



Gregor Jurak,
Maja Bučar Pajek

Ogrevanje in prezračevanje športnih dvoran

Povzetek

Na 29 ekspertno izbranih šolskih športnih dvoranah smo s pomočjo strukturiranega vprašalnika preučili, kakšni so sistemi ogrevanja in prezračevanja ter kakšne so subjektivne ocene učiteljev športne vzgoje o kakovosti zraka v športnih dvoranah. Naša ključna ugotovitev je, da so sistemi ogrevanja in prezračevanja zastareli in zato zaradi načina delovanja energetsko potratni. Večina športnih dvoran se ogreva s stenskimi radiatorji in vpihovalniki zraka, hkrati pa se prezračuje z naravnim prezračevanjem v kombinaciji s prisilnim. Takšno prezračevanje je očitno ugodno za uporabnike, saj navajajo, da je zrak v dvoranah dober. V praksi pa to pomeni, da so v številnih športnih dvoranah celo leto odprta okna, da se dvorana uspešno prezračí. Pozimi so tako radiatorji pogosto prižgani na najvišjo stopnjo, topel zrak se dviguje pod strop in uhaja skozi odprta okna.

Predlagamo, da se za zmanjšanje porabe energije za obratovanje športne dvorane in zagotavljanje boljše varnosti uporabnikov športne dvorane obnovijo sistemi ogrevanja in prezračevanja v športnih dvoranah. Takšne obnove zahtevajo večje gradbene in instalacijske posege, zato jih je smiselno izvesti skupaj z drugimi večjimi posegi v okviru energetske obnove stavbe in tehnološke posodobitve športne dvorane.

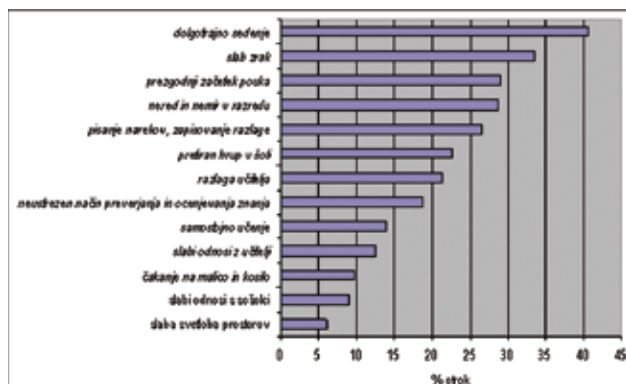
Ključne besede: management športnih objektov, telovadnica, športna vzgoja, šola, klima, vzdrževanje.



Uvod

Učitelji in učenci so v šoli pod vplivom različnih obremenitev. Obremenilni dejavniki niso le učenje in slabi medsebojni odnosi, temveč tudi kemični in fizikalni dejavniki, kot so mikroklima, hrup, svetloba, temperatura in drugi vplivi na človeški organizem. Vse to lahko vodi do preobremenjenosti in posledično vedenjskih (nemir in slabo počutje) ali zdravstvenih težav otrok oziroma akutnih ali kroničnih zdravstvenih težav učiteljev.

Izsledki Strela, Kovačeve in Juraka (2004) kažejo presenetljivo sliko (Prikaz 1), saj učence višjih razredov osnovnih šol v pretežni meri obremenjujejo dejavniki, ki niso neposredno povezani z učenjem in ki jih je mogoče z ustreznimi organizacijskimi ukrepi nevtralizirati.



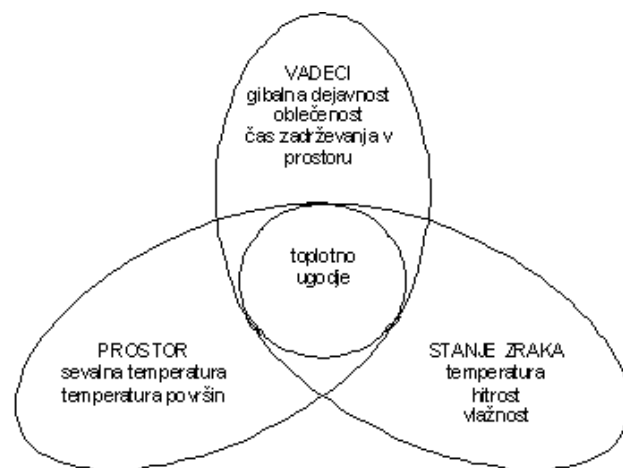
Prikaz 1: Dejavniki, ki v šoli najbolj obremenjujejo učence višjih razredov osnovne šole

