

Uslovi sredine u objektima namenjenim starim osobama

B.Todorović i Lj.Janković

UVOD

Prilikom projektovanja Doma za boravak starih ljudi u Novom Beogradu, Mašinski fakultet u Beogradu je bio zainteresovan da učestvuje u razradi nekih specifičnih delova postrojenja za grejanje i klimatizaciju. Tokom priprema za ovaj zadatak, obavljena je poseta Laboratoriji za ispitivanje uslova ugodnosti na Cansas State University, u SAD. Tom prilikom su ljubazni domaćini omogućili da se obiđe i jedan od najmodernijih domova za stare ljude u SAD i da se vode razgovori i anketiraju korisnici ovog doma.

Koristeći se naučenim a viđenim u SAD, autori ovoga rada su obišli i neke od postojećih domova za stare ljude u Beogradu, proverivajući naše navike i mentalitete i upoređujući ih sa onim što je utvrđeno u SAD. Tako je došlo do ovog rada koji se objavljuje sa željom da koristi budućim projektantima ovakvih i sličnih objekata.

NEKE NAPOMENE O TERMOREGULACIJI KOD UUDI

Bilans proizvedene i predate toplote ljudskog organizma veoma je važan za opstanak ljudi. U slučaju nejednakosti proizvodnje i predaje toplote dolazi do toplotne neravnoteže koja izaziva ili zagrevanje, ili hlađenje tela. Ovakva pojava ima nepovoljne posledice — bolest, ili u krajnjem slučaju smrt.

Čovek se normalno oseća ako mu se telo nalazi u stanju toplotne ravnoteže, pri čemu se

termoregulacija u veoma uskim granicama od $\pm 0,5^{\circ}\text{C}$, i održavajući temperaturu tela od 37°C . Organizam ima sposobnost termoregulacije u granicama od 16°C do 55°C spoljne temperature i izvan ovih granica se termoregulacija ne može spontano vršiti.

RAZLIKE USLOVA UGODNOSTI IZMEĐU RAZLIČITIH STAROSNIH GRUPA LJUDI

Ugodnost ljudi u nekoj sredini dobija se najpovoljnijom kombinacijom nekoliko veličina koje karakterišu kako sredinu u kojoj čovek boravi tako i čoveka u toj sredini. Veličine koje karakterišu sredinu su:

1. temperatura vazduha,
2. relativna vlažnost vazduha,
3. brzina strujanja vazduha.
4. srednja temperatura zračenja okolnih površina.

Veličine koje karakterišu čoveka:

1. nivo njegove aktivnosti,
2. termički otpor odeće.

Kombinacije ovih veličina različite su za razne starosne grupe ljudi, što je posledica dve pojave:

1. različite sposobnosti proizvodnje i predaje toplote tela,
2. drukčije fiziologije različitih starosnih grupa ljudi.

Sposobnost proizvodnje i predaje toplote čovečjeg tela

Sposobnost proizvodnje i predaje toplote tela zavisi od veličine tela u kome se odvija neki proces, bilo da se radi o ljudskom ili o drugom telu. Tela različite veličine imaju različite sposobnosti proizvodnje i predaje toplote.

Povećanje tela se ogleda kroz povećanje površine i zapremine tela. Površina raste sa kvadratom dužine, a zapremina sa trećim stepenom. Ako se zna da će proizvodnja toplote u telu bilo kakve vrste, uključujući i ljudsko, biti srazmerna zapremini, a da će predaja toplote biti srazmerna površini, tada je jasno da će bilans proizvedene i predate toplote kod malog tela neposrednije zavisiti od okoline, nego što će zavisiti kod velikog tela.

