



Gregor Jurak,
Jakob Bednarik, Edvard Kolar

Študija primera energetske učinkovitosti športne dvorane

Povzetek

Na primeru tipične 25 let stare šolske športne dvorane z eno vadbeno enoto smo izračunali možne prihranke energije in stroškov ob energetske prenovi športne dvorane. Da bi ocenili dejanske razlike v obratovalnih stroških športnih dvoran z različno gradbeno fiziko, smo naredili še primerjavo dveh enako vsebinsko zasnovanih večnamenskih športnih dvoran s tremi vadbenimi enotami, ki sta bili zgrajeni v časovnem razmiku 10 let.

Na podlagi izračunov iz študije primerov in poznavanja obsega mreže šolskih športnih dvoran smo pripravili konservativno oceno potrebne energije za ogrevanje šolskih športnih dvoran v Sloveniji in možnih energetskih prihrankov ob ustrezni izolaciji športnih dvoran, ki so starejše od 10 let. Ocenjujejo, da bi bil letni prihranek energije 234.000 MWh, kar predstavlja več kot 100.000 ton manj CO₂ izpusta letno oz. 9,36 milijona evrov prihrankov pri letnih stroških obratovanja. Glede na predvidena vlaganja bi to pomenilo osemletno enostavno dobo povračila vlaganja.

Predlagamo, da pristojno ministrstvo pripravi program »Energetska in tehnološka posodobitev športnih dvoran na področju vzgoje in izobraževanja«, s katerim bomo prek kohezijske politike spodbudili potrebna vlaganja v že zgrajene tovrstne športne dvorane.

Ključne besede: management športnih objektov, trajnostni razvoj, telovadnica, športna vzgoja, šola, izpust CO₂, vzdrževanje, obratovanje, gradbena fizika.

■ Uvod

Športna dejavnost ljudi ima večinoma pozitivne učinke na človeka in družbo, nekateri vplivi športa pa so lahko tudi negativni. Tako lahko športni objekt kot viden del športnega udejstvovanja ljudi predstavlja poseg v prostor, kot takšen pa ima lahko tudi negativen vpliv nanj. Ključni vplivi na okolje so poraba energije za ogrevanje, hlajenje, prezračevanje, toplo vodo in električno energijo ter emisije toplogrednih plinov, ki pri tem nastajajo, poraba naravnih virov, poraba virov sladke vode med gradnjo in v fazi uporabe, emisije snovi, škodljivih za zdravje ljudi in okolje (med proizvodnjo ali odlaganjem gradbenih materialov, ki povzročajo onesnaževanje zraka in vode), negativen vpliv na zdravje uporabnikov zgradbe zaradi gradbenih materialov, ki vsebujejo nevarne snovi, emisije toplogrednih plinov, ki so posledica prevoza gradbenih materialov in proizvodov, nastajanje odpadkov ter vpliv na biotsko raznovrstnost in degradacijo tal. Obstajajo pa še drugi vplivi športnih objektov na okolje, ki niso povezani s porabo energije, kot so: povečano svetlobno sevanje

in hrup ter ogrožanje obstoječih ekosistemov in biotske raznovrstnosti ter lokalne kulture in dediščine.

Športni objekti tako sodijo v tok družbenega razvoja zadnjega stoletja, ki so pripeljale do razmišljanja, da je treba omejiti navedene vplive. Izoblikoval se je koncept trajnostnega razvoja, katerega opredelitev pravi, da trajnostni razvoj pomeni »**zadovoljiti trenutne potrebe, ne da bi pri tem ogrozili zadovoljevanje potreb prihodnjih generacij**«. Trajnosten razvoj je povezan z zapuščino¹, ki je »preprosto nekaj, kar bo projekt pustil za sabo« (Masterman, 2004, str. 51) in je v veliki meri povezan z dejavnostjo ljudi in celotnih generacij. Ta pa je lahko pozitivna ali negativna. Z vidiki pozitivne in negativne zapuščine pa se vedno bolj srečujemo tudi na področju gradnje vseh vrst objektov in še posebej športnih objektov, saj ti zaradi velikih volumnov za svoje obratovanje porabljajo velike količine energije. Prav zato je sodobno načrtovanje športnih objektov opredeljeno z določili, ki omogočajo energetsko učinkovito rabo vseh virov energije, ki se pri

¹ang. *legacy*



gradnji in obratovanju izkoriščajo in porabljajo. Več o konceptu trajnostnega managementa športnih objektov je mogoče prebrati v knjigi *Management športnih objektov* (Jurak, Kolar, Kovač in Bednarik, 2012).

Namen pričujoče študije je prispevati k bolj učinkoviti rabi energije pri obratovanju športnih objektov v prihodnosti. Cilja študije pa sta na konkretnem primeru tipične 25 let stare šolske športne dvorane prikazati možne prihranke energije (in sredstev) z alternativnimi pristopi k celostni sanaciji omenjenega športnega objekta in prikazati razlike v obratovalnih stroških dveh podobno velikih šolskih športnih dvoran, ene novejšje in druge približno desetletje starejše.

■ Študija primera gradbene fizike tipične 25 let stare šolske športne dvorane in vključitve SPTE

Za študijo tipične šolske športne dvorane smo izbrali športno dvorano OŠ Ketteja in Murna iz Ljubljane. Gre za športno dvorano z eno vadbeno enoto, mere notranjih prostorov 28 x 17 x 7 m. Dvorana je fizično ločena od stavbe šole. Njena orientacija glede na smeri neba

je severovzhod – jugozahod. Dvorana je bila zgrajena leta 1986, leta 2010 pa je bila obnovljena streha.

SedANJI način zagotavljanja priprave toplote športne dvorane in stavbe šole je z ogrevanjem na zemeljski plin. V primeru ogrevanja ima osnovna šola kot možnost učinkovitejše rabe energije dograditi obstoječi sistem ogrevanja s sistemom soproizvodnje toplote in električne energije (SPTE) ali kogeneracije, kar smo preučili tudi z našo študijo.

Namen študije gradbene fizike športne dvorane je bil:

- opredeliti potrebne toplotne prehodnosti kritičnih prereзов objekta v skladu z zahtevami zakonodaje – Pravilnika o toplotni zaščiti in učinkoviti rabi energije v stavbah (v nadaljevanju: PURES; *Uradni list RS*, št. 52/2010) in
- ugotoviti potrebno toploto za pokrivanju potreb po ogrevanju objekta.

Študija gradbene fizike športne dvorane OŠ Ketteja in Murna je bila izdelana v skladu s Pravilnikom o toplotni zaščiti in učinkoviti rabi energije v stavbah, *Ur. list RS* št.: 52/2010 in zajema:

- elaborat gradbene fizike – toplotne zaščite objekta,
- izkaz toplotnih značilnosti stavbe.

