

Получена: 15.09.2017 г.

Приета: 22.12.2017 г.

## СНЕГОЗАЩИТА НА АВТОМОБИЛНИТЕ ПЪТИЩА. ОЦЕНКА НА ПРОБЛЕМА В Р БЪЛГАРИЯ

Е. Иванова<sup>1</sup>, И. Сулай<sup>2</sup>, И. Стайков<sup>3</sup>

*Ключови думи:* снегозащита на пътища, снегозащитни огради, зимно поддържане на пътища

### РЕЗЮМЕ

Снегозащитата на автомобилните пътища е основен фактор, който влияе съществено върху разходите за поддържане на пътищата през зимния период. Анализ на международния опит показва, че разходите, инвестирани за снегозащитни съоръжения, са в пъти по-ниски от загубите при евентуално затваряне на пътната отсечка. В статията е направен обзорен преглед на чуждестранния опит в превенцията и осигуряването на автомобилните пътища при зимни условия – снеговалеж и снегонавяване. Посочени са проблемни участъци от Републиканската пътна мрежа (РПМ) на Р България и възможни решения за ефективната им снегозащита.

### 1. Въведение

Зимното поддържане на автомобилните пътища обхваща комплекс от дейности, които са насочени към осигуряване на тяхната проходимост при зимни условия, респективно отстраняване или ограничаване неблагоприятното влияние на снега/леда върху условията за движение.

---

<sup>1</sup> Евелина Иванова Иванова, доц. д-р инж., кат. „Транспортни съоръжения“, УАСГ, бул. „Хр. Смирненски“ № 1, 1046 София, e-mail: djiivs@abv.bg

<sup>2</sup> Ирена Павлова Сулай, гл. ас. д-р инж., кат. „Пътища“, УАСГ, бул. „Хр. Смирненски“ № 1, 1046 София, e-mail: irenasulay@abv.bg

<sup>3</sup> Илиян Любомиров Стайков, инж. докторант, кат. „Пътища“, УАСГ, бул. „Хр. Смирненски“ № 1, 1046 София, e-mail: ilian.staikov@gmail.com

Снегозащитата на пътищата е основна дейност по зимното поддържане както в нашата страна, така и в страните, характеризиращи се с неблагоприятни природоклиматични условия през зимния период на годината.

Снегонавяването е основен проблем за дейността снегоръчители. В резултат на този процес се увеличава неблагоприятното влияние от натрупването на снежна покривка по пътищата и/или се залежда повърхността на пътната настилка. При интензивни и продължителни снеговалежи, съпроводени със силни ветрове, се образуват уплътнени снежни пластове, чиято повърхност в повечето случаи е заледена и възпрепятства ефективното и кратковременно снегоръчение. Предпазването на пътищата от образуване на снегонавявания върху пътното платно се осъществява най-често чрез: изграждане на постоянни и/или поставяне на временни снегоръчителни съоръжения; преоформяне и изчистване на повърхността на терена и изсичане на храсти; отстраняване на материали и предмети в обхвата на пътя, които могат да способстват за образуването на снегонавявания и други.

В табл. 1.1 ÷ 1.5 са систематизирани и представени основните мероприятия за защита на пътищата от снегонавяване, регламентирани в България, Австрия, Германия, Русия и САЩ.

Общ за по-горе цитираните държави, е подходът за изграждане на временни и/или постоянни снегоръчителни съоръжения.

Нормативните документи у нас и в Русия предоставят по-обстойна информация по отношение на оформянето на крайпътни зелени пояси. Показани са идентични по вид схеми относно разположението на редовете храсти и дървета (с ниски и с високи корони), и е определено отстоянието им от ръба на пътното тяло, от страната на преобладаващите ветрове през зимния период.

Земните диги са защитни съоръжения, които се изпълняват в райони с малък обем на снеготрансporte и при подходящи теренни условия и пустеещи земи. При земните диги се изисква аналогична технология на изграждане, отговаряща на изискванията за изграждане на пътни насипи. Българските, германските и руските нормативни документи представят само информативно този вид предпазни конструктивни решения като вариант за снегоръчение на пътното платно.

Снегоръчителните огради от преносими инвентарни щитове са видът снегоръчение, намерил най-широко приложение в пътната практика у нас, в Австрия, в Германия, в Русия и в САЩ. Изграждат се перпендикулярно на преобладаващите ветрове, като през есента се монтират, съответно пролетта демонтират. Номинираните височини на предпазните огради, както и отстоянията им от пътното платно, конструкцията и материалите, от които се изработват отделните щитове, са сходни и/или прекриващи се в отделните държави. Българските, австрийските и германските регламенти представят примерни схеми за разполагане на преносимите инвентарни щитове спрямо посоката на ветровете с преобладаваща повторемост, с цел постигане на оптимален снегоръчителен ефект.

Понастоящем в САЩ за разрешаване на проблемите със снегонавяването се използват специализирани софтуерни продукти, което задава нова насока в пътната практика на зимното поддържане. За създаване на цифров топографски модел на пътя и прилежащия около него терен се задават входни данни: географско положение на обекта (широчина и дължина), надморска височина, годишно количество на снеговалежите, направление на преобладаващите ветрове. В резултат се изчисляват: дължината и обемът на снеготрансporte, разстоянието от оградата до пътя от двете му страни. Височината на оградата и решетъчността ѝ могат да се зададат от потребителя.

Таблица 1.1. Обобщаваща таблица на мероприятията за защита на пътищата от снегонавяване в България [1], [2], Австрия, Германия, Русия и САЩ

