



## ***5. STATIČKI PRORAČUN I DIMENZIONIRANJE SEKUNDARNIH NOSAČA (PODROŽNICA)***

## 5.1. STATIČKI PRORAČUN

### 5.1.1. Karakteristične vrijednosti pojedinačnih djelovanja po m' nosača

Stalno djelovanje:

$$G_k = e \cdot g = 1,29 \cdot 1,05 = 1,35 \text{ kN/m'}$$

Djelovanje snijega:

$$Q_{k,s} = e \cdot (\cos \alpha \cdot s) = 1,29 \cdot (\cos 13,50^\circ \cdot 1,00) = 1,25 \text{ kN/m'}$$

Djelovanje vjetra:

$$Q_{k,w,\min} = e \cdot w_{\min} = 1,29 \cdot (-1,63) = -2,10 \text{ kN/m'}$$

$$Q_{k,w,\max} = e \cdot w_{\max} = 1,29 \cdot 0,10 = 0,13 \text{ kN/m'}$$

### 5.1.2. Projekcije proračunskih djelovanja po m' nosača na pravce osi tromosti presjeka

Proračunske vrijednosti opterećenja za kombinaciju djelovanja "stalno + snijeg":

$$q_{z,d} = (\gamma_G \cdot G_k + \gamma_Q \cdot Q_{k,s}) \cdot \cos \alpha$$

$$q_{z,d} = (1,35 \cdot 1,35 + 1,50 \cdot 1,25) \cdot \cos 13,50^\circ = 3,60 \text{ kN/m'}$$

$$q_{y,d} = (\gamma_G \cdot G_k + \gamma_Q \cdot Q_{k,s}) \cdot \sin \alpha$$

$$q_{y,d} = (1,35 \cdot 1,35 + 1,50 \cdot 1,25) \cdot \sin 13,50^\circ = 0,86 \text{ kN/m'}$$

Proračunske vrijednosti opterećenja za kombinaciju djelovanja "stalno + vjetar":

$$q_{z,d} = (\gamma_G \cdot G_k) \cdot \cos \alpha + \gamma_Q \cdot Q_{k,w,\max}$$

$$q_{z,d} = (1,35 \cdot 1,35) \cdot \cos 13,50^\circ + 1,50 \cdot 0,13 = 1,97 \text{ kN/m'}$$

$$q_{y,d} = (\gamma_G \cdot G_k) \cdot \sin \alpha$$

$$q_{y,d} = (1,35 \cdot 1,35) \cdot \sin 13,50^\circ = 0,43 \text{ kN/m'}$$

Proračunske vrijednosti opterećenja za kombinaciju djelovanja "stalno + snijeg + vjetar":

$$q_{z,d} = (\gamma_G \cdot G_k + \gamma_Q \cdot Q_{k,s}) \cdot \cos \alpha + \gamma_Q \cdot \psi_{1,Q,w} \cdot Q_{k,w,\max}$$

$$q_{z,d} = (1,35 \cdot 1,35 + 1,50 \cdot 1,25) \cdot \cos 13,50^\circ + 1,50 \cdot 0,60 \cdot 0,13 = 3,71 \text{ kN/m'}$$

$$q_{y,d} = (\gamma_G \cdot G_k + \gamma_Q \cdot Q_{k,s}) \cdot \sin \alpha$$

$$q_{y,d} = (1,35 \cdot 1,35 + 1,50 \cdot 1,25) \cdot \sin 13,50^\circ = 0,86 \text{ kN/m'}$$

Proračunske vrijednosti opterećenja za kombinaciju djelovanja "stalno + vjetar + snijeg":

$$q_{z,d} = (\gamma_G \cdot G_k + \gamma_Q \cdot \psi_{1,Q,s} \cdot Q_{k,s}) \cdot \cos \alpha + \gamma_Q \cdot Q_{k,w,max}$$

$$q_{z,d} = (1,35 \cdot 1,35 + 1,50 \cdot 0,50 \cdot 1,25) \cdot \cos 13,50^\circ + 1,50 \cdot 0,13 = 2,88 \text{ kN/m'}$$

$$q_{y,d} = (\gamma_G \cdot G_k + \gamma_Q \cdot \psi_{1,Q,s} \cdot Q_{k,s}) \cdot \sin \alpha$$

$$q_{y,d} = (1,35 \cdot 1,35 + 1,50 \cdot 0,50 \cdot 1,25) \cdot \sin 13,50^\circ = 0,64 \text{ kN/m'}$$