Vir: Strel, Kovač in Jurak, 2004

Obremenjenost s takšnimi dejavniki nakazujejo tudi izsledki raziskave o izostankih od pouka športne vzgoje (Jurak, Kovač, Strel in Starc, 2005). Ugotavljamo, da je najpogostejši razlog za opravičevanje splošna slabost in glavobol. Sklepamo, da je to posledica dejavnikov, kot so: slab zrak, nemir, hrup, slaba svetloba, dehidracija, slaba prehrana ipd.

Ugodno počutje je pri opravljanju telesnega in umskega dela ključnega pomena. Veda, ki se ukvarja s preučevanjem zakonitosti dela skozi prilagajanje pogojev dela človeku, se imenuje ergonomija. Njen cilj je, da prilagodi pogoje dela, delovna sredstva, proces dela in proizvod kot rezultat dela človeku s psihološkega, fiziološkega in anatomskega vidika. Ergonomija je večdisciplinarna znanost, saj gre pri preučevanju zakonitosti dela za medsebojno vzajemno delovanje znanstvenih področij, kot so: kineziologija, biomehanika, medicina dela, varnost pri delu, organizacija dela, antropometrija, psihologija, fiziologija, oblikovanje in dizajn, strojništvo, gradbeništvo, antropologija, sociologija idr.

Analiza športne dvorane kot delovnega okolja in dejavnosti, ki potekajo v njej, kaže na določene posebnosti. V športni dvorani poteka pretežno mišično delo, ljudje pa se pri tem večinoma gibljejo. Temu primerni morajo biti tudi ustrezni fizikalni pogoji, zlasti toplotno okolje, ki ga sestavljajo vsi dejavniki okolja, ki usmerjajo izmenjavo toplote med okolico in človeškim telesom. Izmenjava toplote med telesom in okoljem je odvisna od štirih klimatskih veličin: temperature zraka, vlažnosti zraka, gibanja zraka in srednje temperatura sevanja (Polajnar, Verhovnik, Sabadin in Hrašovec, 2003).



Prikaz 2: Model vpliva toplotnega okolja na toplotno ugodje v športni dvorani

Za oceno toplotnega stanja in prvenstveno za oceno toplotnega udobja se najpogosteje uporablja efektivno temperaturo (ET) in korigirano efektivno temperaturo (KET). ET in KET sta indeksa za oceno toplotnega udobja, ki poskušata s številko opisati občutek toplote, ki ga ima človek v svojem okolju. Razlika med njima je v tem, da v ET ni upoštevan vpliv toplotnega sevanja. Efektivna temperatura je po opredelitvi tista temperatura zaprtega prostora, v katerem je hitrost gibanja zraka enaka nič in v katerem vlada nasičena vlažnost, pri kateri ne zaznamo razlike v občutku toplote pri prehodih v prostor (Sušnik, 1992).

Standard SIST EN 15251:2007 (merila notranjega okolja za načrtovanje in ocenjevanje toplotnih lastnosti stavb z upoštevanjem notranje kakovosti zraka, toplotnega okolja, svetlobe in hrupa) določa vplivne parametre in/ali kriterije za notranje okolje ter način upoštevanja letih v smislu zahtev EPBD direktive (direktive o energetski učinkovitosti stavb).

Priporočene ali zahtevane vrednosti parametrov notranjega okolja so podane glede na kategorijo pričakovane kakovosti notranjega okolja. Kategorizacija omo-

goča podajanje informacije o kompleksnem notranjem okolju na enostaven način. Športne dvorane niso posebna skupina notranjega okolja po SIST EN 15251:2007. Glede na razumevanje standarda lahko opredelimo, da je optimalna učinkovita temperatura za športne dvorane med 18 in 20°C, dopustna pa 26°C (pri tej temperaturi je potrebno začeti dvorano hladiti).