Снегозащита на пътища						
България	Крайпътни зелени пояси	<p><b>Определение:</b> Крайпътните зелени пояси са постоянни снегозащитни устройства, осигуряващи ефективна и трайна защита на пътищата от снегонавявания. <b>Конструкция:</b> Състоят се от няколко реда храсти и дървета с ниски и високи корони, разположени на определено разстояние от пътя от страната на преобладаващите ветрове през зимата [1], [2].</p>				
		Обем на снеготрансфер, $m^3/m$	Разстояние от ръба на пътното платно, m	Широчина на зеления пояс, m	Брой на редовете в пояса, бр.	<p>Схема 1-4</p>
		25	20	4	2	
		26÷50	30	9	4	
		51÷75	40	12	4	
76÷100	50	24	6			
	Земни диги	<p><b>Определение:</b> Земните диги се изпълняват от налични земни почви, отговарящи на изискванията за пътни насили. Те са с намален снегозащитен ефект и могат да се изграждат в райони с малък обем на снеготрансфер и при подходящи теренни условия и пустеещи земи. <b>Конструкция:</b> Земните диги имат височина <math>1,00 \div 1,50</math> m и се оформят с възможно най-стръмни откоси. Разполагат се успоредно на пътя на разстояние <math>15,0 \div 20,0</math> m от ръба на пътното платно. Снегозащитният ефект на дигите е по-голям, когато се използва система от няколко успоредни диги, оформящи междинни траншеи с разстояние м/у тях <math>12,0 \div 15,0</math> m.</p>				
	Предпазни огради от преносими инвентарни щитове	<p><b>Определение:</b> Предпазните огради от преносими инвентарни щитове се изграждат с помощта на преносими инвентарни елементи. Техническите характеристики на използваните инвентарни щитове трябва да са устойчиви на ниски температури, да са удобни за пренасяне, монтиране и съхранение и да имат продължителен експлоатационен живот. <b>Конструкция:</b> Преносимите инвентарни елементи се поставят един до друг, оформящи звена с дължина до 100,0 m. Отделните звена се разместват едно спрямо друго, за да се подсигурят проходи за преминаване. В райони с малък обем на снеготрансфер могат да се изграждат прекъснати огради, при които се маха един на всеки <math>3 \div 4</math> щита. Дължината на оградата трябва да е по-голяма от тази на защитавания участък. Разполагане и монтаж: Разположението на предпазните снегозащитни огради спрямо пътя зависи от посоката на преобладаващите ветрове, обема на снеготрансфер, трасето на пътя и др. По възможност те се монтират перпендикулярно на посоката на преобладаващите ветрове. Оградите се поставят на достатъчно разстояние от пътното платно, така че отложените зад щитовете снежни преспи да не достигат до него. Оптималното разстояние между оградата и ръба на банкета, в зависимост от скоростта на вятъра, е около 15 пъти <math>H / H -</math> височина на снегозадържащата ограда, която се приема <math>1,50</math> m/. Разстоянията на снегозащитните огради от ръба на банкета, в зависимост от обема на снега, пренесен през пътя за един зимен сезон, са: под <math>25</math> <math>m^3/m - 20 \div 25</math> m; <math>26 \div 50</math> <math>m^3/m - 35</math> m; <math>51 \div 75</math> <math>m^3/m - 45</math> m; над <math>76</math> <math>m^3/m - 55</math> m.</p>				



Предпазни огради от преносими инвентарни щитове	Схеми на разполагане на предпазни огради от преносими инвентарни щитове в зависимост от посоката на вятъра	
	<b>Предпазна ограда успоредно на пътя – схеми 8 – 11</b>	
	<b>Предпазна ограда косо на пътя</b>	<b>Предпазна ограда в крива</b>

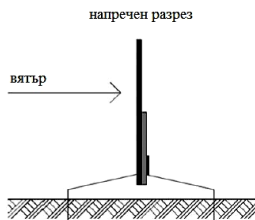
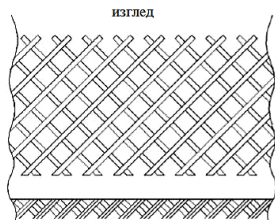
Таблица 1.2. Обобщаваща таблица на мероприятията за защита на пътищата от снегонавяване в България, Австрия [14], Германия, Русия и САЩ (продължение)

Снегозащита на пътища	
Австрия	<p style="text-align: center;"><b>Предпазни огради от преносими инвентарни щитове</b></p> <p><b>Определение:</b> Предпазната ограда от инвентарни щитове е въздухопропускливо съоръжение. Разполага се перпендикулярно на посоката на въздушните маси. Основна задача е да се намали скоростта на вятъра, с цел отлагане на пренасяния обем снежна маса в зоната на оградата. Изграждането на предпазни огради е препоръчително да се извършва за пътни участъци, в обхвата на които се образуват снежни преспи, с цел осигуряване на ефективна и трайна защита от снегонавявания. При изменящи се посоки на вятъра се отчитат онези, които биха довели до образуване на снежни преспи – по правило една основна посока и една второстепенна. Видът на теренната повърхност е фактор, оказващ влияние върху направлението на въздушните маси. Конструкция: Предпазните огради от преносими инвентарни щитове се състоят от носеща конструкция (вертикални стойки, подпори и др.) и междинно разположени щитове от различен по вид материал. Височината на оградите е в обхвата <math>0,90 \div 1,50</math> m, в зависимост от местните условия и наблюдения, като височини под <math>0,90</math> m се считат за неефективни, а тези, по-големи от <math>1,50</math> m, предполагат увеличена трудоемкост при монтаж и демонтаж на съоръжението. По-високите огради ефективно се заменят от многоредови огради. Основна задача на инвентарните щитове е да предизвикат отлагане на пренасяния от вятъра обем сняг, вследствие на предизвикано ветрово завихряне. Коефициентът на разпределение на решетъчността на един щит се препоръчва да бъде в обхвата <math>0,4 \div 0,6</math>, като запълването му е равномерно за цялата му площ. Разполагане и монтаж: Разстоянието между предпазната ограда и пътното платно се избира така, че натрупаното/задържано количество сняг да не навлиза в обхвата на пътното платно или така, че да се ограничи в най-голяма степен възможността въздушните маси да пренасят обема сняг в пространството между предпазната ограда и пътното платно. Дължината на обема натрупан сняг след предпазната ограда (към платното за движение, т.нар. зона на всмукване) е <math>\sim 12 \div 15</math> пъти нейната височина. Зона с дължина от <math>5,0</math> m (в посока от платното за движение към предпазната ограда) се почиства от натрупан/навят сняг. За случаите на многоредови предпазни огради, същите се разполагат на разстояние една от друга <math>\sim 10</math> пъти нейната височина [14].</p>

**Видове предпазни огради**

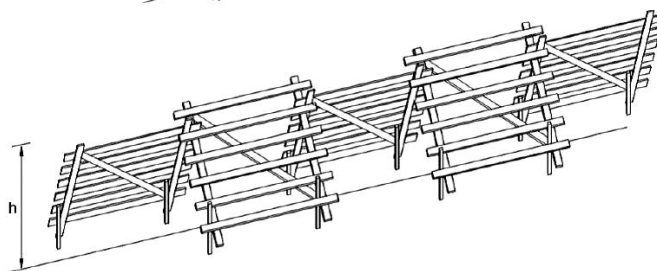
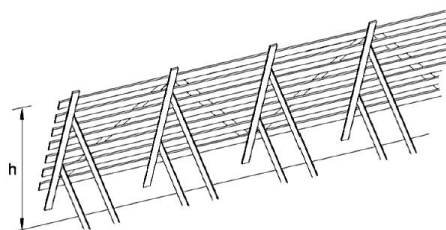
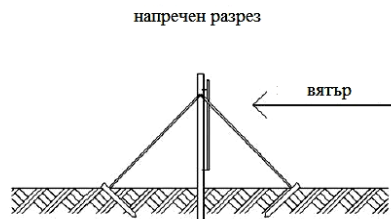
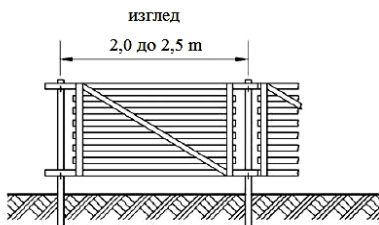
**вид мрежа сх. 12**