Izračuni so opravljeni še na osnovi Pravilnika o toplotni zaščiti in učinkoviti rabi energije v stavbah (*Uradni list RS*, št. 52/2010). Podlaga za izračun je bil idejni projekt, ki je predvidel izvedbo izolacije fasade, zamenjavo oken in vrat ter vgradnjo soproizvodnja električne in toplotne energije (SPT). Pri izračunu je uporabljen program ArchieMaid, podjetja Fibran, za toplotno izolacijo pa so bile podane značilnosti za »Ekstrudirani polistiren Fibran XPS«. Izračun je pripravilo podjetje Energen d.o.o..

Značilni gradbeni parametri in energetske veličine

Značilni gradbeni parametri objekta so izračunani na podlagi prejete projektne dokumentacije in so prikazani v Preglednici 1. Temperaturni podatki so pridobljeni iz podatkov Agencije RS za okolje.

Izračun toplotnih in difuzijskih značilnosti prereзов objekta je izdelan v skladu z zahtevami PURES-a in je v

celoti podan v prilogi poročila raziskovalnega projekta (Jurak idr., 2012). V Preglednici 2 so prikazane toplotne prehodnosti kritičnih prereзов objektov. Za izračun omenjenih parametrov smo skupaj analizirali športno dvorano in prizidek dvorane (slačilnice, kabineti, tuši, WC). Iz preglednice je razvidno, da je z vidika zahtev PURES-a ustrezen le strop, ki je bil prenovljen.

Za izračun toplotnih izgub objekta in posledično potrebne toplote za kompenzacijo teh izgub so bile upoštevane:

- transmisijske izgube (toplotna prehodnost ovoja zgradbe, temperaturni primanjkljaj in kvadratura gradbenih elementov),
- ventilacijske izgube (prezračevanje – določene urne izmenjave zraka od 0,4 do 0,7),
- notranji toplotni viri,
- sončni dobitki, katerih vrednosti so razvidne v prilogi elaborata gradbene fizike.

Ugotavljamo, da znaša potrebna toplota ogrevanja za pokrivanje transmisijskih in ventilacijskih izgub ob upo-

Preglednica 1: Značilni gradbeni parametri športne dvorane OŠ Ketteja in Murna

Upravljallec	Osnovna šola Ketteja in Murna, Koširjeva ulica 2, 1000 Ljubljana
Stavba	OŠ Ketteja in Murna – dejansko stanje
Lokacija stavbe	LJUBLJANA, Koširjeva ulica 2, 1000 Ljubljana
Katastrska Občina	UDMAT
Parcelna številka	834/7
Koordinate lokacije stavbe (X,Y)	X = 101975 km Y = 463852 km
Vrsta stavbe šifra	12650 Športne dvorane
Etažnost	Do tri etaže
Neto uporabna površina stavbe	Au= 793,68 m ²
Kondicionirana prostornina stavbe	Ve= 5.474,00 m ³
Površina toplotnega ovoja stavbe	A = 2.516,00 m ²
Oblikovni faktor	fo= A/Ve= 0,46 m ⁻¹
Temperaturni primanjkljaj (za ogrevanje)	DD = 3.300,00 K dni
Temperaturni presežek (za hlajenje)	DH = 0,00 K ur
Povprečna letna temperatura zunanjega zraka TL	TL= 10,0 °C

Preglednica 2: Izračun toplotnih prehodnosti in značilnosti za kritične prereze

Konstrukcija	Udovoljena (W/m ² K) PURES 2010	Udejanska (W/m ² K)	Ustrezno Glede PURES 2010
Zunanje stene in stene prosti neogrevalnim prostorom	0,2800	1,583	NE
Tla na terenu	0,3500	0,545	NE
Strop v sestavni ravne ali poševne strehe	0,2000	0,190	DA
Vertikalna okna	0,2000	2,541	NE

Preglednica 3: Izračunane in dovoljene vrednosti toplote za ogrevanje objektov

Vrst zgradbe	Izračunano	Dovoljeno
Stanovanjska zgradba	QNH/Ve = 89,80 kWh/m ² a	QNH/Ve = 41,14 kWh/m ² a
	QNH/Ve = 23,67 kWh/m ² a	QNH/Ve = 13,16 kWh/m ² a
Nestanovanjska zgradba	QNH/Ve = 89,80 kWh/m ² a	
	QNH/Ve = 23,67 kWh/m ² a	QNH/Ve = 13,16 kWh/m ² a
Javne zgradbe	QNH/Ve = 89,80 kWh/m ² a	
	QNH/Ve = 23,67 kWh/m ² a	QNH/Ve = 13,16 kWh/m ² a

števanju dobitkov okoli 167.223 kWh. Izračunana letna potrebna toplota za ogrevanje, izražena na enoto površine in prostornine ogrevanih prostorov, znaša:

$$Q_h/A_u = 210,69 \text{ kWh/m}^2\text{a}; \quad Q_h/V_e = 30,55 \text{ kWh/m}^3\text{a}$$

Po zahtevah PURES-a znaša letna potrebna toplota za ogrevanje na enoto neto uporabne površine in kondicionirane površine za različne zgradbe, kot je prikazano v naslednji preglednici.

Športno dvorano OŠ Ketteja in Murna smo uvrstili v kategorijo nestanovanjske zgradbe. Za to kategorijo ni opredeljeno dovoljeno energijsko število ogrevanja izraženo kot poraba toplote za ogrevanje na ogrevalno površino. Razlog temu je, da so volumni ogrevane površine nestanovanjskih objektov zelo različni zaradi običajno različne višine stropov v prostorih.

Iz primerjave dovoljenih in izračunanih vrednosti lahko vidimo, da izračunana vrednost porabe toplote presega dovoljeno.

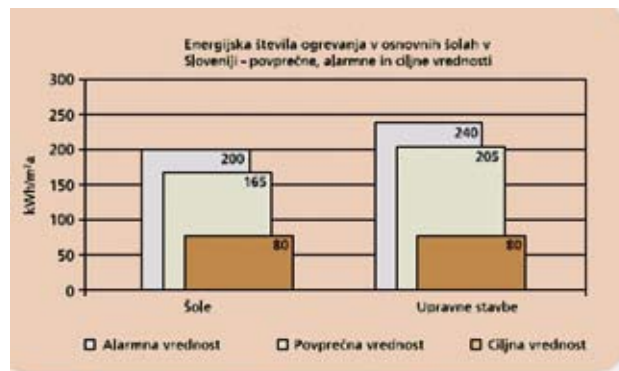
Za preliminarno oceno analize rabe energije objekta se uporablja energijsko število, ki predstavlja specifično rabo celotne energije (toplotne in električne v kWh, vključno s pripravo tople sanitarne vode) glede na velikost ogrevane površine zgradbe v enem letu. Smiselno je ločiti energijsko število ogrevanja, ki daje podatek o energijski varčnosti objekta od energijskega števila tehničnih naprav (poraba električne energije na enoto površine), ki je dostikrat odraz opremljenosti objekta (prezračevanje ipd.).

