

# MODEL ZA VREDNOTENJE KRITERIJEV GRADNJE

METODA ANALITIČNEGA HIERARHIČNEGA PROCESA

*VALUATION MODEL FOR CONSTRUCTION CRITERIA*

*A METHOD FOR ANALYTICAL HIERARCHICAL PROCESS*

## izvleček

Gradnja objektov je kompleksen multiparametričen proces, na katerega vplivajo različni dejavniki s področja arhitekture, gradbeništva, ekologije, ekonomije itd. V prispevku je prikazana ena od možnih metod, ki omogoča objektiviziranje niza odločitev pri gradnji objektov na osnovi uporabe metode Analitični hierarhični proces odločanja (AHP). Metoda omogoča vključevanje različnih, tudi deskriptivnih parametrov v matematični model, s pomočjo katerega se izračunajo pomembnosti posameznih kriterijev gradnje, ki je sestavni del sistema. Rezultat metode AHP je odločitveno drevo, ki omogoča hitro in enostavno prepoznavanje ključnih odločitev. Poleg tega nam odločitveno drevo omogoča analitično primerjavo med različnimi gradbenimi materiali, s katero lahko vzpostavimo močne in šibke lastnosti posameznega materiala. Na osnovi izbranega modela je možno izvršiti tudi optimizacijo celotnega sistema. Metoda je predstavljena na primeru AHP analize primernosti lesene, opečnate, betonske ali jeklene konstrukcije za namen stanovanjske, javne ali industrijske gradnje. Rezultati kažejo, da je za stanovanjsko gradnjo najboljše ocenjena lesena okvirna konstrukcija.

## abstract

Building structures is a complex multi-parametric process influenced by a variety of factors such as architecture, civil engineering, economy, ecology, etc. The article describes one of the feasible methods for objectifying a string of decisions related to construction by using the method of analytical hierarchical process (AHP). The method allows the inclusion of different, also descriptive parameters in a mathematical model which enables the calculation of the significance of individual construction criteria. The AHP method results in a decision tree, permitting the rapid and simple recognition of key decisions. The decision tree also allows analytical comparisons of various construction materials, so that we can establish the strong and weak points of individual materials. The entire system can be then optimised on the basis of a selected model. The method is presented through the case study of an AHP analysis of the aptness of wood, brick, concrete or steel for housing, public or industrial construction. The results show that the use of wooden framework structures was best for housing construction.

## ključne besede:

kriteriji gradnje, metoda AHP, konstrukcija, material

## key words:

construction criteria, AHP method, structure, material

V Sloveniji gradnja objektov predstavlja več kot polovico gradbene dejavnosti (52,5 %), vendar je okrog tri četrtine aktivnosti namenjenih gradnji novih objektov in le manjši delež prenovi [Sitar et al, 2005: 38]. Največji delež obstoječih stavb predstavljajo stanovanjske stavbe (43 %). Po podatkih Statističnega urada Republike Slovenije [2003] je razvidno, da je več kot polovica (56 %) stanovanjskih stavb zgrajenih iz opeke, 16 % je betonskih in mešanih konstrukcij, ostali materiali pa so zastopani v manjši meri. Kot prikaz trenda uporabe materialov v zadnjih petih letih lahko služi delitev stanovanjskih površin za stavbe, zgrajene po letu 2000, kjer je ugotovljeno, da je povečana uporaba betonskih konstrukcij +60 % in lesenih konstrukcij +35 %, upada pa uporaba kombiniranih konstrukcij. Poraba opečnih konstrukcij ostaja pretežno nespremenjena. Podobne trende je pričakovati poleg stanovanjskih tipov stavb, tudi v nestanovanjski gradnji [Kilar, 2004: 153]. Gradnja stavb se je v letu 2007 povečala za 14 %. Delež lesenih novogradenj v stanovanjskem fondu je manjši od 7 %. Za primerjavo je delež lesenih novogradenj v Avstriji 27 % [ProHolz, 2006: 5]. Znano je, da bo v prihodnjih petih letih povpraševanje po približno 35.000 družinskih hišah in 28.000 stanovanjih. Pričakujemo skoraj 22.000 primanjkljaja enodružinskih hiš [Mandič, 2006]. Za odpravljanje primanjkljaja enodružinskih hiš bosta potrebni novogradnja in prenova trenutno naseljenih hiš. Leta 2007 je bila narejena javnomnenjska raziskava z naslovom Slovensko javno

