 5
Vrsta v tipskem nahajališču	0 ; 1-5; nad 5
Druge živalske vrste	jih ni ; pomembne; zelo pomembne
Življenjski prostor človeške ribice	ne ; da
Prisotnost netopirjev	jih ni ; pomembna; zelo pomembna
Število vrst	nič ; ena vrsta ; več vrst
Funkcija prostora	nepomembna ; pomembna; zelo pomembna
Edino znano nahajališče taksonov	ne ; da
Druga značilnost	majhna ; srednja; velika; zelo velika
Tipičnost	ne ; v manjši meri; v večji meri
Znan.-razisk. pomembnost	ne ; v manjši meri; v večji meri
Kompleksna povezanost	majhna ; srednja; velika; zelo velika
Kompleksni objekt	ne ; da
Kompleksno funkcionalno območje	ne ; da
Kompleksno geografsko območje	ne ; deloma; da
Pričevalni in kult.-zgod. pomen	majhen ; srednji; velik; zelo velik
Pričevalna pomembnost	ne ; v manjši meri; v večji meri
Slikovitost	majhna ; srednja; velika
Pomen za ljudi	ga ni ; majhen; velik
Simbolna vrednost	ne ; v manjši meri; v večji meri
Znana krajevna znamenitost	ne ; v manjši meri; v večji meri

Tabele odločitvenih pravil

	Izjemnost	Ohranjenost	Ekosistemska pomembnost	Druga značilnost	PODZEMNA JAMA
	31%	13%	30%	25%	
1	majhna	majhna	majhna	<=srednja	nepomembna
2	majhna	majhna	<=srednja	majhna	nepomembna
3	majhna	*	majhna	majhna	nepomembna
4	majhna	majhna	srednja	srednja	malo pomembna
5	majhna	>=srednja	majhna	srednja	malo pomembna
6	<=srednja	srednja	majhna	srednja	malo pomembna
7	majhna	>=srednja	srednja	majhna	malo pomembna
8	<=srednja	srednja	srednja	majhna	malo pomembna
9	majhna	velika	<=srednja	srednja	malo pomembna
10	majhna	velika	srednja	<=srednja	malo pomembna
11	srednja	<=srednja	majhna	<=velika	malo pomembna
12	srednja	<=srednja	<=srednja	majhna	malo pomembna
13	srednja	srednja	<=srednja	<=srednja	malo pomembna
14	majhna	*	<=velika	>=velika	pomembna
15	majhna	*	*	velika	pomembna
16	<=srednja	*	<=velika	zelo velika	pomembna
17	<=velika	majhna	<=velika	zelo velika	pomembna
18	<=velika	<=srednja	<=srednja	zelo velika	pomembna
19	<=velika	*	majhna	zelo velika	pomembna
20	<=srednja	*	srednja:velika	>=velika	pomembna
21	<=srednja	*	>=srednja	velika	pomembna
22	<=velika	<=srednja	srednja	>=velika	pomembna
23	<=velika	*	srednja:velika	velika	pomembna
24	*	*	srednja	velika	pomembna
25	<=srednja	*	velika	*	pomembna
26	<=srednja	*	>=velika	<=velika	pomembna
27	<=velika	majhna	velika	*	pomembna
28	<=velika	<=srednja	>=velika	<=srednja	pomembna
29	<=velika	*	velika	<=velika	pomembna
30	*	majhna	>=velika	majhna	pomembna
31	*	<=srednja	velika	<=srednja	pomembna
32	majhna	srednja	srednja:velika	>=srednja	pomembna
33	majhna	srednja	>=srednja	srednja:velika	pomembna
34	<=velika	srednja	>=srednja	velika	pomembna
35	*	srednja	srednja	>=velika	pomembna
36	*	srednja	srednja:velika	velika	pomembna
37	srednja	<=srednja	*	zelo velika	pomembna
38	srednja	majhna	>=srednja	>=srednja	pomembna
39	srednja:velika	majhna	srednja:velika	>=srednja	pomembna
40	srednja:velika	majhna	>=srednja	srednja	pomembna
41	>=srednja	majhna	srednja	srednja:velika	pomembna
42	>=srednja	majhna	srednja:velika	srednja	pomembna
43	srednja	<=srednja	>=srednja	>=velika	pomembna
44	srednja	velika	<=velika	*	pomembna
45	srednja	velika	*	<=velika	pomembna
46	srednja:velika	velika	majhna	*	pomembna
47	srednja:velika	velika	<=velika	<=velika	pomembna
48	>=srednja	velika	<=srednja	<=velika	pomembna
49	velika	majhna	<=velika	*	pomembna
50	velika	<=srednja	<=srednja	*	pomembna
51	velika	<=srednja	*	<=srednja	pomembna
52	velika	*	majhna	*	pomembna
53	velika	*	<=velika	<=velika	pomembna
54	>=velika	majhna	*	majhna	pomembna
55	>=velika	<=srednja	<=velika	<=srednja	pomembna
56	>=velika	*	<=srednja	<=velika	pomembna
57	majhna	*	zelo velika	zelo velika	zelo pomembna
58	*	velika	zelo velika	zelo velika	zelo pomembna
59	>=velika	majhna	zelo velika	>=velika	zelo pomembna
60	>=velika	>=srednja	>=velika	zelo velika	zelo pomembna
61	>=velika	velika	>=srednja	zelo velika	zelo pomembna
62	>=velika	velika	zelo velika	*	zelo pomembna