Dejanska raba energije v stavbi in s tem tudi energijsko število je odvisno od številnih dejavnikov, zato je težko določiti idealne in splošne vrednosti za kazalce rabe energije v stavbah. Pa vendarle je enostavne smernice kljub temu mogoče začrtati. Dogovorjeno mora biti obdobje, za katero se izračunava energijsko število (ogrevalna sezona, koledarsko leto). Za vsako od skupin stavb (šole in vrtci, upravne stavbe ...) lahko ugotovimo povprečno vrednost energijskega števila za električno energijo in energijo za ogrevanje.

Vse stavbe, ki imajo energijsko število znatno višje od dobljenih povprečnih vrednosti in nimajo specifičnega razloga za tako visoko rabo energije, je potrebno natančneje pregledati.

V pomoč pri primerjavi energijskih števil je prikaz, ki zajema povprečne vrednosti energijskih števil doslej pregledanih osnovnih šol in upravnih stavb ter predlagane ciljne in alarmne vrednosti.

Prikaz 1: Energijska števila ogrevanja v osnovnih šolah v Sloveniji



Vir: Energen d.o.o.

Če primerjamo energijsko število ogrevanja analiziranega objekta športne dvorane OŠ Ketteja in Murna (210,69 kWh/m²a) s podatki energijskih števil ogrevanja v stavbah v Sloveniji, lahko ugotovimo, da se analizirani objekti uvršča med energetsko potratne objekte.

Na podlagi ugotovljenega smo izračunali energijske prihranke ob izvedbi izolacije sten z demit fasado 16 cm in zamenjavo oken. Dodatno smo izračunali še vključitev soproizvodnje toplote in električne energije v sistem ogrevanja in oskrbo z energijo. Predlagani ukrepi bi vplivali na zmanjšanje stroškov ogrevanja, imeli pa bi tudi pozitivni učinek na zmanjšanje obremenitve okolja.

Ukrepi učinkovite rabe energije

Športna dvorana OŠ Ketteja in Murna je neizolirana in energetsko potratna stavba. Na sliki so prikazani deli dvorane, kjer je zunanja stena neizolirani beton.



Slika 2: Zunanje stene športne dvorane.

V primeru izvedbe ustrezne izolacije fasade z npr. demit izolacijo 16 cm bi se potreba po toplotni energiji znižala na 111 MWh, s čimer pa se še vedno ne doseže zelenega stanja energetske učinkovitosti objekta. Za dosego ustreznih kazalcev energetske učinkovitosti je potrebna izvedba izolacij sten ter zamenjava oken in vrat v stavbo. Predvidena investicija v izvedbo izolacije demit 16 cm je ocenjena na ravni okoli 25.000 EUR brez DDV. Predvidena izolacija v zamenjavo oken in vrat znaša okoli 50.000 EUR brez DDV. Dodatne izolacije strehe nismo predvideli, saj je obstoječa ustrezna. Skupna ocena investicije torej znaša okoli 75.000 EUR brez DDV, predvidena potreba po toploti za ogrevanje športne dvorane po takšni prenovi pa znaša okoli

82.493 kWh, s čimer se doseže vrednosti energetske učinkovitosti objektov.

V primeru ogrevanja z zemeljskim plinom iz centralne kotlovnice, upoštevajoč izkoristek kotlov 90 % oz. ogrevalnega sistema 80 %, znaša cena toplote ob ceni plina 0,6 EUR/m³ okoli 80 EUR/MWh. V tej ceni niso vključena amortizacija, redni pregled in vzdrževanje ter delo hišnika. Prihranek 84,7 MWh ob ceni 80 EUR/MWh torej pomeni 6.600 EUR brez DDV prihranka na leto. Ob investiciji 75.000 EUR brez DDV znaša enostavna vračilna doba okoli 11 let.

Ukrep vključitve SPTE

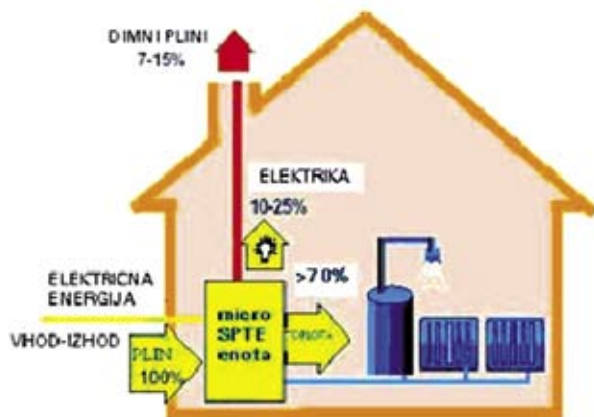
Soproizvodnja električne in toplotne energije, krajše soproizvodnja (SPTE), imenovana tudi kogeneracija, je proces sočasnega pretvarjanja energije goriva v toploto in električno energijo. Pri tem uporabljamo električni generator, ki ga poganja mehanska energija vrtečih se delov motorjev oziroma turbin. Pri pretvorbi notranje energije goriv v mehansko se sprosti velika količina toplote, ki jo pri tem načinu koristno uporabimo. To je tudi osnovna razlika med soproizvodnjo in ločeno proizvodnjo električne energije. Sočasna izraba goriva za pridobivanje toplotne in električne energije omogoča velike prihranke primarne energije in zmanjšanje stroškov energetske oskrbe, ne da bi bilo treba spreminjati proizvodne procese.

Prednosti soproizvodnje

Soproizvodnja prinaša občutne prihranke primarne energije in zmanjšuje emisije CO₂ v ozračje. Konvencionalno pridobivanje električne energije v termoelektrarnah ali jedrskih elektrarnah poteka ob povprečno 36 % izkoristku primarnega goriva. Ob tem moramo upoštevati še izgube pri prenosu in distribuciji (razdeljevanju) električne energije, ki znašajo najmanj 2 % (realno okrog 5 %), se ta vrednot zmanjša na 34 %. V termoelektrarnah je približno 66 % toplote nepovratno izgubljene, saj le redko katera termoelektrarna koristno uporabi toploto. Zaradi uporabe preostale toplote imajo soproizvodni sistemi celotni izkoristek med 80 in 90 %, kar je prihranek energije, prikazano na sliki.

