

NOVELTIES IN ANALYSIS OF SNOW LOADS ON STRUCTURES IN SERBIA

НОВИНЕ У АНАЛИЗИ ОПТЕРЕЋЕЊА СНЕГОМ НА КОНСТРУКЦИЈЕ У СРБИЈИ

Danica Goleš¹
Atila Nađ²

UDK 624.042.42
DOI: 10.14415/zbornikGFS38.01
CC-BY-SA 4.0 license

Summary: SRPS EN 1991-1-3 clearly defines the parameters for calculating of snow loads on the roof that were missing in previous regulations. The National Annex brings the updated values of snow load on the ground. The paper indicates the locations where they differ by 60 to 113% from the previously used. Differences in treatment of the roof slope influence on the snow load are also presented. According to the new codes, snow load on roofs with a slope of up to 37° is larger, and on the steeper roofs smaller than according to the previous regulations.

Keywords: Snow loads, building structures, analysis of actions, Eurocode 1, PTP 2

Резиме: SRPS EN 1991-1-3 јасно дефинише параметре за прорачун оптерећења снегом на кров који су недостајали у ранијим прописима. Национални прилог доноси ажуриране вредности оптерећења снегом на тло. У раду су означене локације на којима се оне разликују и за 60 до 113% од раније коришћених. Приказане су и разлике у третману утицаја нагиба крова на оптерећење снегом. Према новим стандардима кровови нагиба до 37° примају веће, а стрмији мање оптерећење снегом него према ранијим прописима.

Кључне речи: Оптерећења снегом, грађевинске конструкције, анализа дејстава, Еврокод 1, ПТП 2

1. INTRODUCTION

Despite the widespread belief that climate change and global warming are causing a reduction in snow load on the ground, investigations conducted after the collapse of roof structures all over the world in the last 15 years have shown that in many cases the collapse is caused by the occurrence of higher snow loads than the ones according to which these structures are designed [1]. This is most often a consequence of

1. УВОД

Упркос увреженом уверењу да климатске промене и глобално загревање изазивају смањење оптерећења снегом на тло, истраге вођене након рушења кровних конструкција широм света у последњих 15 година показале су да је у великом броју случајева рушење узроковано појавом оптерећења снегом већег интензитета у односу на вредности према којима су ове

¹ Prof. dr Danica Goleš, dipl.inž.građ., University of Novi Sad, Faculty of Civil Engineering Subotica, Kozaračka 2a, Subotica, Serbia, tel: +381 24 554 300, e-mail: dgoles@gmail.com

² Attila Nagy, student of master studies, University of Novi Sad, Faculty of Civil Engineering Subotica, Kozaračka 2a, Subotica, Serbia, tel: +381 24 554 300, e-mail: 95aatti@gmail.com

local climatic conditions, which do not necessarily follow global trends. Because of that, the Project Team on SC1.T5 under Mandate M/515 of the CEN/TC 250 recommends that the weather parameters important for determining the characteristic values of actions are re-examined at regular time intervals, no longer than 10 years [2]. In the Republic of Serbia, as a part of the activities on the implementation of Eurocodes for Structures, the National Annex [3] of Eurocode 1 Part 1-3 [4] was adopted, which contains also the map of characteristic snow loads on the ground with the influence of altitude. By comparing these values with the values of snow load according to previous regulations - Provisional technical regulations on load for buildings (PTP 2) [5], which were in use for almost 70 years with minor additions, and the Rulebook on technical codes for load-bearing structures (P'88) [6], a certain number of locations with a significant change in snow load can be observed. The aim of this paper is to point out the novelties that, with the introduction of Eurocodes, occurred in the calculation of snow load on building structures, as well as to draw attention to locations in Serbia where the intensity of this load has changed significantly compared to the previous regulations.

Snow load on the ground depends on geographical and meteorological conditions [6], while snow load on a roof is influenced by the properties of the roof and the building's immediate environment: the shape of the roof, its thermal properties, the roughness of its surface, the amount of heat generated under the roof, the proximity to neighboring buildings and other obstacles, the surrounding terrain, the local meteorological climate conditions (windiness, temperature variations, precipitation frequency, etc.). All these parameters are much more detailed and more concretely defined and taken into account when calculating the snow load on the structures according to the

конструкције пројектоване [1]. Ово је најчешће последица локалних климатских услова, који не морају нужно пратити глобалне трендове. Због тога Пројектни тим SC1.T5 под мандатом M/515 у оквиру CEN/TC 250 препоручује да се климатски параметри значајни за одређивање карактеристичних вредности дејстава преиспитују у правилним временским интервалима, не дужим од 10 година [2]. У Републици Србији је, у склопу активности на имплементацији еврокодова за конструкције, израђен Национални анекс [3] Еврокода 1 део 1-3 [4], који садржи и карту карактеристичних оптерећења снегом на тло са утицајем надморске висине. Поређењем ових вредности са величинама оптерећења снегом према ранијим прописима – Привременим техничким прописима за оптерећење зграда (ПТП 2) [5], који су уз незнатне допуне били у примени готово 70 година, те Правилником о техничким нормативима за оптерећења носећих грађевинских конструкција (П'88) [6], може се уочити одређен број локација на којима је дошло до значајне промене оптерећења снегом. Циљ овог рада је да укаже на новине које су, увођењем еврокодова, наступиле у прорачуну оптерећења снегом на грађевинске конструкције, као и да скрене пажњу на локације на територији Србије на којима је интензитет овог оптерећења битно измењен у односу на раније прописе.

