

KRITIČKI OSVRT NA DODATKE EUROPSKIM PREDNORMAMA (NAD) ZA DJELOVANJA NA KONSTRUKCIJE U RH (2)

Odgovor Ksenije Zaninović i Marjane Gajić-Čapka¹ na članak objavljen u GRAĐEVINARU br. 4./2008.-

U Građevinaru 4/2008 objavljen je članak autora Franje Turčiča, Eduarda Hemericha, Borisa Vranješa, Zlatka Šavora, Ive Podhorskog i Josipa Dvornika pod naslovom „Kritički osvrt na dodatke europskim prednormama (NAD) za djelovanja na konstrukcije u RH“ [1]. U članku autori iznose primjedbe na proračun meteoroloških parametara za opterećenje na građevine, čiji su rezultati ušli u nacionalne dodatke hrvatskih prednorma (HR ENV) za opterećenja.

Već u sažetku članka se navodi da su „uočeni grubi promašaji“ u nacionalnim dodacima prednormama, a u uvodu se govori da su se dogodile „neke nelogičnosti i pogreške“. Stav je autora da su „meteorolozi nužni partneri i suradnici za prikupljanje i obradu podataka“ te da su „konstrukteri dužni u suradnji s njima utvrditi pristup obradi podataka“, te se nadaju da će se „odazvati široki krug praktičnih znalaca te se angažirati na korekciji HR NAD o djelovanjima na konstrukcije, kako bismo hitno zamijenili dokumente donesene u prednormama te omogućili izradu tehničkih propisa... s realnijim nacionalnim dodacima“. Meteorolozi svakako nisu odgovorni samo za prikupljanje i obradu podataka, već i za njihovo tumačenje. Pristup obradi podataka određen je fizikalnim zakonitostima koje su korištene i poštovane pri određivanju karakterističnog opterećenja snijegom. Način određivanja detaljno je opisan u (2), pa ga ovdje nećemo ponavljati. Osvrnut ćemo se samo na konkretne primjedbe iznesene u (1).

U točki 2.2. Kritika odredaba HR NAD iznosi se da je „usvojeno opterećenje snijegom neopravdano i nepotrebno veliko, osobito u područjima C i A“ a u tablici su posebno označene vrijednosti koje su po mišljenju autora nerealne. Krenimo zato redom.

U području A (nizinski dio Hrvatske) kao nerealna se ističu opterećenja snijegom

na Psunju i Papuku (3,60 kN/m²) i na Sljemenu (3,95 kN/m²). Na postaji Puntijarka (988 m) maksimalno opterećenje snijegom prema izmjerenim podacima za 50 godišnji povratni period iznosi 3,93 kN/m², a na postaji Brezovo Polje na Psunju (982 m) 3,67 kN/m² (tablica 1.). Napomenimo ujedno da za najveće izmjerene visine snježnog pokrivača na Sljemenu i Psunju (127 cm odnosno 148 cm) opterećenja iznose 3,34 kN/m² odnosno 3,57 kN/m². Kritizira se i preveliko opterećenje u tom području u usporedbi sa susjednim zemljama, pa se tako navodi da je u Mariboru koji se nalazi na nadmorskoj visini 274 m opterećenje 1,48 kN/m², a prema našem proračunu je u području A na toj visini opterećenje 1,49 kN/m²! Ili u slučaju Austrije, u nizinskom dijelu (Burgenland) opterećenje je na visini 118 m 1,05 kN/m², a kod nas u području A 1,13 kN/m². Očito je, dakle, da su u slučaju područja A primjedbe autora osvrta potpuno promašene.

U osvrtu su u području B koje obuhvaća gorski dio Hrvatske (Lika i Gorski kotar) istaknuta kao nerealna opte-

Tablica 1. Maksimalne visine snježnog pokrivača (S u cm) i pripadna karakteristična opterećena snijekom (s_k u kN/m²) za visine izračunate prema gradijentima za područja ($S_{50}(\text{proc})$, $s_k(\text{proc})$) iz mjerenih podataka za 50-godišnji povratni period (S_{50} , $s_{k(50)}$) za nekoliko postaja iz područja A, B, C i D na različitim nadmorskim visinama (h u m)

Mjesto	područje	h (m)	$S_{50}(\text{proc})$	$s_k(\text{proc})$	S_{50}	$s_{k(50)}$
Sljeme	A	988	147	3,87	149	3,93
Psunj	A	982	146	3,53	152	3,67
Ogulin	B	328	105	1,87	106	1,95
Delnice	B	730	163	3,85	199	4,70
Lividraga	B	929	192	5,07	320	8,46
Pazin	C	291	61	1,16	30	0,58
Rijeka	C	120	31	0,51	52	0,87
Kuna	C	357	72	1,45	43	0,87
Lastovo	C	186	42	0,75	16	0,28
Imotski	D	435	47	1,00	30	0,55
Sinj	D	308	37	0,72	43	0,84