Preglednica 4: Pokazatelji potrebne energije pred zamenjavo oken in vrat ter izvedbo izolacije sten ter po njej

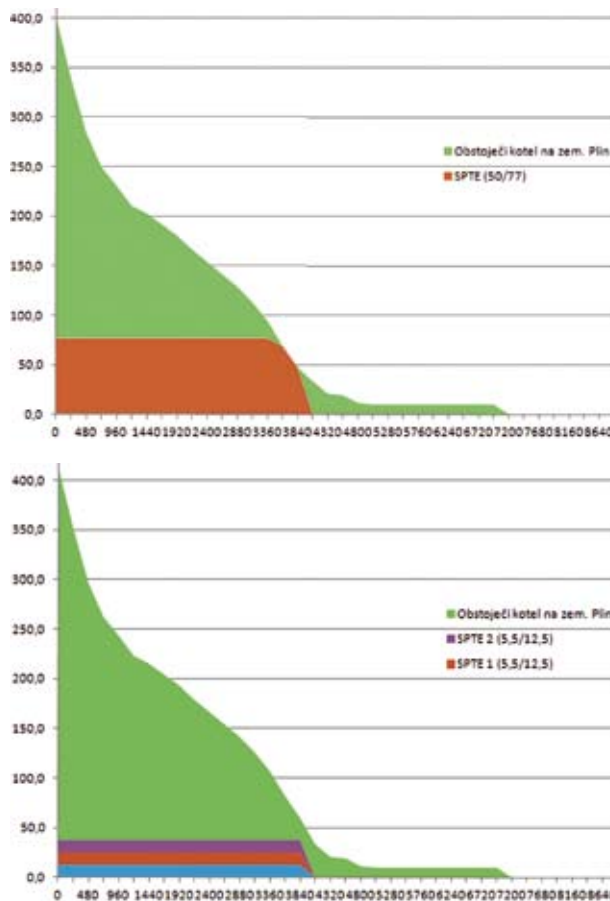
	Potrebna toplota za ogrevanje (kWh)	Potrebna toplota za ogrevanje na enoto ogrevalne prostornine (kWh/m ³ a)	Koeficient specifičnih toplotnih izgub (W/m ² K)	Največji dovoljeni koeficient specifičnih toplotnih izgub (W/m ² K)
dejansko stanje	167.223,08	30,55	0,85	0,43
izolacija sten in zamenjava oken in vrat	82.493,00	15,07	0,36	



V večini primerov soproizvodnih postrojenj znaša energetski prihranek med 20 % in 30 %. Za večino proizvodnih procesov je potrebna tudi zanesljiva oskrba z električno energijo. Soproizvodnja zagotavlja zanesljivost, poleg tega omogoča še druge prihranke, ki jih je težje ekonomsko ovrednotiti.

Ocenjena poraba plina za ogrevanje in TSV (tople sanitarne vode) za športno dvorano Kette Murn v Ljubljani znaša okoli 95.000 m³ zemeljskega plina. Glede na predvideno porabo zemeljskega plina ocenjujemo, da bi soproizvodna enota električne energije in toplote 50 kWel in 77 kWth ustrezala za pokrivanje toplotnih potreb v času kurilne sezone in delno za pripravo sanitarne vode. Upoštevajoč podatke o porabi energije

Prikaz 2: Toplotna krivulja za oba primera postavitve SPTE



in režim delovanja (kurilna sezona) je ocenjenih 4.000 obratovalnih ur SPTE na leto. Zaradi prostorskih ome-

Preglednica 7: Tehnični kazalci za SPTE

TEHNIČNI KAZALCI SPTE		3 x DACHS	1 x SPTE 50
Vrsta goriva za SPTE		zemeljski plin	zemeljski plin
Nazivna moč SPTE		5,5 kW	50 kW
Nazivna moč SPTE (toplotna)		12,5 kW	77 kW
Električna moč SPTE		20,5 kW	148 kW
Proizvodnja koristne toplote v obstoječih kotlov		663 MWh/leto	505 MWh/leto
Proizvodnja koristne toplote v SPTE		150 MWh/leto	308 MWh/leto
Proizvodnja koristne toplote		813 MWh/leto	813 MWh/leto
Delež SPTE pri ogrevanju		19 %	40 %
Število polnih obratovalnih ur posamezne SPTE		4.000 h/leto	4.000 h/leto
Izkoristek SPTE pri proizvodnji toplote		61 %	55 %
Izkoristek SPTE pri proizvodnji električne energije (100 % obremenitev)		27 %	33 %
Izgube SPTE		12 %	12 %
Neto prodaja električne energije		66 MWh/leto	200 MWh/leto
Letna poraba goriva kotli	Sm ³	77.497	59.017
Letna poraba goriva za SPTE	Sm ³	25.835	62.316
Skupaj letna poraba goriva	Sm ³	103.392	121.333

jitev v kotlovnici (možna je le kontejnerska izvedba ob objektu) predlagamo tudi možnost dograditve treh enot SPTE DACHS 5,5 kWe in 12,5 kWe. V nadaljevanju je prikazana toplotna krivulja za oba primera, v preglednici pa tehnični kazalci.

Investicija v postavitve 50 kWe SPTE ob objektu v kontejnerju, izvedba vseh ustreznih povezav in postavitve hranilnika v obstoječi kotlovnici je ocenjena na ravni okoli 110.000 EUR brez DDV. Investicija v postavitve 3 x DACHS 5,4 kWe SPTE s hranilniki v obstoječi kotlovnici z ustreznimi navezavami je ocenjena na ravni okoli 60.000 EUR brez DDV.

Prihodki. Predvideno delovanje enote SPTE je 4.000 ur. Investitor ima možnost deklariranja za:

- zagotovljen odkup, kar pomeni prodajo vse proizvedene električne energije v omrežje po ceni 246,15 EUR/MWh ali
- obratovalno podporo, kar pomeni podporo za proizvedeno električno energije v višini 200,99 EUR/MWh, kjer investitor porablja vso proizvedeno električno energijo in s tem doseže prihranek pri zmanjšani porabi iz omrežja.

V nadaljevanju je prikazana ekonomska analiza za primer obratovalne podpore. V primeru, da je poraba električne energije velika, potem predlagamo deklariranje za obratovalno podporo.

V izračunu je ovrednoten tudi strošek toplote, ki se trenutno pridobiva iz obstoječega kotla. Cena toplote je izračunana iz prodajne cene plina. Pri tem smo upoštevali tudi 90 % izkoristek in tako dobili izračunano vrednost toplote po 70 EUR/MWh (brez stroškov vzdrževanja in obratovanja obstoječega sistema ter amortizacije).