Skladno z navedenim uravnavanje toplotnega okolja v športni dvorani zagotavlja sistema ogrevanja in prezračevanja, glede na potrebe tudi pohlajevanja zraka. V novejših športnih dvoranah sta običajno dva sistema ogrevanja: radiatorsko in toplovodno sevalno gretje. Toplozračno gretje je mogoče povezati s sistemom prezračevanja.

Radiatorsko ogrevanje je priporočljivo predvsem za pomožne prostore, kjer so vgrajena okna (Urbanc, 1991). Temperatura mora biti skladna s predpisi za tovrstne prostore. Radiatorji so postavljeni praviloma pod okenskimi parapeti. V pomožnih prostorih je pomembna predvsem temperatura, ki naj bi bila nekoliko višja od temperature v osrednjem športnem prostoru. Postavitev radiatorjev je v pomožnih prostorih drugotnega pomena, vendar pa je vseeno treba paziti, da so postavljeni tako, da ne motijo ljudi, ki se tam zadržujejo, in da poskrbijo za primerno temperaturo celotnega prostora. Radiatorjev v vadbenih prostorih ne priporočamo, ker predstavljajo oviro in pomenijo tveganje z vidika varnosti; ker gre toplota radiatorjev pretežno pod strop, so spodnje plasti zraka premalo ogrete, zgornje pa preveč, posledično je poraba energije zato večja.

V preteklosti so se v športne dvorane pogosto vgrajevali toplozračni sistemi ogrevanja. Slabosti takšnih sistemov so močno kroženje zraka, kot so zračni tokovi s temperaturo, ki je občutno drugačna od okolja, kar vadeči, zlasti pa učitelj, čuti kot preprih, poleg tega pa se pojavi dviganje prahu, spor, plesni, bakterij in vsega, kar je v prostoru ter hrupnost ventilatorjev.

V zadnjem času se zato za osrednje vadbene prostore raje uporablja toplovodno sevalno gretje. Kot grelna telesa se uporabljajo nizkotemperaturna toplovodna sevala. Princip toplovodnih seval je, da ogrevajo predmete, stene, tla, le-ti pa potem ogrevajo prostor oz. zrak. Tako sami predmeti oddajajo toploto, za počutje vadečih pa je ta boljše porazdeljena. Toplovodna sevala so nameščena na stropu, običajno na način, ki omogoča hitro, preprosto in varčno nameščanje. Nizki investicijski vrednosti se pridružuje še varčno delovanje, kar omogoča izdelavo varčnih in higienskih napeljav za ogrevanje. Temeljno načelo delovanja je prenos to-

plote s sevanjem: stropne sevajoče plošče pozimi, ker imajo višjo temperaturo od predmetov v okolju, oddajajo toplotno sevanje, ki se v toploto spremeni ob stiku s predmetom (osebo, površino, tlakom in napravami). Hkrati vsak obsevan predmet postane vir toplote, saj s sevanjem ali konvekcijo toploto zopet oddaja. Med ogrevanjem pozimi je s povečanjem povprečne obsevane temperature površin v prostoru mogoče doseči zelo ugodno počutje kljub nižjim temperaturam zraka v prostoru: nižja temperatura zraka pa pomeni manjše izgube skozi obodne površine prostora. S takšnim načinom ogrevanja se v dvorani celovito odpravi značilne težave napeljav z močnim kroženjem zraka. Stropne plošče za ogrevanje s sevanjem nudijo vse prednosti statičnega ogrevanja brez potrebe po izdelavi zahtevnih napeljav in upravljanja, vgrajenih v strukturo stavbe.