Jedan od primera u tehnici koji ilustruje ove pojavu je hlađenje transformatora: dok mali transformatori nemaju nikakvih problema sa hlađenjem, velike transformatore je potrebno prinudno hladiti. Sa ljudskim telom je slično: malo telo će se spontano intenzivnije hladiti, što nije slučaj sa velikim telom, pa se može izvesti sledeći zaključak:

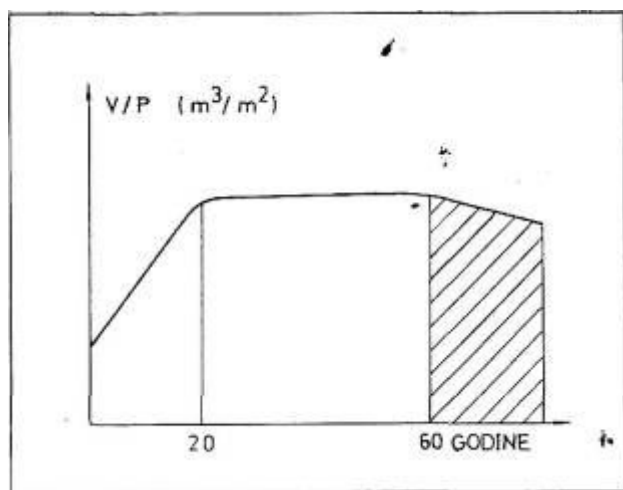
1. imalo ljudsko telo će teže podnositi niske temperature a lakše visoke;

2. veli'ko ljudsko telo će lakše podnositi niske, ali teže visoke temperature.

Promene u sposobnostima proizvodnje i predaje toplote ljudskog tela, koje nastaju od rođenja do smrti, teku od nepovoljnog odnosa zapremine i površine (V/P) kod novorođenčadi, preko povoljnijeg odnosa kod odraslih, do pogoršavanja tog odnosa kod starih ljudi. Kod ovih poslednjih se zapremina tela smanjuje, dok površina tela ostaje nepromenjena, što se manifestuje u smežiranosti kože. Promena odnosa V/P u zavisnosti od godina starosti prikazana je na slici 1.

Novorođenčad je zato potrebno i zimi i leti oblačiti odećom sa većim termičkim otporom od otpora odeće odraslih. Stari ljudi zimi takođe

Sl. 1. Promena odnosa zapremine i površine tela (V/P) u zavisnosti od godina starosti ljudi

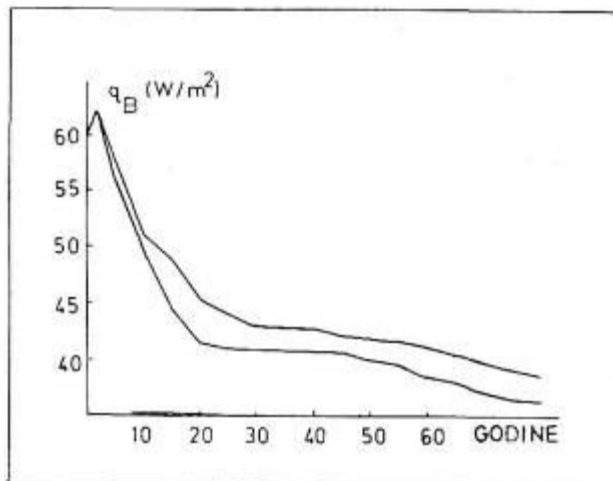


zahtevaju povećan termički otpor odeće u odnosu na odeću odraslih. Leti, međutim, starima nije potreban veći termički otpor odeće, nasuprot očekivanju izvedenom iz dijagrama na slici 1. Objašnjenje je u činjenici da je latentno odavanje toplote kod starih smanjeno, dok je mehanizam osetljivog odavanja toplote više opterećen. (Smanjenje latentnog odavanja toplote izmerio je O. Fanger.)

Fiziologija pojedinih starosnih grupa ljudi

Intenzitet fizioloških procesa je neposredni uzrok proizvodnje određene količine toplote u ljudskom telu, bez obzira na veličinu tela. Osnovnu informaciju o proizvodnji toplote u zavisnosti od godina starosti daje dijagram bazalnog metabolizma (slika 2.).