Proračunske vrijednosti opterećenja za kombinaciju djelovanja "stalno + snijeg + vjetar - pojednostavljeno":

$$q_{z,d} = (\gamma_G \cdot G_k + \gamma_Q \cdot Q_{k,s}) \cdot \cos \alpha + \gamma_Q \cdot Q_{k,w,max}$$

$$q_{z,d} = (1,35 \cdot 1,35 + 1,35 \cdot 1,25) \cdot \cos 13,50^\circ + 1,35 \cdot 0,13 = 3,59 \text{ kN/m'}$$

$$q_{y,d} = (\gamma_G \cdot G_k + \gamma_Q \cdot Q_{k,s}) \cdot \sin \alpha$$

$$q_{y,d} = (1,35 \cdot 1,35 + 1,35 \cdot 1,25) \cdot \sin 13,50^\circ = 0,82 \text{ kN/m'}$$

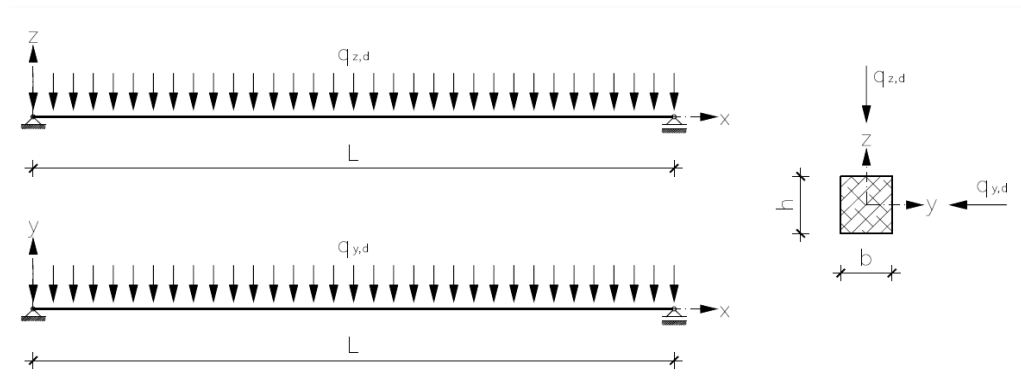
### 5.1.3. Mjerodavna kombinacija djelovanja po m' nosača na pravce osi tromosti presjeka

Mjerodavna kombinacija djelovanja:

mjerodavna kombinacija djelovanja je "stalno + snijeg + vjetar"

$$q_{z,d} = 3,71 \text{ kN/m'}$$

$$q_{y,d} = 0,86 \text{ kN/m'}$$



### 5.1.4. Statički proračun nosača

Statički proračun unutarnjih momenata:

$$M_{y,d} = \frac{q_{z,d} \cdot l^2}{8} = \frac{3,71 \cdot 4,00^2}{8} = 7,42 \text{ kNm}$$

$$M_{z,d} = \frac{q_{y,d} \cdot l^2}{8} = \frac{0,86 \cdot 4,00^2}{8} = 1,73 \text{ kNm}$$

Statički proračun reakcija na osloncima:

$$V_{z,d} = \frac{q_{z,d} \cdot l}{2} = \frac{3,71 \cdot 4,00}{2} = 7,42 \text{ kN}$$

$$V_{y,d} = \frac{q_{y,d} \cdot l}{2} = \frac{0,86 \cdot 4,00}{2} = 1,73 \text{ kN}$$

$$V_d = \sqrt{V_{z,d}^2 + V_{y,d}^2} = \sqrt{7,42^2 + 1,73^2} = 7,62 \text{ kN}$$

$$F_{c,90,d} = V_{z,d} = 7,42 \text{ Kn}$$

### 5.1.5. Provjera na odizanje pokrova i potkonstrukcije

Statički proračun odižuće reakcije na osloncima:

$$F_{uw,90,d} = \frac{|1,50 \cdot Q_{k,w,min} + (1,00 \cdot G_k) \cdot \cos \alpha| \cdot l}{2} = \frac{|1,50 \cdot (-2,10) + (1 \cdot 1,35) \cdot \cos 13,50^\circ| \cdot 4,00}{2} = 3,66 \text{ kN}$$