Toplozračno gretje je mogoče vpeljati kot dogrevanje prostora v okviru prezračevalnega sistema. V preteklosti je bilo prezračevanje športnih dvoran največkrat načrtovano kot naravno prezračevanje skozi okna. To je energetsko potratna rešitev zlasti v hladnejših mesecih, običajno pa tudi problematična z drugih vidikov (vdora hrupa iz okolice, vstopa manjših ptic v dvorano). V sodobni športni dvorani je prezračevanje prisilno s prezračevalnimi napravami z namenom večje energetske varčnosti. Takšne prezračevalne naprave imajo vgrajene generatorje hladu in toplote, ki delujejo kot toplotne črpalke. Distribucija zraka poteka s prezračevalnimi kanali in cevmi ter končnimi prezračevalnimi elementi (vrtinčni difuzorji, vpihovalne šobe in prezračevalne rešetke). Parametri gibanja zraka in zvoka morajo biti omejeni v skladu s Pravilnikom o prezračevanju in klimatizaciji stavb (*Uradni list RS*, št. 42/02, 105/02). Razpored izpihovalnih elementov mora biti takšen, da ni ogrožena varnost vadečih (in morebiti gledalcev, če ima dvorana tribuno) in da je zagotovljena enakomerna porazdelitev temperature in svežega zraka.

Namen naše študije je bil ugotoviti zaznavanje toplotnega ugodja v šolskih športnih dvoranah, cilj pa ugotoviti, kakšni so sistemi ogrevanja in prezračevanja v športnih dvoranah ter kakšne so subjektivne ocene učiteljev športne vzgoje o kakovosti zraka v športnih dvoranah.

Metode dela

Sisteme ogrevanja in prezračevanja v športnih dvoranah smo preverjali v 29 šolskih športnih dvoranah. Vzorec izhaja iz ekspertno opredeljenega vzorca tipičnih

športnih dvoran v Sloveniji (podrobneje v: Jurak idr., 2012), ki predstavljajo različne arhitekturne značilnosti športnih dvoran. Velikost vzorca športnih dvoran je bila v veliki meri odvisna od razpoložljivih finančnih sredstev, zato smo vzorec športnih dvoran zmanjšali na najnižje število, da podatki z omejitvami zadovoljujejo minimalne metodološke pogoje.

Za namen našega dela smo pripravili vprašalnik, s pomočjo katerega so učitelji športne vzgoje na šolah popisali značilnosti sistema ogrevanja in prezračevanja ter ocenili kakovost zraka v športni dvorani. Kakovost zraka so učitelji ocenjevali na lestvici od 1 do 5, kot je prikazano v Preglednici 1.

Preglednica 1: Ocenjevanje kakovosti zraka v športni dvorani

1	Zrak v športni dvorani je vse leto zelo slab, ob vadbi je v dvorani zadušljivo, širijo se neprijetne vonjave.
2	Zrak v športni dvorani je skozi celo leto precej slab.
3	Zrak v športni dvorani je zadovoljiv, le ob zelo toplem in vlažnem vremenu je slab.
4	Zrak v športni dvorani je dober, občasno se poslabša.
5	Zrak v športni dvorani je ves čas odličen.

Podatki so bili analizirani s programom SPSS Statistics 18.0. V rezultatih so prikazane frekvenčne porazdelitve odgovorov. Povezanost sistemov ogrevanja in prezračevanja s starostjo športnih dvoran smo testirali s χ^2 testom, povezanost kakovosti zraka s starostjo dvoran pa s Spearmanovim koeficientom korelacije na ravni 5 % statistične značilnosti.