Оптерећење снегом на тло зависи од географских и метеоролошких услова [6], док на оптерећење снегом на кров утичу и својства самог крова и непосредне околине: облик крова, његова топлотна својства, храпавост кровне површине, количина топлоте испод крова, близина суседних зграда и других препрека, околни терен, локални метеоролошки климатски услови (ветровитост, температурне промене, учесталост

new regulations.

2. PTP 2 AND P'88

According to PTP 2, the intensity of the snow load on roofs with a slope of up to 20° is 0.75 kN/m^2 and acts on a horizontal projection of the roof area. For roofs with a higher slope, this load decreases linearly with increasing of the slope (Fig. 2). For pitched roofs, in addition to the case with full load of snow over the entire roof surface, the case must be considered when there is a full load of snow on one slope and the half of it on the other (Fig. 1). PTP 2 requires that in the case of multi-span roofs and roofs with bays, the occasional accumulation of snow is considered, but it does not provide more detailed instructions for this calculation. The influence of altitude is taken into account through the expression:

$$s_k = 0.75 + \frac{A - 500}{400}, \quad (1)$$

where A is the altitude in meters. In areas "without snow", a minimum substituting load of 0.35 kN/m^2 should be applied on the horizontal projection of roof area.

According to Rulebook P'88, the design value of snow load on the roof can be expressed in the form:

$$s = \rho_{os} \cdot k_1 \cdot k_2; \quad \rho_{os} = 0.75 \text{ kN/m}_0^2, \quad (2)$$

where k_1 is a coefficient that depends on the altitude and the possibility of snow accumulation, while the coefficient k_2 introduces the influence of the slope of the exposed roof plane. P'88 provides the possibility of reducing the snow load by a maximum of 40% due to the simultaneous action of wind,

падавина и др.). Сви ови параметри су много детаљније и конкретније дефинисани и узети у обзир при прорачуну оптерећења снегом на конструкције према новим прописима.

2. ПТП 2 И П'88

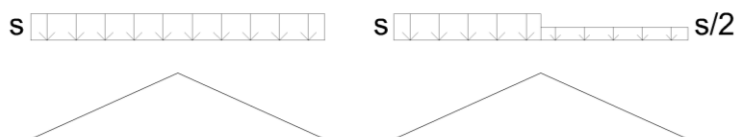
Према ПТП 2 оптерећење снегом на кровове нагиба до 20° износи 0.75 kN/m^2 основе. За кровове већег нагиба ово оптерећење се линеарно смањује са порастом нагиба (сл. 2). Код двоводних кровова, поред пуног оптерећења снегом преко целе кровне површине, мора да се размотри и случај када је на једном нагибу пуно оптерећење снегом, а на другом половина пуног оптерећења (сл. 1). ПТП 2 захтева да се код тестерастих и кровова да се код тестерастих и кровова да се увалама узме у обзир и местимично нагомилавање снега, али не даје детаљнија упутства за овај прорачун. Утицај надморске висине се узима у обзир преко израза:

где је A надморска висина у метрима. У крајевима „без снега“ узима се минимално замењујуће оптерећење од 0.35 kN/m^2 основе крова. Према Правилнику П'88 прорачунска вредност оптерећења снегом на кров може се изразити у облику:

где је k_1 коефицијент који зависи од надморске висине и могућности нагомилавања снега, док се коефицијентом k_2 уводи утицај нагиба изложене кровне равни. П'88 даје могућност смањења оптерећења снегом за највише 40% због истовременог дејства ветра, као и

as well as neglecting the snow load in the calculation of structures whose surface is always so warm that the snow on it melts. This Rulebook requires the introduction of additional weight of snow on the lower surfaces on which it is possible to slide snow from a higher surface, but does not provide further instructions for this calculation.

занемаривања оптерећења снегом у прорачуну конструкција чија је површина стално толико топла да се снег на њој топи. Овај Правилник захтева увођење додатне тежине снега на доњим површинама на које је могуће клизање снега са неке више површине, али не даје даља упутства за овај прорачун.



Слика 1 – Шеме оптерећења снегом на двоводни кров према ПТП 2
Figure 1 – Snow load schemes on a gable roof according to PTP 2

3. SRPS EN 1991-1-3

According to its National Annex (NA) [3], SRPS EN 1991-1-3 also applies to locations at altitudes above 1500 m. Snow loads are classified as variable, fixed, static actions [4]. There are no locations on the territory of Serbia where the snow load would be treated as an accidental action, but that treatment has a snow drift [3].

According to Eurocode [7], the characteristic value of climatic actions is a value for which the probability of its time-varying part being exceeded in the reference period of one year is 0.02. For the time-varying part of the snow load, this is equivalent to a mean return period of 50 years.

