

REALIZAČNÝ PROJEKT STAVBY

E1.2 STATICKÝ POSUDOK

STAVBA:	ZELENÉ OPATRENIE NA BUDOVE ÚRADU BSK
MIESTO STAVBY:	Sabinovská 16, 820 05 Bratislava
STAVEBNÍK:	Bratislavský samosprávny kraj, Sabinovská 16, 820 05 Bratislava
ZODP. PROJEKTANT:	Ing. Andrej Šimor
VYPRACOVAL:	Ing. Andrej Šimor
DÁTUM:	11/2019

Ing. Andrej Šimor

Autorizovaný stavebný inžinier pre statiku stavieb 4690 * SP * I3

Osadná 2, 831 03 Bratislava

Statický posudok

Názov stavby: Zelené opatrenie na budove Úradu BSK
Sabinovská 16

Objekt: Úrad BSK, Sabinovská 16, 821 02 Bratislava

Objednávateľ: Bratislavský samosprávny kraj, Sabinovská 16

Dátum spracovania: november 2019

A. Popis nosnej konštrukcie prízemného objektu - zasadacia (rokovacia) miestnosť

1. Základné údaje o stavbe :

Objekt zasadacej miestnosti je jednopodlažná stavba podpivničená. Pozostáva z jedného dilatačného celku. Čiastkové pôdorysné rozmery objektu sú 20,60 x 18,80m. Objekt je zastrešený plochou strechou.

2. Statická schéma:

Základové konštrukcie

Zakladanie objektu je riešené ako plošné na základových pásoch z monolitického prostého betónu. Ich predpokladaná šírka je 0,6 až 0,65 m.

Zvislé nosné konštrukcie

Zvislú nosnú konštrukciu tvoria murované steny z tehál PD. Vonkajšie a vnútorné nosné steny majú hrúbku 0,45 m resp. 0,60 m. Murivo je zdravé, suché bez závažných statických trhlín.

Vodorovné nosné konštrukcie

Vodorovná nosná konštrukcia strechy je tvorená oceľovými priehradovými väzníkmi. Priehradové väzníky majú rozpon 18,0 m a uložené vo vzájomných vzdialenostiach 3,1 m. Nosníky sedlový tvar.

Priehradové väzníky sú tvorené z oceľových valcovaných profilov: spodná a horná pásnica pozostáva L 150.150.10, prvá diagonála 2xL80.80.6, stĺpiky TR.Ø60.4 a zvyšné diagonály TR. Ø100.4.

Na priehradové väzníky sú uložené železobetónové panely hrúbky 50 mm. Na paneloch sú uložené vrstvy strešného plášťa.

B. Popis nosnej konštrukcie šesťposchodovej budovy - kancelárie

1. Základné údaje o stavbe :

Objekt kancelárií je šesťposchodová stavba podpivničená. Pozostáva z jedného dilatačného celku. Čiastkové pôdorysné rozmery objektu sú 53,60 x 21,60m. Objekt je zastrešený plochou strechou.

Zvislé nosné konštrukcie

Zvislú nosnú konštrukciu tvorí železobetónový stĺpový skelet. Skelet je zavetrený železobetónovými stenami. Stĺpy majú rozmery 0,45x0,55 m. Steny majú hrúbky 300 resp. 400mm.

Vodorovné nosné konštrukcie

Vodorovná nosná konštrukcia je súčasťou železobetónového skeletu. Železobetónová doska má predpokladanú hrúbku 250mm.

Strecha - prízemnej časti - prízemný objekt - zasadačka - SÚČASNÝ STAV

Tabuľka č. 1

DRUH	Hrúbka h(m)	Merná tiaž γ (kN/m ³)	Normové zaťaženie q_s (kN/m ²)	Súčiniteľ zaťaženia	Extrémne výpočtové zaťaženie q_d (kN/m ²)
Hydroizolácia	0,01	12	0,12	1,5	0,18
Tepelna izolácia	0,20	0,25	0,05	1,5	0,08
Betónové panely	0,055	25	1,38	1,3	1,79
Ocelová konštrukcia strechy			0,70	1,4	0,98
Podhlad			0,35	1,5	0,53
Σ Stále		$q_o+q_1=$	2,60	$q_{1d}=$	3,55

Strecha - prízemnej časti - prízemný objekt - zasadačka - ZELENÁ STRECHA

Tabuľka č.2

DRUH	Hrúbka h(m)	Merná tiaž γ (kN/m ³)	Normové zaťaženie q_s (kN/m ²)	Súčiniteľ zaťaženia	Extrémne výpočtové zaťaženie q_d (kN/m ²)
Zelená strecha URBANSCAPE			0,80	1,5	1,20
Hydroizolácia	0,01	12	0,12	1,5	0,18
Tepelna izolácia	0,20	0,25	0,05	1,5	0,08
Trapézový plech			0,20	1,3	0,26
Ocelová konštrukcia strechy			0,70	1,4	0,98
Podhlad			0,35	1,5	0,53
Σ Stále		$q_o+q_1=$	2,22	$q_{1d}=$	3,22

Priestory nad 5 NP - administratíva - SÚČASNÝ STAV

Tabuľka č.3

DRUH	Hrúbka h(m)	Merná tiaž γ (kN/m ³)	Normové zaťaženie q_s (kN/m ²)	Súčiniteľ zaťaženia	Extrémne výpočtové zaťaženie q_d (kN/m ²)
Hydroizolácia	0,01	22	0,22	1,2	0,26
Tepelna izolácia	0,20	0,25	0,05	1,5	0,08
Stropný panel rozmazaný	0,18	25	4,5	1,2	5,40
Σ Stále		$q_o+q_1=$	4,77	$q_{1d}=$	5,74
Náhodilé -sneh			1	1,4	1,40
Σ Stále+občasné+podhl'ad		$q_s=$	5,77	$q_d=$	7,14