Sl. 2. Zavisnost bazalnog metabolizma q_B od godina starosti



Bazalni metabolizam q_B je proizvodnja toplote po 1 m^2 površine tela čoveka koji leži u budnom stanju. Iz dijagrama se vidi da q_B u prvim godinama života raste, dak kasnije opada.

Proizvodnja toplote pri bilo kojoj drugoj aktivnosti naziva se metabolizmom q_M . Odnos metabolizma i bazalnog metabolizma dat je faktorom C :

$$C = \frac{q_M}{q_B}$$

Za određeni stepen i vrstu aktivnosti faktor - C je konstantan (tabela 1.), pa je promena metabolizma sa godinama slična promeni bazalnog metabolizma.

Može se, dakle zaključiti da je proizvodnja toplote po 1 m^2 površine tela pomerana kod starih ka nižim intenzitetima pri svim aktivnostima.

Tabela 1. Prikaz faktora C u zavisnosti od vrste aktivnosti

Vrsta aktivnosti	C
Spavanje	0,8
Ležanje u budnom stanju	1,0
Mirno sedenje	1,3
Stajanje	1,4
Oblačenje i svlačenje	1,5
Pisanje mašinom	1,8
Lak mišićni rad	2,2
Hodanje (4 km/h)	2,6
Srednji mišićni rad	3,3
Težak mišićni irad	5,8
Plivanje	6,5
Trčanje (8,5 km/h)	7,4
Vrlo težak rad	7,8
Brzo hodanje	8,4
Penjanje stepenicama	14,3

Stare osobe ženskog pola imaju metabolizme manjeg intenziteta od osoba muškog pola.

Kao što je već rečeno, površina tela P menja se sa godinama (slika 3). Dijagram promene bazalnog metabolizma q_B i dijagram promene površine tela P sa godinama daju oblik krive dijagrama promene jačine unutrašnjeg toplotnog izvora Q sa godinama (slika 4). Promena Q je istovremeno i promena intenziteta fizioloških procesa sa godinama.

Pomeranje intervala spontane termoregulacije

Pod spontanom termoregulacijom podrazumeva se termoregulacija organizma koja se sprovodi samo pomoću sposobnosti organizma. Ovo isključuje grejanje, klimatizaciju i upotrebu odeće.

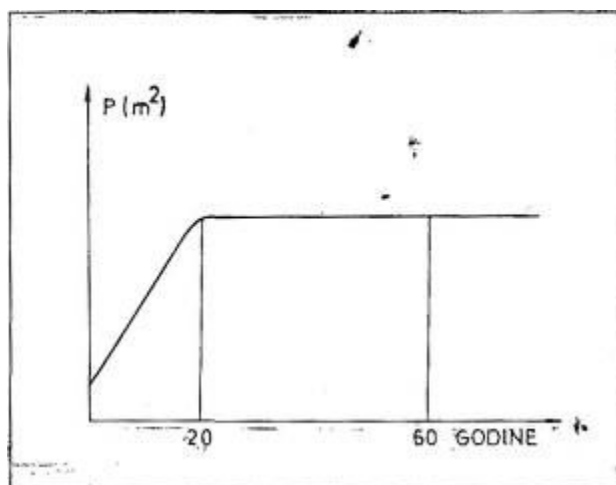
Intervali spontane termoregulacije (IST) su intervali temperature okoline u kojima je moguća termoregulacija organizma neodevenog čoveka u negrejanom i neklimatizovanom prostoru. Interval termoregulacije odevenog čoveka proširen je u odnosu na IST prema nižim temperaturama okoline.

IST različitih starosnih grupa ljudi pokazuju koliko i kako su pojedine starosne grupe ljudi zavisne od temperature okoline.

IST odraslih ljudi uzet je kao reper i u odnosu na njegove granice upoređene su granice intervala drugih starosnih grupa ljudi (slika 5).