Дължината на един щит е ~ 2,0 m, полезна дължина 7,0 ÷ 9,0 m, височина 1,5 m. С цел гарантиране на по-голяма дълготрайност на конструкцията, инвентарните щитове се импрегнират. Носещата конструкция се състои от дървени вертикални стойки, метални подпори и др. В региони с по-малки по обем снегонавявания се допуска изграждането на предпазната ограда без светъл отвор под инвентарните щитове.



**вид с дъсчана обшивка**

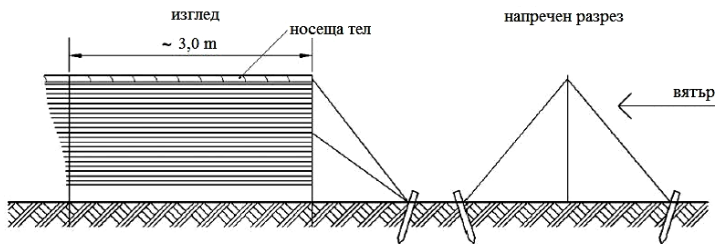
Дължината на един щит е не по-голяма от 2,5 m и най-често се изпълнява като хоризонтална дъсчана обшивка. Необходимо условие е осигуряването на коефициента на разпределение на решетъчността, независимо от разпологането на подпори и паянти. Отделните щитове се закрепват към дървени вертикални стойки, при условие, че не са предварително конструктивно съединени. Анкерирането към теренната повърхност е двустранно, посредством подпори или обтяжки. Инвентарните щитове могат да се разполагат вертикално, под ъгъл спрямо теренната повърхност (с един и същ наклон на щитовете в реда или шахматно със симетрично изменение на наклона на отделните щитове спрямо оста на оградата) [14].



сх. 13

**Пластмасови предпазни огради**

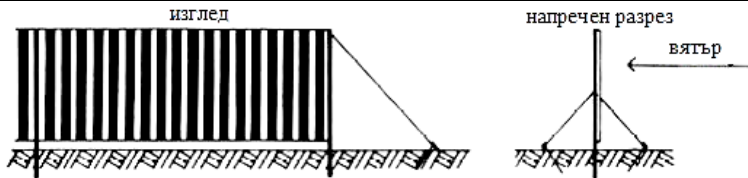
Инвентарните щитове са система от синтетична тъкан, опъната надлъжно между вертикални стойки. За да се постигне необходимото напрегане на конструкцията, респ. да се ограничи появата на резултантно допълнително напрежение, отделните инвентарни щитове се разполагат под ъгъл един спрямо друг. Вертикалните стойки се запъват странично, така че да се гарантира устойчивостта на конструкцията. Синтетичната тъкан трябва да бъде устойчива на атмосферни влияния и UV – лъчи [14].



сх. 14

**Стоманени предпазни огради**

Инвентарните щитове се изпълняват от телена мрежа с широки отвори, която в комбинация с вертикални ламаринени ламели се опъва в надлъжна посока между вертикални стойки. Широчината на ламелите не трябва да бъде по-голяма от 10 cm [14].



сх. 15

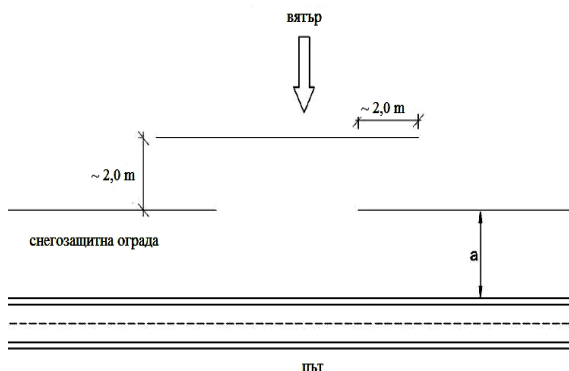
**Критерии за избор на вида ограда според вида на вложения материал**

- Размер на предпазната ограда и коефициент на разпределение на решетчатостта;
- Приложимост спрямо теренната повърхност;
- Трудоемкост на монтажа;
- Възможност за отстраняване на повреди;
- Разходи за съхранение и транспорт;
- Складиране на временни и/или постоянни площадки;
- Икономическа обосновка;
- Устойчивост на въздействия и атмосферни влияния.

**Схеми на разполагане на предпазни огради от преносими инвентарни щитове в зависимост от посоката на вятъра**



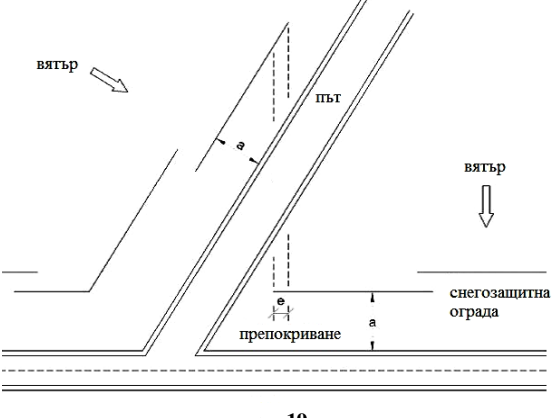
**Основна посока на преобладаващия вятър, перпендикулярно на пътя**