Dokaz nosivosti na odizanje:

$$\frac{|1,50 \cdot Q_{k,w,min}|}{(1,00 \cdot G_k) \cdot \cos \alpha} \leq 1,00$$
$$\frac{|1,50 \cdot (-2,10)|}{1,00 \cdot 1,35 \cdot \cos 13,50^\circ} = 2,39 > 1,00$$

Element presjeka 140/180 mm ne zadovoljava uvjete nosivosti na odižuće djelovanje vjetra, stoga je potrebno primijeniti sustav pridržanja prikladan za sprječavanje odizanja pokrova i potkonstrukcije koji će na svakom od oslonaca moći preuzeti silu od 3,66 kN.

### 5.1.6. Određivanje faktora izmjene za trajanje opterećenja i sadržaj vlage

Koeficijent modifikacije:

klasa uporabljivosti je 2

najkraće, tj. mjerodavno opterećenje je kratkotrajno

$$k_{mod} = 0,90$$

### 5.1.7. Određivanje parcijalnog koeficijenta za svojstva materijala

Parcijalni koeficijent za materijal:

materijal je lijepljeno lamelirano drvo klase GL24h

$$\gamma_M = 1,30$$

## 5.2. DIMENZIONIRANJE PREMA KRAJNJEM GRANIČNOM STANJU

### 5.2.1. Provjera nosivosti na posmik u ležaju

Proračunska vrijednost posmičnog naprezanja:

$$\tau_{v,d} = \frac{V_d}{A_{\text{eff}}} = \frac{V_d}{b_{\text{eff}} \cdot h_a} = \frac{V_d}{k_{\text{cr}} \cdot b \cdot h_a} = \frac{7,62 \cdot 10^3}{0,67 \cdot 140 \cdot 180} = 0,45 \text{ N/mm}^2$$

Koeficijent utjecaja oslabljenja poprečnog presjeka elementa:

predmetni element nije oslabljen na opterećenom rubu (nije zasječen na osloncu)

$$k_v = 1,00$$

Proračunska vrijednost posmične čvrstoće:

$$f_{v,d} = k_{\text{mod}} \cdot \frac{f_{v,k}}{\gamma_M} = 0,90 \cdot \frac{2,70}{1,30} = 1,87 \text{ N/mm}^2$$

Dokaz nosivosti elementa na posmik:

$$\frac{\tau_{v,d}}{k_v \cdot f_{v,d}} \leq 1,00$$

$$\frac{0,45}{1,00 \cdot 1,87} = 0,24 < 1,00$$

Element presjeka 140/180 mm zadovoljava uvjete nosivosti uz iskoristivost 24 %.

### 5.2.2. Provjera nosivosti na tlak okomito na vlakanca u ležaju

Proračunska vrijednost tlačnog naprezanja okomito na vlakanca:

$$\sigma_{c,90,d} = \frac{F_{c,90,d}}{A_{a,\text{eff}}} = \frac{F_{c,90,d}}{b_a \cdot l_a} = \frac{7,42 \cdot 10^3}{140 \cdot 80} = 0,66 \text{ N/mm}^2$$

Koeficijent utjecaja konfiguracije opterećenja, mogućnosti cijepanja i stupnja gnječenja:

predmetni element oslonjen je cijelom širinom svog presjeka na gornji pojas glavnog nosača

$$b_a = 140 \text{ mm}$$

predmetni element oslonjen je do polovice širine presjeka gornjeg pojasa glavnog nosača

$$l_a = 80 \text{ mm}$$

predmetni element oslonjen je diskretno i kontinuirano opterećen cijelom duljinom, pri čemu je  $l_1 < 2 \cdot h$

$$k_{c,90} = 1,00$$

Proračunska vrijednost tlačne čvrstoće okomito na vlakanca:

$$f_{c,90,d} = k_{\text{mod}} \cdot \frac{f_{c,90,k}}{\gamma_M} = 0,90 \cdot \frac{2,70}{1,30} = 1,87 \text{ N/mm}^2$$

Dokaz nosivosti elementa na tlak okomito na vlakanca:

$$\frac{\sigma_{c,90,d}}{k_{c,90} \cdot f_{c,90,d}} \leq 1,00$$
$$\frac{0,66}{1,00 \cdot 1,87} = 0,35 < 1,00$$

Element presjeka 140/180 mm zadovoljava uvjete nosivosti uz iskoristivost 35 %.