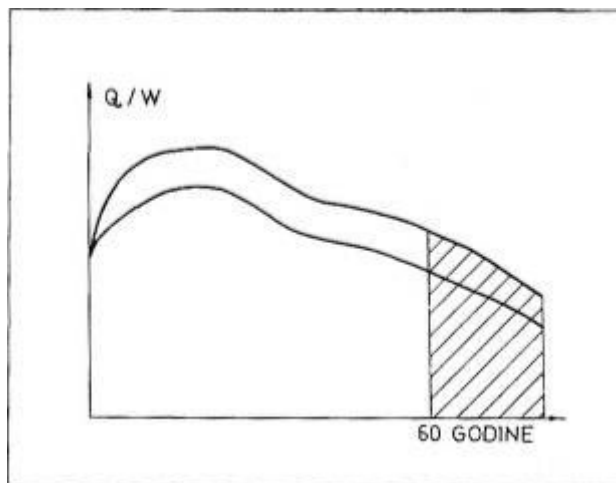
Kod novorođenčadi je ceo IST pomeran udesno u odnosu na IST odraslih. Objašnjenje je u nepovoljnom odnosu V/P (slika 1) i nedovoljnoj jačini unutrašnjeg toplotnog izvora Q (slika

Sl. 3. Promena površine tela P sa godinama



Kod starih ljudi leva granica IST je pomerena udesno. Objašnjenje je u smanjenom odnosu V/P i smanjenoj jačini unutrašnjeg toplotnog izvora Q (šrafirana područja na slikama 1 i 4). Leva granica je više pomerena udesno kod osoba ženskog pola. Na položaj desne granice IST starih ljudi utiče nekoliko uzroka koji se mogu svrstati u dve grupe:

Sl. 4. Promena jačine unutrašnjeg toplotnog izvora Q ljudskog tela sa godinama



1. uzroci koji desnu granicu pomeraju udesno u odnosu na desnu granicu IST odraslih su smanjenje odnosa V/P i smanjenje jačine unutrašnjeg toplotnog izvora Q ;

2. uzroci koji desnu granicu pomeraju ulevo u odnosu na desnu granicu IST odraslih su smanjenje latentnog odavanja toplote i preuzimanja ovog dela toplote od strane mehanizma osetljivog odavanja, pri većoj relativnoj vlažnosti vazduha, desna granica je pomerena više ulevo.

Položaj desne granice IST starih ljudi približan je, dakle, položaju odgovarajuće granice IST odraslih.

Pomeranje granica IST pojedinih starosnih grupa ljudi, u odnosu na granice IST odraslih, ima praktičnog značaja u određivanju potreba za grejanjem i hlađenjem prostorija u kojima borave ljudi. Značenje ovih pomeranja dato je u tabeli 2.

Tabela 2. Značenje pomeranja granica IST u odnosu na granice IST odraslih

Granica IST	Pomeranje	Značenje pomeranja za grejanje ili hlađenje
Leva	ulevo	treba manje grejati
Leva	udesno	treba više grejati
Desna	ulevo	treba više hladiti
Desna	udesno	treba manje hladiti ili uopšte ne treba hladiti

S obzirom na pomeranje granica IST za stare ljude, može se zaključiti da prostorije u kojima borave stari ljudi treba zimi više grejati nego prostorije za odrasle, dok ih ljeti treba isto toliko hladiti kao i prostorije za odrasle. Klimatizacija u letnjem periodu potrebija je starim ljudima nego odraslim. Ovo naročito važi za vlažnije klime, kao i za prostorije sa većim dobicima vlage.