Stroški delovanja enote so sestavljeni iz:

- cene ZP, ki znaša 0,60 EUR/Sm3
- strošek rednega servisiranja višini 600 EUR na enoto na leto za mikro naprave oz. 1,5 EUR na obratovalno uro za STPE 50 kWe.

Investitorju predlagamo priklop na obratovalno podporo, kjer celotno električno energijo porablja za lastne potrebe in je upravičen še do obratovalne podpore. V izračunu je ovrednoten tudi strošek toplote. Cena toplote je izračunana iz cene plina ter upoštevanja 90 % izkoristka in znaša 70 EUR/MWh.

Ocenjena tržna cena električne energije znaša 0,09 EUR/kWh. V primeru takšne porabe električne energije,

bi to predstavljalo prihranek (tržna cena + omrežnina + trošarine).

Ekonomika. Za izračun ekonomike same enote SPTE je pomembno število ur delovanja. Za objekt smo ocenili, da bi v primeru konstantnega delovanja enote bilo to 4.000 ur. Predlagamo vezavo na interno mrežo, kar pomeni porabo za lastne potrebe. Predstavili smo celotno porabo za lastne potrebe v primeru uporabe DACHS-ov oz. 60 % poraba za lastne potrebe v primeru SPTE 50 kWe.

Preglednica 8: Ekonomski izračun za delovanje 4000 ur za eno enoto SPTE 3 x DACHS

Število ur obratovanja			3 x 4.000
PRIHODKI/PRIHRANKI			
Prihranek pri el. energiji	5,5 kWe	0,09 EUR/kWh	5.940
Obratovalna podpora	5,5 kWe	0,20099 EUR/kWh	13.265
Vrednost toplote	12,5 kWe	0,070 EUR/kWh	10.526
SKUPAJ PRIHRANKI			9.205
STROŠKI			
Strošek plina	20,5 kWt	0,063 EUR/kWh	15.537
Strošek servisa			1.800
SKUPAJ STROŠKI			17.337
RAZLIKA PRIHRANKI – STROŠKI			12.395
Enostavna vračilna doba v SPTE (brez stroškov financiranja)			4,8

Preglednica 9: Ekonomski izračun za delovanje 4000 ur za eno enoto SPTE 50 kWe

Število ur obratovanja			4.000
PRIHODKI/PRIHRANKI			
Prihranek pri el. energiji 60 %	49 kWe	0,09 EUR/kWh	10.584
Prodaja viškov 40 %	49 kWe	0,05 EUR/kWh	3.920
Obratovalna podpora	49 kWe	0,20099 EUR/kWh	39.394
Vrednost toplote	77 kWe	0,070 EUR/kWh	19.453
SKUPAJ PRIHRANKI			9.205
STROŠKI			
Strošek plina	148 kWt	0,063 EUR/kWh	37.395
Strošek servisa			6.000
Strošek upravljanja in zavarovanja			5.000
SKUPAJ STROŠKI			48.389
RAZLIKA PRIHRANKI – STROŠKI			24.961
Enostavna vračilna doba v SPTE (brez stroškov financiranja)			4,4

Na podlagi razpoložljivih podatkov o delovanju SPTE enote je ocenjeno delovanje ene ali treh enot SPTE v višini 4.000 polnih obratovalnih ur. Vpeljava enote SPTE in prehod v celoti na zemeljski plin je smiseln, ekonomsko upravičen, ker omogoča visoke prihranke, predvsem v primeru lastne porabe električne energije zaradi upoštevanja prihrankov pri električni energiji. Ocenjena enostavna vračilna doba ob predpostavki lastne porabe električne energije in pridobitve obratovalne podpore znaša za SPTE od 4,5 do 5 let za 4.000 obratovalnih ur (brez stroškov financiranja).

■ Študija primera obratovalnih stroškov v dveh šolskih športnih dvoranah različne starosti

Da bi ugotovili, kolikšni so dejanski obratovalni stroški večnamenske športne dvorane s tremi vadbenimi enotami, smo naredili pregled stroškov dveh takšnih dvoran, ene, ki je novejša, in druge, približno 10 let starejše. Ker je novejša športna dvorana izgrajena skladno z najnovjšimi dognanji, smo predvidevali, da ima nižje obratovalne stroške.

Predmet obravnave so bili obratovalni stroški, ki obsegajo stroške:

- energije,
- vode,
- dežurstva,
- priprave objekta,
- čiščenja.

Analiza problema z razpravo

Obravnavali smo dve dvorani, in sicer:

- športno dvorano Biotehniškega izobraževalnega centra v Ljubljani, zgrajeno leta 2008, z 2100 m² skupnih vadbenih prostorov in
- športno dvorano Zagorje ob Savi, zgrajeno leta 1997, z 2100 m² skupnih vadbenih prostorov.

Športni prostori ljubljanske dvorane so veliki 2100 m² in so namenjeni izvajanju športno-izobraževalnih vsebin za dijake dveh šol in vsem ostalim uporabnikom, ki se dogovorijo za uporabo. V prvem nadstropju je dvorana v velikosti 1161 m², ki ima ločen dostop za gledalce in za tekmovalce oz. uporabnike športne dvorane. V dvorani je 288 mest za gledalce na premičnih tribunah. Dvorano dopolnjuje pet dvojnih garderob s pripadajočimi sanitarijami. V pritličju se nahaja plesna dvorana v izmeri 200 m². Dvorani sta ozvočeni in opremljeni s prenosnim ozvočenjem ter glasbenimi napravami.

Športna dvorana v Zagorju ob Savi ima prav tako površino 2.100 m². Namenjena je izvajanju osnovnošolske in srednješolske športne vzgoje (vsaka po približno 1200 ur), klubom (čez 1000 ur treningov in čez 100 tekem), mednarodnim tekmovanjem (kickbox, badminton), rekreaciji občanom, različnim srečanjem, kulturnim in zabavnim prireditvam. Na premičnih tribunah je 800 sedežev. Dvorano dopolnjuje večje število garderob s pripadajočimi sanitarijami.