The characteristic value s_k of the snow load on the ground, with the influence of altitude already taken into account, can be read from the map of snow climatic zones of Serbia or from the Table A.1, which are given in Annex A to NA [3]. If the conditions at the location in question are unusual, the value of s_k can be obtained from the Republic Hydrometeorological Service of Serbia, but this value cannot be less

3. SRPS EN 1991-1-3

Према његовом Националном анексу (НА) [3], SRPS EN 1991-1-3 се примењује и за локације на надморској висини преко 1500 m. Оптерећења снегом се класификују као променљива, непокретна, статичка дејства [4]. На територији Србије нема локација на којима је оптерећење снегом инцидентно дејство, али тај третман има оптерећење снежним наносима [3].

Према Еврокоду [7] карактеристична вредност климатских дејстава представља вредност за коју вероватноћа да ће њен временски променљив део бити прекорачен у референтном периоду од једне године износи 0.02. За временски променљив део оптерећења снегом ово одговара средњем повратном периоду од 50 година.

Карактеристична вредност s_k оптерећења снегом на тло, са већ узетим у обзир утицајем надморске висине, може да се прочита са карте снежних климатских зона Србије или из Табеле А.1, које су дате у прилогу А у НА [3]. Ако су услови на

than given in [3].
The snow load on the roof is determined according to the following expressions:

предметној локацији неуобичајени, величина s_k се може добити од Републичког хидрометеоролошког завода, али ова вредност не може бити мања него у [3].
Оптерећење снегом на кров одређује се према следећим изразима:

a) За сталне/повремене прорачунске ситуације/

For the persistent/transient design situations:

$$s = \mu_i C_e C_t s_k$$

б) За инцидентне прорачунске ситуације у којима је

изузетно оптерећење снегом инцидентно дејство/

For the accidental design situations where exceptional

snow load is the accidental action:

$$s = \mu_i C_e C_t s_{Ad}; \quad s_{Ad} = C_{esl} s_k; \quad C_{esl} = 2.0 \text{ (NA)}$$

в) За инцидентне прорачунске ситуације где је изузетан

снежни нанос инцидентно дејство/

For the accidental design situations where exceptional

snow drift is the accidental action:

$$s = \mu_i s_k$$

(3)

m_i is the snow load shape coefficient (Table 1), C_e is the exposure coefficient (Table 2), C_t is the thermal coefficient (according to NA: $C_t=1$), s_{Ad} is the design value of exceptional snow load on the ground, and C_{esl} is the coefficient for exceptional snow loads.

m_i је коефицијент облика оптерећења снегом (табела 1), C_e коефицијент изложености (табела 2), C_t топлотни коефицијент (према НА: $C_t=1$), s_{Ad} прорачунска вредност изузетног оптерећења снегом на тло, а C_{esl} коефицијент за изузетна оптерећења снегом.

Табела 1 – Коефицијенти облика оптерећења снегом m_i

Table 1 - Snow load shape coefficients m_i

Угао нагиба крова/ Angle of pitch of roof α	$0^\circ \leq \alpha \leq 30^\circ$	$30^\circ < \alpha < 60^\circ$	$\alpha \geq 60^\circ$
$m_1(\alpha)$	0.8 (NA)	$0.8 \cdot \frac{(60^\circ - \alpha)}{30^\circ}$	0
$m_2(\alpha)$	0.8	$0.8 \cdot \frac{(60^\circ - \alpha)}{30^\circ}$	0
$m_3(\alpha)$	$0.8 + 0.8 \cdot \alpha/30$	1.6	-

The snow load on the roof acts vertically on the horizontal projection of the roof surface. Two load arrangements must be considered in

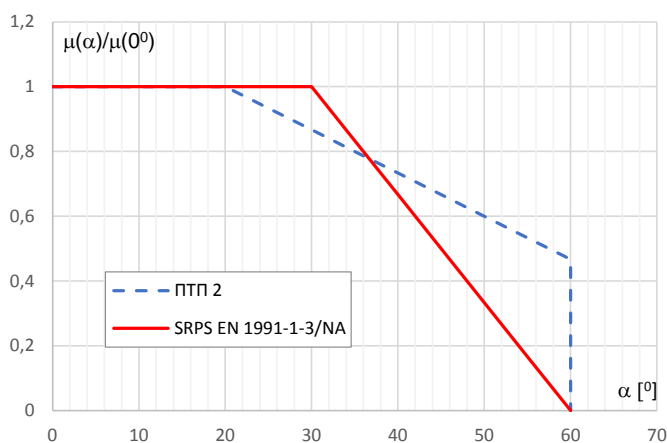
Оптерећење снегом на кров делује вертикално на хоризонталну пројекцију површине крова. У прорачуну се морају узети у обзир

the analysis: the drifted (Fig. 3б - 2 and 3; 3в - 2 and 3г - lower scheme) and the undrifted load arrangement (all other arrangements in Fig. 3). If artificial snow removal from the roof is planned, load arrangements must be considered in which the part of the roof is loaded with the most unfavorable load distribution, while the rest is without snow load. If there are snowguards or other obstacles on the roof or when the lower edge of the roof ends with a parapet, the snow load shape coefficient m cannot be less than 0.8, regardless of the slope of the roof.