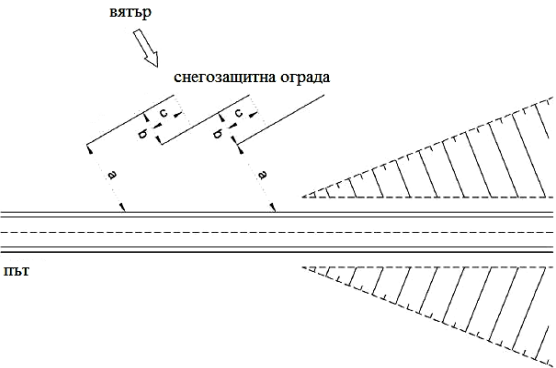
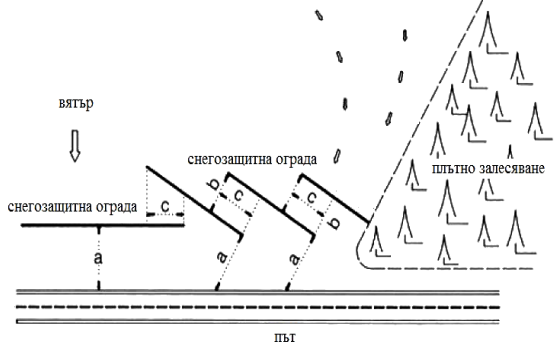
Предпазната ограда се изгражда успоредно на пътя, на необходимото отстояние от него. При по-дълги участъци със снегонавявания, респ. образуване на преспи, предпазната ограда се прекъсва на всеки 80,0 ÷ 100,0 m, за да се създаде проход (около 2,0 m широчина). Успоредно се отमेства инвентарен щит, след което се продължава с изграждането на линейното предпазно съоръжение. Краищата на инвентарните щитове трябва да се прекриват в участък от около 2,0 m. **Вж. 16 схема:**



**a - 12÷15 пъти височината на оградата 5,0 m / сх. 16**

Предпазни огради от преносими инвентарни щитове

<p>Посока на преобладаващия вятър перпендикулярно и косо на пътя</p>	<p>Инвентарните щитове се разполагат перпендикулярно спрямо посоката на преобладаващия вятър [14]. <b>Вж. 17 схема:</b></p>	 <p>а – 12 ÷ 15 пъти височината на оградата + 5,0 m; б - около 10 пъти височината на оградата; с - прекриване/застъпване минимум 10,0 m. / сх. 17</p>
<p>Снегозащита в крива</p>	<p>Пътят се осигурява срещу снегонавяване като се разполагат инвентарни щитове както перпендикулярно спрямо основната посока на преобладаващите ветрове, така и перпендикулярно на второстепенната посока [14]. <b>Вж. 18 схема:</b></p>	 <p>а – 12 ÷ 15 пъти височината на оградата + 5,0 m; б - около 10 пъти височината на оградата; с - прекриване/застъпване минимум 10,0 m. / сх. 18</p>
<p>Снегозащита при косо вливане на</p>	<p><b>Легенда към сх. 19:</b> а – 12 ÷ 15 пъти височината на оградата + 5,0 m; е – припокриване/застъпване минимум 10,0 m.</p>	 <p>сх. 19</p>

Схеми на разполагане на предпазни огради от преносими инвентарни щитове в зависимост от теренната повърхност		
Снегозащита на пътен участък в изкоп	<p>В началния участък на път в изкоп опасността от снегонавяване се увеличава поради създаването на условия за възникване на турбулентни вихри. Инвентарните щитове на предпазната ограда се поставят перпендикулярно на преобладаващата посока на вятъра, като трябва да се вземе предвид необходимостта от осигуряване на ефективна дължина на прекриване на отделните щитове един спрямо друг [14].</p>	 <p style="text-align: center;">вятър</p> <p style="text-align: center;">снегозащитна ограда</p> <p style="text-align: center;">път</p> <p style="text-align: center;"><b>a – 12 ÷ 15 пъти височината на оградата + 5,0 m;</b>  <b>b - около 10 пъти височината на оградата;</b>  <b>c - прекриване/застъпване минимум 10,0 m. / сх. 20</b></p>
Снегозащита на пътен участък в условия на отклоняващи се по направление въздушни маси	<p>Когато трайни насаждения са разположени косо спрямо преобладаващата посока на вятъра, се създават условия за отклоняване на въздушни маси по второстепенно направление. В тези зони е необходимо допълнително изграждане на предпазна ограда от инвентарни щитове, разположена перпендикулярно на посоката на въздушните маси от второстепенното направление. В участъците с преобладаваща основна посока на вятъра, инвентарните щитове на предпазната ограда се разполагат перпендикулярно спрямо нея [14].</p>	 <p style="text-align: center;">вятър</p> <p style="text-align: center;">снегозащитна ограда</p> <p style="text-align: center;">път</p> <p style="text-align: center;">пътено запасяване</p> <p style="text-align: center;"><b>a – 12 ÷ 15 пъти височината на оградата + 5,0 m;</b>  <b>b - около 10 пъти височината на оградата;</b>  <b>c - прекриване/застъпване минимум 10,0 m. / сх. 21</b></p>

**Таблица 1.3. Обобщаваща таблица на мероприятията за защита на пътищата от снегонавяване в България, Австрия, Германия [12], [13], Русия и САЩ (продължение)**

Снегозащита на пътища	
<b>Германия</b>	<p>Процесът на снегонавяване възниква или в условията на снеговалеж и движение на въздушни маси, или когато натрупаният сух и сипкав сняг бъде подет, респ. транспортиран от новопоявили се въздушни маси. Обемът сняг се отлага там, където скоростта на вятъра и силата на влачене отслабват (напр. живи плетове, огради, изкопи, откосни ръбове, изкуствени и шумозащитни съоръжения). Отчитането на топографските особености в процеса на проектиране на пътищата е факторът, осигуряващ тяхната защита срещу снегонавяване (проектиране на път в насип, изграждане на крайпътни зелени пояси, разширяване на изкопите) [12], [13].</p>

Германия	Крайпътни зелени пояси	<p>Крайпътни зелени пояси (напр. живи плетове) се оформят на широчина около 6,0 m (на три реда) и на разстояние от пътя <math>12 \div 15</math> пъти височината на живия плет.</p>
	Предпазни огради от преносими инвентарни щитове	<p>Предпазните огради от преносими инвентарни щитове се изграждат перпендикулярно на преобладаващите ветрове, като през есента се монтират, респ. пролетта се демонтират. Височината на предпазните огради е в обхвата <math>1,30 \div 1,80</math> m, като отстоянието им от пътя е <math>12 \div 15</math> пъти височината на оградата. Ефективната дължина на предпазните огради е ограничена до <math>80,0 \div 100,0</math> m поради опасност от събаряне при поривите на вятъра. Препокриването на отделните участъци е около 10,0 m. Когато височината на предпазната ограда не е достатъчна, същата се изгражда от по-високи инвентарни щитове или се оформя система от няколко защитни реда. Отстоянието между защитните редове един спрямо друг се приема 10 пъти височината на оградата. Оптимален ефект на защита срещу снегонавяване се постига, когато <math>1/2</math> от площта на предпазната ограда пропуска въздушните маси и когато между теренната повърхност, и основата на инвентарните щитове се остави празно въздушно пространство (светъл отвор) от <math>\sim 30</math> cm [12], [13].</p> <p style="text-align: center;"><b>Предпазни огради от преносими инвентарни щитове – сх. 22-24</b></p>
	Отлагане на снежни маси при правилно изградена предпазна ограда от преносими инвентарни щитове	<p style="text-align: center;">напречен разрез снегозащитна ограда</p>
	Основна посока на преобладаващия вятър, перпендикулярно на пътя (H – височина на предпазната ограда)	
Основна посока на преобладаващия вятър, косо на пътя (H – височина на предпазната ограда)		