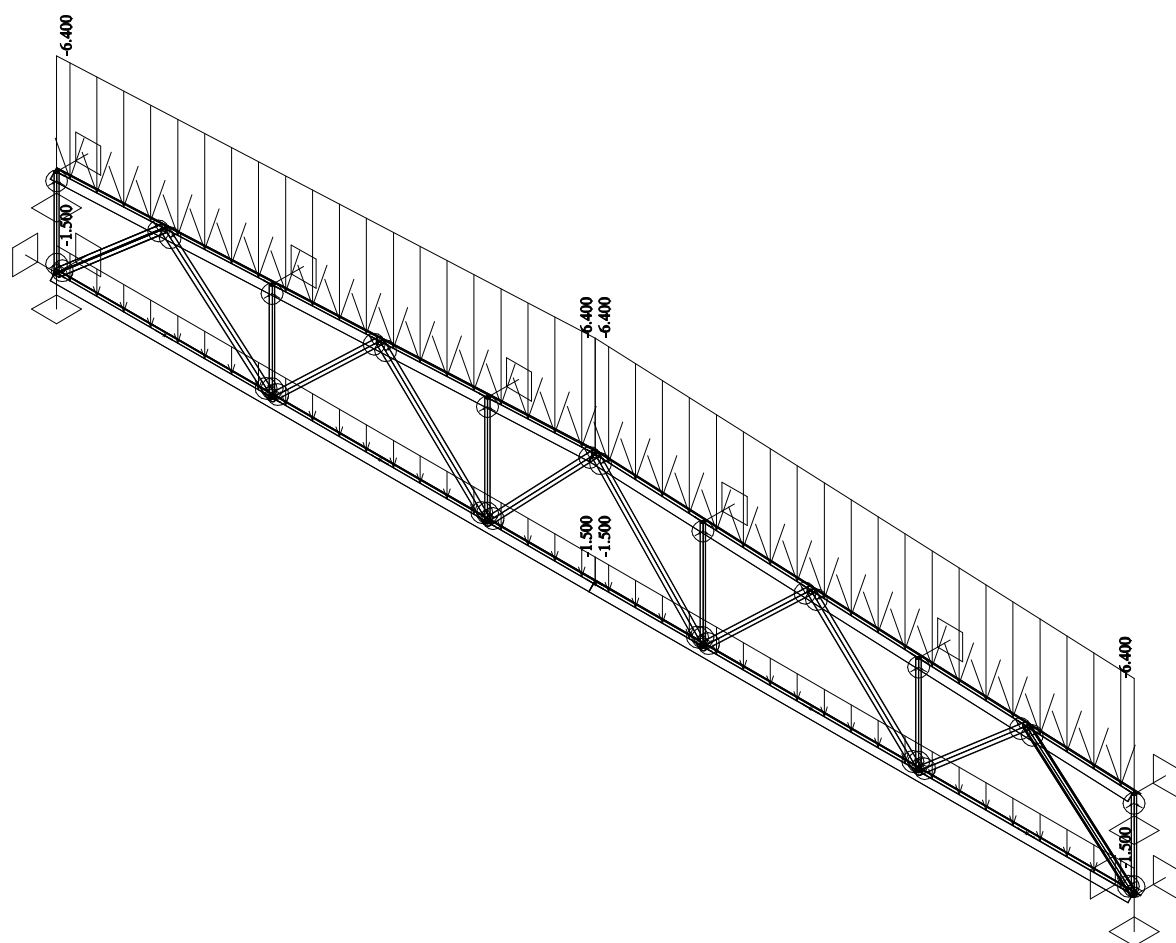
Priestory nad 5 NP - administratíva - ZELENÁ STRECHA

Tabuľka č.4

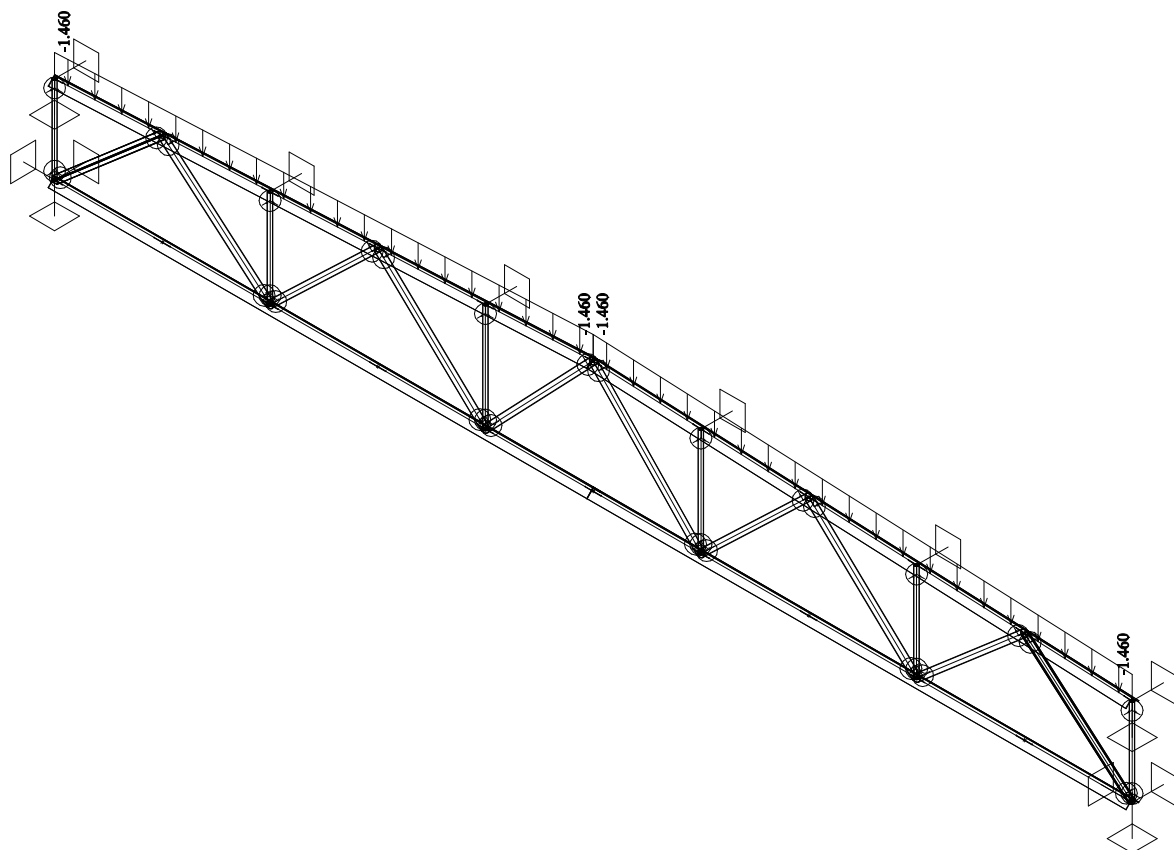
DRUH	Hrúbka h(m)	Merná tiaž γ (kN/m ³)	Normové zaťaženie q_s (kN/m ²)	Súčiniteľ zaťaženia	Extrémne výpočtové zaťaženie q_d (kN/m ²)
Zelená strecha URBANSCAPE			0,80	1,5	1,20
Hydroizolácia	0,01	22	0,22	1,2	0,26
Tepelna izolácia	0,20	0,25	0,05	1,5	0,08
Stropný panel rozmazaný	0,18	25	4,5	1,2	5,40
Σ Stále		$q_o+q_1=$	5,57	$q_{1d}=$	6,94
Náhodilé -sneh			1	1,4	1,40
Σ Stále+občasné+podhl'ad		$q_s=$	6,57	$q_d=$	8,34