mnenje o leseni gradnji [Kitek Kuzman, 2007], z namenom ugotoviti razloge za bistveno manjši delež lesene gradnje v Sloveniji v primerjavi s sosednjo Avstrijo. Glavna ugotovitev raziskave je bila, da so v Sloveniji lastnosti (prednosti/ slabosti) lesene montažne gradnje povprečnemu uporabniku zelo slabo poznane. Razlog, zakaj se ljudje raje odločajo za tradicionalno gradnjo in ne za leseno montažno, naj bi bila višja cena lesenih montažnih hiš, kar pa ovrže podrobna primerjalna analiza cen različnih tipov gradnje (lesene, opečne, jeklene in betonske). Dokazano je bilo, da je cena lesene okvirne konstrukcije povsem primerljiva s klasično opečno gradnjo [Kuzman K., 2006: 3].

Cena gradnje je samo eden od dejavnikov, ki vplivajo na odločitve pri gradnji. Zelo pomembni so še kriteriji, kot so na primer požarna varnost objekta, energetska učinkovitost, stroški vzdrževanja, estetika, čas gradnje itd. Z upoštevanjem večjega števila kriterijev postanejo odločitve del kompleksnega procesa. Kot pomoč pri odločanju v kompleksnih procesih je bilo razvitih več matematičnih metod, kot sta teorija večatributne vrednosti ali koristi MAVT (Multiattribute Value Utility Theory) in metoda SMART (Simplified Multi Attribute Rating Technique). V delu je predstavljena uporaba metode analitično hierarhično odločanje (Analytical hierarchy process – AHP) na primeru vrednotenja različnih tipov konstrukcij. Rezultat analize je številčni prikaz prednosti in slabosti posameznih konstrukcij.

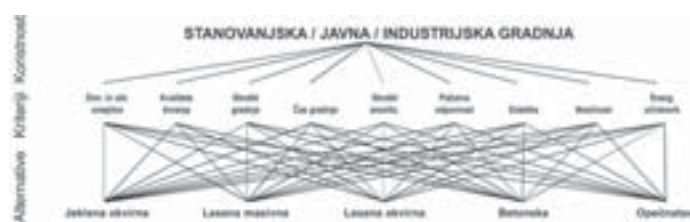
## Metode:

### Metoda analitičnega hierarhičnega odločanja

Metoda AHP, ki jo je razvil Thomas Saaty [1980], omogoča kvantifikacijo subjektivnih parametrov. Metoda obsega tri stopnje. (1) Prva stopnja je izdelava odločitvenega drevesa, s katerim so definirani ključni kriteriji, ki vplivajo na odločitve pri gradnji objektov. Kriteriji so lahko večnivojsko razvejani do zadnjega nivoja alternativ. Alternative so konkretne možnosti, ki so predmet odločanja. (2) Druga stopnja je povzetek mnenja strokovnjakov o pomembnosti kriterijev, navedenih v odločitvenem drevesu. V ta namen je izvedena anketa parnih primerjav po metodi Delphi. (3) Zadnja, tretja stopnja je statistična obdelava rezultatov ankete, katere rezultat je izračun pomembnosti (uteži) posameznega kriterija. V nadaljevanju so posamezni koraki natančneje opisani.

### Odločitveno drevo

Sestavni elementi odločitvenega drevesa so koristnost, kriteriji in alternative (slika 1). Koristnost predstavlja predmet analize, v našem primeru je to gradnja objekta. Obravnavani so bili trije tipi gradnje objekta (stanovanjska, javna in industrijska gradnja). Na drugi strani so alternative, v našem primeru jeklena okvirna konstrukcija, lesena masivna, lesena okvirna, betonska in opečnata gradnja. Postavi se vprašanje, katera od navedenih alternativ je primernejša za posamezen tip gradnje. Do odgovora pridemo z vrednotenjem kriterijev, ki predstavljajo jedro odločitvenega drevesa. V prvem koraku je bilo na osnovi analize obstoječe literature izbranih 18 najpomembnejših kriterijev gradnje, ki so bili razvrščeni v pet sklopov (ekonomski kriteriji, mehansko-tehnični kriteriji, bivanjski kriteriji, kriteriji izgradnje objekta in ostali kriteriji). Od 18 kriterijev je bilo na podlagi rezultatov ankete [Kitek Kuzman, 2007] v podrobno analizo



Slika 1: Odločitveno drevo za izbor najugodnejšega tipa konstrukcije – alternativa (jeklena okvirna, lesena masivna, lesena okvirna, betonska ali opečnata konstrukcija) za posamezen tip gradnje – koristnost (stanovanjska, javna oziroma industrijska gradnja). K izračunu koristnosti prispevajo pomembnosti posameznih kriterijev in alternativ.