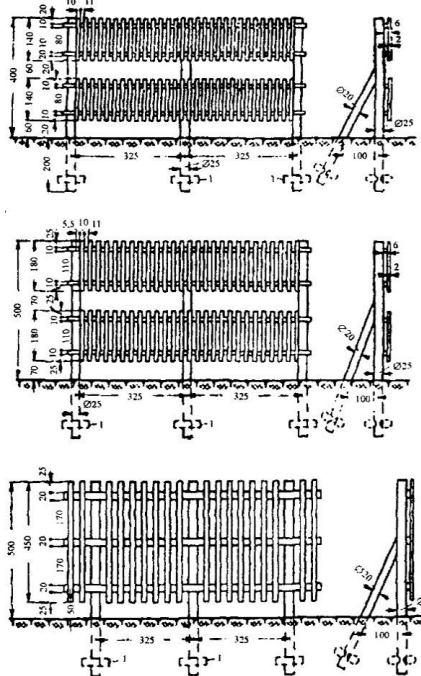
Таблица 1.4. Обобщаваща таблица на мероприятията за защита на пътищата от снегонавяване в България, Австрия, Германия, Русия [8], [9] и САЩ

Снегозащита на пътища						
Русия	Крайпътни зелени пояси	<b>Определение:</b>				
		Крайпътните зелени пояси са постоянни снегозащитни устройства, осигуряващи ефективна и трайна защита на пътищата от снегонавявания. Конструкция: Състоят се от няколко реда храсти и дървета с ниски и високи корони, разположени на определено разстояние от пътя, от страната на преобладаващите ветрове през зимата. Определянето на геометричните размери и типа на постоянните и временните снегозащитни съоръжения става на базата на стойностите за обема на снеготопенасяне. Тези стойности се определят по разработен алгоритъм [8], [9].				
		Обем на снеготопенасянето, $m^3/m$	Разстояние от ръба на пътното платно, $m$	Широчина на зеления пояс, $m$	Брой на редовете в пояса, бр.	Схема 25-34
		10÷25	15÷25	4	2	
		50	30	9	4	
		75	40	12	5	
		100	50	14	6	
		125	60	17	7	
		150	65	19	8	
		200	70	22	9	
250	50	2 x 14	2 x 6			
350	60	2 x 21	2 x 6			
500	60	2 x 21+14	2 x 7+5			

Постоянни снегозащитни предпазни огради

**Определение:** Снегозащитни съоръжения за райони с интензивно снегонавяване и силни виелици. Биват плътни и решетъчни, като се изграждат от дърво, стоманобетон или комбинация от различни материали. Изискват по-голямо количество материали в сравнение с временните предпазни огради, по скъпи са и поради това използването им се одобрява след изготвяне на технико-икономическа обосновка [8], [9] – виж. сх. 35 – 37.

Постоянни снегозащитни предпазни огради	Обща височина, м	Височина на щита, м	Височина на отвора, м
I тип	5	3	2,0
II тип	6,5	4	2,5
III тип	8	5	3,0



Предпазни огради от преносими инвентарни щитове

**Определение:** При невъзможност за изграждане на постоянни снегозащитни предпазни огради се изграждат предпазни огради от преносими инвентарни щитове. Изработват се от дърво, а конструкцията им е решетъчна, като решетъчната конструкция се прави по-разредена в долната им половина. Оптималното разстояние между оградата и ръба на банкета, в зависимост от скоростта на вятъра, е около 20 пъти Н/Н – височина на снегозадържащата ограда, която се приема в зависимост от нейния тип/. За райони с продължителни интензивни виелици се изграждат два, три и повече защитни реда предпазна ограда. Разстоянията между отделните редове се приемат 30 пъти Н. Разстоянията на предпазните огради от ръба на банкета, в зависимост от обема на снега, пренесен през пътя за един зимен сезон, са: под 25 m<sup>3</sup>/m – 30 m; до 50 m<sup>3</sup>/m – 40 m; до 75 m<sup>3</sup>/m – 50 m; над 75 m<sup>3</sup>/m – 60 m [8], [9].

Тип на щита	Височина м	Решетъчност %			За скорост на вятъра m/s	Обем на снего-пренасянето m <sup>3</sup> /m
		обща	в долната част на щита	в горната част на щита		
I тип	2,00	50	60	40	> 20	> 100
II тип	1,50	50	60	40	> 20	< 100
III тип	2,00	60	70	50	< 20	> 100
IV тип	1,50	60	70	50	< 20	< 100
I тип	2,00	50	60	40	> 20	> 100
II тип	1,50	50	60	40	> 20	< 100

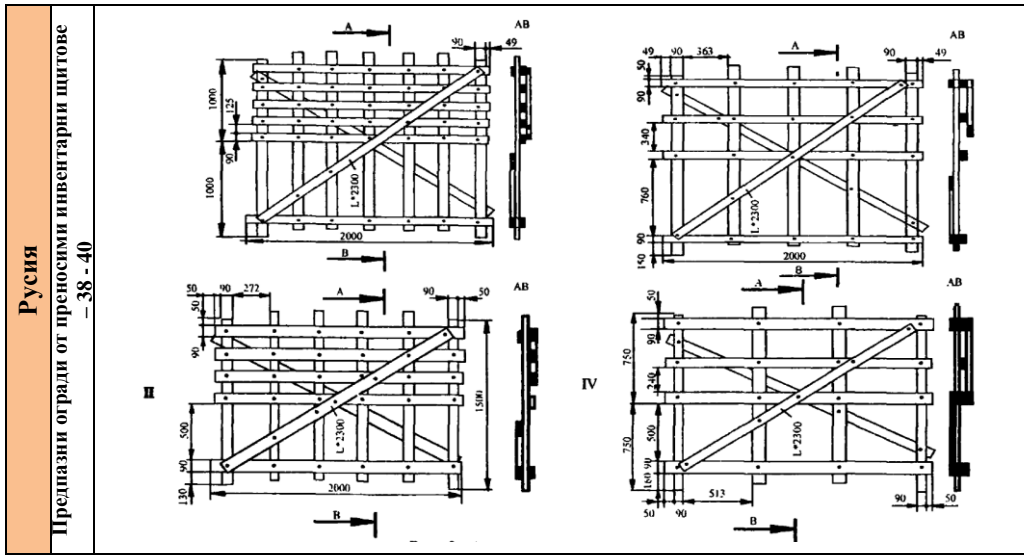


Таблица 1.5. Обобщаваща таблица на мероприятията за защита на пътищата от снегонавяване в България, Австрия, Германия, Русия и САЩ [5], [10], [15] (продължение)