ODREĐIVANJE TEMPERATURA SREDINE ZA STARE LJUDE

Prema ispitivanju na Univerzitetu u državi Kanzas, SAD, ljudi iznad 60 godina starosti zahtevaju povećanu temperaturu sredine u zimskom periodu, da bi se osećali ugodno. Ovo povećanje temperature iznosi za ljude od 60 godina po 0,4 °C za svaku sredinu, tako da za ljude od oko 80 godina povećanje iznosi oko 4°C. Prema temperaturi ugodnosti odraslih ljudi srednjih godina. Budući da se u domovima starih ljudi ne mogu uvek zadovoljiti svi starosni slojevi u pogledu temperature okoline, bilo bi najbolje da se ostvari neka srednja temperatura okoline koja bi mogla da pruži ugodnost većini ljudi, a ostalima da da približno ugodnu sredinu kojoj će morati da se prilagode načinom odevanja. Usvaja se da srednje povećanje temperature bude 2°C. U ovakvoj sredini ljudima od 60 godina biće malo toplije nego što je potrebno, a onima od 80 godina nešto hladnije. U takozvanim »vlažnim« prostorijama ovo povećanje temperature može biti i veće, u zavisnosti od namene prostorije. To se naročito odnosi na prostorije zatvorenih bazena, gde nije moguća zaštita odećom starijih starosnih slojeva. U vlažnim prostorijama naročito je važna za osećanje ugodnosti temperatura poda. U prostorijama bazena ona ne sme biti niža od 27°C, a u ostalim vrstama vlažnih prostorija može biti i niža ako se na pod postavi odgovarajući izolator.

Već je ukazano na potrebu za klimatizacijom prostorija u kojima stari ljudi borave u letnjem periodu. Oni teško podnose povišene temperature okoline. Kod njih je zapažen mnogo veći stepen zamora prilikom vršenja bilo kakve aktivnosti, već pri umereno povišenim temperaturama, jer je mogućnost adaptacije smanjena.

Uobičajeno je da se održava unutrašnja projektna temperatura na nivou kao i kod ostalih objekata koji se klimatizuju ($t_u = 26\text{ }^{\circ}\text{C}$). Smatra se da viša ili niža temperatura ne bi bila povoljna jer pri višim temperaturama stari ljudi osećaju pomenute teškoće a pri nižim unutrašnjim temperaturama teže se adaptiraju na povećanu razliku između spoljne i unutrašnje temperature.

U prostorijama u kojima se stari ljudi ne zadržavaju duže, ne predviđa se ostvarivanje određene niže temperature od spoljne u letnjem periodu godine.

NEKA ISKUSTVA IZ BEOGRADSKIH DOMOVA PENZIONERA

U beogradskim domovima penzionera ukazuje se na veće troškove grejanja za oko 10—20% u odnosu na troškove grejanja stambenih zgrada. Grejna sezona u ovim domovima počinje ranije a završava se kasnije od grejne sezone u stambenim zgradama (pri spoljnim temperaturama od oko 16 °C), pa dužina grejne sezone iznosi preko 7 meseci.

U zimskom periodu stari ljudi se mnogo žale na loše zaptivanje prozora i vrata. U ovakvim

objektima, dakle, treba koristiti bravariju sa garantovanom zaptivenošću, o čemu se mora strogo voditi računa.

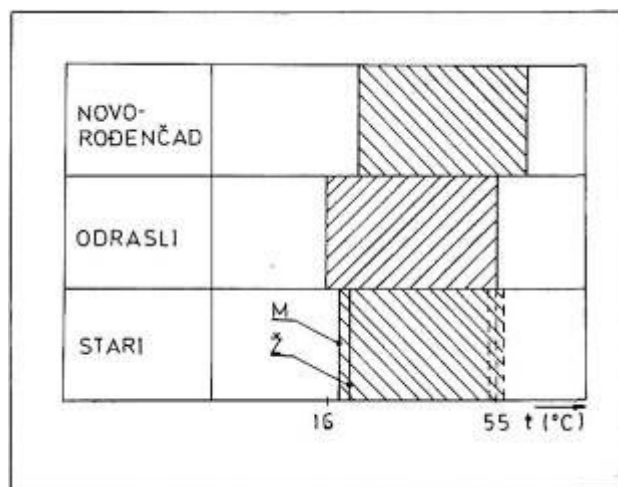
U letnjem periodu zapaženo je da stari ljudi napuštaju svoje sobe, koje se inače ne klimatizuju, i traže zaštitu od vrućine u hodniku koji im u tim trenucima pruža bolje termičke uslove sredine, što ukazuje na to da je klimatizacija neminovna.