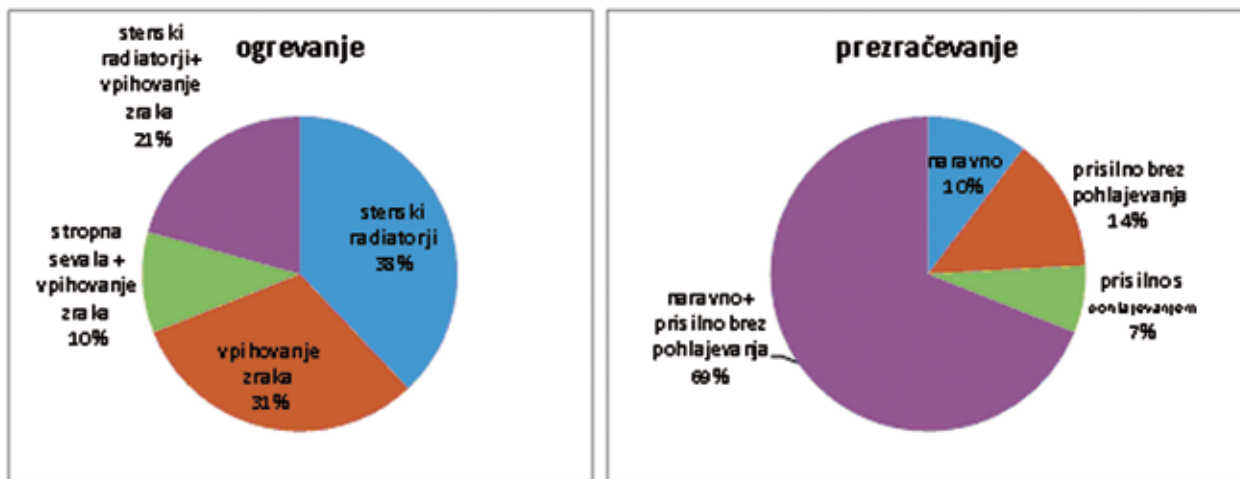
■ Rezultati

Kot sistem ogrevanja se v preučevanih športnih dvoranah najpogosteje pojavljajo stenski radiatorji in vpihovanje zraka, pri prezračevanju pa kombinacija naravnega in prisilnega prezračevanja (Prikaz 3). Pri dveh športnih dvoranah so učitelji navedli, da prisilno prezračevanje sploh ne deluje. Analiza ni pokazala statistično značilnih povezav sistemov ogrevanja in prezračevanja s starostjo.

Na Sliki 1 so vidni elementi ogrevanja in prezračevanja v tipični 30 let stari športni dvorani. Pod okni so za letveniki nameščeni radiatorji. Prezračevanje poteka



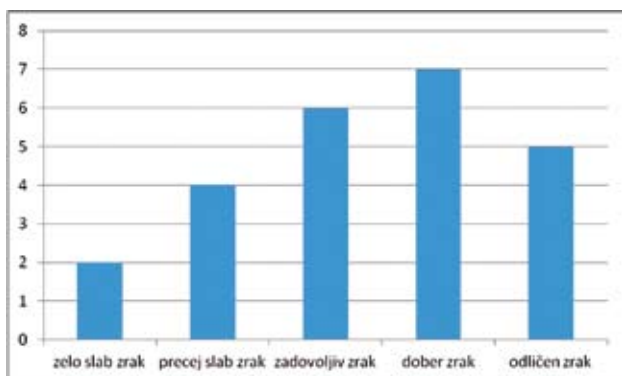
Slika 1: Tipični sistem ogrevanja in prezračevanja v 30 let stari športni dvorani.



Prikaz 3: Sistemi ogrevanja in prezračevanja v športnih dvoranah

prek odprtih zgornjih oken in ventilatorja, vgrajenega v steno.

Toplozračno ogrevanje sicer lahko poteka prek grelne naprave (kaloriferja), ki je postavljena v športni dvorani, ali pa je ta naprava v drugem prostoru in je v dvorano pripeljan razvod cevi, prek katerih poteka upih toplega zraka.



Prikaz 4: Ocena kakovosti zraka v športnih dvoranah

Učitelji na splošno ocenjujejo, da je zrak v športnih dvoranah dober (Prikaz 4). Analiza povezanosti s sistemom prezračevanja ni pokazala statistično značilnih povezav, medtem ko obstajajo značilne povezave z letom izgradnje športnih dvoran ($p = 0,003$, $ro = -0,573$).

Razprava

Naša študija je ena redkih, ki obravnava problematiko ogrevanja in prezračevanja športnih dvoran z uporabniškega vidika. Naša ključna ugotovitev je, da so sistemi ogrevanja in prezračevanja zastareli in zato zaradi načina delovanja energetsko potratni.