63	<i>zelo velika</i>	<i>majhna</i>	*	<i>zelo velika</i>	<i>zelo pomembna</i>
64	<i>zelo velika</i>	*	<i>majhna</i>	<i>zelo velika</i>	<i>zelo pomembna</i>
65	<i>zelo velika</i>	<i>majhna</i>	>=velika	>=velika	<i>zelo pomembna</i>
66	<i>zelo velika</i>	*	<i>zelo velika</i>	>=srednja	<i>zelo pomembna</i>
67	<i>zelo velika</i>	>=srednja	<i>zelo velika</i>	*	<i>zelo pomembna</i>
68	<i>zelo velika</i>	<i>velika</i>	>=velika	*	<i>zelo pomembna</i>

	Razsežnost	Oblika	Redkost pojavljanja	Izjemnost
	40%	30%	30%	
1	<i>majhna</i>	<i>nepomembna</i>	<i>majhna</i>	<i>majhna</i>
2	<=srednja	<=pomembna	srednja	srednja
3	<=srednja	pomembna	<=srednja	srednja
4	srednja	<=pomembna	<=srednja	srednja
5	<=srednja	<=pomembna	<i>velika</i>	velika
6	<=velika	<i>nepomembna</i>	<i>velika</i>	velika
7	<=srednja	<i>zelo pomembna</i>	<=srednja	velika
8	<=velika	<i>zelo pomembna</i>	<i>majhna</i>	velika
9	velika	<i>nepomembna</i>	*	velika
10	velika	<=pomembna	<=srednja	velika
11	velika	*	<i>majhna</i>	velika
12	*	<i>zelo pomembna</i>	<i>velika</i>	<i>zelo velika</i>
13	>=velika	>=pomembna	<i>velika</i>	<i>zelo velika</i>
14	>=velika	<i>zelo pomembna</i>	>=srednja	<i>zelo velika</i>
15	<i>zelo velika</i>	*	*	<i>zelo velika</i>

	Dolžina	Globina	Razsežnost
	50%	50%	
1	<=100 - 500 m	<=50 - 200 m	<i>majhna</i>
2	<=500 - 1000 m	200 - 500 m	srednja
3	500 - 1000 m	<=200 - 500 m	srednja
4	<=1000 - 5000 m	500 - 1000 m	velika
5	1000 - 5000 m	<=500 - 1000 m	velika
6	*	<i>nad 1000 m</i>	<i>zelo velika</i>
7	<i>nad 5000 m</i>	*	<i>zelo velika</i>

