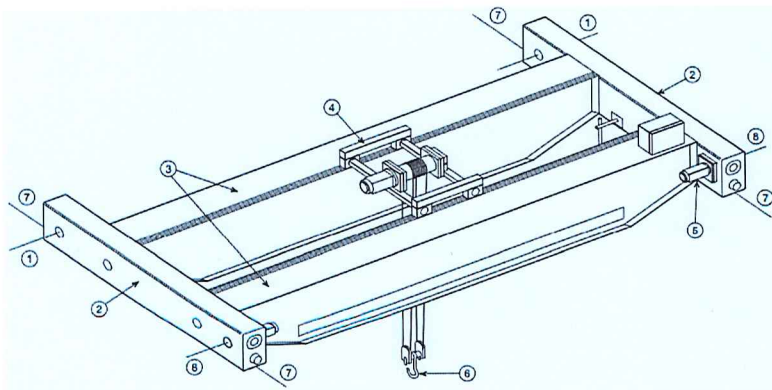


## OPTEREĆENJA

### DEJSTVA USLJED KRANOVA

- Kranovi su teške mašine koje svojim kretanjem, pored statičkih, izazivaju i velika dinamička opterećenja. Ovo je naročito važno kod kranova koji se oslanjaju na konstrukciju objekta kao što su mostni kranovi.
- Konstrukcija je u ovim slučajevima opterećena dejstvima koja su i vertikalna i horizontalna. Ova opterećenja su najčešće dominantna i mjerodavna opterećenja za dimenzionisanje više konstruktivnih elemenata u konstrukciji hale - kranska staza, spreg za prijem sila kočnja i spreg za prijem bočnih udara.
- Definisane opterećenja od kranova je prilično kompleksan zadatak, jer treba uključiti više parametara, kao što su:
  - težina kрана i težina tereta koji se diže;
  - krutost i konstrukcije kрана i kranskih nosača;
  - brzina i ubrzanje kрана;
  - karakteristike kрана, kao što su pogonski točkovi, sistem navođenja itd.
- Osnovne karakteristike kрана (raspon kрана, težina kрана, nosivost, visina dizanja tereta, brzina, ubrzanje, dimenzije kрана...), daju se u katalozima proizvođača kranova. Na sljedećoj skici, vide se osnovni elementi jednog mostnog kрана.



gdje je:

1. osa točkova;
  2. dio kрана koji povezuje glavne nosače kрана i u kome su smješteni točkovi;
  3. glavni nosači kрана;
  4. dizalica sa sistemom za poprečno kretanje;
  5. motor na pogonskim točkovima;
  6. kuka za prihvatanje tereta;
  7. osa kranskih nosača;
  8. osa pogonskih točkova.
- Obavezujući standard u kome se definišu sva opterećenja od kranova je MEST EN 1991-3: Dejstva usljed kranova i mašina.
  - Sva dejstva koja prouzrokuju kranovi se svrstavaju u **promjenljiva dejstva** (neka dejstva koja će se navesti u nastavku su incidentna dejstva) i dijele se na:
    - vertikalna promjenljiva dejstva usljed sopstvene težine kрана i tereta koji se diže;
    - horizontalna promjenljiva dejstva usljed pokretanja ili kočenja kрана, usljed zakošenja kрана u toku kretanja ili drugih dimamičkih efekata.

### *Vertikalna dejstava*

- Vertikalna dejstva su težina kрана i težina tereta koji se diže, težina bloka sa kukom...
- Raspodjela svih vertikalnih opterećenja se dobija tako što se konstrukcija kрана smatra prostom gredom, oslonjenom na kranske nosače.
- Dvije pozicije dizalice se smatraju mjerodavnim za dimenzionisanje kranskih nosača: pozicija kada se dizalica sa teretom nalazi na najmanjoj mogućoj razdaljini od kranskog nosača ili kada se dizalica nalazi u sredini kрана.
- Pozicija kada se dizalica sa teretom nalazi na najmanjoj mogućoj razdaljini od kranskog nosača (maksimalno je primaknuta podužnom zidu) izaziva najveće vertikalno opterećenje od kрана na bližoj kranskoj stazi, dok istovremeno na suprotnoj strani, na drugoj kranskoj stazi, djeluje najmanje vertikalno opterećenje.

- Kada se kreću točkovi kрана po šinama, treba uzeti u obzir i moguću ekscentričnost pritiska točka na šinu i to u iznosu od 1/4 širine glave šine.
- Da bi se uzeli u obzir neki efekti kao što su udar točkova na šinskim dilatacijama, habanje šina i točkova, otpuštanje ili podizanje tereta itd., primjenjuju se dinamički faktori za prethodno pomenuta statička vertikalna dejstva.
- Karakteristična vrijednost dejstva kрана se dobija uvećavanjem karakteristične statičke vrijednosti dejstva, monoženjem statičke komponente dinamičkim faktorom  $\varphi$ .

$$F_{\varphi,k} = \varphi F_k$$

gdje je:

$F_{\varphi,k}$  karakteristična vrijednost dejstva kрана (vertikalna i horizontalna);

$\varphi$  dinamički faktor;

$F_k$  karakteristična statička komponenta dejstva kрана.

- Prema MEST EN 1991-3, za vertikalna dejstva primjenjuju se dinamički faktori  $\varphi_1$  do  $\varphi_4$ .
- U sljedećoj tabeli, definišu se dinamički faktori i područje primjene, prema MEST EN 1991-3.