две диспозиције оптерећења: са наносима (сл. 3б под 2 и 3; 3в под 2 и 3г - доња шема) и без наноса (све остале шеме на сл. 3). Ако се планира вештачко уклањање снега са крова, морају се размотрити диспозиције оптерећења код којих је део крова оптерећен најнеповољнијим распоредом оптерећења, док је остали део без снега. Ако на крову постоје снеговрани или друге препреке или када се доња ивица крова завршава парапетом, коефицијент облика оптерећења снегом m не може бити мањи од 0.8, независно од угла нагиба крова.

Табела 2 – Вредности коефицијента изложености C_e
Table 2 – Values of the exposure coefficient C_e

Топографија/Topography	C_e
Изложена ветру/Windswept	0.8
Уобичајена/Normal	1.0
Заклоњена/Sheltered	1.2



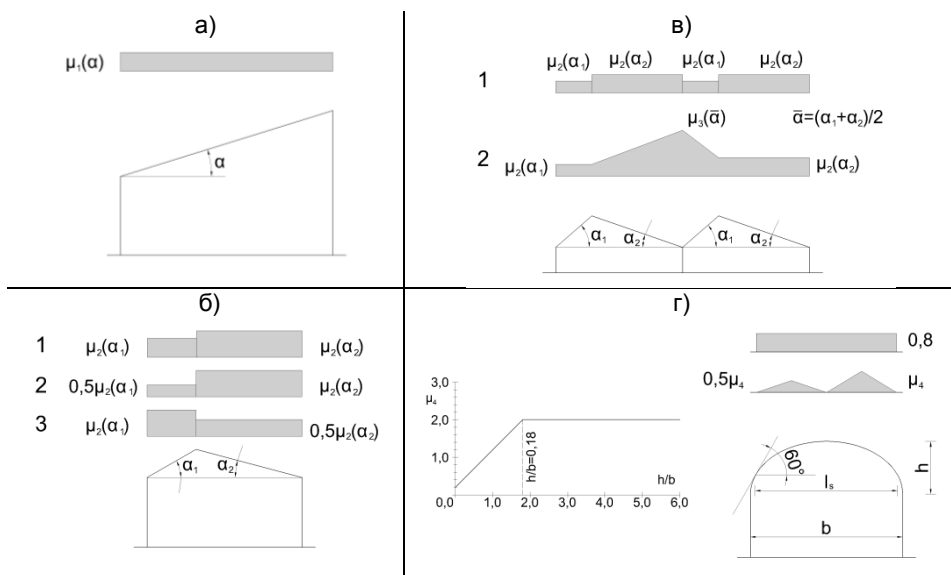
Слика 2 – Релативни коефицијент облика у функцији нагиба крова
Figure 2 – Relative shape coefficient as a function of roof pitch

Besides the above, SRPS EN 1991-1-3 provides detailed instructions for the calculation of snow load on roofs abutting and close to taller construction works, with undrifted and drifted load arrangements, taking into account the sliding of snow from the upper roof and

Поред наведеног, SRPS EN 1991-1-3 доноси и детаљна упутства за прорачун оптерећења снегом на кровове који се налазе уз објекте веће висине, без наноса и са наносом, узимајући у обзир клизање снега са вишег крова и наветравање

the snow load due to wind (Section 5.3.6 in [4]). Section 6 in [4] provides detailed instructions for the analysis of local effects of snow: drifting at projections and obstructions, snow overhanging the edge of a roof, and snow loads on snowguards and other obstacles.

снега (тачка 5.3.6 у [4]). У одељку 6 у [4] дата су детаљна упутства за анализу локалних утицаја од снега: наноса на испустима и препрекама, снега који виси преко ивице крова, те оптерећења снегом на снегобране и друге препреке.



Слика 3 – Коefицијенти облика оптерећења снегом на једноводне (а), двоводне (б), тестерасте (в) и цилиндричне (г) кровове
 Figure 3 – Snow load shape coefficients on monopitch (a), pitched (б), multi-span (в) and cylindrical (г) roofs

4. COMPARISON OF REGULATIONS

One of the sources of differences in snow load according to the regulations compared here are the characteristic values of snow load on the ground. The map of characteristic values of snow load on the ground, as well as Table A.1 for certain locations [3] contain data updated based on observations conducted in the period from 1975 to 2015. For a roof slope not exceeding 20° , the usual topography ($C_e=1$) and the thermal coefficient $C_t=1$, taking into account the altitude of the locations, it