Figure 1: A decision tree used to discover the most favourable construction type – alternative (steel frame, heavy timber, wood frame, concrete or masonry) for individual building types – usefulness (residential, public and industrial respectively). Importance of individual criteria and alternatives contribute to the calculation of usefulness.

uvrščeni 9 najpomembnejših (nosilnost, čas gradnje, energetska učinkovitost, estetika, kakovost bivanja, omejitve pri načrtovanju forme in dimenzij objekta, požarna odpornost, stroški gradnje in stroški amortizacije).

Koristnost posameznega tipa gradnje izračunamo s pomočjo funkcije koristnosti za vsako alternativo posebej. Alternativa z največjo koristnostjo je tako predlagana izbira konstrukcije za določen tip gradnje. Funkcija koristnosti je vsota prispevkov pomembnosti posameznih kriterijev v odločitvenem drevesu, pomnožena s faktorjem pomembnosti posamezne alternative. Pomembnost (utež ali utežnostni koeficient  $w$ ) kriterija oziroma alternative se določi z analizo mnenj strokovnjakov, ki temelji na anketi parnih primerjav

### Anketa parnih primerjav in statistična obdelava rezultatov

Na podlagi odločitvenega drevesa je bil sestavljen vprašalnik, v katerem so bili paroma primerjani kriteriji gradnje. Ugotovljeno je bilo, kateri dejavnik oz. kriterij je pomembnejši za posamezen tip konstrukcije in kolikšna je razlika med njima. Ekspertna mnenja so bila zbrana pri strokovnjakih s področja stroke in prakse arhitekture, lesarstva ter gradbeništva.

Primer vprašalnika za prvi nivo odločitvenega drevesa je prikazan na sliki 2. Navodila za izpolnjevanje vprašalnika so bila sledeča: "Znano je, da je gradnja stanovanjskih, javnih, kakor tudi industrijskih objektov zelo kompleksen proces, na katerega vpliva več dejavnikov, kot so ekonomski, ekološki, mehanski itd. V nadaljevanju paroma primerjajte kriterije gradnje, kjer nas zanima, kateri od naštetih parametrov je bolj pomemben pri posameznem tipu gradnje in kolikšna je razlika pomembnosti tega parametra v primerjavi s primerjanim, če jo merimo z lestvico od 1 do 9, ki je opisana v tabeli 1.

1. Mehansko-tehnične zahteve	Kakovost bivanja
9 8 7 6 5 4 3 2 1 2 3 4 5 6 7 8 9	
2. Mehansko-tehnične zahteve	Ekološka primernost
9 8 7 6 5 4 3 2 1 2 3 4 5 6 7 8 9	
3. Mehansko-tehnične zahteve	Funkcionalni vidik
9 8 7 6 5 4 3 2 1 2 3 4 5 6 7 8 9	
4. Mehansko-tehnične zahteve	Ekonomski vidik
9 8 7 6 5 4 3 2 1 2 3 4 5 6 7 8 9	
5. Mehansko-tehnične zahteve	Estetski vidik
9 8 7 6 5 4 3 2 1 2 3 4 5 6 7 8 9	
6. Kakovost bivanja	Ekološka primernost
9 8 7 6 5 4 3 2 1 2 3 4 5 6 7 8 9	
7. Kakovost bivanja	Funkcionalni vidik
9 8 7 6 5 4 3 2 1 2 3 4 5 6 7 8 9	
8. Kakovost bivanja	Ekonomski vidik
9 8 7 6 5 4 3 2 1 2 3 4 5 6 7 8 9	

Slika 2: Anketni vprašalnik – kriteriji parno primerjani.

Figure 2: Survey questionnaire – comparison of pairs of criteria.

Vrednost $a_{ij}$	Opis
1	Kriterija i in j sta enako pomembna
3	Kriterij i je rahlo bolj pomemben od kriterija j
5	Izkušnje in ocene kažejo, da je kriterij i veliko bolj pomemben od kriterija j
7	Izkušnje i je dokazano pomembnejši od kriterija j
9	Izkušnje i je absolutno pomembnejši od kriterija j
2, 4, 6, 8	Vmesne vrednosti

Primerjana parametra	Odgovor
1. Mehansko-tehnične zahteve : Kakovost bivanja	3:1
2. Mehansko-tehnične zahteve : Ekološka primernost	5:1
3. Mehansko-tehnične zahteve : Funkcionalni vidik	7:1
4. Mehansko-tehnične zahteve : Ekonomski vidik	2:1
5. Mehansko-tehnične zahteve : Estetski vidik	5:1

Tabela 1: Interpretacija vrednosti za opis relacije med kriteriji. [Saaty, T.L., 1994: Fundamentals of Decision Making and Priority Theory. Pittsburgh, RWS Publications: 527.]