Preglednica 10: Prikaz posameznih obratovalnih stroškov za Biotehniški izobraževalni center (BIC) in športno dvorano Zagorje ob Savi (ZAGORJE)

Obratovalni strošek	BIC	ZAGORJE
Energija (ogrevanje + elektrika)	35.000 €	43.667 €
Ogrevanje	20.000 €	31.903 €
Elektrika	15.000 €	11.764 €
Voda	2.000 €	4.153 €
Dežurstva	/	1.459 €
Priprave	/	/
Čiščenje z materialom	26.000 €	17.308 €
Skupaj	63.000 €	66.587 €

Preglednica 11: Prikaz skupnih stroškov in prihodkov za obe dvorani

	BIC	ZAGORJE
SKUPAJ FIKSNI STROŠKI	42.000 €	37.303 €
SKUPAJ OBRATOVALNI STROŠKI	63.000 €	66.587 €
SKUPAJ VSI STROŠKI	105.000 €	103.890 €
PRIHODKI Z ODDAJO DVORANE	90.000 €	33.059 €

Fiksni stroški obeh dvoran sicer niso povsem primerljivi zaradi nekaterih manjkajočih podatkov in nekoliko različne metodologije obračunavanja amortizacije. Kljub temu jih navajamo, ker dajejo določen vpogled v celotno višino stroškov.

Pri Biotehniškem izobraževalnem centru znaša investicijsko vzdrževanje okoli 10.000 evrov na leto. Ta znesek smo pridobili na podlag bilance za leto 2011. Strošek rednega vzdrževanja pa je 15.000 evrov. V redno vzdrževanje smo všteli tudi servis opreme in strokovni pregled, ki ga opravi zunanji ponudnik. Podatke za športno dvorano v Zagorju ob Savi glede podatkov za investicijsko vzdrževanje nismo dobili, strošek rednega vzdrževanja pa je podoben kot pri prvi dvorani, in sicer znaša 14.861 evrov.

Stroške zavarovanja pri Biotehniškem izobraževalnem centru krije Ministrstvo za izobraževanje, znanost, kulturo in šport (dvorana je v lastništvu države), zato nimajo zabeleženega tega stroška. Pri športni dvorani

Zagorje (kjer je lastnica občina) znaša strošek zavarovanja 4.175 evrov na leto. K temu strošku smo skupaj sešteli tako strošek zavarovanja kot tudi strošek za požarno varnost.

Strošek upravljanja dvorane Biotehniškega izobraževalnega centra znaša okoli 10.000 evrov. V to je všteto upravljanje zaposlenih, tudi delo tehničnega vodja te dvorane. V športni dvorani Zagorje je strošek podoben, in sicer znaša 9.084.

Ostali stroški, ki smo jih še uspeli pridobiti za dvorano Biotehniškega izobraževalnega centra, so stroški materiala, ki znašajo okoli 5.000 evrov (stroški za žoge, orodja, ostali pripomočki), ter stroški za stavbno zemljišče, ki znašajo 2.000 evrov.

Skupno znašajo zabeleženi fiksni stroški športne dvorane Biotehniškega izobraževalnega centra 42.000 evrov na leto, medtem ko na podlagi zbranih podatkov pri športni dvorani Zagorje ob Savi znašajo 37.303 evrov.

Energetski stroški so najpomembnejši del obratovalnih stroškov. Sem spadajo stroški ogrevanja in elektrike. Zgoraj naveden strošek ogrevanja športne dvorane Biotehniškega izobraževalnega centra je 20.000 evrov, strošek ogrevanja športne dvorane Zagorje pa je 31.903 evrov (stroški so prikazani za leto 2011). Strošek elektrike je višji v športni dvorani Biotehniškega izobraževalnega centra, saj znaša približno 15.000 evrov, v zagorski dvorani pa 11.764 evrov. V celoti torej zagorska športna dvorana plačuje za energetske stroške približno 25 % več od športne dvorane Biotehniškega izobraževalnega centra. Višje stroške energije lahko prepisemo starejši zasnovi dvorane in nekoliko večji prostornini dvorane zagorske športne dvorane (saj je namreč višja). Natančnejši odgovor bi dobili z analizo gradbene fizike in obsega programov v dvorani, ki vplivajo na višino obratovalnih stroškov.

Voda kot obratovalni strošek v športni dvorani Biotehniškega izobraževalnega centra znaša nekje 2.000 evrov letno, v zagorski športni dvorani pa je znesek enkrat višji in znaša 4.153 evrov. Za razlago tega bi bilo potrebno analizirati režim uporabe vode v obeh dvoranah (za športno dvorano Biotehniškega izobraževalnega centra vemo, da imajo tuše na vzmet) in pa obseg programov v dvorani.

Pod obratovalne stroške sodijo tudi priprave na večje prireditve. Teh podatkov nismo pridobili ne za športno dvorano Biotehniškega izobraževalnega centra, ne za športno dvorano Zagorje ob Savi.

Čiščenje vključno z materialom znaša v športni dvorani Biotehniškega izobraževalnega centra približno

26.000 evrov, v športni dvorani Zagorja ob Savi pa je strošek nižji, natančneje 17.308 evrov letno. To prepisujemo podatkom, ki smo ju izvedeli po pogovoru z obema tehničnima vodjema športnih dvoran, in sicer, da je čistilka v ljubljanski športni dvorani zaposlena čez cel dan, v Zagorju pa čistilka čisti približno trikrat na teden (odvisno od samih dejavnosti). Potrebna bi bila podrobnejša analiza zasedenosti obeh dvoran, da bi ugotovili potreben standard čiščenja.

Skupno znašajo obratovalni stroški športne dvorane Biotehniškega izobraževalnega centra 63.000 evrov na leto in so nižji kot pri športni dvorani Zagorje ob Savi, ki znašajo 66.587 evrov. Če vzamemo zgolj strošek energije in vode kot elementa energetske potratnosti ugotovimo, da je zagorska športna dvorana za kar 30 % bolj potratna.

Zanimiv je tudi podatek, koliko prihodkov dobijo z oddajo dvorane. Z oddajo športne dvorane Biotehniškega izobraževalnega centra zaslužijo približno 90.000 evrov, v športni dvorani Zagorja ob Savi pa za oddajanje prejmejo le 33.059 evrov. Večji iztržek ljubljanske dvorane gre iskati v managementu dvorane, višji cenovni postavki najema in večjega števila ur na razpolago za oddajanje. V Zagorju ob Savi namreč v popoldanskem času dvorano zasedajo različni športni klubi in društva, katerih delovanje je opredeljeno kot javni interes na področju športa, zato jim občina kot lastnica športnega objekta pripisuje določeno subvencijo pri najemu, ki bi se lahko odražala v nižjih prihodkih od oddajanja prostorov. Pomemben podatek je, da lahko z oddajanjem športne dvorane Biotehniškega izobraževalnega centra poravnajo skoraj celotne letne stroške, nastale pri vzdrževanju dvorane. V Zagorju ob Savi lahko s tem pokrijejo zgolj tretjino teh stroškov. V veliki večini podobnih dvoran, ki so v lasti občin, zato le-te financirajo obratovanje in vzdrževanje teh dvoran.