Dinamički faktori	Uticaji koji se razmatraju	Primjenjuju se na
$\varphi_1$	- pobuda konstrukcije kрана zbog podizanja tereta na dizalici sa tla	sopstvenu težinu kрана
$\varphi_2$ ili $\varphi_3$	- dinamički uticaji zbog prenosa opterećenja dizalicom sa tla na kran  - dinamički uticaji naglog otpuštanja tereta ako se upotrebljavaju, na primjer hvataljke ili magneti	opterećenje na dizalici
$\varphi_4$	- dinamički uticaji izazvani kretanjem kрана po šinama ili kranskim stazama	sopstvenu težinu kрана i opterećenje na dizalici
$\varphi_5$	- dinamički uticaji prouzrokovani pogonskim silama	pogonske sile
$\varphi_6$	- dinamički uticaji ispitnog opterećenja pokretanog pogonom kрана u skladu sa upotrebom kрана	ispitno opterećenje
$\varphi_7$	- dinamički elastični uticaji udara na odbojnice	opterećenja odbojnika

- Da bi se obuhvatile sve moguće kombinacije opterećenja, dejstva kрана se razvrstavaju u grupe opterećenja. U MEST EN 1991-3, daje se sljedeća tabela sa grupama opterećenja koja treba provjeriti i odgovarajućim dinamičkim faktorima, u skladu sa prethodnom tabelom. Treba smatrati da svaka od tih grupa opterećenja određuje jedno karakteristično dejstvo kрана za kombinaciju sa opterećenjima koja nisu prouzrokovana kranom. Svrstavanje u grupe osigurava da se razmatra samo jedno horizontalno dejstvo kрана u isto vrijeme.

		Simbol	Grupe opterećenja									
			Granično stanje nosivosti							Ispitno opterećenje	Incidentno	
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	Sopstvena težina kрана	$Q_c$	$\varphi_1$	$\varphi_1$	1	$\varphi_4$	$\varphi_4$	$\varphi_4$	1	$\varphi_1$	1	1
2	Opterećenje na dizalici	$Q_h$	$\varphi_2$	$\varphi_2$	-	$\varphi_4$	$\varphi_4$	$\varphi_4$	$\eta^{1)}$	-	1	1
3	Ubrzanje mosta kрана	$H_L, H_T$	$\varphi_2$	$\varphi_2$	$\varphi_2$	$\varphi_2$	-	-	-	$\varphi_2$	-	-
4	Zakošenje mosta kрана	$H_S$	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-
5	Ubrzanje ili kočenje „mačke“ ili sklopa dizalice	$H_{T3}$	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-
6	Vjetar pri kretanju kрана	$F_w^*$	1	1	1	1	1	-	-	1	-	-
7	Ispitno opterećenje	$Q_T$	-	-	-	-	-	-	-	$\varphi_2$	-	-
8	Sila u odbojniku	$H_B$	-	-	-	-	-	-	-	-	$\varphi_2$	-
9	Sila prevrtanja	$H_{TA}$	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1

NAPOMENA: Za vjetar kad se kran ne upotrebljava, vidjeti MEST EN 1991-3, Aneks A.

<sup>1)</sup>  $\eta$  je dio opterećenja na dizalici koje ostaje kad se ukloni teret, a nije obuhvaćeno sopstvenom težinom kрана.

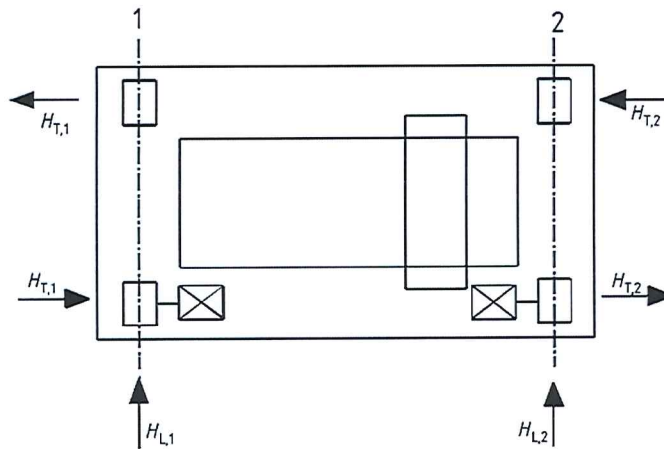
- Prema tome, karakteristične vrijednosti vertikalnih opterećenja od kranova na konstrukcije na koje se oslanjaju treba odrediti, razvrstavanjem vertikalnih opterećenja po grupama, u skladu sa prethodnom tabelom.
- Za sopstvenu težinu kрана i opterećenja na dizalici, nominalne vrijednosti koje je odredio dobavljač kрана moraju se uzeti kao karakteristične vrijednosti vertikalnih opterećenja.
- Ako dinamički faktori  $\varphi_1$ ,  $\varphi_2$ ,  $\varphi_3$  i  $\varphi_4$  nisu uključeni u specifikacije dobavljača kрана, mogu se upotrijebiti vrijednosti iz sljedeće dvije tabele.

Vrijednost dinamičkih koeficijenata	
$\varphi_1$	$0,9 < \varphi_1 < 1,1$ Dvije vrijednosti 1,1 i 0,9 odražavaju gornje i donje vrijednosti dinamičkih udara.
$\varphi_2$	$\varphi_2 = \varphi_{2,\min} + \beta_2 v_{h1}$ $v_{h1}$ –ravnomjerna brzina dizanja u m/s Za $\varphi_{2,\min}$ i $\beta_2$ vidjeti sljedeću tabelu
$\varphi_3$	$\varphi_3 = 1 - \frac{\Delta m}{m} (1 + \beta_3)$ gdje je: $\Delta m$ otpušteni ili ispušteni dio mase podizanja $m$ ukupna masa podizanja $\beta_3 = 0,5$ za kranove opremljene hvatalicama ili sličnim sporootpuštajućim uređajima $\beta_3 = 1,0$ za kranove opremljene magnetima ili sličnim brzootpuštajućim uređajima
$\varphi_4$	$\varphi_4 = 1,0$ ako su evidentirana dopuštena funkcionalna odstupanja za šine klase 1 prema odredbi EN 1090-2.
NAPOMENA: Ako dopuštena funkcionalna odstupanja za šine klase 1 prema odredbi EN 1090-2 nisu evidentirana, dinamički faktor $\varphi_4$ se može odrediti pomoću modela datog u EN 13001-2.	