	Geologija	Paleontološki in arheološki material	Oblika
	50%	50%	
1	<i>nepomembna</i>	<i>nepomemben</i>	<i>nepomembna</i>
2	<=pomembna	pomemben	pomembna
3	pomembna	<=pomemben	pomembna
4	*	<i>zelo pomemben</i>	<i>zelo pomembna</i>
5	<i>zelo pomembna</i>	*	<i>zelo pomembna</i>

	Zasiganost	Posebni jamski minerali	Posebne geološke oblike	Geologija
	33%	33%	33%	
1	<i>majhna</i>	<i>niso prisotni</i>	<i>niso prisotne</i>	<i>nepomembna</i>
2	<=srednja	<=malo	malo	pomembna
3	<=srednja	malo	<=malo	pomembna
4	srednja	<=malo	<=malo	pomembna
5	*	*	<i>veliko</i>	<i>zelo pomembna</i>
6	*	<i>veliko</i>	*	<i>zelo pomembna</i>
7	<i>velika</i>	*	*	<i>zelo pomembna</i>

	Paleontološki material	Arheološki material	Paleontološki in arheološki material
	50%	50%	
1	<i>ni prisoten</i>	<i>ni prisoten</i>	<i>nepomemben</i>
2	<=malo	malo	pomemben
3	malo	<=malo	pomemben
4	*	<i>veliko</i>	<i>zelo pomemben</i>
5	<i>veliko</i>	*	<i>zelo pomemben</i>

	Absolutna redkost	Relativna redkost	Redkost pojavljanja
	53%	47%	
1	majhna	ne	majhna
2	majhna	da	srednja
3	srednja	ne	srednja
4	>=srednja	da	velika
5	velika	*	velika

	Poškodovanost	Onesnaženost	Ohranjenost
	50%	50%	
1	velika	*	majhna
2	*	velika	majhna
3	srednja	>=srednja	srednja
4	>=srednja	srednja	srednja
5	majhna	majhna	velika

	Odpadni material	Podzemne vode	Površje	Onesnaženost
	41%	32%	27%	
1	velika	velika	*	velika
2	velika	<=srednja	<=srednja	velika
3	velika	*	velika	velika
4	<=srednja	<=srednja	velika	velika
5	*	velika	<=srednja	velika
6	velika	majhna	majhna	velika
7	velika	brez vode	<=srednja	velika
8	majhna	velika	*	velika
9	*	srednja	majhna	srednja
10	*	majhna	srednja	srednja
11	<=srednja	brez vode	majhna	srednja
12	srednja	*	majhna	srednja
13	srednja	>=srednja	>=srednja	srednja
14	>=srednja	srednja	>=srednja	srednja
15	>=srednja	srednja: majhna	srednja	srednja
16	srednja	>= majhna	*	srednja
17	>=srednja	majhna	<=srednja	srednja
18	>=srednja	>= majhna	velika	srednja
19	majhna	srednja	*	srednja
20	majhna	srednja: majhna	<=srednja	srednja
21	majhna	>=srednja	velika	srednja
22	majhna	>= majhna	majhna	majhna
23	majhna	brez vode	>=srednja	majhna

	Število vrst nevretenčarjev	Druge živalske vrste	Edino znano nahajališče taksonov	Ekosistemska pomembnost
	39%	33%	28%	
1	nič	jih ni	*	majhna
2	nič	pomembne	*	srednja
3	<=malo	pomembne	ne	srednja
4	malo	<=pomembne	ne	srednja
5	malo:srednje	jih ni	ne	srednja
6	<=malo	zelo pomembne	*	velika
7	<=srednje	zelo pomembne	ne	velika
8	malo	*	da	velika
9	malo:srednje	<=pomembne	da	velika
10	srednje	pomembne	*	velika
11	srednje	>=pomembne	ne	velika
12	veliko	jih ni	ne	velika
13	>=srednje	zelo pomembne	da	zelo velika
14	veliko	*	da	zelo velika
15	veliko	>=pomembne	*	zelo velika