¹ Autorice reagiranja: mr. sc. Ksenija Zaninović, dipl. ing. fiz.; dr. sc. Marjana Gajić-Čapka, dipl. ing. fiz., Državni hidrometeorološki zavod, Zagreb

rećenja snijegom u Ogulinu i Delnicama. Što se Ogulina tiče autori su pogriješili pa su Ogulin smjestili na visinu 600 m i pridružili mu opterećenje od 3,15 kN/m². Međutim, Ogulin se nalazi na nadmorskoj visini 328 m pa mu prema proračunu pripada opterećenje snijegom 1,87 kN/m², a prema maksimalnoj visini snježnog pokrivača za 50-godišnji povratni period opterećenje iznosi 1,95 kN/m². Najveća visina snježnog pokrivača u razdoblju 1961-1990. u Ogulinu je iznosila 110 cm, a 1955. godine 118 cm, kojima odgovaraju opterećenja od 1,96 odnosno 2,10 kN/m². U Delnicama pak prema proračunu karakteristično opterećenje snijegom iznosi 3,85 kN/m² (procijenjena maksimalna visina 163 cm), dok prema maksimalnoj visini za 50-godišnji povratni period (199 cm) ono iznosi čak 4,70 kN/m². U ovom se području kao ne-realno opterećenje navodi i Risnjak na visini 1500m s opterećenjem 9,50 kN/m². Na tom području najviša meteorološka postaja je u Lividragi na nadmorskoj visini 929 m s procijenjenim opterećenjem 5,07 kN/m², dok se prema izmjerenim podacima na toj postaji u 50-godišnjem povratnom periodu može očekivati opterećenje od čak 8,46 kN/m². Međutim, meteorološka postaja Lividraga poznata je po iznimno velikim količinama oborine, pa ne čudi tako velika visina snijega. Zbog toga podaci Lividrage nisu uzimani u proračunu gradijenta za to područje, pa je dobiveno da s porastom visine od 100 m visina snježnog pokrivača poraste za 14,5cm. Da je u proračun, međutim, uvrštena i visina snijega u Lividragi, gradijent bi iznosio 16 cm na 100 m visine, pa bi procijenjena opterećenja bila još veća. Prema europskoj normi EN 1991-1-3:2003 ulazni parametri za izračun opterećenja snijegom ostaju isti (maksimalna visina snježnog pokrivača za 50 godišnji povratni period), „isključujući izuzetno snježno opterećenje“. Mi smo, dakle, i prije nego što je europska norma donijela tu preporuku, takvo opterećenje isključili vođeni iskustvom iz ranijih istraživanja klime toga područja. Zaključno možemo ponovo utvrditi da ni u ovom slučaju primjedbe nisu utemeljene.

Prijeđimo sad na područje C. Autori su, ponovo nepažnjom, svrstali Pazin u područje B i pridružili mu nadmorsku visinu 400 m s opterećenjem 2,20 kN/m². Pazin se međutim nalazi u području C na nadmorskoj visini 291 m, pa se prema proračunu tamo može očekivati opterećenje od 1,16 kN/m², a za očekivanu maksimalnu visinu snježnog pokrivača u 50-godišnjem povratnom periodu (30 cm) opterećenje bi iznosilo 0,58 kN/m². U Kuni na Pelješcu koja se nalazi na nadmorskoj visini 357 m proračunato opterećenje iznosi 1,45 kN/m², a prema izmjerenim podacima 0,87 kN/m².

Napokon, u području D usporedba opterećenja snijegom iz mjerenih i proračunatih podataka izlazi da je u Imotskom (nadmorska visina 435 m) proračunato opterećenje

0,90 kN/m², a izmjereno 0,89 kN/m², dok su u Sinju te vrijednosti 0,70 kN/m² odnosno 0,84 kN/m². Dakle, evidentno je da niti u tom području nema grubih grešaka u proračunu. U tom području nije bilo podataka za veće nadmorske visine, budući da u podacima meteorološke postaja Sv. Jure na Biokovu ima mnogo nedostajućih podataka pa se oni nisu mogli uzeti u obzir. Zbog toga je vertikalni gradijent izračunat pomoću postaja na visinama do 435 m (Imotski), pa i dobivena veza ima manji koeficijent korelacije, a procjena se pomoću dobivene jednadžbe ne može raditi za visine veće od 500 m. Autori osvrta u ovom slučaju napominju da je opterećenja na visinama do 300 m manje od dosadašnjeg. Ne vidimo u čemu je tu problem, ako su podaci pokazali da se u tom području može računati s manjim opterećenjem.