ZATAZENIE STALE [kN/m]

Zat. stav : ZS1

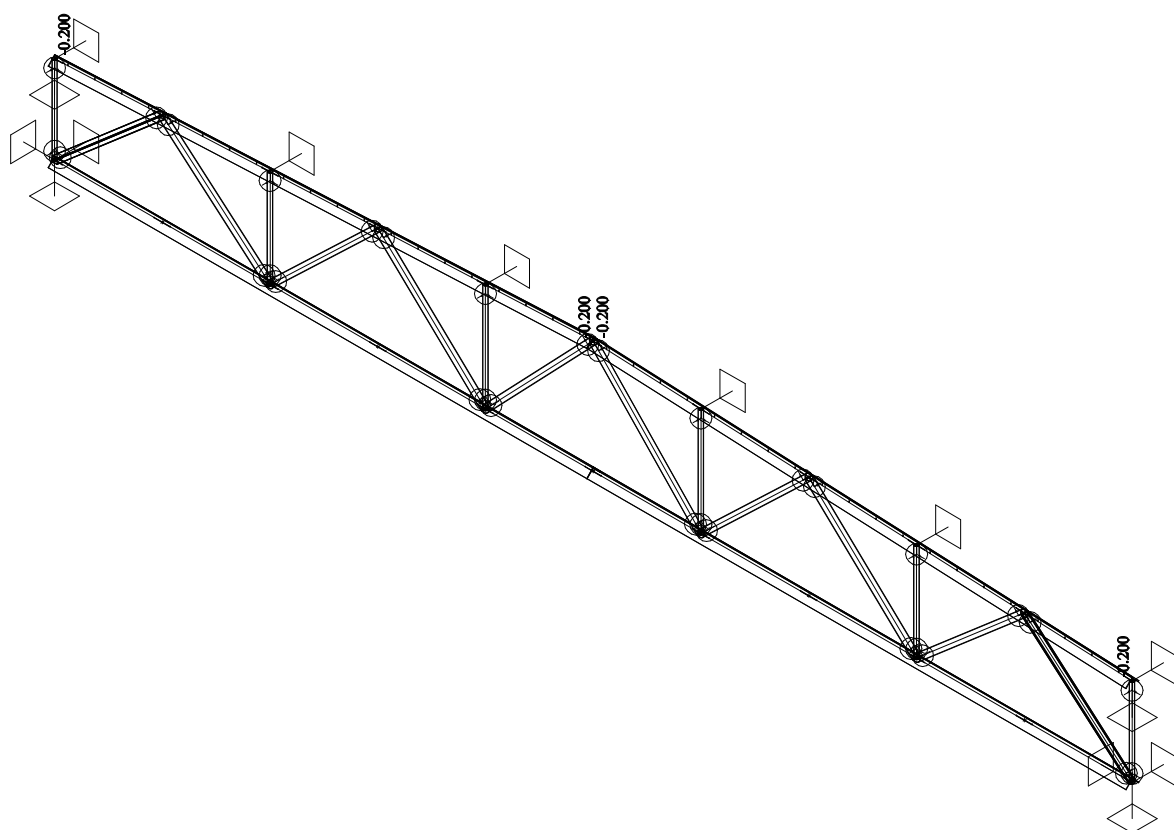


Zat. stav : ZS2, sneh

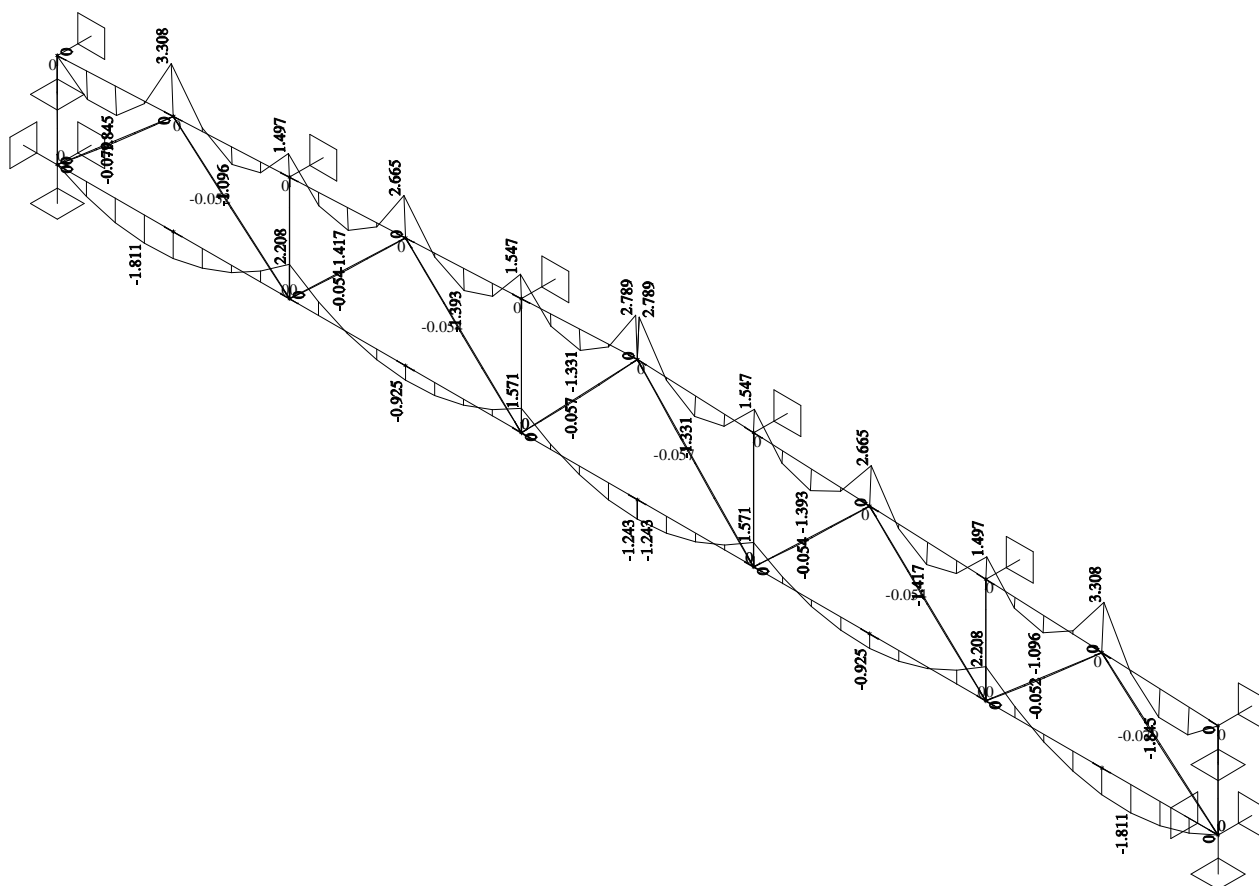


ZATAZENIE VIETOR(PRIEMET) [kN/m]