Ugotovljamo, da se večina športnih dvoran ogreva s stenskimi radiatorji in vpihovalniki zraka, hkrati pa se

prezračuje z naravnim prezračevanjem v kombinaciji s prisilnim. Takšno prezračevanje je očitno ugodno za uporabnike, saj navajajo, da je zrak v dvoranah dober. V praksi pa to pomeni, da so v številnih športnih dvoranah celo leto odprta okna, da se dvorana uspešno prezračuje. Pozimi so tako radiatorji pogosto prižgani na najvišjo stopnjo, topel zrak se dviguje pod strop in uhaža skozi odprta okna. To potrjujejo tudi povezave kakovosti zraka s starostjo športnih dvoran. Ta povezava je namreč negativna in kaže, da učitelji kakovost zraka pretežno uravnavajo z naravnim prezračevanjem, ki je najučinkovitejše v starih športnih dvoranah, kjer je prisilnega prezračevanja manj, naravno prezračevanje pa poteka prek velikih in bolj dosegljivih oken za odpiranje. Neznačilno povezanost sistemov ogrevanja in prezračevanja s starostjo pa razlagamo z manjkajočimi podatki o posodobitvah tovrstnih sistemov. Opisani način ogrevanja in prezračevanja športnih dvoran ima posledice na zdravje vadečih in učitelja ter vpliva na porabo energije.

Naši učitelji kot eno pogostih zdravstvenih težav navajajo prehlade in težave s sklepi (Kovač, Leskošek, Hadžić in Jurak, 2011), kar je povezano z izpostavljenostjo prepihu, ki nastaja v športni dvorani. Kar tretjina učiteljev tako poroča o zelo pogostih in pogostih prehladih, 56 % pa o občasnih, pri tem pa ne zaznavamo razlik med njimi glede na spol in starost. Prehladi so posledica premajhne zaščite pri spremembah mikroklimе, saj učitelj večkrat dnevno menja delovni prostor, ko prehaja iz kabineta, kjer je topleje, v hladnejšo športno dvorano, ali iz zaprtega prostora na zunanje športne površine in nazaj. Športne dvorane so hladnejše kot učilnice, saj se učenci med vadbo intenzivneje ogrejejo; stopnja temperature pa je premajhna za manj intenzivno vadbo

oziroma za učitelje, ki so le del ure intenzivneje dejavni. Zaradi zaposlenosti z drugimi dejavnostmi so učitelji tako premalo pozorni na svoje ogrevanje, ustrezno zaščito z oblačilom, ko se ohladijo, kar v določenih delih leta lahko povzroči prehlade.

Težave s sklepi so lahko posledica manj pazljive izpeljave pouka (prikazi prvin brez predhodnega ogrevanja, pomoč učencem, hitri gibi) ali poškodb, ki so jih učitelji dobili pri svojem ukvarjanju s športom kot športniki v mlajših letih ali pa pri rekreativni vadbi, na njihov nastanek pa lahko vpliva tudi neugodna mikroklima z izpostavljenostjo prepihu. Za razliko od kanadskih učiteljev športne vzgoje, kjer zaznavajo več okvar pri učiteljicah (Lemoyne, Laurencelle, Lirette in Trudeau, 2007), pri nas poročajo o pogostejših okvarah sklepov moški. Večina raziskav (Erick in Smith, 2011; Lemoyne idr., 2007; Sandmark, 2000) pa tako kot na slovenski populaciji učiteljev (Kovač idr., 2011) kaže na povečano tveganje za poškodbe sklepov pri starejših učiteljih, ki so dalj časa izpostavljeni neugodnim delovnim pogojem.