Klase podizanja	$\beta_2$	$\varphi_{2,\min}$
HC1	0,17	1,05
HC2	0,34	1,10
HC3	0,51	1,15
HC4	0,68	1,20
NAPOMENA: Kranovi su svrstani u klase podizanja HC1 do HC4 kako bi se obuhvatili dinamički uticaji prenosa opterećenja sa tla na kran. Izbor zavisi od pojedinačne vrste kрана, vidjeti preporuke u Aneksu B.		

## Horizontalna dejstava

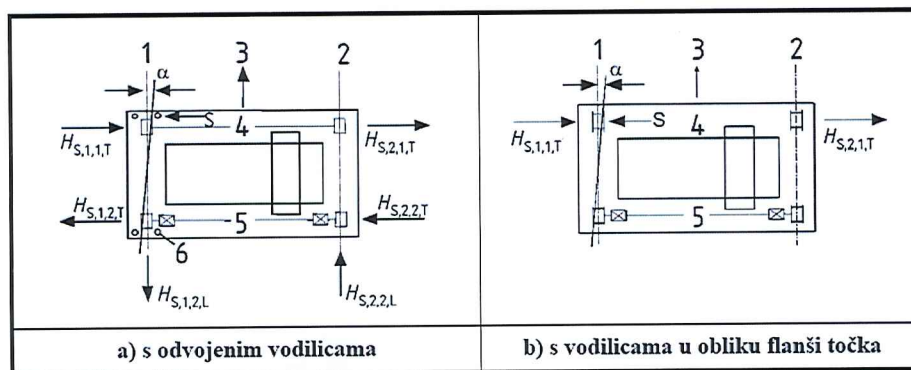
- Treba uzeti u obzir sljedeće vrste horizontalnih sila od pokretnih mostnih kranova:
  - horizontalne sile prouzrokovane pokretanjem ili zaustavljanjem kрана koje nastaju njegovim kretanjem duž kranske staze;
  - horizontalne sile prouzrokovane pokretanjem ili zaustavljanjem dizalice (“mačke”) koje nastaju njihovim kretanjem duž kranskog mosta;
  - horizontalne sile prouzrokovane zakošenjem kрана koje nastaju njegovim kretanjem duž kranske staze;
  - sile koje djeluju na odbojnik izazvane kretanjem kрана;
  - sile koje djeluju na odbojnik izazvane kretanjem “mačke” ili visećih kolica.
- Samo jednu od pet vrsta nabrojanih horizontalnih sila, treba uključiti u istu grupu istovremenih komponenti opterećenja kрана.
- Podužne horizontalne sile točka  $H_{L,i}$  i poprečne horizontalne sile točka  $H_{T,i}$  prouzrokovane pokretanjem ili zaustavljanjem masa kрана, prikazane su na sljedećoj skici.



**Legenda:**

- 1 šina  $i = 1$
- 2 šina  $i = 2$

- Kran u toku kretanja duž hale ili kolica u toku kretanja duž kрана, imaju tendenciju da skreću sa pravca kretanja, tj. da se zakose u toku kretanja. Uzdužne i poprečne horizontalne sile točkova  $H_{S,i,j,k}$  i sila u vodilici  $S$  prouzrokovane zakošenjem mogu se pojaviti na vodilicama kрана ili kolicima dizalice dok se oni kreću ili prelaze u stanje ravnomjernog kretanja, vidjeti sljedeću sliku. To su, jednostavno, sile koje usmjeravaju kran ili kolica da se kreću duž šina (da ne skreću sa pravca pružanja šina).



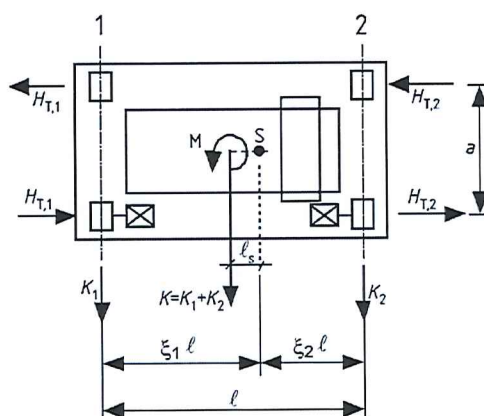
**Legenda:**

- 1 šina  $i = 1$
- 2 šina  $i = 2$
- 3 pravac kretanja
- 4 par točkova  $j = 1$
- 5 par točkova  $j = 2$
- 6 vodilice

- Za ubrzanje i uticaje zakošenja, nominalne vrijednosti koje odredi dobavljač kрана moraju se uzeti kao karakteristične vrijednosti horizontalnih opterećenja.
- U slučaju da dobavljač kрана nije obezbijedio karakteristične vrijednosti horizontalnih opterećenja, postupak za proračun se daje u MEST EN 1991-3.

### Uzdužne i poprečne sile prouzrokovane pokretanjem ili zaustavljanjem kрана

- Ovaj postupak se zasniva na proračunu uzdužnih sila ( $K_1$  i  $K_2$ ) koje nastaju pokretanjem ili zaustavljanjem kрана na kontaktu šina i pogonskih točkova i razlaganju momenta na spreg poprečnih sila ( $H_{T,1}$  i  $H_{T,2}$ ). Moment ( $M$ ) nastaje od neravnomjernog rasporeda masa u odnosu na težište kрана (kolica sa teretom su pokretna duž kрана). Raspored sila je prikazan na sljedećoj skici.