### 5.2.3. Provjera nosivosti na savijanje (bez dokaza stabilnosti) u polju

Koeficijent oblika poprečnog presjeka napregnutog savijanjem:

predmetni element je pravokutnog poprečnog presjeka

$$k_m = 0,70$$

Proračunska vrijednost naprezanja od savijanja:

$$\sigma_{m,y,d} = \frac{M_{y,d}}{W_y} = \frac{M_{y,d}}{\frac{b \cdot h^2}{6}} = \frac{7,42 \cdot 10^6}{\frac{140 \cdot 180^2}{6}} = 9,82 \text{ N/mm}^2$$
$$\sigma_{m,z,d} = \frac{M_{z,d}}{W_z} = \frac{M_{z,d}}{\frac{b^2 \cdot h}{6}} = \frac{1,73 \cdot 10^6}{\frac{140^2 \cdot 180}{6}} = 2,94 \text{ N/mm}^2$$

Proračunska vrijednost čvrstoće na savijanje:

$$f_{m,d} = k_{\text{mod}} \cdot \frac{f_{m,k}}{\gamma_M} = 0,90 \cdot \frac{24,00}{1,30} = 16,62 \text{ N/mm}^2$$

Dokaz nosivosti elementa na savijanje:

$$\frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,d}} + k_m \cdot \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,d}} \leq 1,00$$
$$\frac{9,82}{16,62} + 0,70 \cdot \frac{2,94}{16,62} = 0,71 < 1,00$$
$$k_m \cdot \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,d}} \leq 1,00$$
$$0,70 \cdot \frac{9,82}{16,62} + \frac{2,94}{16,62} = 0,59 < 1,00$$

Element presjeka 140/180 mm zadovoljava uvjete nosivosti uz iskoristivost 71 %.

## 5.3. DIMENZIONIRANJE PREMA GRANIČNOM STANJU UPORABIVOSTI

### 5.3.1. Karakteristične vrijednosti progiba od stalnog djelovanja

Statički proračun unutarnjih momenata o stalnog djelovanja:

$$M_{y,d}^{G_k} = \frac{(G_k \cdot \cos \alpha) \cdot l^2}{8} = \frac{(1,35 \cdot \cos 13,50^\circ) \cdot 4,00^2}{8} = 2,63 \text{ kNm}$$

$$M_{z,d}^{G_k} = \frac{(G_k \cdot \sin \alpha) \cdot l^2}{8} = \frac{(1,35 \cdot \sin 13,50^\circ) \cdot 4,00^2}{8} = 0,63 \text{ kNm}$$

Karakteristične vrijednosti progiba od stalnog djelovanja u pravcima osi tromosti presjeka:

$$u_{inst,z}^{G_k} = \frac{5}{48} \cdot \frac{M_{y,d}^{G_k} \cdot l^2}{E_{0,mean} \cdot I_y} + 1,20 \cdot \frac{M_{y,d}^{G_k}}{G_{0,mean} \cdot A} = \frac{5}{48} \cdot \frac{M_{y,d}^{G_k} \cdot l^2}{E_{0,mean} \cdot \frac{b \cdot h^3}{12}} + 1,20 \cdot \frac{M_{y,d}^{G_k}}{G_{0,mean} \cdot b \cdot h}$$

$$u_{inst,z}^{G_k} = \frac{5}{48} \cdot \frac{2,63 \cdot 10^6 \cdot 4000^2}{11600 \cdot \frac{140 \cdot 180^3}{12}} + 1,20 \cdot \frac{2,63 \cdot 10^6}{720 \cdot 140 \cdot 180} = 5,72 \text{ mm}$$