4. ПОРЕЂЕЊЕ ПРОПИСА

Један од извора разлика у оптерећењу снегом према прописима који се овде пореде су карактеристичне вредности оптерећења снегом на тло. Карта карактеристичних вредности оптерећења снегом на тло, као и Табела А.1 за поједине локације [3] садрже податке ажуриране на основу осматрања спроведених у периоду од 1975. до 2015. године. За нагиб крова не већи од 20° , уобичајену топографију ($C_e=1$) и топлотни коефицијент $C_t=1$, узимајући у обзир

is possible to compare snow loads according to PTP 2 and SRPS EN 1991-1-3. For several selected locations, these differences are shown in Table 3. Compared to the previous regulations, the largest increase in snow load, of as much as 113.3%, was in Bor, while in Sjenica the load decreased by 23.6%. In Vojvodina and in most other locations with an altitude below 500 m, a slight increase in load of 6.67% is observed. The exceptions are Brus, Veliko Gradište, Dimitrovgrad, Zaječar, Kladovo, Negotin, Sokobanja and Čuprija, where the load increased by 60%. At places with an altitude of over 500 m, a significant increase occurred in Bosilegrad (61.3%) and Kopaonik (69.5%). The locations with the largest changes in snow load are marked in Figure 4.

The snow load on the roof with slope up to 20° as a function of altitude, determined according to [3] and [5], is shown in Figure 5 ($C_e=1$ and $C_t=1$).

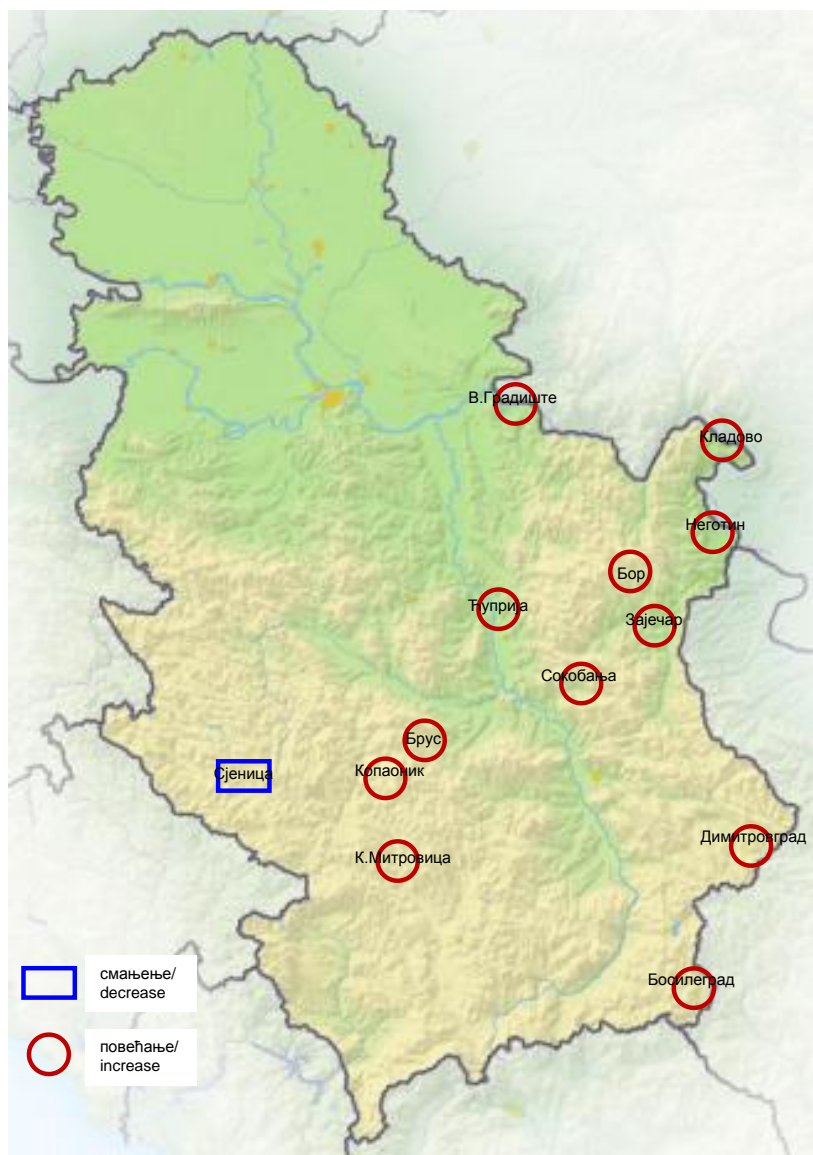
и надморску висину локација, могуће је упоредити оптерећења снегом према ПТП 2 и SRPS EN 1991-1-3. За неколико одабраних локација ове разлике су приказане у табели 3. У односу на раније прописе највеће повећање оптерећења снегом, од чак 113.3% је у Бору, док је у Сјеници оптерећење смањено за 23.6%. У Војводини и на већини других локација са надморском висином испод 500 m уочава се незнатно повећање оптерећења од 6.67%. Изузетак су Брус, Велико Градиште, Димитровград, Зајечар, Кладово, Неготин, Сокобања и Ћуприја, код којих је оптерећење веће за 60%. У местима са надморском висином преко 500 m до значајнијег повећања је дошло у Босилеграду (61.3%) и Копаонику (69.5%). Локације са највећим променама у оптерећењу снегом означене су на слици 4.