Takson brez posebnega statusa	Podvrsta v tipnem nahajališču	Vrsta v tipnem nahajališču	Število vrst nevretenčarjev
23%	33%	45%	
1 0	0	0	nič
2 <=1-10	1-5	0	malo
3 1-10	<=1-5	0	malo
4 <=1-10	0	1-5	srednje
5 11-20	<=1-5	0	srednje
6 *	*	nad 5	veliko
7 *	>=1-5	>=1-5	veliko
8 *	nad 5	*	veliko
9 >=11-20	*	>=1-5	veliko
10 nad 20	*	*	veliko

Življenjski prostor človeške ribice	Prisotnost netopirjev	Druge živalske vrste
67%	33%	
1 ne	jih ni	jih ni
2 ne	pomembna	pomembne
3 *	zelo pomembna	zelo pomembne
4 da	*	zelo pomembne

Število vrst	Funkcija prostora	Prisotnost netopirjev
67%	33%	
1 nič	nepomembna	jih ni
2 nič	>=pomembna	pomembna
3 <= ena vrsta	pomembna	pomembna
4 ena vrsta	<=pomembna	pomembna
5 >= ena vrsta	zelo pomembna	zelo pomembna
6 več vrst	*	zelo pomembna

Tipičnost	Znan.-razisk. pomembnost	Kompleksna povezanost	Pričevalni in kult.-zgod. pomen	Druga značilnos
18%	18%	23%	41%	
1 ne	<=v manjši meri	<=srednja	majhen	majhna
2 <=v manjši meri	ne	majhna	majhen	majhna
3 ne	ne	<=velika	srednji	srednja
4 <=v manjši meri	<=v manjši meri	<=srednja	srednji	srednja
5 ne	ne	velika	<=srednji	srednja
6 <=v manjši meri	<=v manjši meri	velika	majhen	srednja
7 ne	v manjši meri	majhna	srednji:velik	srednja
8 <=v manjši meri	v večji meri	majhna	majhen	srednja
9 v manjši meri	ne	srednja	<=velik	srednja
10 v manjši meri	<=v manjši meri	srednja:velika	majhen	srednja
11 v manjši meri	*	srednja	<=srednji	srednja
12 v manjši meri	v manjši meri	<=velika	majhen	srednja
13 v manjši meri	>=v manjši meri	<=srednja	<=srednji	srednja
14 v večji meri	ne	majhna	majhen	srednja
15 ne	ne	*	velik	velika
16 *	ne	majhna	>=velik	velika
17 <=v manjši meri	<=v manjši meri	majhna	zelo velik	velika
18 ne	<=v manjši meri	>=srednja	velik	velika
19 ne	*	srednja:velika	velik	velika
20 ne	<=v manjši meri	zelo velika	<=velik	velika
21 <=v manjši meri	ne	zelo velika	<=velik	velika
22 <=v manjši meri	*	zelo velika	<=srednji	velika
23 *	<=v manjši meri	zelo velika	<=srednji	velika
24 *	*	zelo velika	majhen	velika
25 *	v manjši meri	srednja:velika	velik	velika
26 *	>=v manjši meri	srednja	velik	velika
27 ne	v manjši meri	>=velika	srednji:velik	velika
28 ne	>=v manjši meri	velika	srednji:velik	velika
29 <=v manjši meri	>=v manjši meri	>=velika	srednji	velika
30 *	v manjši meri	velika	srednji:velik	velika
31 *	v manjši meri	>=velika	srednji	velika
32 *	>=v manjši meri	velika	srednji	velika
33 ne	v večji meri	<=velika	srednji:velik	velika
34 ne	v večji meri	*	srednji	velika
35 ne	v večji meri	srednja:velika	<=velik	velika
36 ne	v večji meri	>=srednja	<=srednji	velika
37 <=v manjši meri	v večji meri	>=velika	<=srednji	velika
38 *	v večji meri	velika	<=srednji	velika
39 *	v večji meri	>=velika	majhen	velika
40 v manjši meri	<=v manjši meri	majhna	>=velik	velika
41 >=v manjši meri	*	majhna	velik	velika
42 v manjši meri	<=v manjši meri	<=srednja	zelo velik	velika
43 v manjši meri	ne	>=velika	srednji:velik	velika
44 v manjši meri	*	>=velika	srednji	velika
45 >=v manjši meri	<=v manjši meri	velika	srednji:velik	velika
46 >=v manjši meri	<=v manjši meri	>=velika	srednji	velika
47 >=v manjši meri	*	velika	srednji	velika
48 v manjši meri	v manjši meri	<=srednja	>=velik	velika
49 >=v manjši meri	v manjši meri	<=velika	velik	velika
50 >=v manjši meri	>=v manjši meri	<=srednja	velik	velika
51 v večji meri	ne	majhna	>=srednji	velika
52 v večji meri	<=v manjši meri	*	srednji	velika
53 v večji meri	*	<=velika	srednji:velik	velika
54 v večji meri	<=v manjši meri	>=srednja	<=srednji	velika
55 v večji meri	*	srednja:velika	<=velik	velika
56 v večji meri	*	>=srednja	majhen	velika
57 v večji meri	v manjši meri	*	<=velik	velika
58 v večji meri	>=v manjši meri	<=velika	<=velik	velika
59 v večji meri	>=v manjši meri	*	majhen	velika
60 ne	*	>=srednja	zelo velik	zelo velika
61 *	*	>=velika	zelo velik	zelo velika
62 *	v večji meri	*	zelo velik	zelo velika
63 *	v večji meri	zelo velika	>=velik	zelo velika