Table 1: Interpretation of values for the description of relations between criteria. [Saaty, T.L., 1994: Fundamentals of Decision Making and Priority Theory. Pittsburgh, RWS Publications: 527.]

Tabela 2: Primer odgovora parnih primerjav.

Table 2: An example of result from comparisons between pairs.

Zbiranje podatkov je bilo izvedeno z metodo Dephi [Pečjak, 2001], ki predvideva zbiranje podatkov v več krogih. V prvem krogu so bile zbrane ocene ekspertov, nato so bile usklajene, podatki pa statistično obdelani (tabela 2). V kolikor odgovori niso bili usklajeni, smo se znova sestali s strokovnjaki, dokler ocene niso bile usklajene. Anketiranih je bilo 27 strokovnjakov iz več držav. Po koncu zbiranja strokovnih mnenj so bile izračunane srednje vrednosti parnih primerjav. Subjektivne ocene posameznikov so bile objektivizirane s tem, da so bile za nadaljnje izračune uporabljene srednje vrednosti ocen razmerij. Za mero sredine spremenljivke smo vzeli mediano, ki je za podatke, ki so merjeni z ordinalno mersko lestvico, najbolj reprezentativna mera sredine [Košmelj, 2001: 249].

Iz srednjih vrednosti ocen razmerij intenzivnosti smo tvorili matrike parnih primerjav  $A$ :

$$A = \begin{bmatrix} w_1 & w_1 & \dots & \dots & w_1 \\ w_1 & w_2 & \dots & \dots & w_n \\ w_2 & w_2 & \dots & \dots & w_2 \\ w_1 & w_2 & \dots & \dots & w_n \\ \cdot & \cdot & \dots & \dots & \cdot \\ \cdot & \cdot & \dots & \dots & \cdot \\ \cdot & \cdot & \dots & \dots & \cdot \\ w_n & w_n & \dots & \dots & w_n \\ w_1 & w_2 & \dots & \dots & w_n \end{bmatrix}$$

kjer je  $w_i$ , pomeni utež pomembnosti  $i$ -tega kriterija. Recimo, da pri parni primerjavi prvega ( $i=1$ ) in drugega ( $j=2$ ) kriterija rezultati ankete kažejo, da je mediana  $i:j = 1:5$ , pomeni, da je  $w_1/w_2=1/5$ . Razumljivo je, da so vsi diagonalni elementi enaki 1.

Transformacija matrike parnih primerjav  $A$  v uteži posameznega kriterija temelji na matematičnem postopku iskanja lastnih vrednosti in lastnih vektorjev matrike. Lastni vektor z največjo lastno vrednostjo imenujemo glavni lastni vektor, s katerim opišemo največji del informacije matrike parnih primerjav. Z drugimi besedami matriko, ki vsebuje  $10 \times 10$  parnih primerjav zmanjšamo na zgolj 10 podatkov, ki jih vsebujejo komponente glavnega lastnega vektorja. Komponente omenjenega vektorja so izračunani parametri pomembnosti, ki so sestavni del odločitvenega drevesa.