■ Razprava

Študiji primerov kažeta, da so energetske obnove športnih dvoran aktualne, saj lahko z ustreznimi rešitvami pomembno zmanjšamo njihovo energetsko porabo in posledično obremenitve na okolje, hkrati pa lahko to pomembno vpliva na zmanjšanje stroškov obratovanja športnih dvoran. Glede na način gradnje športnih dvoran, ki so bile zgrajene pred več kot 10 leti, te ne ustrezajo zahtevam energetske učinkovitosti po PURES-u. Če pogledamo stroške ogrevanja obravnavanih treh dvoran, ki so vsaka v svoji starostni skupini, ugotovimo, da stroški premočrtno naraščajo s starostjo.

Preglednica 12: Primerjava stroškov ogrevanja različno starih športnih dvoran

Športna dvorana	Leto izgradnje	m ²	m ³	Stroški ogrevanja letno (EUR)	Stroški ogrevanja letno/m ³ (EUR)
BIC	2008	2.100	16.800	20.000	1,2
Zagorje	1997	2.100	18.900	31.903	1,7
Kette Murn	1986	794	5.474	13.360	2,4

V nadaljevanju prikazujemo oceno potrebne energije za ogrevanje športnih dvoran v Sloveniji in možnih energetskih prihrankov ob ustrezni izolaciji športnih dvoran, ki so starejše od 10 let. Velja poudariti, da je ocena konservativna, saj smo izhajali iz študije primera izračuna energetskih potreb pri 25 let stari športni dvorani, kjer je že bila zamenjana in izolirana streha. Pri športnih dvoranah, kjer je streha neizolirana, so dejanske energetske izgube tako še večje.

Na podlagi zbranih podatkov iz druge študije smo pripravili pregled površine različnih vrst športnih dvoran, ki smo jih razdelili v starostne skupine do 11 let, od 11 do 20 let in nad 20 let. Prostornino smo izračunali tako, da smo površino pomnožili s povprečnimi višinami v teh dvoranah (nimamo namreč zbranih dejanskih višin za vse dvorane). Tako smo dobili skupno prostornino športnih dvoran v Sloveniji. Ta znaša 2.649.793 m³.

V študiji primera smo za že omenjeno dvorano izračunali letno potrebno toploto za ogrevanje, izraženo na enoto prostornine (Qh/Ve) v višini 30,55 kWh/m³a. To vrednost smo upoštevali pri dvoranah nad 10 let, medtem ko smo pri dvoranah do 11 let starosti upoštevali vrednost 13,16, kolikor je dejansko zahteva po PURES-u.

Predpostavljamo sicer, da vse te dvorane ne dosegajo takšnih energetskih izkoristkov, vendar smo želeli ostati pri oceni konservativni. Na ta način smo izračunali, da šolske športne dvorane porabijo letno najmanj 73.214 MWh energije za ogrevanje, kar po ceni in izkoristku zemeljskega plina znesi 5.857.118 EUR letno.

Preglednica 14: Potrebna letna toplota za ogrevanje vseh šolskih športnih dvoran v Sloveniji ter možni prihranki ob ustrezni izolaciji

POTREBNA TOPLOTA ZA OGREVANJE	starost		
	< 11 let	11–20 let	> 20 let
trenutno stanje			
Qh/Ve (kWh/m ³ a)	13,16	30,55	30,55
MWh skupaj vse dvorane	5.855	22.260	45.099
energetska obnova			
Qh/Ve (kWh/m ³ a)	13,16	15,07	15,07
MWh skupaj vse dvorane	5.855	10.981	22.247
razlika			
MWh skupaj vse dvorane	0	11.279	22.852
cena (EUR) toplote na MWh (plin)	80		
MWh skupaj vse dvorane	0	902.356	1.828.155

Preglednica 13: Površina in prostornina športnih dvoran v Sloveniji po starostnih skupinah

POVRŠINA (m ²)	starost			povprečna višina (m)
	< 11 let	11–20 let	> 20 let	
vrsta športne dvorane				
DVORANA – VEČNAMENSKA (3 VADBENE ENOTE)	30.412	38.874	41.242	8,5
DVORANA – VEČNAMENSKA (2 VADBENI ENOTI)	7.782	17.972	17.024	7,8
DVORANA – VEČNAMENSKA (1 VADBENA ENOTA)	13.944	28.208	117.470	7,2
TELOVADNICA – MALA	2.909	7.671	23.019	4,8
POSEBNE ŠPORTNE DVORANE	2.990	4.766	9.633	3,8
skupaj	58.037	97.492	208.388	
PROSTORNINA (m ³)	starost			
vrsta športne dvorane	< 11 let	11–20 let	> 20 let	
DVORANA – VEČNAMENSKA (3 VADBENE ENOTE)	258.501	330.433	350.555	
DVORANA – VEČNAMENSKA (2 VADBENI ENOTI)	60.700	140.182	132.787	
DVORANA – VEČNAMENSKA (1 VADBENA ENOTA)	100.397	203.100	845.783	
TELOVADNICA – MALA	13.963	36.822	110.493	
POSEBNE ŠPORTNE DVORANE	11.362	18.111	36.606	
skupaj	444.923	728.647	1.476.224	

Preglednica 15: Potrebna vlaganja v energetska obnovo in predvideni prihranki na m² športne dvorane

	investicija/m ² (EUR)	prihranek energije letno/m ² (kWh/m ² a)
energetska obnova ovoja stavbe	110	105
posodobitev ogrevalnih, hladilnih, klimatizacijskih in prezračevalnih sistemov	180	225
uporabo obnovljivih ali lastnih obnovljivih virov energije za delovanje sistemov v stavbi	140	375
optimizacijo razsvetljave	20	23
optimizacijo porabe vode	10	12
energetski monitoring	25	25
skupaj	485	765

Glede na prikazane prihranke energetske obnove iz študije primera smo izračunali možne prihranke porabe energije z izboljšanim energetskim ovojem stavbe. Ti so ocenjeni na 34.131 MWh letno, kar predstavlja prihranka energije v višini 2.730.511 EUR letno. Takšna je torej konservativna ocena prihrankov zgolj z ustrežnejšim ovojem stavbe športne dvorane.

Celovita energijska obnova športne dvorane pa bi morala poleg energetske obnove ovoja stavbe športne dvorane zajemati seveda še zamenjavo ali posodobitev ogrevalnih, hladilnih, klimatizacijskih in prezračevalnih sistemov, uporabo obnovljivih ali lastnih obnovljivih virov energije za delovanje sistemov v stavbi, optimizacijo razsvetljave, optimizacijo porabe vode in energetski monitoring.