Zat. stav : ZS3

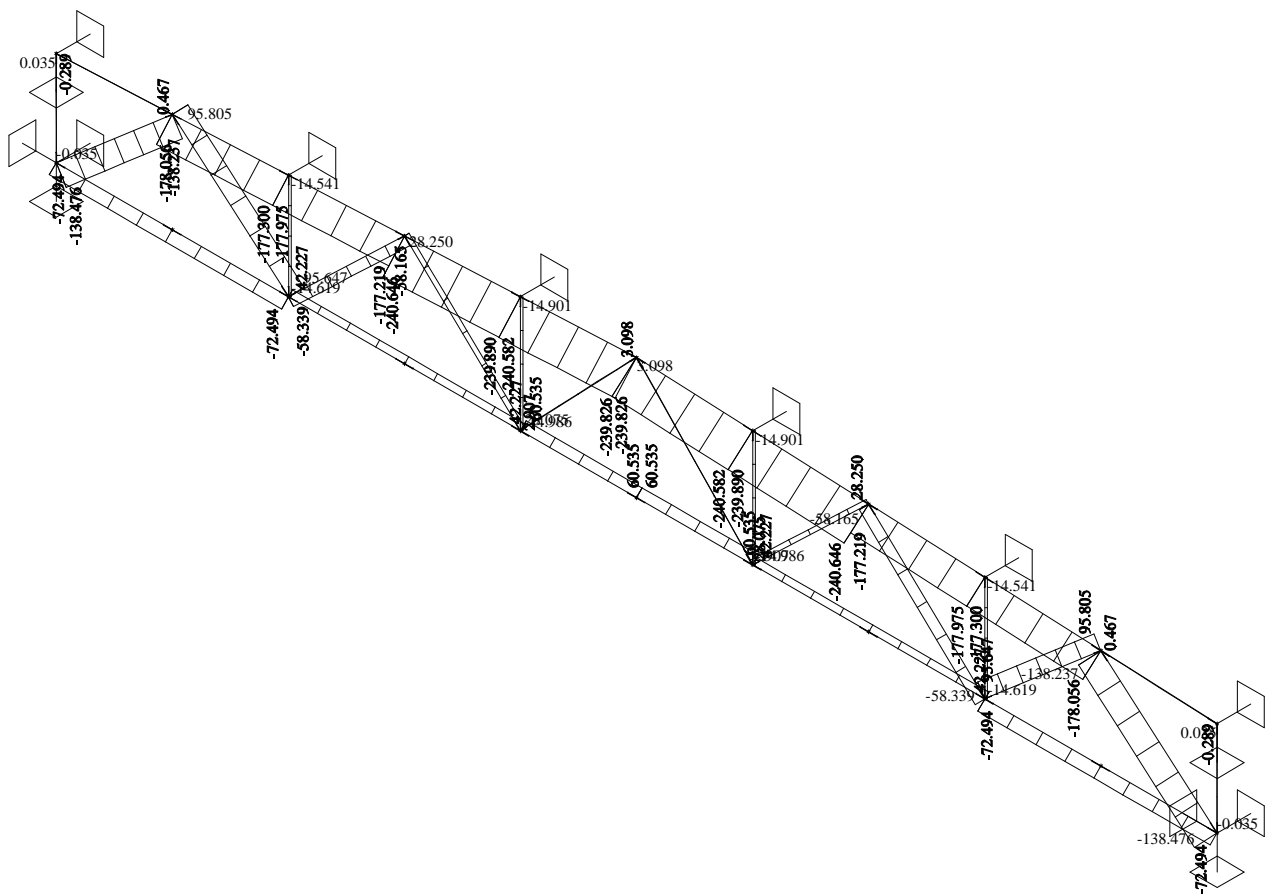


Zat. stav : KZS1



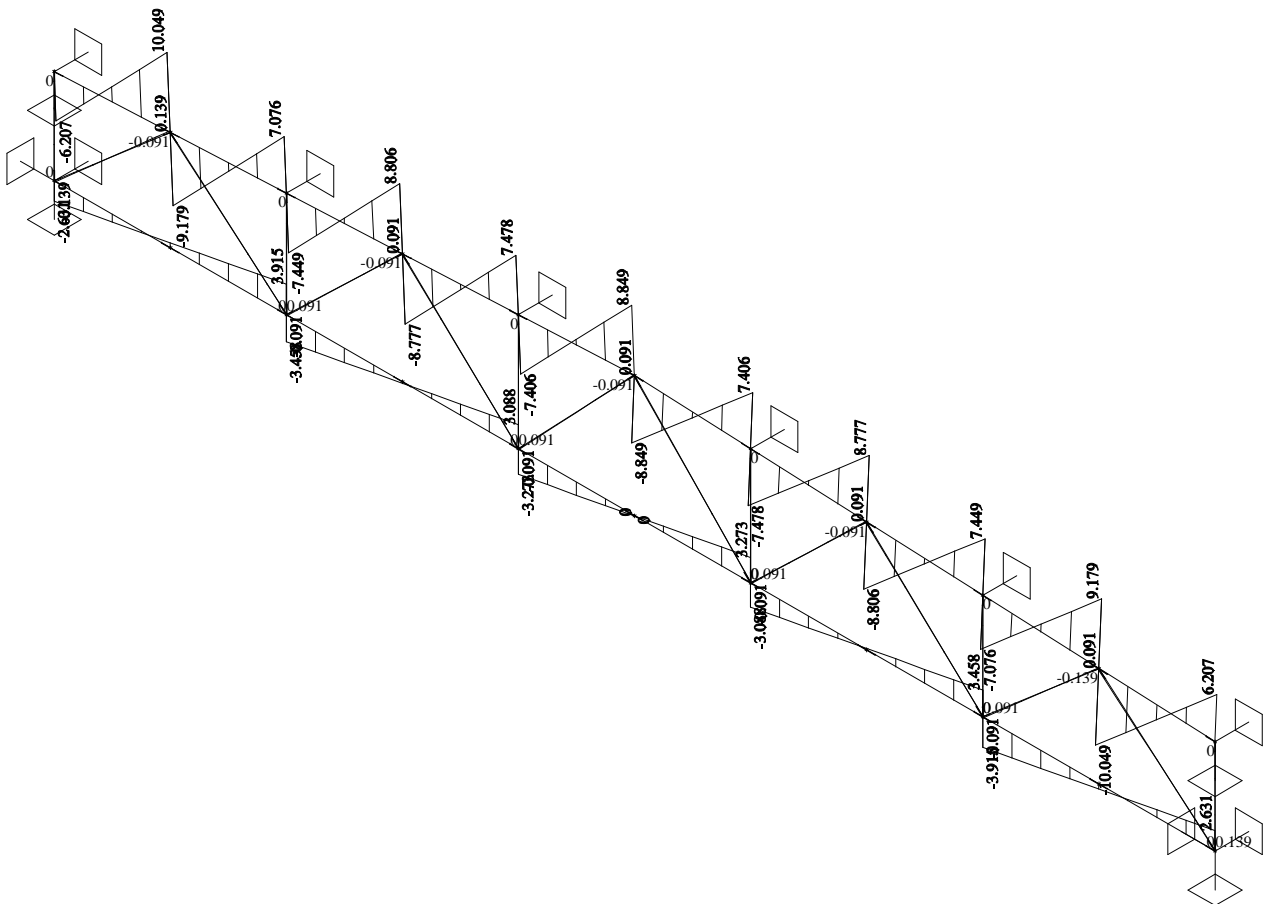
NORMALOVA SIL [kN]