## Rezultati in diskusija

### Utežnostni koeficienti izbranih kriterijev

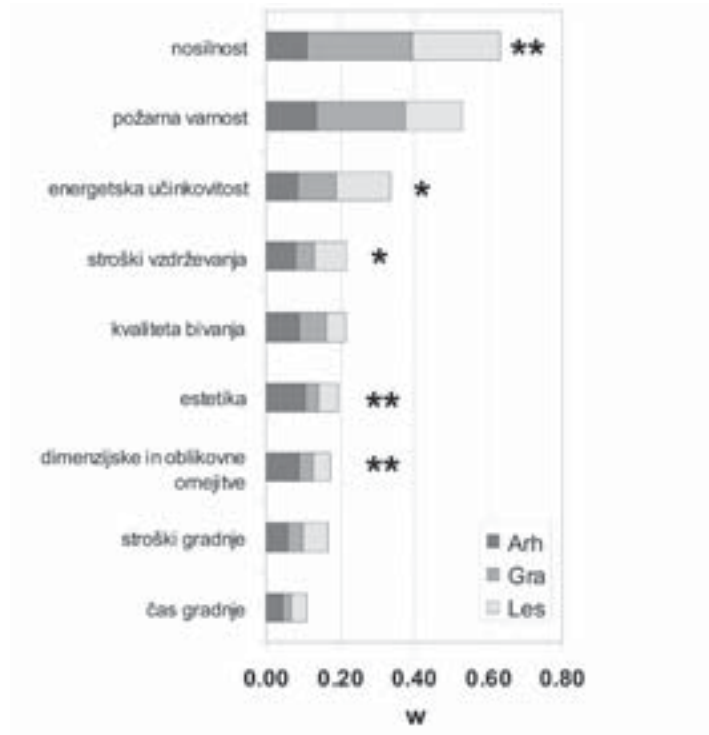
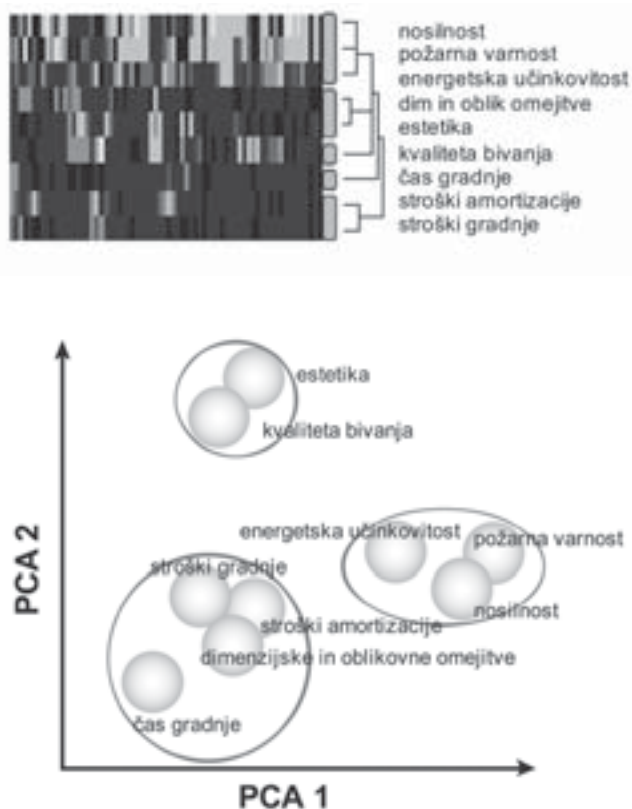
Skupaj je bilo opravljenih 81 anket, 27 anketirancev je reševalo tri ankete za stanovanjsko, javno in industrijsko gradnjo posebej. Za vsako anketo so bili po metodi AHP izračunani utežnostni koeficienti za vseh devet kriterijev.

Na sliki 3A je prikazana analiza podobnosti profilov kriterijev (clustering), kjer posamezen profil določajo utežnostni koeficienti iz posamezne ankete. Podobnost profilov se meri s korelacijskim koeficientom. Analiza pokaže, da so si med seboj najbolj podobni profili kriterijev iz istega sklopa. Profili odgovorov se namreč združujejo v tri skupine, in sicer (1) v skupino mehansko-tehničnih kriterijev (energetska učinkovitost, nosilnost, požarna odpornost), (2) v skupino ekonomskih kriterijev (stroški amortizacije, stroški gradnje) in (3) v skupino bivanjskih kriterijev (estetika in kakovostno bivanja). Presenetljiva je podobnost profilov med estetiko in omejitvami pri načrtovanju forme in dimenzije objekta, kjer je slednji kriterij razvrščen v sklop mehansko-tehničnih kriterijev.

Podobno razvrščanje kriterijev v tri skupine je opazno pri PCA metodi (Principal component analysis), kjer se ponovno obravnavanih 9 kriterijev porazdeli po sklopih (slika 3B).

V nadaljevanju je bila z ANOVO narejena primerjava odgovorov med skupinami strokovnjakov, ki so sodelovali pri anketi (inženirji arhitekture, gradbeništva in lesarstva). Med strokovnjaki je izstopala skupina inženirjev arhitekture, ki je več ovrednotila dejavnika estetika ter dimenzijske in oblikovne omejitve glede na ostale. Poleg tega se je izkazalo, da je največje ujemanje odgovor strokovnjakov pri kriterijih požarna varnost, kakovost bivanja, stroški gradnje in čas gradnje (slika 4).