Оптерећење снегом на кров нагиба до 20° у функцији надморске висине, одређено према [3] и [5], приказано је на слици 5 ($C_e=1$ и $C_t=1$).

Табела 3 – Вредности оптерећења снегом на кров нагиба до 20° према [3] и [5]
Table 3 – Snow load on the roof with pitch up to 20° according to [3] and [5]

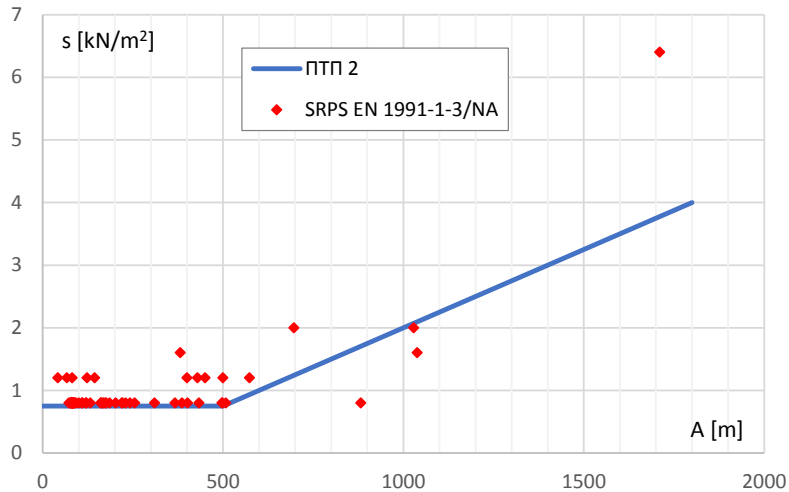
Место/Town	Надморска висина/ Altitude	ПТП 2/ PTP 2	SRPS EN 1991- 1-3		Ds [kN/m ²]	Ds [%]
		s [kN/m ²]	s _k [kN/m ²]	s [kN/m ²]		
Банатски Карловац	100	0,75	1,0	0,8	0,05	6,7
Бачка Паланка	83	0,75	1,0	0,8	0,05	6,7
Београд	132	0,75	1,0	0,8	0,05	6,7
Бор	381	0,75	2,0	1,6	0,85	113,3
Босилеград	696	1,24	2,5	2,0	0,76	61,3
Брус	429	0,75	1,5	1,2	0,45	60,0
Велико Градиште	82	0,75	1,5	1,2	0,45	60,0
Ѓњилане	508	0,77	1,0	0,8	0,03	3,9
Димитровград	450	0,75	1,5	1,2	0,45	60,0
Зајечар	144	0,75	1,5	1,2	0,45	60,0
Златибор	1028	2,07	2,5	2,0	-0,07	-3,4
Кладово	67	0,75	1,5	1,2	0,45	60,0
Копаоник	1710	3,78	8,0	6,4	2,63	69,5
Косовска Митровица	500	0,75	1,5	1,2	0,45	60,0
Неготин	42	0,75	1,5	1,2	0,45	60,0

Ниш	202	0,75	1,0	0,8	0,05	6,7
Нови Сад	84	0,75	1,0	0,8	0,05	6,7
Приштина	573	0,93	1,5	1,2	0,27	28,7
Сјеница	1038	2,10	2,0	1,6	-0,50	-23,6
Сокобања	400	0,75	1,5	1,2	0,45	60,0
Ђуприја	123	0,75	1,5	1,2	0,45	60,0

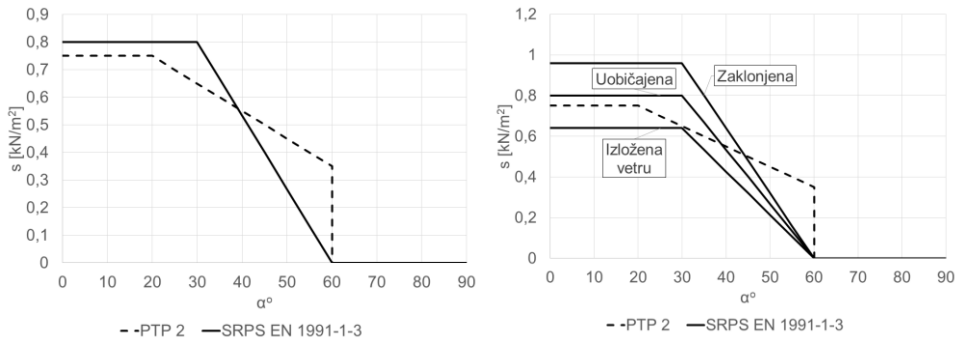


Слика 4 – Зоне највећих разлика у оптерећењу снегом према SRPS EN 1991-1-3/NA у односу на ПТП 2

Figure 4 – Zones of the largest differences in snow load according to SRPS EN 1991-1-3/NA in relation to PTP 2



Слика 5 – Утицај надморске висине A на оптерећење снегом на кров нагиба до 20°
 Figure 5 – Influence of the altitude A on snow load on the roof with pitch up to 20°