Zat. stav : KZS1



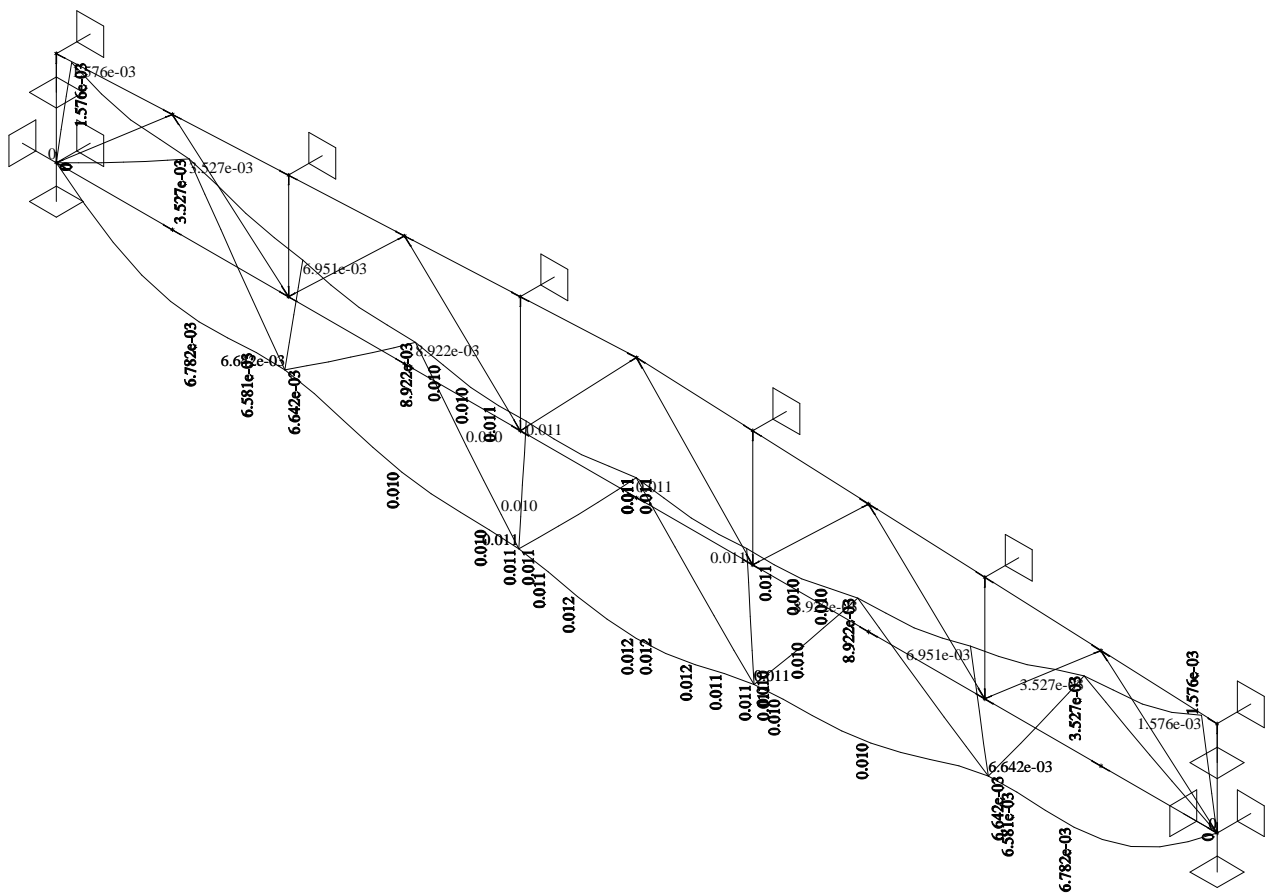
PRIECNA SILA [kN]

Zat. stav : KZS1



PRIEHYB [m]

Zat. stav : KZS1



Charakteristiky prúta

Dĺžka prúta:

Výber prierezu:

Typ prierezu:

L=	3,50	m
Výber=	číselný	
Typ=	I a H prierez	

Trieda prierezu:

Miera imperfekcie pre vzper kolmo k osi y:

Miera imperfekcie pre vzper kolmo k osi z:

Miera imperfekcie pre klopenie:

Trieda=	2
α_y =	0,34
α_z =	0,34
α_{LT} =	0,34

A = ...
 I_y = ...
 I_z = ...
 W_y = ...
 W_z = ...

Materiálové charakteristiky

Trieda ocele:

Medza klzu:

Medza pevnosti:

Parciálny súčiniteľ spoľahlivosti:

Parciálny súčiniteľ spoľahlivosti:

Parciálny súčiniteľ spoľahlivosti:

Youngov modul pružnosti:

Modul pružnosti v šmyku:

Oceľ=	S235	
f_y =	235	MPa
f_u =	360	MPa
γ_{M0} =	1,00	
γ_{M1} =	1,00	
γ_{M2} =	1,25	
E=	210,00	GPa
G=	81,00	GPa

Zaťaženie

Návrhový ohybový moment:

$M_{Ed,y}$ =	3,00	kN.m
$M_{Ed,z}$ =	3,00	kN.m
Klopenie=	Nie	všeobecná metóda

Návrhová priečna sila:

$V_{Ed,y}$ =	1,00	kN
$V_{Ed,z}$ =	10,00	kN

Návrhová normálová sila:

N_{Ed} =	-233,00	kN
Vzper=	Áno	

Súčiniteľ vzpernej dĺžky kolmo k osi y:

Súčiniteľ vzpernej dĺžky kolmo k osi z:

Súčiniteľ vzpernej dĺžky pre skrútenie:

β_y =	1,00
β_z =	1,00
β_{yz} =	1,00

Faktor ekvivalentného konšt. momentu:

Faktor ekvivalentného konšt. momentu:

C_{my} =	1,00	príloha B - metóda 2
C_{mz} =	0,40	príloha B - metóda 2

Prierezové charakteristiky

Výška prierezu:

Plocha prierezu:

Účinná plocha na šmyk v smere osi y:

Účinná plocha na šmyk v smere osi z:

Moment zotrvačnosti k osi y:

Moment zotrvačnosti k osi z:

Moment tuhosti vo voľnom krútení:

Výškový moment zotrvačnosti:

Prierezový modul k osi y:

Prierezový modul k osi z:

Plastický prierezový modul k osi y:

Plastický prierezový modul k osi z:

h=	0,150	m	0,150	m
A=	2,927E-03	m ²	2,927E-03	m ²
A_y =	2,927E-03	m ²	2,927E-03	m ²
A_z =	2,927E-03	m ²	2,927E-03	m ²
I_y =	2,560E-06	m ⁴	2,560E-06	m ⁴
I_z =	9,920E-06	m ⁴	9,920E-06	m ⁴
I_t =	9,700E-08	m ⁴	9,700E-08	m ⁴
I_w =	9,700E-08	m ⁶	9,700E-08	m ⁶
W_y =	4,490E-05	m ³	4,490E-05	m ³
W_z =	4,556E-05	m ³	4,556E-05	m ³
$W_{pl,y}$ =	1,028E-04	m ³	1,028E-04	m ³
$W_{pl,z}$ =	1,028E-04	m ³	1,028E-04	m ³