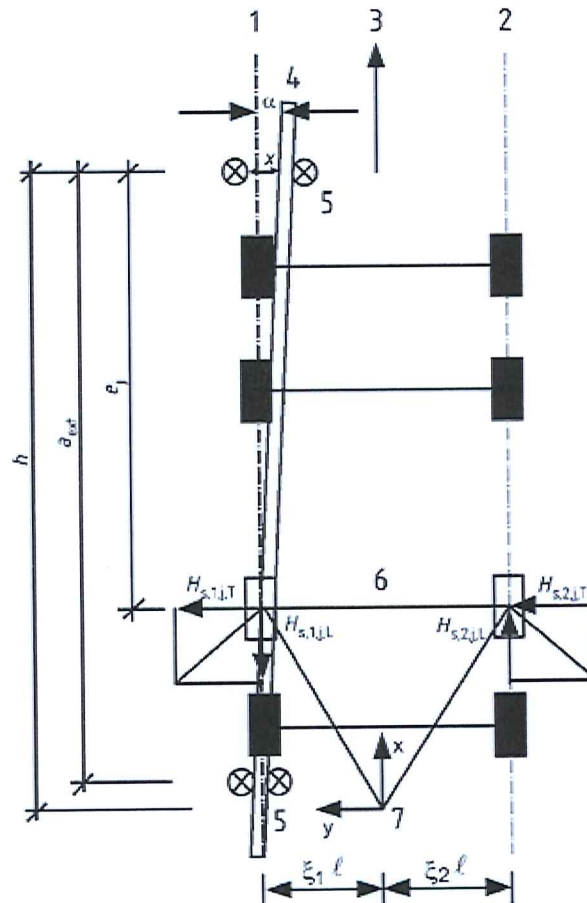
**Legenda:**

- 1 šina  $i = 1$
- 2 šina  $i = 2$

- Pojednostavljeno, pogonski točak na strani na kojoj se nalaze kolica sa teretom sporije se pokreće (ili zaustavlja pri kočenju) od pogonskog točka na suprotnoj strani, jer je veće vertikalno opterećenje na točkovima. Taj efekat izazvaće trenutno zakošenje kрана koje se manifestuje parovima poprečnih sila na kontaktu vodilica ili točkova sa šinama.
- Pogonska sila  $K$  se proračunava iz uslova da se ne desi proklizavanje pogonskih točkova po šini, prilikom pokretanja ili zaustavljanja kрана.
- Karakteristične vrijednosti sila, dobijaju se množenjem dinamičkih sila ( $K$ ) sa dinamičkim faktorom  $\phi$  (MEST EN 1991-3, Tabela 2.6).

**Horizontalne sile prouzrokovane zakošenjem kрана**

- I ovaj postupak proračuna poprečnih sila se zasniva na slaganju sprega sila koje se opiru rotaciji kрана u toku kretanja sa zakošenjem. Raspored sila je prikazan na sljedećoj skici.



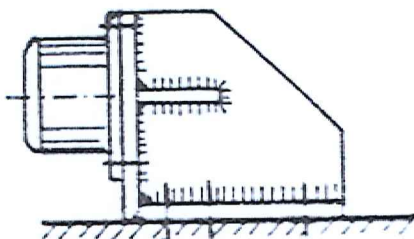
**Legenda:**

- 1 šina  $i = 1$
- 2 šina  $i = 2$
- 3 smjer kretanja
- 4 pravac šine
- 5 vodilice
- 6 par točkova  $j$
- 7 trenutni centar rotacije



### Sile koje djeluju na odbojnice, izazvane kretanjem kрана ili kolica

- Odbojnici su konstrukcije koje se postavljaju na krajevima kranских staza i služe da se zaustavi kran, ako se nekontrolisano približi kalkanskim zidovima.



- Odbojnici postoje i na samim kranovima i služe da ograniče kretanje kolicima kada se transportuje teret duž kрана.
- Sile na konstrukciju (na koju se oslanja kran) koje potiču od sudara sa odbojnicima moraju se proračunati iz kinetičke energije svih odgovarajućih dijelova kрана koji se kreću sa 70% do 100% nominalne brzine.
- Sile koje djeluju na odbojnik množe se sa dinamičkim faktorom  $\phi_7$ .
- Sile koje djeluju na odbojnice se svrstavaju u incidentna dejstva.
- U MEST EN 1991-3 se daje detaljni postupak proračuna ovih sila.
- Sile koje djeluju na odbojnice na kranovima, izazvane kretanjem kolica uzimaju se kao 10% sume opterećenja na dizalici i težine kolica.
- Horizontalna sila prouzrokovana pokretanjem ili zaustavljanjem kolica može se pretpostaviti da je obuhvaćena prethodnom horizontalnom silom.

### *Ispitno opterećenje*

- Prije puštanja u pogon, potrebno je ispitati nosivost kрана.
- Pri razmatranju ispitnog opterećenja, treba razlikovati sljedeće slučajeve:
  - dinamičko ispitno opterećenje i
  - statičko ispitno opterećenje.
- dinamičko ispitno opterećenje treba da se izvede sa najmanje 110% nominalnog opterećenja na dizalici.
- Statičko ispitno opterećenje je povećano za potrebe ispitivanja tako da se kran optereti bez upotrebe pogona. Ispitno opterećenje treba da bude najmanje 125% nominalnog opterećenja na dizalici.
- Ispitno opterećenje na dizalici se množi sa dinamičkim faktorom  $\phi$ .