64	v manjši meri	>=v manjši meri	<i>zelo velika</i>	>=velik	<i>zelo velika</i>
65	v manjši meri	<i>v večji meri</i>	>=velika	>=velik	<i>zelo velika</i>
66	<i>v večji meri</i>	*	>=srednja	<i>zelo velik</i>	<i>zelo velika</i>
67	<i>v večji meri</i>	<i>ne</i>	<i>zelo velika</i>	>=velik	<i>zelo velika</i>
68	<i>v večji meri</i>	>=v manjši meri	*	<i>zelo velik</i>	<i>zelo velika</i>
69	<i>v večji meri</i>	<i>v večji meri</i>	<i>zelo velika</i>	>=srednji	<i>zelo velika</i>

Kompleksni objekt	Kompleksno funkcionalno območje	Kompleksno geografsko območje	Kompleksna povezanost
41%	41%	18%	
1 <i>ne</i>	<i>ne</i>	<i>ne</i>	<i>majhna</i>
2 <i>ne</i>	<i>ne</i>	deloma	srednja
3 <i>ne</i>	*	<i>da</i>	velika
4 *	<i>ne</i>	<i>da</i>	velika
5 <i>ne</i>	<i>da</i>	*	velika
6 *	<i>da</i>	<i>ne</i>	velika
7 <i>da</i>	<i>ne</i>	*	velika
8 <i>da</i>	*	<i>ne</i>	velika
9 <i>da</i>	<i>da</i>	>=deloma	<i>zelo velika</i>

Pričevalna pomembnost	Slikovitost	Pomen za ljudi	Pričevalni in kult.-zgod. pomen
30%	40%	30%	
1 <i>ne</i>	<i>majhna</i>	<=majhen	<i>majhen</i>
2 <=v manjši meri	<i>majhna</i>	<i>ga ni</i>	<i>majhen</i>
3 <=v manjši meri	srednja	<=majhen	srednji
4 v manjši meri	<=srednja	majhen	srednji
5 <=v manjši meri	<=srednja	<i>velik</i>	velik
6 *	<i>majhna</i>	<i>velik</i>	velik
7 <=v manjši meri	<i>velika</i>	<=majhen	velik
8 <i>v večji meri</i>	<i>majhna</i>	*	velik
9 <i>v večji meri</i>	<=srednja	<=majhen	velik
10 *	<i>velika</i>	<i>velik</i>	<i>zelo velik</i>
11 <i>v večji meri</i>	>=srednja	<i>velik</i>	<i>zelo velik</i>
12 <i>v večji meri</i>	<i>velika</i>	*	<i>zelo velik</i>