Слика 6 – Утицај коефицијента облика $m_1(a)$ (лево) и изложености C_e (десно) на оптерећење снегом на кров за Суботицу
 Figure 6 – Influence of the shape coefficient $m_1(a)$ (left) and the exposure coefficient C_e (right) on snow load on the roof for Subotica

Figure 2 shows the ratio of the shape coefficients $\mu(\alpha)/\mu(0^{\circ})$ for a roof with pitch α and for a flat roof, determined for different roof pitches. It can be noticed that the analyzed regulations give different significance to the influence of the roof slope on the calculated value of snow load. For roof pitches of up to 37° , a higher load is obtained by calculation according to the new regulations. However, for

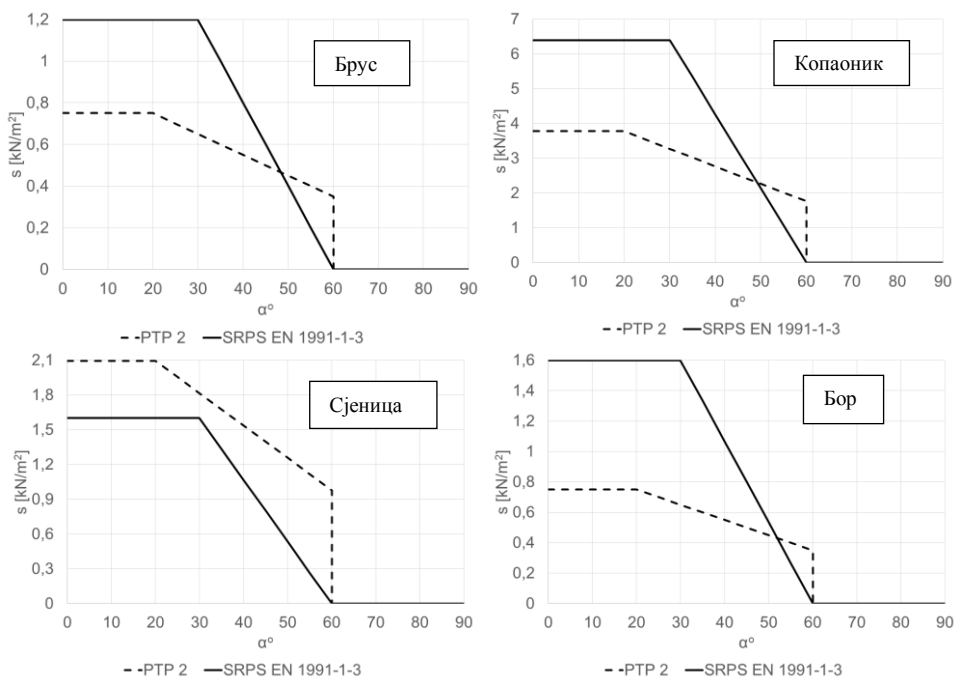
На слици 2 је приказан однос коефицијената облика $\mu(\alpha)/\mu(0^{\circ})$ за кров нагиба α и за раван кров, одређен за различите нагибе крова. Може се запазити да анализирани прописи дају различит значај утицају нагиба крова на прорачунску вредност оптерећење снегом. За нагибе крова до 37° веће оптерећење се добија прорачуном према новим прописима. Међутим, за кровове већег нагиба

steeper roofs, SRPS EN 1991-1-3 gives lower load values, and there is no sudden drop in load intensity for a slope $\alpha=60^\circ$, which occurs when the PTP 2 is used. These observations, as well as the Figure 2, apply only to roofs without snowguards.

Figure 6 on the left shows the cumulative effect of the characteristic value of snow load on the ground and the roof slope on the magnitude of snow load on the roof, for locations in Subotica. Here also, it is noted that, despite slightly higher values of the characteristic load on the ground and slightly higher load for $\alpha=0^\circ$, the new regulation gives lower snow loads on the roof for pitches higher than 38° . Figure 6 on the right shows the combined influence of the roof pitch and the topography on snow load for locations in Subotica.

SRPS EN 1991-1-3 даје мање вредности оптерећења, а нема ни нагло пада интензитета оптерећења за нагиб $\alpha=60^\circ$, који се јавља код примене ПТП 2. Ова запажања се, као и слика 2, односе само на кровове без снегобрана.

На слици 6 лево приказан је збирни утицај карактеристичне вредности оптерећења снегом на тло и нагиба крова на величину оптерећења снегом на кров, за локације у Суботици. И овде се примећује да, упркос нешто већим вредностима карактеристичног оптерећења на тло и незнатно већем оптерећењу на раван кров, нови пропис даје мања оптерећења снегом на кров за нагибе веће од 38° . Слика 6 десно приказује комбиновани утицај нагиба и топографије на оптерећење снегом за локације у Суботици.



Слика 7 – Оптерећење снегом на кров у функцији нагиба, за неке локације у Србији
Figure 7 – Snow load on the roof as a function of pitch, for some locations in Serbia

A comparative presentation of the design values of snow load on the roof according to PTP 2 and SRPS EN 1991-1-3 as a function of the roof slope, for undrifted load arrangements on monopitch and gable roofs, for several characteristic locations in Serbia, is given in Figure 7 ($C_e=1$ and $C_t=1$).