Снегозащита на пътища			
<b>САЩ</b>	<b>Основни показатели на снегозащитните огради</b>		<p>Редица пътни департаменти в САЩ, особено тези, разположени в северната част на страната, разработват свои правила и нормативни документи, касаещи снегозащитните съоръжения, техния вид, размери и начин на разполагане спрямо пътищата. От посочените подолу графики първоначално при известно транспортно разстояние на снежната маса и количество на валежите се определя обемът на снеготеноса. При известен обем на снеготеноса се отчита височината на снегозащитната ограда. Понастоящем в САЩ се използват специализирани софтуерни продукти. За създаване на цифров топографски модел на пътя и прилежащия около него терен се задават входни данни: географско положение на обекта (широчина и дължина), надморска височина, годишно количество на снеговалежите, направление на преобладаващите ветрове. В резултат се изчисляват: дължината и обемът на снеготеноса, разстоянието от оградата до пътя от двете му страни. Височината на оградата и решетъчността ѝ могат да се зададат от потребителя както за постоянни, така и за временни щитове [5], [10], [15].</p>
	<b>Най-ефективна решетъчност %</b>	40 ÷ 50	
	<b>Разстояние от ръба m</b>	> 35H	
	<b>Височина на долния отвор m</b>	0,1H	
		cx. 41	
		cx. 42	

<b>САЩ</b>	<b>САЩ – анализ и коментар:</b>	<p>Понастоящем основната тенденция е към създаване, изследване и прилагане на числени модели за решаване на основни задачи в сферата на пътната практика. Използват се или се разработват нови софтуерни продукти с цел получаване на крайни резултати в числов вид. Решаването на даден практически проблем като снегонавяването е комплексен процес и е трудно да се постигне максимална ефективност на мероприятията за защита на база предходен опит, респективно само чрез прилагане на систематизирани правила и препоръки. Получаването на практически резултат за всяка една задача чрез прилагане на моделно числено изследване е дълъг и отговорен процес. Необходимите входни данни изискват систематизиране и обработка на определен брой статистически заснемания, измервания, експерименти. Следва избор на подходящ математически модел, който да описва достатъчно пълно и правилно изследвания процес, явление или комплекс от явления. Резултатът е числени модели с висока точност, които са насочени в сферата на зимното поддържане, респ. защитата от снегонавяване като предоставят възможност за оптимизиране на мероприятията за снегозащита: вид, конструкция, размери, схема на разполагане, ориентиране спрямо преобладаващите ветрове, отстояние на защитните съоръжения от пътното платно и други.</p>
------------	---------------------------------	--

## 2. Зимно поддържане на РПМ в Р България

### 2.1. Анализ на системите за зимно поддържане в България

Дейностите по зимното поддържане в нашата страна включват: подготвителни работи, снегозащита, снегочистене и обезопасяване на автомобилните пътища против хлъзгане.

В [1] и [2] са дефинирани видовете дейности за осигуряване на защитата на пътната мрежа у нас от снеговалеж и снегонавяване. Регулярният и системен анализ на пътната обстановка при тежки зимни условия показва, че изведените правила и препоръки за зимно поддържане са определящи за ефективността на системите от мероприятията. Целесъобразно е тези системи от мероприятията да се анализират с помощта на статистически методи и/или чрез моделни числени изследвания.

Основни подготвителни работи, които имат взаимно влияние помежду си, са:

Част „Планове за зимно поддържане“ (ПЗД) [2]: Дефинитивен документ, който е задание на Агенция „Пътна инфраструктура“ или териториалните ѝ подразделения – Областните пътни управления (ОПУ). Изпълнителите на договорите за поддържане на Републиканските пътища са задължени да предоставят оперативни планове за зимно поддържане, които съответстват на заложеното в ПЗД за конкретното им задание. В тях от съществено значение е посочването на конкретни пътни участъци с най-голяма статистическа вероятност за снегонавяване, както и зони за обезпечаване с временни снегозащитни съоръжения. Определянето на участъците и зоните се явява основен момент, обуславящ степента на изпълнение или неизпълнение на снегопочистващите дейности, респ. влияе пряко върху фактичката реализация на прогнозната рамка, заложена в оперативния план.

Част „Категоризация на пътните участъци според опасността от снегонавяване“ [2]: Задълбоченият анализ на съществуващото положение на пътя в план и профил, както и на обвързаността му с околния терен след неговия проектен обхват, позволява прецизиране на границите на участъците и зоните, застрашени от снегонавяване, респ. определяне на такива, където е необходимо да се предвидят мероприятията за снегозащита, съгласно заложените „степени и нива на зимно поддържане“.

Част „Степени и нива на зимно поддържане на пътя“ [2]: Практически резултати с висока ефективност и оптимизирана цена могат да се очакват при прецизно определяне

на участъците и зоните с опасност от снегонавяване. Това изисква анализ за определяне на тяхната категория по най-малко три параметъра: проектно решение, фактическо положение *in situ* (заснемане на място) и статистически данни за климатичната обстановка през зимния период за съответната област, на база предходни години.