UTICAJ USLOVA SREDINE NA POJAČAVANJE SMETNJI USLED NEKIH RASPROSTRANJENIH TEGOBA U STAROSTI

Starost sa sobom donosi mnoge smetnje, na čije pogoršavanje mogu uticati uslovi sredine.

U starosti ljudi često pate od kardiovaskularnih bolesti, ali tako da im nisu potrebni bolnički uslovi lečenja. Do izraženijih smetnji usled ovih

Sl. 5. Pomeranje IST (intervala spontane termoregulacije) nekih starosnih grupa ljudi u odnosu na IST odraslih



bolesti dolazi prilikom nepovoljnih uslova sredine. Prema podacima dobijenim na Medicinskom fakultetu u Beogradu, oko 50% starih ljudi pati ili se leči od bolesti srca i krvnih sudova, a od bolesti pluća 12%. S obzirom na raširenost ovih bolesti (najmanje svaki drugi stari čovek je bolestan), moraju se ostvariti takvi uslovi sredine koji ne dovode do izrazitih smetnji u tim slučajevima i neutrališu uticaje variranja spoljnih klimatskih uticaja.

Ljudi koji imaju ovakve teškoće osetljivi su na promenu atmosferskog pritiska. Zapažena je velika smrtnost starih pri sniženom atmosferskom pritisku. To su trenuci kad čovek koji pati od povišenog krvnog pritiska oseća »pritisak«. Sve upućuje na to da u objektima ove vrste, ne treba ići na potpritisak u prostoriji.

Starost je praćena redovnim smanjenjem plućne površine koje u kombinaciji sa pomenutim bolestima, može da stvori teškoće pri nedovoljnom obroku vazduha po čoveku. Potrebna je, dakle, povišena vrednost obroka vazduha po čoveku i preporučuje se da to bude, kao i izrazito komforom objektima, 50 m³/h po čoveku.

Tabela 3. Potrebne unutrašnje temperature u domovima starih ljudi izražene u °C

Prostorija	Zima	Leto
Sobe	22	26
Sobe u stacionaru	24	26
WC (poseban)	17	—
WC (poseban, u stacionaru)	19	—
Kupatilo	24	—
Kupatilo u stacionaru	26	—
Holovi, unutrašnja stepeništa, hodnici	22	26
Restorani	22	26
Frizerski saloni	22	26
Zatvoreni bazeni	30 + podno grejanje 27 (minimum)	—
Hobi radionice	20	26
Sale za umerene fizioke aktivnosti	18	—
Poslovne prostorije	20	26

Obrok vazduha po čoveku: 50 m³/h čov.

PREDNOSTI I NEDOSTACI POJEDINIH TIPO VA POSTROJENJA ZA OSTVARIVANJE USLOVA SREDINE U DOMOVIMA STARIH LJUDI

Postrojenja koja ne ostvaruju kontinuiranu ventilaciju, iregulaciju temperature i vlažnosti vazduha, nepovoljna su za ostvarivanje unutrašnjih uslova u domovima starih ljudi. Time se daje prednost vazдушnim, ili kombinaciji vazдушnih sistema sa sistemima centralnog grejanja. Od svih vodenih sistema centralnog grejanja treba dati prednost podnom grejanju, zbog najpovoljnije raspodele temperature po visini prostorije (slika 6).

Postrojenje za ostvarivanje uslova sredine u domovima za stare, zbog produžene grejne sezone, mora biti nezavisno od gradskog.