5. CONCLUSION

The new standard for the calculation of snow load on building structures - SRPS EN 1991-1-3 with the National Annex, compared to previous regulations, provides more detailed instructions for the calculation of snow load on the roof with regard to its thermal properties and the topography (exposure), but also of the snow drifts on multi-span and cylindrical roofs, as well as the load resulting from sliding of snow from the upper roof of a higher neighboring building and the drifts due to wind, and even of the local effects - drifting at projections and obstructions, snow overhanging the edge of a roof, and snow loads on snowguards and other obstacles. The National Annex [3] prescribes that loads due to exceptional snow drifts are treated as accidental actions, and detailed instructions for its calculation are given in [4].

Updated values of snow load on the ground for locations in Serbia, determined based on recent measurements - in the period from 1975 to 2015, are given in the National Annex [3]. The largest differences in relation to PTP 2 are observed in some locations of eastern (V. Gradište, Kladovo, Bor, Zaječar), southern (Brus, Kopaonik) and southeastern Serbia (Dimitrovgrad, Bosilegrad), where there was an increase in load by 60 to 113%, and Sjenica, where the load was reduced by 23.6%.

The influence of the roof slope on the design values of snow load also differs according to the previous and present regulations. For slopes up to 37° higher

Упоредни приказ прорачунских вредности оптерећења снегом на кров према ПТП 2 и SRPS EN 1991-1-3 у функцији нагиба, за једноводне и двоводне кровове, без наноса, за неколико карактеристичних локација у Србији, дат је на слици 7 ($C_e=1$ и $C_t=1$).

5. ЗАКЉУЧАК

Нови стандард за прорачун оптерећења снегом на грађевинске конструкције – SRPS EN 1991-1-3 са Националним анексом, у поређењу са ранијим прописима, пружа детаљнија упутства за прорачун оптерећења снегом на кров с обзиром на топлотни режим испод крова и топографију (изложеност), али и услед стварања наноса на тестерастим и цилиндричним крововима, као и оптерећења које је последица клизања снега са крова вишег суседног објекта и навејавања, те локалних утицаја – наноса на испустима и препрекама, снега који виси са ивице крова, као и оптерећења снегом на снегобране и друге препреке. Национални анекс [3] прописује да се изузетни снежни наноси третирају као инцидентно дејство, а детаљно упутство за његов прорачун дато је у [4].

Ажуриране вредности оптерећења снегом на тло за локације у Србији, одређене на основу новијих мерења - у периоду од 1975. до 2015. године, дате су у Националном прилогу [3]. Највеће разлике у односу на ПТП 2 уочавају се на неким локацијама источне (В. Градиште, Кладово, Бор, Зајечар), јужне (Брус, Копаник) и југоисточне Србије (Димитровград, Босилеград), на којима је дошло до повећања оптерећења за 60 до 113%, те Сјенице, где је оптерећење смањено за 23.6%.

Утицај нагиба крова на прорачунске вредности оптерећења снегом такође се разликује по старим и

loads are obtained according to the new regulations. For steeper roofs, the situation is opposite. The non-logical sudden (vertical) drop of the design snow load from 0.35 kN/m^2 to 0 at a slope of 60° , that existed in PTP 2, has been remedied by the new standard, so that from a slope of 30° to the 60° the snow load decreases linearly from the maximum value obtained for flat roofs to zero.

новим прописима. За нагибе до 37° већа оптерећења се добијају према новим прописима. За веће нагибе ситуација је обрнута. Нелогичност која је постојала у ПТП 2 – нагли (вертикалан) пад прорачунског оптерећења снегом са 0.35 kN/m^2 на 0 код нагиба 60° је новим стандардом уклоњена, те се од нагиба 30° до 60° оптерећење снегом линеарно смањује од максималне вредности добијене за равне кровове до нуле.

REFERENCES

- [1] Croce, P., Formichi, P., Landi, F., Mercogliano, P.: The snow load in Europe and the climate change. *Climate Risk Management*, 2018., № 20, p.p. 138-154.
- [2] Project Team SC1.T5 „Climate Change“ under Mandate M/515: Final Report to CEN/TC250, 2017.
- [3] SRPS EN 1991-1-3/NA Еврокод 1 – Дејства на конструкције – Део 1-3: Општа дејства – Оптерећења снегом – Национални прилог, Септембар 2017.
- [4] SRPS EN 1991-1-3 Еврокод 1 – Дејства на конструкције – Део 1-3: Општа дејства – Оптерећења снегом, Септембар 2017.
- [5] Привремени технички прописи за оптерећење зграда, Свеска 2 – ПТП 2, Грађевинска књига, Београд, 1960.
- [6] Правилник о техничким нормативима за оптерећења носећих грађевинских конструкција, Службени лист СФРЈ бр. 26 од 29. априла 1988.
- [7] SRPS EN 1990 – Еврокод – Основе пројектовања конструкција, Мај 2012.