$$u_{inst,y}^{G_k} = \frac{5}{48} \cdot \frac{M_{z,d}^{G_k} \cdot l^2}{E_{0,mean} \cdot I_z} + 1,20 \cdot \frac{M_{z,d}^{G_k}}{G_{0,mean} \cdot A} = \frac{5}{48} \cdot \frac{M_{z,d}^{G_k} \cdot l^2}{E_{0,mean} \cdot \frac{b^3 \cdot h}{12}} + 1,20 \cdot \frac{M_{z,d}^{G_k}}{G_{0,mean} \cdot b \cdot h}$$

$$u_{inst,y}^{G_k} = \frac{5}{48} \cdot \frac{0,63 \cdot 10^6 \cdot 4000^2}{11600 \cdot \frac{140^3 \cdot 180}{12}} + 1,20 \cdot \frac{0,63 \cdot 10^6}{720 \cdot 140 \cdot 180} = 2,24 \text{ mm}$$

Karakteristična početna vrijednost progiba od stalnog djelovanja:

$$u_{inst}^{G_k} = \sqrt{u_{inst,z}^{G_k 2} + u_{inst,y}^{G_k 2}} = \sqrt{5,72^2 + 2,24^2} = 6,14 \text{ mm}$$

Koeficijent deformacije za stalno djelovanje:

klasa uporabljivosti je 2

predmetno opterećenje je stalno

$$k_{def,G} = 0,80$$

### 5.3.2. Karakteristične vrijednosti progiba od djelovanja snijega

Statički proračun unutarnjih momenata od djelovanja snijega:

$$M_{y,d}^{Q_{k,s}} = \frac{(Q_{k,s} \cdot \cos \alpha) \cdot l^2}{8} = \frac{(1,25 \cdot \cos 13,50^\circ) \cdot 4,00^2}{8} = 2,43 \text{ kNm}$$

$$M_{z,d}^{Q_{k,s}} = \frac{(Q_{k,s} \cdot \sin \alpha) \cdot l^2}{8} = \frac{(1,25 \cdot \sin 13,50^\circ) \cdot 4,00^2}{8} = 0,58 \text{ kNm}$$

Karakteristične vrijednosti progiba od djelovanja snijega u pravcima osi tromosti presjeka:

$$u_{inst,z}^{Q_{k,s}} = \frac{5}{48} \cdot \frac{M_{y,d}^{Q_{k,s}} \cdot l^2}{E_{0,mean} \cdot I_y} + 1,20 \cdot \frac{M_{y,d}^{Q_{k,s}}}{G_{0,mean} \cdot A} = \frac{5}{48} \cdot \frac{M_{y,d}^{Q_{k,s}} \cdot l^2}{E_{0,mean} \cdot \frac{b \cdot h^3}{12}} + 1,20 \cdot \frac{M_{y,d}^{Q_{k,s}}}{G_{0,mean} \cdot b \cdot h}$$

$$u_{inst,z}^{Q_{k,s}} = \frac{5}{48} \cdot \frac{2,43 \cdot 10^6 \cdot 4000^2}{11600 \cdot \frac{140 \cdot 180^3}{12}} + 1,20 \cdot \frac{2,43 \cdot 10^6}{720 \cdot 140 \cdot 180} = 5,30 \text{ mm}$$

$$u_{inst,y}^{Q_{k,s}} = \frac{5}{48} \cdot \frac{M_{z,d}^{Q_{k,s}} \cdot l^2}{E_{0,mean} \cdot I_z} + 1,20 \cdot \frac{M_{z,d}^{Q_{k,s}}}{G_{0,mean} \cdot A} = \frac{5}{48} \cdot \frac{M_{y,d}^{Q_{k,s}} \cdot l^2}{E_{0,mean} \cdot \frac{b^3 \cdot h}{12}} + 1,20 \cdot \frac{M_{y,d}^{Q_{k,s}}}{G_{0,mean} \cdot b \cdot h}$$

$$u_{inst,y}^{Q_{k,s}} = \frac{5}{48} \cdot \frac{0,58 \cdot 10^6 \cdot 4000^2}{11600 \cdot \frac{140^3 \cdot 180}{12}} + 1,20 \cdot \frac{0,58 \cdot 10^6}{720 \cdot 140 \cdot 180} = 2,08 \text{ mm}$$