V končni analizi odločitvenega drevesa so bili upoštevani povprečni utežnostni koeficienti kriterijev, ki so bili izračunani z upoštevanjem vseh treh skupin strokovnjakov. Na sliki 5 so prikazane izračunane vrednosti 9-ih kriterijev za primer stanovanjske gradnje. Kriterija nosilnost in kakovost bivanja sta najvišje uvrščena ( $w=0,16$ ), na drugem mestu je požarna varnost ( $w=0,12$ ), ki ji sledita kriterij energetska učinkovitost ( $w=0,11$ ) in dejavnik estetika. Kriterija stroški gradnje ter dimenzijske in oblikovne omejitve imata isto vrednost in



Slika 3: Analiza podobnosti profilov odgovorov za posamezen kriterij. Profil kriterija je definiran kot zaporedje utežnostnih koeficientov izbranega kriterija, ki so bili izračunani za vsako anketo posebej. Na sliki A je podobnost profilov kriterijev analizirana z metodo grozdenja (clustering), kjer je merilo podobnosti koeficient korelacije med primerjanima profiloma. Na sliki B je analiza podobnosti profilov izvedena z metodo PCA (principal component analysis).

Figure 3: Similarity analysis of results profiles for individual criteria. Criterion profile is defined as a sequence of weighting coefficients of a chosen criterion which were calculated individually for each survey. Figure A displays the similarity of criteria profiles obtained by cluster analysis, wherein the similarity measure is represented by the correlation coefficient between two compared profiles. Figure B shows a similarity analysis executed by means of PCA (principal component analysis).

Slika 4: Primerjava dobljenih vrednosti utežnostnih koeficientov kriterijev glede na skupino strokovnjakov, ki so sodelovali v anketi. Dolžina posameznega stolpca je enaka vsoti utežnostnih koeficientov vseh tipov gradnje oziroma vseh skupin strokovnjakov. Z oznako (\*) so označeni kriteriji, kjer je bila z "one way" ANOVO ugotovljena statistično pomembna razlika med skupinami ( $p < 0.1$ ) oziroma z oznako (\*\*), kjer je vrednost  $p < 0.05$ .

Figure 4: Comparison of obtained values of weighting coefficients of the criteria in terms of a team of experts who took part in the survey. The length of any single column equals the sum of the weighting coefficients of all construction types and all expert teams respectively. An asterisk (\*) designates criteria where the one-way ANOVA discovered a statistically important difference between teams ( $p < 0.1$ ), and double asterisks (\*\*) designates the value  $p < 0.05$ .

Slika 5: Utežnostni koeficienti (w) devetih izbranih kriterijev za stanovanjsko (A) in industrijsko (B) gradnjo, dobljeni na podlagi povprečja odgovorov treh skupin strokovnjakov. Statistično pomembni kriteriji, ki odstopajo ( $P < 0.1$ ) od enakomerne porazdelitve koeficientov  $w$  ( $w = 1/9 = 0.11$ ), so označeni z barvno legendo.

Figure 5: Weighting coefficients (w) of nine chosen criteria for residential (A) and industrial (B) construction obtained from the average of answers of three expert teams. Statistically important criteria which deviate ( $P < 0.1$ ) from a uniform distribution of coefficients are designated by a colour legend.





si delita 7. mesto. Kriterij čas gradnje, ki statistično manj pomembno odstopa od enakomerne porazdelitve koeficientov, je uvrščen na zadnje mesto.

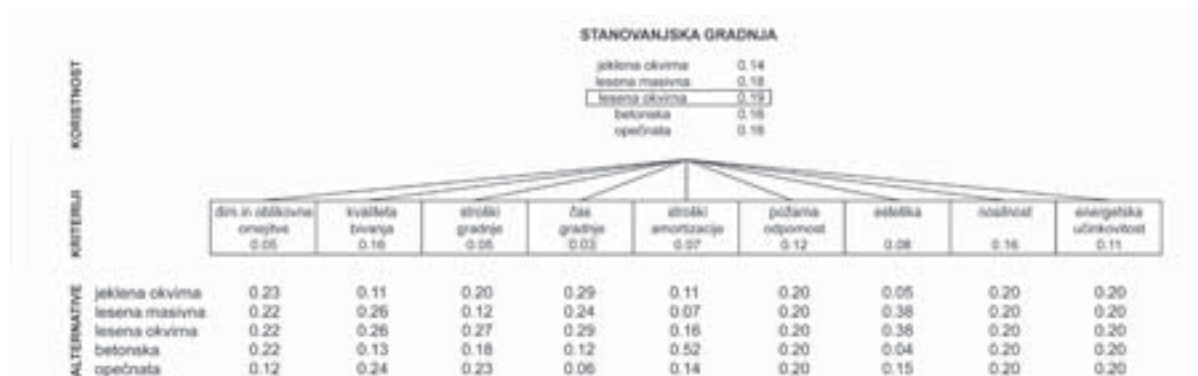
### Vrednotenje alternativ znotraj posameznega kriterija