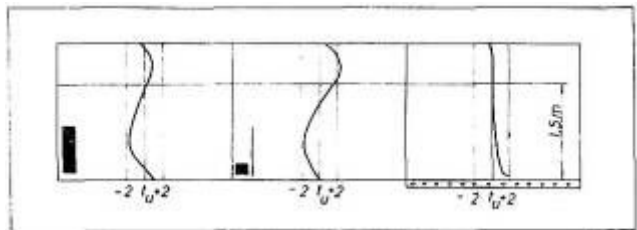
Pri postojanju vazдушnih sistema, mogu se u letnjem periodu čuti žalbe starih ljudi na hladnoću. Zbog ovoga treba biti obazriv prilikom izbora distributivnih organa za vazduh i ići na organe sa velikim stepenom indukcije koji sprečavaju propadanje hladnog vazduha i omogućavaju brzo mešanje sa sobnim vazduhom. Strogo se mora voditi računa o dometu vazдушnog mlaza. Brzina vazduha u zoni boravka ljudi ne bi smela biti veća od 0,1 m/s. Temperaturske razlike unutrašnjeg i dovodnog vazduha moraju u letnjem periodu biti umerenije.

Koliko god je moguće, treba izbegavati velike staklene površine u objektima ove vrste. Ako se ovakve površine ne mogu izbeći, treba ih tretirati sa posebnom pažnjom kako bi se što manje osećao uticaj niskih temperatura zračenja u zimskom periodu. Treba primenjivati što bolja termoizolaciona stakla sa ramovima koji dobro zaptivaju.

Ako postrojenje za ostvarivanje uslova sredine u domovima za stare proizvodi buku u prostorijama u kojima borave ljudi ili u okolini zgrade, tada treba obavezno izvršiti proračun pri-

gušivanja. Polazni podaci za proračun mogu se uzeti iz ISO standarda. Kako je svakom krivom dozvoljenih nivoa buke prema ISO standardu obuhvaćeno veliko područje namene objekata, tada se neće pogrešiti ako se za proračun usvoji ona kriva dozvoljenih nivoa buke koja obuhvata područje namena objekata u kome se nalaze i bolnice.

Sl. 6. Raspodela temperatura po visini prostorije kod radijatorskog, konvektorskog i podnog grejanja



ZAKLJUČAK

Kao posledica pada intenziteta fizioloških procesa i poremećaja između sposobnosti proizvodnje i predaje toplote tela, mogućnost adaptacije starih ljudi na nepovoljne uslove sredine je smanjena. Oni će teže podnositi široke tolerancije unutrašnjih parametara i teže ostvarivati termoregulaciju. Treba im zbog toga pružiti ugodnije unutrašnje uslove.

Analize prikazane u ovom tekstu dale su za rezultat unutrašnje parametre sredine koji se mogu koristiti prilikom projektovanja. Ovi parametri određeni su preko razlike sa parametrima za odrasle. Ukazano je i na neke detalje koje treba sa posebnom pažnjom rešiti: zaptivenost prozora i vrata, podno grejanje u prostorijama itd. Ukazano je i na to da je, u prostorijama određenih namena u domovima za stare, leti apsolutno potrebna klimatizacija i da je potrebna ovde nego u objektima za odrasle.

Pružanje veoma ugodnih unutrašnjih uslova u domovima za stare nije, na žalost, uvek moguća zbog nedovoljnih investicija i nedovoljnog poznavanja ove problematike, što dovodi do rada organizma starog čoveka mimo optimalnih uslova. Rad organizma van optimalnih uslova dovodi do iscrpljivanja organizma. Ako je organizam van optimalnih uslova duže vreme, onda je iscrpljivanje organizma sistematsko. Nije do sada utvrđeno koliko stari ljudi umiru ranije zbog nedgovarajućih unutrašnjih uslova, ali je jasno da unutrašnji uslovi, koji se razlikuju od optimalnih, ne moraju momentalno dovesti do negativnih posledica, ali sigurno dovode do skraćenja života. Čovek koji se bavi ovom problematikom treba da zna da mu je humanost na probi.

LITERATURA

- [1] BROMLEY, D. B.: *The Psychology of Human Ageing*, Penguin Books
- [2] ČEBOTAREV, D. F.: *Rukovodstvo po gerontologiji*, Moskva, Medicina, 1978.
- [3] FANGER, R. O.: *Uslovi termičke ugodnosti čoveka*, zbornik sa Petog seminara o KGH, SME-ITS, Beograd, 1974.