Karakteristična početna vrijednost progiba od djelovanja snijega:

$$u_{inst}^{Q_{k,s}} = \sqrt{u_{inst,z}^{Q_{k,s}^2} + u_{inst,y}^{Q_{k,s}^2}} = \sqrt{5,30^2 + 2,08^2} = 5,69 \text{ mm}$$

Koeficijent deformacije za djelovanje snijega:

klasa uporabljivosti je 2

predmetno opterećenje je srednjetajno

$$k_{def,s} = 0,25$$

### 5.3.3. Karakteristične vrijednosti progiba od djelovanja vjetra

Statički proračun unutarnjih momenata od djelovanja vjetra:

$$M_{y,d}^{Q_{k,w}} = \frac{Q_{k,w} \cdot l^2}{8} = \frac{0,26 \cdot 4,00^2}{8} = 0,26 \text{ kNm}$$

$$M_{z,d}^{Q_{k,w}} = 0,00 \text{ kNm}$$

Karakteristične vrijednosti progiba od djelovanja vjetra u pravcima osi tromosti presjeka:

$$u_{inst,z}^{Q_{k,w}} = \frac{5}{48} \cdot \frac{M_{y,d}^{Q_{k,w}} \cdot l^2}{E_{0,mean} \cdot I_y} + 1,20 \cdot \frac{M_{y,d}^{Q_{k,w}} \cdot l^2}{G_{0,mean} \cdot A} = \frac{5}{48} \cdot \frac{M_{y,d}^{Q_{k,w}} \cdot l^2}{E_{0,mean} \cdot \frac{b \cdot h^3}{12}} + 1,20 \cdot \frac{M_{y,d}^{Q_{k,w}}}{G_{0,mean} \cdot b \cdot h}$$

$$u_{inst,z}^{Q_{k,w}} = \frac{5}{48} \cdot \frac{0,26 \cdot 10^6 \cdot 4000^2}{11600 \cdot \frac{140 \cdot 180^3}{12}} + 1,20 \cdot \frac{0,26 \cdot 10^6}{720 \cdot 140 \cdot 180} = 0,56 \text{ mm}$$

$$u_{inst,y}^{Q_{k,w}} = \frac{5}{48} \cdot \frac{M_{z,d}^{Q_{k,w}} \cdot l^2}{E_{0,mean} \cdot I_z} + 1,20 \cdot \frac{M_{z,d}^{Q_{k,w}}}{G_{0,mean} \cdot A} = \frac{5}{48} \cdot \frac{M_{y,d}^{Q_{k,w}} \cdot l^2}{E_{0,mean} \cdot \frac{b^3 \cdot h}{12}} + 1,20 \cdot \frac{M_{y,d}^{Q_{k,w}}}{G_{0,mean} \cdot b \cdot h}$$

$$u_{inst,y}^{Q_{k,w}} = \frac{5}{48} \cdot \frac{0,00 \cdot 10^6 \cdot 4000^2}{11600 \cdot \frac{140^3 \cdot 180}{12}} + 1,20 \cdot \frac{0,00 \cdot 10^6}{720 \cdot 140 \cdot 180} = 0,00 \text{ mm}$$



Karakteristična početna vrijednost progiba od djelovanja vjetra:

$$u_{inst}^{Q_{k,w}} = \sqrt{u_{inst,z}^{Q_{k,w}}^2 + u_{inst,y}^{Q_{k,w}}^2} = \sqrt{0,56^2 + 0,00^2} = 0,56 \text{ mm}$$

Koeficijent deformacije za djelovanje vjetra:

klasa uporabljivosti je 2

predmetno opterećenje je kratkotrajno

$$k_{def,W} = 0,00$$

### 5.3.4. Proračunska vrijednost progiba od promjenjivih djelovanja i ukupnog progiba

Proračunske vrijednosti progiba za kombinaciju djelovanja "stalno + snijeg":

$$u_{2,inst} = (1 + k_{def,S}) \cdot u_{inst}^{Q_{k,s}}$$

$$u_{2,inst} = (1 + 0,25) \cdot 5,69 = 7,11 \text{ mm}$$

$$u_{net,fin} = (1 + k_{def,G}) \cdot u_{inst}^{G_k} + (1 + k_{def,S}) \cdot u_{inst}^{Q_{k,s}}$$

$$u_{net,fin} = (1 + 0,80) \cdot 6,14 + (1 + 0,25) \cdot 5,69 = 18,17 \text{ mm}$$