Na podlagi modelnih izračunov in analize literature smo obravnavali pet različnih tipov konstrukcij (alternative v odločitvenem drevesu), in sicer lesena masivna, lesena okvirna, betonska, opečnata in jeklena konstrukcija. Vsaka je bila posebej ovrednotena za vsakega od devetih ključnih kriterijev gradnje objektov. Utežnostni koeficienti kriterijev stroški gradnje in stroški amortizacije so bili izbrani na osnovi izbranih tipov sten vodilnih slovenskih proizvajalcev. Pri kriterijih omejitve pri načrtovanju forme in dimenzije objekta, kakovost bivanja in čas gradnje so bile obravnavane konstrukcije ocenjene na podlagi

podatkov, pridobljenih iz literature. Utežnostni koeficienti za kriterij estetika so bili izbrani na podlagi ankete. Od devetih kriterijev so trije (nosilnost, požarna odpornost in energetska učinkovitost), ki imajo predpisane parametre v standardih o gradnji objektov. Glede na dejstvo, da se lahko s primernim načrtovanjem za vsak naveden material zadosti omenjenim standardom, smo za kriterije nosilnost, požarna odpornost in energetska učinkovitost vsem obravnavanim konstrukcijam pripisali enake utežnostne koeficiente (tabela 3).

### Rezultati odločitvenega drevesa

Odločitveno drevo združi uteži pomembnosti za vsak kriterij in alternativo posebej. Z metodo AHP so bili določeni utežnostni koeficienti posameznih kriterijev. Z matričnim množenjem vrednosti alternativ in vektorja utežnostnih



Kriteriji gradnje	Utežnostni koeficient w				
	Jeklena okvirna	Lesena masivna	Lesena okvirna	Betonska	Opečnata
Dim. in oblikovne omejitve	0.23	0.22	0.22	0.22	0.12
Kvaliteta bivanja	0.11	0.26	0.26	0.13	0.24
Stroški gradnje	0.20	0.12	0.27	0.18	0.23
Čas gradnje	0.29	0.24	0.29	0.12	0.06
Stroški amortizacije	0.11	0.07	0.16	0.52	0.14
Požarna odpornost	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20
Estetika	0.05	0.38	0.38	0.04	0.15
Nosilnost	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20
Energetska učinkovitost	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20
Povprečna vrednost w	0.18	0.21	0.24	0.20	0.17

Slika 6: Odločitveno drevo za stanovanjsko gradnjo.

Figure 6: Decision tree for residential construction.

Tabela 4: Matrika utežnostnih koeficientov kriterijev gradnje za posamezne konstrukcije. Koeficienti so normirani na način, da je njihova vsota za posamezen kriterij enaka 1.

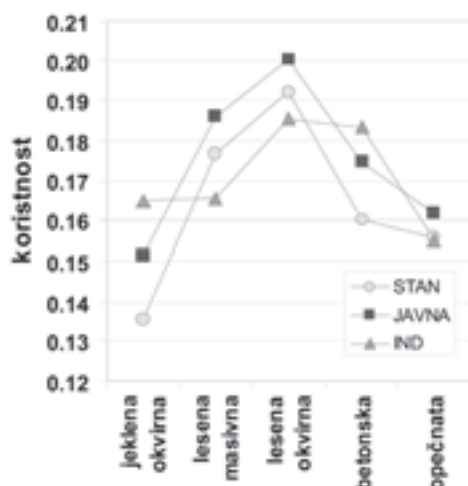
Table 4: Matrix of weighting coefficients of building criteria for individual constructions. Coefficients are standardised so that their sum for any single criterion equals 1.

koeficientov kriterijev so dobljene ocene koristnosti posamezne konstrukcije (alternative). Na sliki 6 je prikazano odločitveno drevo za stanovanjsko gradnjo, ki kaže, da je bila za stanovanjsko gradnjo najbolje ocenjena lesena okvirna konstrukcija, najslabše pa jeklena. Poleg tega rezultati kažejo, da na odločitve pri stanovanjski gradnji najbolj vplivata kriterija nosilnost ( $w=0,16$ ) in kakovost bivanja ( $w=0,16$ ), najmanj pa čas gradnje ( $w=0,03$ ).