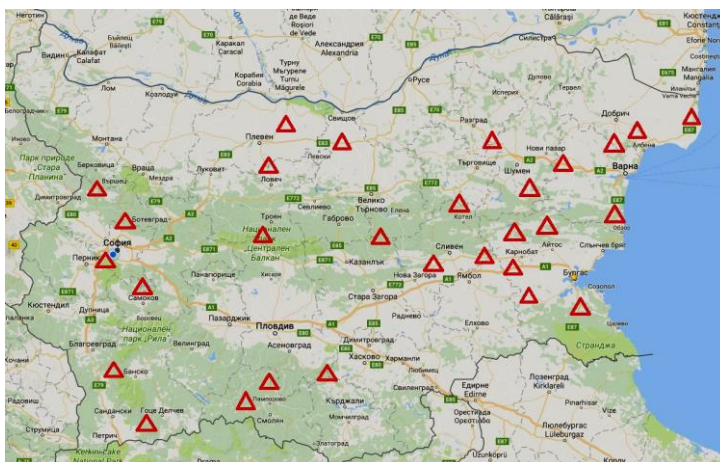
## 2.2. Анализ на влиянието на климатичната обстановка върху процеса на снегоръчистене

Климатична обстановка от обилен снеговалеж и силен вятър, предизвикваща снежни натрупвания и/или снегонавявания, може да бъде с продължителност от няколко часа до няколко дена. При такава пътно-транспортна ситуация снегоръчистващата техника не е в състояние да осигури проходимостта на пътните артерии и през последните години редовно се налага спиране на движението по пътищата от републиканската и общинската пътна мрежа в много области на България (вж. фиг. 1).

През зимния период редица пътни участъци се затварят в условията на вятър и снегонавяване, поради липсата на изградени постоянни и/или временни защитни съоръжения. Предприеманите аварийни действия често се оказват неефективни и пътища с голямо стопанско значение (АМ, I клас и др.) се забраняват за движение за повече от едно денонощие.



Фиг. 1. Снегонавяване в района „Добрич – Варна“ [3] и на АМ „Тракия“ [4]



Фиг. 2. Пътни участъци, затваряни през зимния период поради снегонавяване [картна основа – Googlemaps]

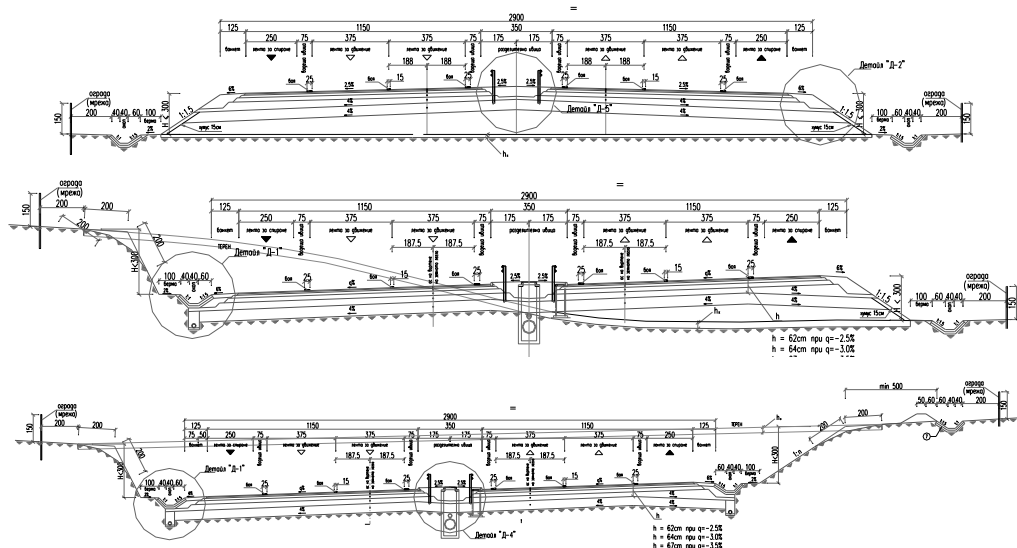
Административни области, в които се наблюдава регулярен проблем със зимното поддържане поради снегонавявания: Ловеч, Разград, Добрич, Шумен, Силистра, Велико Търново, Габрово, Русе, Бургас, Ямбол, Стара Загора, Благоевград (вж. фиг. 2). Това е около половината от територията на България и включва значителна част от републиканската и общинската пътна мрежа.

### 3. Предложение за създаване на система от параметри за оценка на защитата срещу снегонавяване в проблемни пътни участъци

С цел предотвратяване на затварянето на основни пътни участъци от републиканската и общинската пътна мрежа вследствие на снегонавяване, е необходимо да се работи в посока на тяхната защита с постоянни и/или временни съоръжения. Те трябва да се изградят по индивидуален проект, изготвен въз основа на комплекс от критерии за оценка на вероятността за навявания от сняг, както следва:

#### 3.1. Оценка съгласно нормативната база и проектните елементи на пътя

Оценката трябва да се направи съобразно категоризацията на пътните участъци според опасността от снегонавяване [2] и да бъде индивидуална за съответния километраж при конкретните проектни елементи на пътя в план и профил. Фактичното положение на пътя в нисък насип, в плитък изкоп или плитък смесен напречен профил е предпоставка за образуването на снегонавявания при появата на съответни природоклиматични условия (вж. фиг. 3). Наличието на изградени шумозащитни съоръжения или мрежи срещу снегонавяване следва да се взема предвид при оценката на опасността от снегонавяване. Този фактор не е заложен в [2], но оказва пряко влияние върху снеготенасянето.



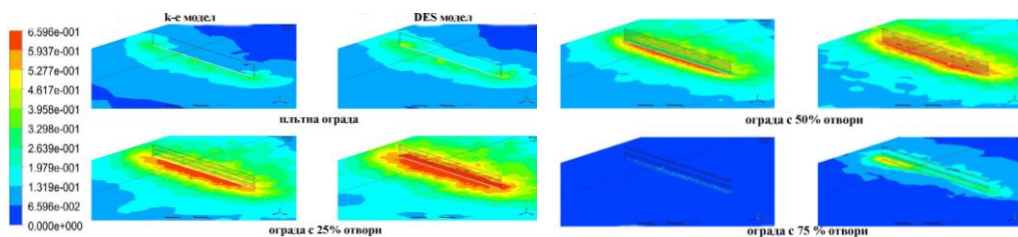
Фиг. 3. Типови напречни профили на път в нисък насип, плитък изкоп и в смесен напречен профил [11]

### 3.2. Оценка съгласно статистически данни за предходни зимни периоди

Оценката трябва да се базира на статистическо проследяване на повторемостта, броя и продължителността на случаите, в които е извършено затваряне на пътни участъци от републиканската и общинската пътна мрежа вследствие на снегонавяване.

### 3.3. Оценка посредством изготвяне на мащабни модели

- Анализ с мащабирани модели в аеродинамични ветрови тунели, които дават възможност за дефиниране на различни сценарии като посоки и скорост на вятъра, порестост на снегозащитните съоръжения и др. Този вид изследвания се провеждат в редица страни и дават възможност да се контролира обемът на снегопренасянето чрез изграждане на снегозащитни огради. Експериментите се правят симулативно в мащабни ветрови тунели на база зависимости от изчислителната динамика на флуидите. Параметрите на конкретната опитна постановка и съответстващите ѝ цифрови модели са във функция от методите за описване на вихровия модел [5].
- Анализ на снегопренасянето с триизмерен числен модел, посредством симулация на снеговалеж и ветрово въздействие върху пътното трасе и околната му теренна повърхност, генерирана с подходящ софтуерен продукт [5].