Proračunske vrijednosti progiba za kombinaciju djelovanja "stalno + vjetar":

$$u_{2,inst} = (1 + k_{def,W}) \cdot u_{inst}^{Q_{k,w}}$$

$$u_{2,inst} = (1 + 0,00) \cdot 0,56 = 0,56 \text{ mm}$$

$$u_{net,fin} = (1 + k_{def,G}) \cdot u_{inst}^{G_k} + (1 + k_{def,W}) \cdot u_{inst}^{Q_{k,w}}$$

$$u_{net,fin} = (1 + 0,80) \cdot 6,14 + (1 + 0,00) \cdot 0,56 = 11,62 \text{ mm}$$

Proračunske vrijednosti progiba za kombinaciju djelovanja "stalno + snijeg + vjetar":

$$u_{2,inst} = (1 + k_{def,S}) \cdot u_{inst}^{Q_{k,s}} + \psi_{2,Q,w} \cdot (1 + k_{def,W}) \cdot u_{inst}^{Q_{k,w}}$$

$$u_{2,inst} = (1 + 0,25) \cdot 5,69 + 0,50 \cdot (1 + 0,00) \cdot 0,56 = 7,39 \text{ mm}$$

$$u_{net,fin} = (1 + k_{def,G}) \cdot u_{inst}^{G_k} + (1 + k_{def,S}) \cdot u_{inst}^{Q_{k,s}} + \psi_{2,Q,w} \cdot (1 + k_{def,W}) \cdot u_{inst}^{Q_{k,w}}$$

$$u_{net,fin} = (1 + 0,80) \cdot 6,14 + (1 + 0,25) \cdot 5,69 + 0,50 \cdot (1 + 0,00) \cdot 0,56 = 18,45 \text{ mm}$$

Proračunske vrijednosti progiba za kombinaciju djelovanja "stalno + vjetar + snijeg":

$$u_{2,inst} = \psi_{2,Q,s} \cdot (1 + k_{def,S}) \cdot u_{inst}^{Q_{k,s}} + (1 + k_{def,W}) \cdot u_{inst}^{Q_{k,w}}$$

$$u_{2,inst} = 0,20 \cdot (1 + 0,25) \cdot 5,69 + (1 + 0,00) \cdot 0,56 = 1,98 \text{ mm}$$

$$u_{net,fin} = (1 + k_{def,G}) \cdot u_{inst}^{G_k} + \psi_{2,Q,s} \cdot (1 + k_{def,S}) \cdot u_{inst}^{Q_{k,s}} + (1 + k_{def,W}) \cdot u_{inst}^{Q_{k,w}}$$

$$u_{net,fin} = (1 + 0,80) \cdot 6,14 + 0,20 \cdot (1 + 0,25) \cdot 5,69 + (1 + 0,00) \cdot 0,56 = 13,04 \text{ mm}$$

### 5.3.5. Provjera uporabivosti

Granična vrijednost progiba:

$$\max u_{2,inst} = \frac{l}{300} = \frac{4000}{300} = 13,33 \text{ mm}$$

$$\max u_{net,fin} = \frac{l}{200} = \frac{4000}{200} = 20,00 \text{ mm}$$

Mjerodavna vrijednost progiba:

mjerodavna kombinacija djelovanja je "stalno + snijeg + vjetar"

$$u_{2,inst} = 7,39 \text{ mm}$$

$$u_{net,fin} = 18,45 \text{ mm}$$

Dokaz uporabivosti elementa:

$$\frac{u_{2,inst}}{l} \leq 1,00$$

$$\frac{7,39}{13,33} = 0,55 < 1,00$$

$$\frac{u_{net,fin}}{l} \leq 1,00$$

$$\frac{18,45}{20,00} = 0,92 < 1,00$$

Element presjeka 140/180 mm zadovoljava uvjete uporabivosti uz iskoristivost 92 %.