### *Završne napomene*

- Da bi se, nakon urađene analize opterećenja od kranova sproveo proračun konstruktivnih elemenata na koje se direktno ili posredno oslanja kran (kranska staza, spreg za prijem sila kočenja i spreg za prijem bočnih udara), potrebno je od karakterističnih vrijednosti dejstava od kрана dobiti proračunske vrijednosti dejstava. Takođe, potrebno je definisati mjerodavne kombinacije opterećenja, prema graničnom stanju nosivosti i prema graničnom stanju upotrebljivosti. Za ovu analizu potrebni su parcijalni faktori ili koeficijenti  $\gamma$  i faktori  $\psi$ .
- Ove vrijednosti se definišu u MEST EN 1991-3, Aneks A i u Nacionalnom aneksu, kao i u MEST EN 1993-6: Konstrukcije za nošenje kranova.
- Pri kombinovanju grupe opterećenja od kрана sa drugim dejstvima, grupu opterećenja od kрана treba uzeti kao jedno dejstvo.
- Na kraju treba napomenuti da će detaljna analiza opterećenja od kranova, sa proračunom kranske staze, biti obrađeni u predmetu **Čelične konstrukcije inženjerskih objekata**, koji je po programu u sljedećem semestru.

## SNIJEG

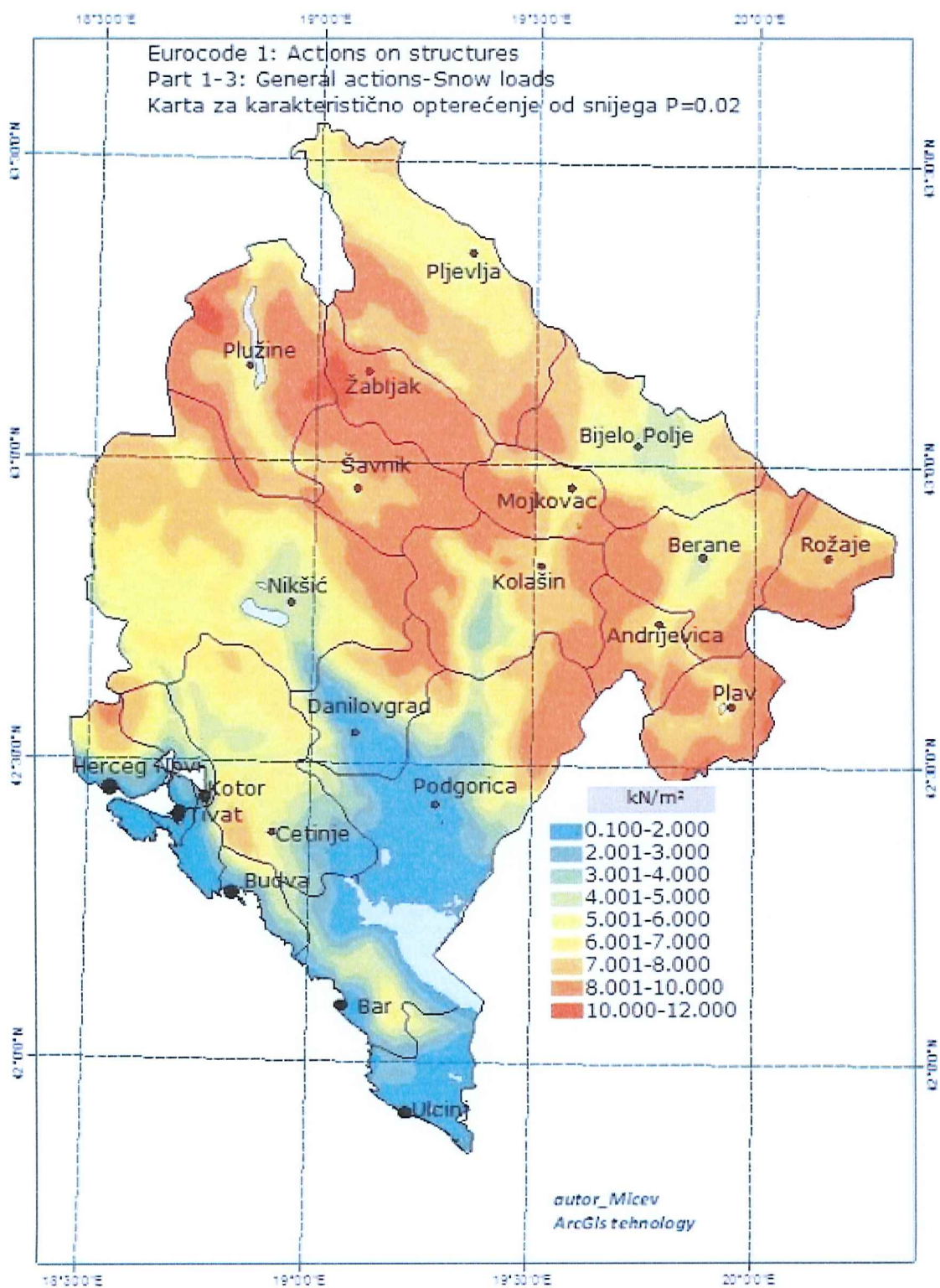
- Kada snijeg padne na tlo ili krov objekta, može da se zadrži određeno vrijeme, što predstavlja opterećenje, koje treba uzeti u obzir.
- Uputstva za određivanje vrijednosti opterećenja usljed snijega, a koja treba da budu korišćena u proračunu konstrukcija zgrada i drugih građevinskih objekata daju se u MEST EN 1991-1-3.
- U ovom standardu nisu tretirane lokacije na nadmorskim visinama iznad 1500 m. Za podatke o lokalnom karakterističnom opterećenju snijegom za mjesta sa nadmorskom visinom iznad 1500 m, procjenu treba da uradi nadležni državni organ ili organ uprave zadužen za meteorološke poslove (Zavod za hidrometeorologiju i seizmologiju).
- Opterećenja od snijega moraju da budu klasifikovana kao **promjenljiva**, nepokretna dejstva. U nekim slučajevima, izuzetna opterećenja od snijega i opterećenja izuzetnih sniježnih smetova, mogu se tretirati i kao incidentna dejstva. Prema nacionalnom aneksu MEST EN 1991-1-3 NA, na teritoriji Crne Gore izuzetna opterećenja od snijega i opterećenja izuzetnih sniježnih smetova se neće tretirati.
- Opterećenja od snijega treba da se klasifikuju kao statička dejstva.
- Za lokacije na kojima nije vjerovatna pojava izuzetnih sniježnih padavina i izuzetnih sniježnih smetova, stalne ili prolazne proračunske situacije treba da budu korišćene za određivanje dispozicije opterećenja od snijega, kako bez smetova, tako i sa smetovima.
- Zapreminska težina snijega se kreće između  $1.0 \text{ kN/m}^3$  do  $4.0 \text{ kN/m}^3$ , u zavisnosti od vlažnosti ( $1.0 \text{ kN/m}^3$  - svjež, suv snijeg,  $4.0 \text{ kN/m}^3$  - vlažan snijeg). Podaci o raznim zapreminskim težinama snijega, daju se u MEST EN 1991-1-3, Aneks E.