Фиг. 4. Диаграми на обемите пренесен сняг, получени в среда на „ANSYS Fluent“ [5]

#### Създаването на цифров 3D модел съдържа следната етапност:

Визуално заснемане на теренната повърхност „*in situ*“ по геодезически път и/или с летателни фотограметрични системи (тип дроне) (вж. фиг. 5).

Генериране на получените облаци от точки в подходящ софтуерен визуален инструмент за 3D проектиране, който позволява персонално конфигуриране на пътните участъци и околната теренна повърхност с обемните ѝ особености като наличие на растителност, застрояване и други (вж. фиг. 4).

Моделиране на вятърна среда в комбинация със снеговалеж чрез 3D визуализации на въздушни течения (вж. фиг. 4). Изследването позволява сесии, с които се отчитат фактическото състояние и впоследствие резултатът, респ. ефективността на изпълнена по вид и конфигурация система за снегозащита (постоянна/временна).



Фиг. 5. Апарат за въздушно и мобилно заснемане „senseFly eBee Plus“ [6]



Фиг. 6. „3D“ визуализиране на повърхнина (вляво) [6] и на повърхнина с естествено течение на вятъра (вдясно) [7]

#### 4. Проект за доказване на целесъобразността на предложената система от параметри за оценка на защитата срещу снегонавяване в проблемни участъци от РПМ на Р България

За да се докаже целесъобразността на описаната по-горе система от параметри за оценка на защитата срещу снегонавяване, авторите на статията започват разработването на проект за обследване и анализ на реални пътни участъци от АМ „Тракия“ с проблем по зимното поддържане – опасност от снегонавяване. За целите на изследването, частта „Заснемане и моделиране на въздействията чрез триизмерен модел“ се разработва съвместно с колеги, специалисти в необходимите направления.

Авторският екип на статията изказва благодарности на доц. д-р инж. Детелин Марков, инж. Мартин Делимитев, инж. Стефан Колев, д-р инж. Сергей Мижорски за подкрепата, оказаното съдействие, съветите и идеите в началната фаза на горепосочения пилотен проект, като разчитаме, че заедно ще разширим обхвата на научно-приложната задача.

Определени участъци от АМ „Тракия“ с опасност от снегонавяване според [2] и геометричните проектни елементи на пътя, като са заснети 4 сечения (вж. табл. 2).

Таблица 2. Пътни участъци от АМ „Тракия“ с опасност от снегонавяване

№ по ред	От km	До km	Дължина, m	Забележка
1	293350	293550	200	ниски работни разлики
2	311220	311460	240	разлики от 0,08 до 1,20 m
3	314350	314700	350	малки работни разлики
4	323940	324020	80	плитък изкоп



Фиг. 7. Пътни участъци 1 ÷ 4 от АМ „Тракия“ съгласно табл. 2

## ЛИТЕРАТУРА

1. МРРБ. НАРЕДБА № РД-02-20-19 от 12 ноември 2012 г., ДВ, бр. 91 от 2012.
2. НАПИ, ЦЛПМ. Техн. правила и изисквания за поддръжане на пътища. 2009.
3. www.dariknews.bg, Тежка зимна ситуация в областите Силистра, Добрич и Варна, 01.2012.
4. www.kanal3.bg, Отново затвориха магистрала „Тракия“ заради силен вятър и снегонавявания, 01.2017.
5. Wakes, S. J. Use of CFD in the initial design of a snow fence. 7<sup>th</sup> Intl. Congress on Env. Modelling and Software, San Diego, CA, USA, 2014.
6. www.metrisys.com/category/products/gis-mapping-systems/mobile-mapping-systems/
7. www.softsimconsult.com/index-bg.html#service.
8. ОДМ 218.5.001-2008. Методические рекомендации по защите и очистке автомобильных дорог от снега. ФДА, Москва, 2008.
9. ОДМ 218.2.045-2014. Рекомендации по проектированию лесных снегозадерживающих насаждений вдоль автомобильных дорог. ФДА, Москва, 2014.
10. Tabler, D. Snow fence guide Strategic. HRP, Washington, DC 1991.
11. ГУП. Типови напречни профили, каталог-нормативна документация. 1998.
12. RVS 12.04.13 Winterdienst, Vorbeugende Maßnahmen gegen Schneeverwehungen – Schneezäune – Grundtext, Ausgabe 12.1997.
13. RVS 12.04.13 Winterdienst, Vorbeugende Maßnahmen gegen Schneeverwehungen – Schneezäune – Verbindlichkeitserklärung, Ausgabe 04. 2015.
14. Merkblatt für den Winterdienst auf Straßen. FGSV-Nr. 416, Ausgabe 2010.
15. Chen, S., Lamanna, F. Snowman user manual. SUNY, 01.2009.

## SNOW PROTECTION OF ROADS. EVALUATION OF THE PROBLEM IN BULGARIA

E. Ivanova<sup>1</sup>, I. Sulay<sup>2</sup>, I. Staykov<sup>3</sup>

*Keywords: snow protection of roads, snow guard fences, road maintenance*

### ABSTRACT

Snow protection of roads is a major factor that greatly affects road maintenance costs during the winter period of the year. An analysis of international experience shows that the costs invested in snow protection facilities are many times lower than the losses on the eventual closure of the road section. The article provides an overview of the foreign experience in the prevention and provision of roads in winter conditions. Problematic road sections of the Republican Road Network of Bulgaria are outlined and possible solutions for their effective snow protection are presented.

---

<sup>1</sup> Evelina Ivanova, Assoc. Prof. Dr. Eng., Dept. “Road Construction”, UACEG, 1 H. Smirnenski Blvd., Sofia 1046, e-mail: djiivs@abv.bg

<sup>2</sup> Irena Sulay, Chief Assist. Prof. Dr. Eng., Dept. “Road Construction”, UACEG, 1 H. Smirnenski Blvd., Sofia 1046, e-mail: irenasulay@abv.bg

<sup>3</sup> Iliyan Staykov, Eng. Doctoral student, Dept. “Road Construction”, UACEG, 1 H. Smirnenski Blvd., Sofia 1046, e-mail: ilian.staikov@gmail.com