Opisan uveljavljen način prezračevanja pa je tudi energetsko zelo potraten, zato je nujno razmišljati o posodobitvah s sistemi prezračevanja z vračanjem toplote odpadnega zraka, ki lahko sočasno delno ali v celoti izvaja obe funkciji (ogrevanje, hlajenje). V zimskih mesecih takšen sistem ogreje prostor in glede na zaznane vrednosti CO₂ in vlage v prostoru dovaja svež, vendar ogret zrak. V toplejših mesecih čez noč intenzivno vpihuje svež in ohlajen zrak, čez dan pa s potrebnim dodajanjem manjše količine svežega zraka ustvarja prijetno delovno okolje. Pri tem sistemu se z vidika učinkovite rabe energije poraja zanimivo vprašanje, ali je mogoče povečano temperaturo v športni dvorani, ki nastaja zaradi izločanja toplote vadečih, izkoristiti za ogrevanje sanitarne vode?

Omejitve

Pri posploševanju rezultatov naše študije je treba upoštevati omejitve pri vzorčenju in izboru postopkov merjenja. Kakovostnejše podatke bi lahko dobili na bolj reprezentativnem vzorcu z merjenjem korigirane efektivne temperature in kakovostnejšimi podatki o trenutnem stanju in delovanju sistemov ogrevanja in prezračevanja.

Sklep

Zaradi zmanjšanja porabe energije za obratovanje športne dvorane in zagotavljanja boljše varnosti uporabnikov športne dvorane je treba obnoviti sisteme

ogrevanja in prezračevanja v športnih dvoranah. Takšne obnove zahtevajo večje gradbene in instalacijske posege, zato jih je smiselno izvesti skupaj z drugimi večjimi posegi v okviru energetske obnove stavbe in tehnološke posodobitve športne dvorane.

Literatura

1. Erick, P.N. in Smith, D.R. (2011). A systematic review od musculoskeletal disorders among school teachers. *BMC Musculoskeletal Disorders*, 12(1), 260. doi:10.1186/1471-2474-12-260.
2. Fošnarič, S. (2001). *Učenci in šolsko delovno okolje – Nekateri uporabni vidiki ergonomije v vzgoji in izobraževanju*. Maribor: Pedagoška fakulteta.
3. Jurak, G., Kovač, M., Strel, J. in Starc, G. (2005). Analiza opravičevanja pri športni vzgoji. *Šport*, 53(3), 13–20. Priloga Didaktika športa.
4. Kovač, M., Leskošek, B., Hadžić, V. in Jurak, G. (2011). S poklicem povezane zdravstvene težave slovenskih učiteljev športne vzgoje – razlike glede na spol in starost. *Šport*, 59 (3/4), 9–14.
5. Lemoyne, J., Laurencelle, L., Lirette, M. in Trudeau, F. (2007). Occupational health problems and injuries among Quebec's physical educators. *Applied Ergonomics*, 38(5), 625–634.
6. Polajnar, A., Verhovnik, V., Sabadin, A. in Hrašovec, B. (2003). *Ergonomija*. Maribor: Tiskarna Tehniških fakultet.
7. Pravilnik o prezračevanju in klimatizaciji stavb. *Uradni list RS*, št. 42/02, 105/02.
8. Sandmark, H. (2000). Musculoskeletal dysfunction in physical education teachers. *Occupational and Environmental Medicine*, 57(10), 673–677.
9. Strel, J., Kovač, M. in Jurak, G. (2004). Study on young people's lifestyles and sedentariness and the role of sport in the context of education and as a means of restoring the balance. The case of Slovenia. Ljubljana: University of Ljubljana, Faculty of Sport. Pridobljeno 30. 6. 2004 na <http://www.sp.uni-lj.si/didaktika/english.htm>.
10. Sušnik, J. (1992). *Ergonomska fiziologija*. Radovljica: Didakta.
11. Urbanc, J. (1991). Instalacijska in energetska oprema. V Kovač, M., Slana, N. (ur.), *Objekti in oprema, namenjeni šolski športni vzgoji*, str. 52–67. Ljubljana: Zavod RS za šolstvo in šport.

izr. prof. dr. Gregor Jurak, prof. šp. vzg.
Univerza v Ljubljani, Fakulteta za šport – Katedra za šolsko
športno vzgojo
e-naslov: gregor.jurak@fsp.uni-lj.si