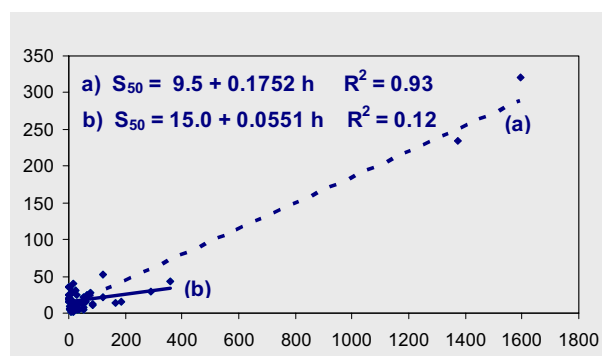
Konačno, ostaje problematično samo područje C, dakle obala i autori osvrta opravdano ističu preveliko opterećenje na malim nadmorskim visinama, osobito na otocima. Može se, slično kao i u području D, uzeti u obzir samo postaje na manjim nadmorskim visinama, i da se ne uzimaju u obzir podaci Zavižana i Učke (slika 1.). U tom slučaju bi jednadžba promjena očekivane maksimalne visine snježnog pokrivača bila:

$$S_{50} = 15.0 + 0.0551 h \quad r = 0.35 \quad (1)$$

umjesto

$$S_{50} = 9.5 + 0.1752 h \quad r = 0.96 \quad (2)$$

Na taj bi način, kako se može vidjeti iz jednadžbe (1) gradijent porasta maksimalne visine snježnog pokrivača s nadmorskom visinom bio 5 cm/100 m umjesto 17 cm/100m (2), a s time bi maksimalne visine snježnog pokrivača, a time i opterećenja bila manja (tablica 2.). Međutim, u tom slučaju treba napomenuti da se dobivena jednadžba ni u kojem slučaju ne smije koristiti za nadmorske visine veće od 500m, kao niti u području D.



Slika 1. Vertikalni gradijenti promjene očekivane maksimalne visine snježnog pokrivača za 50-godišnji povratni period u području C ako su u proračunu uvaženi (a) i ako nisu uvaženi (b) podaci Zavižana i Učke.

Tablica 2. Očekivane maksimalne visine snježnog pokrivača u 50-godišnjem povratnom periodu (S_{50}) i karakteristično opterećenje snijegom (s_k) za slučaj kada su uključeni (a) i kada nisu uključeni (b) podaci Zavižana i Učke

Visina (h)	a		b	
	S_{50}	s_k	S_{50}	s_k
0	27.0	0.45	15.0	0.23
100	44.5	0.80	20.5	0.34
200	62.1	1.20	26.0	0.47
300	79.6	1.65	31.5	0.61
400	97.1	2.15	37.0	0.77
500	27.0	0.45	42.6	0.94

U studiji koja je za potrebe donošenja normi izrađena, priložene su tablice po područjima u kojima su navedena opterećenja snijegom za sve postaje u Hrvatskoj koje su ušle u proračun. Ti podaci su najpouzdaniji, pa predlažemo da i one budu sastavni dio nacionalnog dodatka europskoj normi.

Na kraju želimo još jednom istaknuti da ne stoji tvrdnja da su „nelogično određene granice snježnih zona“ jer su one određene na temelju fizikalnih zakonitosti. I zato nam nikako nije jasno što to znači „pomanjkanje inženjerskog pristupa“.

Želimo napomenuti da ćemo rado surađivati sa stručnjacima građevinarima na prilagođavanju prikaza rezultata meteoroloških podloga za građevinske norme (npr. po-

djela područja C u podpodručja s proračunima gradjenata do manjih visina s napomenama za veće visine). Time će se adekvatno uvažiti klimatski potencijal područja, kako njegove prednosti i ograničenja, tako istovremeno i potrebe korisnika. Međutim, nikako se nećemo složiti s odbacivanjem svega što se razlikuje od dosadašnjih normi kada to nije temeljeno na podacima. Do sada korištena snježna opterećenja bila su ili preuzeta iz drugih zemalja ili određena na prekratkim nizovima, što nije dalo realnu klimatsku sliku. Stoga je i cilj novih meteoroloških podloga bio dobivanje adekvatnih nacionalnih dodataka za hrvatske prednorme.

Pozdravljamo dogovor članova TO 548/PO1, *Konstruktivski eurokodovi; Eurokod 1: Djelovanja na konstrukcije* da se za hrvatsku normu priredi novi nacionalni dodatak za opterećenja snijegom koji bi se trebao bazirati na istoj metodi, ali na novom klimatskom razdoblju 1971-2000. Također, predviđeno je da bi rezultati bili prikazani na digitalnim kartama.

LITERATURA

- [1] Turčić, F.; Hemerich, E.; Vranješ, B.; Šavor, Z.; Podhorsky, I.; Dvornik, J.: *Kritički osvrt na dodatke europskim prednormama (NAD) za djelovanja na konstrukcije u RH*, Građevinar, 60 (2008) 4, 301-307
- [2] Zaninović, K.; Gajić-Čapka, M.; Androić, B.; Džeba, I.; Dujmović, D.: *Određivanje karakterističnog opterećenja snijegom*, Građevinar, 53, (2001) 6, 363-378