Posudok odolnosti prúta podľa EC3	tlak (vzper) + ohyb
--	----------------------------

Odolnosť prierezu v tlaku:	$N_{c,Rd} =$	687,85 kN
Vzperná dĺžka pri vybočení kolmo k osi y:	$L_{cr,y} =$	3,500 m
Vzperná dĺžka pri vybočení kolmo k osi z:	$L_{cr,z} =$	3,500 m
Vzperná dĺžka pri vybočení skrútením:	$L_{cr,T} =$	3,500 m
Kritická sila pre vybočenie kolmo k osi y:	$N_{cr,y} =$	433,13 kN
Kritická sila pre vybočenie kolmo k osi z:	$N_{cr,z} =$	1678,40 kN
Kritická sila pre vybočenie skrútením:	$N_{cr,T} =$	5691,88 kN
Štíhlostný pomer kolmo k osi y:	$\lambda_y =$	118,3 < 180 OK
Štíhlostný pomer kolmo k osi z:	$\lambda_z =$	60,1 < 180 OK
Pomerná štíhlosť kolmo k osi y:	$\lambda_{rel,y} =$	1,260
Pomerná štíhlosť kolmo k osi z:	$\lambda_{rel,z} =$	0,640
Pomerná štíhlosť pre skrútenie:	$\lambda_{rel,T} =$	0,348
Súčiniteľ:	$\phi_y =$	1,474
Súčiniteľ:	$\phi_z =$	0,780
Súčiniteľ:	$\phi_T =$	0,586
Súčiniteľ vzperu kolmo k osi y:	$\chi_y =$	0,447
Súčiniteľ vzperu kolmo k osi z:	$\chi_z =$	0,816
Súčiniteľ vzperu pri skrútení:	$\chi_T =$	0,946
Vzperná odolnosť prúta:	$N_{b,Rd} =$	307,16 kN
Ohybová odolnosť prierezu:	$M_{c,Rd,z} =$	24,16 kN.m
Ohybová odolnosť prierezu:	$M_{c,Rd,y} =$	24,16 kN.m

Interakčný faktor:	$k_{yy} =$	1,607 príloha B - metóda 2
Interakčný faktor:	$k_{zy} =$	0,964 príloha B - metóda 2
Interakčný faktor:	$k_{zz} =$	0,513 príloha B - metóda 2
Interakčný faktor:	$k_{yz} =$	0,308 príloha B - metóda 2

Navrhovaný prút:	VYHOVUJE	tlak (vzper) + ohyb
Využitie:	99,6%	vzťah (6.61) a (6.62)

Posudok odolnosti prúta podľa EC3	šmyk
--	-------------

Priečna sila plastickej odolnosti v smere y:	$V_{pl,Rd,y} =$	397,127 kN
Priečna sila plastickej odolnosti v smere z:	$V_{pl,Rd,z} =$	397,127 kN

Navrhovaný prút:	VYHOVUJE	
Využitie:	2,5%	vzťah (6.17)

Charakteristiky prúta

Dĺžka prúta:

Výber prierezu:

Typ prierezu:

L=	2,30	m
Výber=	číselný	
Typ=	I a H prierez	

Trieda prierezu:

Miera imperfekcie pre vzper kolmo k osi y:

Miera imperfekcie pre vzper kolmo k osi z:

Miera imperfekcie pre klopenie:

Trieda=	2
α_y =	0,34
α_z =	0,34
α_{LT} =	0,34

A = ...
 I_y = ...
 I_z = ...
 W_y = ...
 W_z = ...

Materiálové charakteristiky

Trieda ocele:

Medza klzu:

Medza pevnosti:

Parciálny súčiniteľ spoľahlivosti:

Parciálny súčiniteľ spoľahlivosti:

Parciálny súčiniteľ spoľahlivosti:

Youngov modul pružnosti:

Modul pružnosti v šmyku:

Oceľ=	S235	
f_y =	235	MPa
f_u =	360	MPa
γ_{M0} =	1,00	
γ_{M1} =	1,00	
γ_{M2} =	1,25	
E=	210,00	GPa
G=	81,00	GPa

Zaťaženie

Návrhový ohybový moment:

$M_{Ed,y}$ =	3,00	kN.m
$M_{Ed,z}$ =	3,00	kN.m
Klopenie=	Nie	všeobecná metóda

Návrhová priečna sila:

$V_{Ed,y}$ =	1,00	kN
$V_{Ed,z}$ =	10,00	kN

Návrhová normálová sila:

N_{Ed} =	-180,00	kN
Vzper=	Áno	

Súčiniteľ vzpernej dĺžky kolmo k osi y:

Súčiniteľ vzpernej dĺžky kolmo k osi z:

Súčiniteľ vzpernej dĺžky pre skrútenie:

β_y =	1,00
β_z =	1,00
β_{yz} =	1,00

Faktor ekvivalentného konšt. momentu:

Faktor ekvivalentného konšt. momentu:

C_{my} =	1,00	príloha B - metóda 2
C_{mz} =	0,40	príloha B - metóda 2

Prierezové charakteristiky

Výška prierezu:

Plocha prierezu:

Účinná plocha na šmyk v smere osi y:

Účinná plocha na šmyk v smere osi z:

Moment zotrvačnosti k osi y:

Moment zotrvačnosti k osi z:

Moment tuhosti vo voľnom krútení:

Výškový moment zotrvačnosti:

Prierezový modul k osi y:

Prierezový modul k osi z:

Plastický prierezový modul k osi y:

Plastický prierezový modul k osi z:

h=	0,080	m	0,080	m
A=	1,870E-03	m ²	1,870E-03	m ²
A_y =	1,870E-03	m ²	1,870E-03	m ²
A_z =	1,870E-03	m ²	1,870E-03	m ²
I_y =	1,770E-06	m ⁴	1,770E-06	m ⁴
I_z =	1,770E-06	m ⁴	1,770E-06	m ⁴
I_t =	1,770E-07	m ⁴	1,770E-07	m ⁴
I_w =	9,700E-08	m ⁶	9,700E-08	m ⁶
W_y =	3,130E-05	m ³	3,130E-05	m ³
W_z =	3,070E-05	m ³	3,070E-05	m ³
$W_{pl,y}$ =	5,000E-05	m ³	5,000E-05	m ³
$W_{pl,z}$ =	4,700E-05	m ³	4,700E-05	m ³

Posudok odolnosti prúta podľa EC3	tlak (vzper) + ohyb
--	----------------------------

Odolnosť prierezu v tlaku:	$N_{c,Rd} =$	439,45 kN
Vzperná dĺžka pri vybočení kolmo k osi y:	$L_{cr,y} =$	2,300 m
Vzperná dĺžka pri vybočení kolmo k osi z:	$L_{cr,z} =$	2,300 m
Vzperná dĺžka pri vybočení skrútením:	$L_{cr,\varphi} =$	2,300 m
Kritická sila pre vybočenie kolmo k osi y:	$N_{cr,y} =$	693,48 kN
Kritická sila pre vybočenie kolmo k osi z:	$N_{cr,z} =$	693,48 kN
Kritická sila pre vybočenie skrútením:	$N_{cr,\varphi} =$	27649,33 kN
Štíhlostný pomer kolmo k osi y:	$\lambda_y =$	74,8 < 180 OK
Štíhlostný pomer kolmo k osi z:	$\lambda_z =$	74,8 < 180 OK
Pomerná štíhlosť kolmo k osi y:	$\lambda_{rel,y} =$	0,796
Pomerná štíhlosť kolmo k osi z:	$\lambda_{rel,z} =$	0,796
Pomerná štíhlosť pre skrútenie:	$\lambda_{rel,\varphi} =$	0,126
Súčiniteľ:	$\phi_y =$	0,918
Súčiniteľ:	$\phi_z =$	0,918
Súčiniteľ:	$\phi_{\varphi} =$	0,495
Súčiniteľ vzperu kolmo k osi y:	$\chi_y =$	0,727
Súčiniteľ vzperu kolmo k osi z:	$\chi_z =$	0,727
Súčiniteľ vzperu pri skrútení:	$\chi_{\varphi} =$	1,000
Vzperná odolnosť prúta:	$N_{b,Rd} =$	319,43 kN
Ohybová odolnosť prierezu:	$M_{c,Rd,z} =$	11,05 kN.m
Ohybová odolnosť prierezu:	$M_{c,Rd,y} =$	11,75 kN.m

Interakčný faktor:	$k_{yy} =$	1,336 príloha B - metóda 2
Interakčný faktor:	$k_{zy} =$	0,802 príloha B - metóda 2
Interakčný faktor:	$k_{zz} =$	0,624 príloha B - metóda 2
Interakčný faktor:	$k_{yz} =$	0,374 príloha B - metóda 2

Navrhovaný prút:	NEVYHOVUJE	tlak (vzper) + ohyb
Využitie:	100,6%	vzťah (6.61) a (6.62)

Posudok odolnosti prúta podľa EC3	šmyk
--	-------------

Priečna sila plastickej odolnosti v smere y:	$V_{pl,Rd,y} =$	253,717 kN
Priečna sila plastickej odolnosti v smere z:	$V_{pl,Rd,z} =$	253,717 kN

Navrhovaný prút:	VYHOVUJE	
Využitie:	3,9%	vzťah (6.17)

C. Riešenie zelenej strechy prízemného objektu - zasadacia (rokovácia) miestnosť

Z výpočtovej časti je zrejmé, že niektoré prvky súčasnej nosnej konštrukcie v aktuálnom stave sú využité na 105%. **Z toho vyplýva, že ďalšie zaťaženie (zelenou strechou) nie je možné.** Ako možná alternatíva je odstránenie železobetónových panelov. Železobetónové panely je možné nahradiť trapézovými plechmi. Následne uložiť vrstvy strechy. Následne realizovať vrstvy Urbanscape® GR Premium High System.

D. Riešenie zelenej strechy šesťposchodovej budovy – kancelárie

Na základe porovnania existujúceho zaťaženia a novovzniknutého zaťaženia od vrstvy Urbanscape® GR Premium High System vidíme nárast zaťaženia o 16%. Z toho vyplýva, že pri dodržaní podmienok je možné realizovať a používať vrstvy Urbanscape® GR Premium High System.

Pri projektovaní a realizácii vrstvy Urbanscape® GR Premium High System je nutné dodržať nasledujúce podmienky:

-Počas realizácie je nutné rovnomerne rozprestieranie vrstiev Urbanscape. Nie možné materiál zhromažďovať na kopách!

-Počas užívania nie možné považovať plochy striech za pochôdznu terasu.

Počet ľudí na streche prízemného objektu môže byť max. 6.

Počet ľudí na streche šesťposchodovej budovy môže byť max. 15.

-Počas prevádzky nutné ošetrovať strešné vtoky, v zimnom období je nutné priebežné odhrabávanie snehu.

-Maximálne návrhové plošné zaťaženie od všetkých novorealizovaných vrstiev (aj nasiaknutých) nepresiahne 1,0 kN/m².

-Zaťaženie bude rozmiestnené rovnomerne.

-Sanie od vetra na streche prízemného objektu môže byť riešené iba vrstvou Urbanscape® GR Premium High System.

-Sanie od vetra na streche šesťposchodovej budovy môže byť riešené čiastočne pri okraji strechy betónovými dlaždicami s maximálnou hrúbkou 40mm, ktoré lokálne nahradia vrstvy Urbanscape® GR Premium High System.

V Bratislave, november 2019

vypracoval: Ing. Andrej Šimor