Simbolna vrednost	Znana krajevna znamenitost	Pomen za ljudi
50%	50%	
1 <i>ne</i>	<i>ne</i>	<i>ga ni</i>
2 <=v manjši meri	v manjši meri	majhen
3 v manjši meri	<=v manjši meri	majhen
4 *	<i>v večji meri</i>	<i>velik</i>
5 <i>v večji meri</i>	*	<i>velik</i>

Povprečne uteži

Kriterij	Lokalne	Globalne	Lok.norm.	Glob.norm.
PODZEMNA JAMA				
Izjemnost	31,5	31,5	32,5	32,5
Razsežnost	40,0	12,6	47,1	15,3
Dolžina	50,0	6,3	50,0	7,7
Globina	50,0	6,3	50,0	7,7
Oblika	30,0	9,4	26,5	8,6
Geologija	50,0	4,7	50,0	4,3
Zasiganost	33,3	1,6	33,3	1,4
Posebni jamski minerali	33,3	1,6	33,3	1,4
Posebne geološke oblike	33,3	1,6	33,3	1,4
Paleontološki in arheološki material	50,0	4,7	50,0	4,3
Paleontološki material	50,0	2,4	50,0	2,2
Arheološki material	50,0	2,4	50,0	2,2
Redkost pojavljanja	30,0	9,4	26,5	8,6
Absolutna redkost	52,9	5,0	62,8	5,4
Relativna redkost	47,1	4,4	37,2	3,2
Ohranjenost	13,1	13,1	10,2	10,2
Poškodovanost	50,0	6,6	50,0	5,1
Onesnaženost	50,0	6,6	50,0	5,1
Odpadni material	41,0	2,7	37,1	1,9
Podzemne vode	31,6	2,1	38,1	1,9
Površje	27,4	1,8	24,7	1,3
Ekosistemska pomembnost	30,0	30,0	31,0	31,0
Število vrst nevretenčarjev	38,9	11,7	50,0	15,5
Takson brez posebnega statusa	22,8	2,7	28,2	4,4
Podvrsta v tipnem nahajališču	32,5	3,8	30,2	4,7
Vrsta v tipnem nahajališču	44,7	5,2	41,6	6,4
Druge živalske vrste	33,3	10,0	32,1	10,0
Življenjski prostor človeške ribice	66,7	6,7	57,1	5,7
Prisotnost netopirjev	33,3	3,3	42,9	4,3
Število vrst	66,7	2,2	66,7	2,8
Funkcija prostora	33,3	1,1	33,3	1,4
Edino znano nahajališče taksonov	27,8	8,3	17,9	5,5
Druga značilnost	25,5	25,5	26,3	26,3
Tipičnost	17,9	4,6	14,7	3,9
Znan.-razisk. pomembnost	17,9	4,6	14,7	3,9
Kompleksna povezanost	23,1	5,9	25,4	6,7
Kompleksni objekt	40,8	2,4	37,4	2,5
Kompleksno funkcionalno območje	40,8	2,4	37,4	2,5
Kompleksno geografsko območje	18,4	1,1	25,2	1,7
Pričevalni in kult.-zgod. pomen	41,2	10,5	45,2	11,9
Pričevalna pomembnost	30,0	3,1	30,0	3,6
Slikovitost	40,0	4,2	40,0	4,8
Pomen za ljudi	30,0	3,1	30,0	3,6
Simbolna vrednost	50,0	1,6	50,0	1,8
Znana krajevna znamenitost	50,0	1,6	50,0	1,8