Zanimivo je, da je lesena okvirna konstrukcija najbolj ocenjena tudi v primeru javne in industrijske gradnje. Za slednjo je na osnovi dobljenih rezultatov enako primerna tudi betonska konstrukcija. Pri dobljenem razvrščanju konstrukcij sta bila pri javnih zgradbah najbolj pomembna kriterija požarna odpornost ( $w=0,23$ ) in nosilnost ( $w=0,19$ ), najmanj pa stroški gradnje ( $w=0,04$ ) in čas gradnje ( $w=0,03$ ). Medtem ko sta pri industrijski gradnji najpomembnejša kriterija požarna odpornost ( $w=0,23$ ) in energetska učinkovitost ( $w=0,10$ ), najmanj pa kakovost bivanja ( $w=0,03$ ) in estetika ( $w=0,02$ ).

### Zaključek

Gradnja objektov je kompleksen in multidisciplinaren projekt, kjer na odločitve vplivajo parametri, od ekonomske, gradbene, oblikovne do ekološke narave. V delu je predstavljena metoda Analitično hierarhično odločanje, ki poveča objektivnost obravnave takih sistemov. Predstavljena metoda AHP je bila v Sloveniji na področju arhitekture prvič uporabljena. Glavni rezultat metode AHP je izdelava odločitvenega drevesa. Kakovost odločitvenega drevesa in napovedna moč modela sta odvisni od števila in kakovosti strokovnjakov, ki sodelujejo pri raziskavi. Z odločitvenim drevesom lahko ugotovimo, kateri kriteriji so za določen tip gradnje najpomembnejši in imajo velik potencial uporabe npr. v marketingu ter razvoju novih konstrukcijskih rešitev. V nalogi so podana odločitvena drevesa za stanovanjsko, javno in industrijsko gradnjo.



Slika 7: Koristnost izbire konstrukcije za stanovanjsko javno in industrijsko gradnjo.

Figure 7: Usefulness of construction type selection for residential, public or industrial buildings.

### Viri in literatura

- CATI, (2006): Lesena gradnja: Slovensko javno mnenje o leseni gradnji Ljubljana, Cati trženjske, medijske, družbene raziskave in svetovanje: 1–23.
- Košmelj, K., (2001): Uporabna statistika. Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Ljubljana: 249.
- Kuzman Kitek, M, (2006): Primerjava cen kvadratnega metra stene za stanovanjsko gradnjo izvedene v različnih vrstah konstrukcije (raziskovalna naloga). Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za lesarstvo, Ljubljana: 3.
- Kuzman Kitek, M, (2007): Anketa kriterijev gradnje (raziskovalna naloga). Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za lesarstvo, Ljubljana.
- Kiler, V., (2004): Trendi razvoja in projektiranja sodobnih konstrukcij stavb. V: Simpozij Družba- prostor- graditev, Inženirska zbornica Slovenije: 151–155.
- Mandič, S, (2006): Razvojno raziskovalni projekt stanovanjska anketa. Stanovanjski sklad Republike Slovenije. Univerza v Ljubljani, Fakulteta za družbene vede, Inštitut za družbene vede: 5–128.
- ProHolz Austria, (2006): Steirische Holzbau-Charta: Arbeitsgemeinschaft der österreichischen Holzwirtschaft: 5.
- Pečjak, V., (2001): Poti do novih idej: tehnike kreativnega mišljenja. New moment, Ljubljana: 176 s.
- Saaty, T.L., (1994): Fundamentals of Decision Making and Priority Theory. Pittsburgh, RWS Publications: 527.
- Sitar, M. et al, (2005): Trajnostni vidiki prenove večstanovanjskih stavb. V: AR Arhitektura, raziskave, Fakulteta za arhitekturo, Inštitut za arhitekturo in prostor, Ljubljana: 38.
- Statistični urad republike Slovenije, (2003): Popis prebivalstva, gospodinjstev in stanovanj Slovenije 2002, izpis izbranih križanj podatkov dobljen s popisom. Statistični letopis Republike Slovenije 2005, 44: 611.

dr Manja Kitek Kuzman  
doc dr Jasna Hrovatin  
UL, Biotehniška fakulteta  
manja.kuzman@bf.uni-lj.si  
jasna.hrovatin@bf.uni-lj.si