### *Opterećenje od snijega na tlo*

- Karakteristična vrijednost opterećenja od snijega na tlo  $s_k$  predstavlja statistički podatak koji je bazirano na godišnjoj vjerovatnoći prekoračenja od 0,02 izuzimajući izuzetna opterećenja od snijega.
- Karakteristične vrijednosti opterećenja od snijega, za teritoriju Crne Gore, daju se u nacionalnom aneksu MEST EN 1991-1-3 NA.
- Na sljedećoj slici, iz MEST EN 1991-1-3 NA, data je podjela teritorije Crne Gore na zonu 1 i zonu 2, kao i granica ovih zona:



- Na sljedećoj slici, iz MEST EN 1991-1-3 NA, je mapa Crne Gore sa karakterističnim opterećenjem od snijega na tlo u  $kN/m^2$ :



- U MEST EN 1991-1-3 NA, Tabela 4.1, date su jednačine za promjenu karakterističnog opterećenja sa promenom nadmorske visine za zonu 1, zonu 2 i za oblast na granici između zone 1 i zone 2.

Jednačine za karakteristično opterećenje od snijega ( $s_k$ ) u kN/m <sup>2</sup> u funkciji nadmorske visine u zoni 1 i zoni 2	
Jednačina promjene opterećenja od snijega sa visinom u zoni 1	$s_k=0.376+0.1036*h+0.00548*h^2$ (kN/m <sup>2</sup> )
Jednačina promjene opterećenja od snijega sa visinom u zoni 2	$s_k=1.803+0.1879*h+0.00394*h^2$ (kN/m <sup>2</sup> )
U graničnoj- kontaktnoj zoni između zone 1 i zone 2	$s_k=0.546+0.1201*h+0.00528*h^2$ (kN/m <sup>2</sup> )
	$h=A/50$ (A je nadmorska visina u m)
Napomena:	Jednačine važe do 1500m nadmorske visine. Odnosno za A od 0 do 1500m <sub>nv</sub> . Za visine preko 1500 m potrebno je da se obezbijedi procjena za $s_k$ od nadležnog državnog organa za meteorološke poslove

### Opterećenje od snijega na krovovima

- Na više različitih načina može da se konfigurirše moguće opterećenje od snijega na krovovima. Oblik i svojstva krova ili drugi faktori uzrokuju različite načine rasprostiranja snijega.
- Moraju da budu uzete u obzir sljedeće dvije osnovne dispozicije opterećenja:
  - opterećenje od snijega na krovu bez smetova (nanosa snijega) i
  - opterećenje od snijega na krovu sa smetovima.
- Opterećenje snijegom na krovovima se proračunava pomoću karakteristične vrijednosti opterećenja od snijega na tlo  $s_k$ , pomnožene sa odgovarajućim faktorima konverzije (oblik krova, izloženost i termički koeficijenti).
- Za stalne ili prolazne proračunske situacije:

$$S = \mu_i C_e C_t s_k$$

gdje je:

- $\mu_i$  koeficijent oblika opterećenja od snijega;
- $C_e$  koeficijent izloženosti;
- $C_t$  termički koeficijent;
- $s_k$  karakteristična vrijednost opterećenja od snijega na tlo.

- Smatra se da opterećenje od snijega djeluje vertikalno i da se odnosi na horizontalnu projekciju površine krova.
- Kada je moguće vještačko uklanjanje ili preraspodjela snijega na krovu, krov treba da bude proračunat za odgovarajuće dispozicije opterećenja. Vještačko uklanjanje snijega sa krova ili njegova preraspodjela propisuje se projektnim zadatkom i mora biti uključeno u upustva za korištenje i održavanje objekta u tehničkoj dokumentaciji. U slučaju da je vještačko uklanjanje snijega propisano, potrebno je na bilo koji dio krova nanijeti minimalno raspodijeljeno opterećenje od snijega, a ostatak krova ostaviti neopterećenim. Na taj način se uzima u obzir eventualna osjetljivost konstrukcije na nesimetrična opterećenja.
- Ako postoji mogućnost da na objektu bude spriječeno oticanje vode u specifičnim uslovima postojanja mogućnosti kišnih padavina preko snijega, praćeno otapanjem i mržnjenjem, treba povećati karakterističnu vrijednost opterećenja od snijega  $s_k$  za 50%.
- Pri izboru koeficijenta  $C_e$ , treba da bude razmatran budući razvoj lokacije. Preporučene vrijednosti date su u sljedećoj tabeli:

Izložena vjetru <sup>a</sup>	0,8
Uobičajena <sup>b</sup>	1,0
Zaklonjena <sup>c</sup>	1,2
<sup>a</sup> Topografija izložena vjetru: ravničarske površine bez smetnji, izložene sa svih strana bez, ili sa malim zaklonima koje pruža teren, viši građevinski objekti ili drveće. <sup>b</sup> Uobičajena topografija: površine kod kojih usljed dejstva vjetra nema značajnog uklanjanja snijega sa građevinskih objekata, kako zbog terena, tako i zbog drugih građevinskih objekata ili drveća. <sup>c</sup> Zaklonjena topografija: površine kod kojih je razmatrani građevinski objekat znatno niži od okolnog terena, ili je okružen visokim drvećem i/ili višim građevinskim objektima.	