Rešitve energetske obnove so tako posebne glede na značilnosti posameznega športnega objekta, da je prikazan izračun res le groba ocena tovrstnih stroškov in prihrankov, zgolj za oceno obsega prihranka na mreži športnih objektov. Iz ocene stroškov vlaganj in prihrankov lahko izračunamo, da bi energetska obnova športne dvorane z 800 m² uporabnih površin (športne in spremljajoče površine; to je približno površina večnamenske športne dvorane z eno vadbeno enoto) stala 388.000 EUR brez DDV. Predviden prihranek energije z energetska obnovo bi bil 61,2 EUR na m², kar zneso letno 48.960 EUR, to pa predstavlja osemletno enostavno dobo povračila vlaganja.

Če bi tako obnovili vse šolske športne dvorane, stare več kot 10 let, je ocenjen letni prihranek energije na ravni 234.000 MWh, kar pa predstavlja več kot 100.000 ton manj CO₂ izpusta letno oz. 9,36 milijona evrov prihrankov pri letnih stroških obratovanja.

Omejitve

Pri posploševanju ugotovitev naše študije je potrebno upoštevati, da ima vsak športni objekt svoje značilnosti

iz vidika energetske učinkovitosti: posebnosti gradbene fizike, različne možnosti energetskih virov, posebnosti razpeljave, način delovanja objekta idr. Iz tega vidika ni univerzalne rešitve za energetska učinkovitost vseh športnih dvoran, temveč je potrebno izbrati optimalno kombinacijo rešitev glede na te značilnosti. Boljše podatke o energetski porabi in možnih prihrankih bomo lahko dobili, ko bodo tudi pri športnih objektih zaživele energetske izkaznice. V okviru evidence športnih objektov oz. spletne aplikacije Športni objekti, ko jo vodi Javni zavod RS za šport Planica, je predvideno zbiranje teh podatkov. Zavedamo se tudi, da je pri izračunih energetske učinkovitosti potrebno upoštevati, do kakšne mere je sploh mogoče energetska obnoviti star športni objekt (pri gradnji nadomestnega športnega objekta pa nastopijo še težave prostorskih zmožnosti) in kakšni so skupni stroški takšne obnove, če vanje vključimo tudi stroške izdelave in reciklaže uporabljenih materialov. Za odgovore na ta vprašanja bo potrebno poiskati odgovore v sodelovanju različnih strok.

Sklep

Predlagamo, da pristojno ministrstvo pripravi program »Energetska in tehnološka posodobitev športnih dvoran na področju vzgoje in izobraževanja«, s katerim bomo prek kohezijske politike spodbudili potrebna vlaganja v že zgrajene tovrstne športne dvorane. Smerice za energetske obnove so zakonodajno precej dobro opredeljene, predlagamo pa, da se za tehnološko posodobitev športnih dvoran na podlagi obstoječih dokumentov, ki se uporabljajo za gradnjo in obnovo šolskih športnih dvoran, ter izhodišč, ki smo jih predstavili v prejšnjem poglavju, oblikujejo tovrstne smerice, ki naj jih upoštevajo pripravljavci investicijskih projektov za ta program.

Literatura

1. Biotehniški izobraževalni center Ljubljana. Oddajanje prostorov in športne dvorane. Ljubljana: BIC. Pridobljeno 07.05.2012 na http://www.bic-lj.si/index.php?option=com_content&view=article&id=70&Itemid=83
2. Direktiva 2010/31/UE Evropskega parlamenta in Sveta z dne 19. maja 2010 o energetske učinkovitosti stavb (2010). *Uradni list EU*, št. 153/13, 18.06.2010. Najdeno 18.08.2012 na spletni strani: <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2010:153:0013:0035:SL:PDF>.
3. *Drugi nacionalna akcijska načrta za energetske učinkovitost 2011 – 2016* (2011). Ministrstvo za gospodarstvo.
4. Jurak, G. (2010). Analiza materialne podstrukture športa v republiki Sloveniji. V E. Kolar, G. Jurak in M. Kovač (Ur.), *Analiza nacionalnega programa športa v Republiki Sloveniji 2000 – 2010* (str. 287–306). Ljubljana: Fakulteta za šport.
5. Jurak, G., Kolar, E., Kovač, M., Bednarik, J., Štrumbelj, B. in Kolenc, M. (2010). Predlog Nacionalnega programa športa v Republiki Sloveniji 2011 – 2020 (priloga). *Šport*, 58, (1-2), 131–172.
6. Jurak, G., Strel, J., Kovač, M., Starc, G., Leskošek, B., Bučar Pajek, M. idr. (2012). *Analiza šolskega športnega prostora s smernicami za nadaljnje investicije: zaključno poročilo*. Ljubljana: Univerza v Ljubljani, Fakulteta za šport. Dosegljivo na http://www.fsp.uni-lj.si/COBISS/Monografije/Analiza_skupaj3.pdf
7. Masterman, G. (2004). *Strategic Sports Event Management. An International Approach*. Oxford, GB: Elsevier Butterworth-Heinemann.
8. Mihalič, T., Knežević Cvelbar, L., Pahor, M. in Kuščer, K. (2009a). *Ocena izvedljivosti ZOI Bled 2018*. Ljubljana: Inštitut za turizem Ekonomske fakultete.
9. *Nacionalni akcijski načrt za energetske učinkovitost 2008 – 2016* (2008). Vlada Republike Slovenije.
10. Pravilnika o toplotni zaščiti in učinkoviti rabi energije v stavbah (2010). *Uradni list RS*, št. 52/2010.
11. Praznik, M. in Kovič, S. (2009). *Energetska prenova javnih objektov v vzgojno izobraževalni funkciji. Primer načrtovanja celostne energetske prenove vrtca v Gornji Radgoni*. Najdeno 19.09.2012 na spletni strani: http://www.ravago.si/documents/Energetska_prenova_javnih_objektov.pdf
12. *Pre-Games Sustainability Report* (2012). London: London Organising Committee of the Olympic and Paralympic Games.
13. Športni objekti Zagorje ob Savi (2006). Ljubljana: Združenje športnih centrov Slovenije. Pridobljeno 07.05.2012 na http://katalog.sportnicentri.si/SCMAP_SLO,,ljubljan,sportni_objekti_zagorje_ob_savi.htm
14. Uredba o zelenem javnem naročanju (2011). *Uradni list RS*, št. 102/2011.
15. World Commission on Environment and Development Our Common Future (1987). *Our Common Future*. Najdeno 18.08.2012 na spletni strani: <http://www.un-documents.net/wced-ocf.htm>.

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