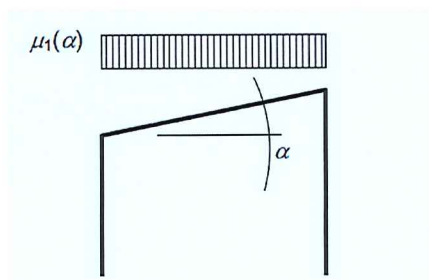
- S obzirom na neizvjesnost budućeg razvoja lokacije i vegetacije, prema MEST EN 1991-1-3 NA, koeicijent  $C_e$  ne treba usvojiti manji od 1.0.
- Termički koeficijent  $C_t$  treba da bude korišćen da bi se uzelo u obzir smanjenje opterećenja od snijega na krovu sa visokom termičkom provodljivošću, posebno za neke krovove pokrivene staklom, zbog topljenja izazvanog gubitkom toplote. Međutim, prema MEST EN 1991-1-3 NA, vrijednost termičkog koeficijenta  $C_t$  ne treba smanjivati ( $C_t = 1.0$ ).

### Koeficijenti oblika krova

- Koeficijenti oblika  $\mu_i$ , za razne nagibe krovnih ravni, daju se u sljedećoj tabeli:

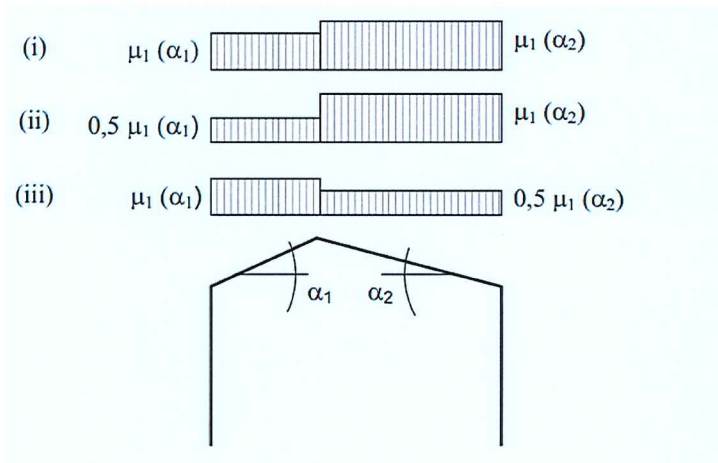
Ugao nagiba krova $\alpha$	$0^\circ \leq \alpha \leq 30^\circ$	$30^\circ < \alpha < 60^\circ$	$\alpha \geq 60^\circ$
$\mu_1(\alpha)$	$\mu_1(0^\circ) \geq 0,8$	$\mu_1(0^\circ) \frac{(60^\circ - \alpha)}{30^\circ}$	0,0
$\mu_2(\alpha)$	0,8	$0,8 \frac{(60^\circ - \alpha)}{30^\circ}$	0,0
$\mu_3(\alpha)$	$0,8 + 0,8 \alpha / 30$	1,6	--

- Preporučena vrijednost za  $\mu_1(0^\circ)$  je 0.8.
- Vrijednosti date u prethodnoj tabeli treba da budu primijenjene kada nije spriječeno klizanje snijega sa krova. Kada postoje snijegobrani ili druge prepreke, ili kada se donja ivica krova završava parapetom, tada koeficijent oblika opterećenja od snijega ne treba da bude ispod 0.8.
- Dispozicija opterećenja koja treba da se primjeni na **jednovodne krovove** daje se na sljedećoj skici:

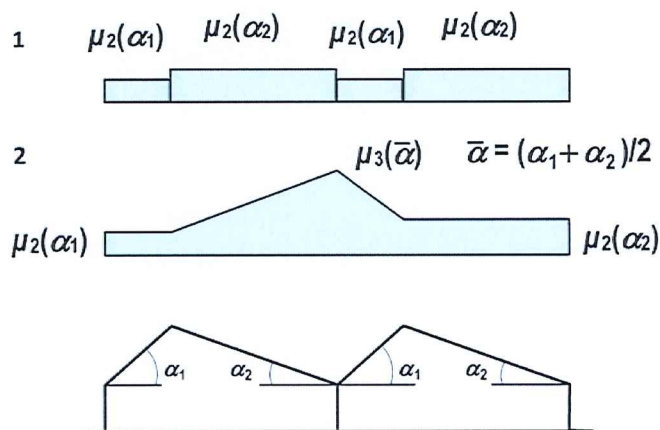




- Dispozicija opterećenja koja treba da se primjeni na **dvovodne krovove** daje se na sljedećoj skici. Slučaj (i) je dispozicija opterećenja od snijega bez smetova, dok su slučajevi (ii) i (iii) dispozicije opterećenja od snijega sa smetovima:

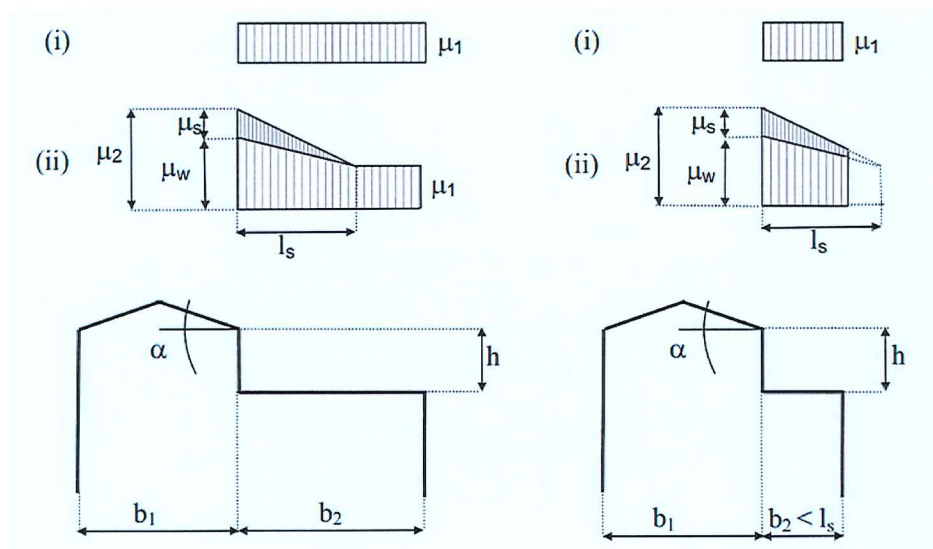


- Dispozicija opterećenja koja treba da se primjeni na **testeraste krovove** daje se na sljedećoj skici. Slučaj (1) je dispozicija opterećenja od snijega bez smetova, dok je slučaj (2) dispozicija opterećenja od snijega sa smetovima:



- Za određivanje opterećenja od snijega sa smetovima za objekte sa testerastim krovovima u područjima sa nadmorskom visinom većom od 600 m treba koristiti preporuke date u MEST EN 1991-1-3, Aneks B.
- Kada jedna ili obje strane uvale testerastog krova imaju nagib veći od  $60^\circ$ , za koeficijent  $\mu_3$  treba uzeti vrijednost 1.6.

- Dispozicija opterećenja koja treba da se primjeni na **krovove koji su uz više građevinske objekte**, daje se na sljedećoj skici. Slučaj (i) je dispozicija opterećenja od snijega bez smetova, dok je slučaj (ii) dispozicija opterećenja od snijega sa smetovima:



- Koeficijenti  $\mu_1$ ,  $\mu_2$ ,  $\mu_s$  i  $\mu_w$  se daju sljedećim izrazima:

$$\mu_1 = 0.8 \quad \text{pretpostavljajući da je donji krov ravan;}$$

$$\mu_2 = \mu_s + \mu_w$$

gdje je:

$\mu_s$  koeficijent oblika opterećenja od snijega usljed klizanja snijega sa gornjeg krova:

$$\text{za } \alpha \leq 15^\circ, \quad \mu_s = 0;$$

za  $\alpha > 15^\circ$ ,  $\mu_s =$  određuje se kao pola opterećenja od snijega susjednog višeg krova;

$\mu_w$  koeficijent oblika opterećenja od snijega usljed vjetra:

$$\mu_w = (b_1 + b_2) / 2h \leq \gamma h / s_k$$

gdje je:

$\gamma$  zapreminska težina snijega, koja za ovaj proračun može da bude uzeta kao  $2 \text{ kN/m}^3$ .

- Gornja i donja vrijednost koeficijenta  $\mu_w$ , treba da bude  $0.8 < \mu_w < 4$ .
- Dužina smeta  $l_s$ , određuje se iz:

$l_s = 2h$  ograničenje za dužinu  $l_s$  treba da bude  $5 < l_s < 15 \text{ m}$ ;

ako je  $b_2 < l_s$ , vrijednost koeficijenta oblika na kraju nižeg krova treba dobiti interpolacijom, kako je to prikazano na gornjoj skici.

### Lokalni uticaji

- Opterećenje od snijega lokalno na dijelovima krovova treba razmotriti kao stalnu ili prolaznu proračunsku situaciju. Prema MEST EN 1991-1-3, Sekcija 6, kao i prema Nacionalnom aneksu, razmatraju se sljedeći lokalni uticaji:
  - pojava smetova na ispustima i preprekama (MEST EN 1991-1-3, 6.2);
  - lokalni uticaji na ivici krova (MEST EN 1991-1-3, 6.3) i
  - lokalni uticaji na snijegobranima (MEST EN 1991-1-3, 6.4).

## **PREDAVANJE 04**

### **Pitanja:**

1. Vertikalna dejstva koja prouzrokuju kranovi se svrstavaju u stalna ili promjenljiva dejstva?
2. U koja dejstva se svrstavaju sile udara kрана u odbojnik?
3. Na koji način se uzima u obzir dinamički karakter opterećenja od kрана (kako se povezuje sa statičkim silama)?
4. U koliko karakterističnih grupa opterećenja (kombinacije opterećenja), se razvrstavaju dejstva kрана u MEST EN 1991-3?
5. Koliko klasa podizanja, kod mostnih dizalica, je predviđeno u MEST EN 1991-3?
6. Da li pokretanje (ili zaustavljanje) kрана izaziva i uzdužne i poprečne sile?
7. Da li zakošenje kрана prilikom kretanja može da izazove i uzdužne i poprečne sile?
8. Za što služe odbojnici?
9. Nakon montaže kрана, što je potrebno uraditi prije nego što se kran pusti u pogon?
10. U koja opterećenja se svrstavaju opterećenja od snijega?
11. U koliko zona je podijeljena teritorija Crne Gore s obzirom na opterećenja snijegom?
12. Do koje nadmorske visine važe odredbe standarda MEST EN 1991-1-3?
13. Koja je vrijednost koeficijenti oblika  $\mu$ , za nagibe krovnih ravni većih od  $60^\circ$ ?
14. Da li kod jednovodnih krovova treba voditi računa o snijegu sa smetovima?