

Munkaszám : 2015/TVK/4

TARTÓSZERKEZETI SZÁMITÁS

XVIII.ker. Budapest, Göngyfa utca 15. szám, háromszintes mediterrán családi ház
tervezése

Építési Engedélyezési Tervéhez

TARTALOM :

RÉSZLETES STATIKAI SZÁMÍTÁS

M.1 MELLÉKLET: RÉSZLETES STATIKAI SZÁMÍTÁS

1. Fejezet	TERHEK ÉS HATÁSOK
2. Fejezet	MÉRTÉKADÓ HATÁSKOMBINÁCIÓK
3. Fejezet	TETŐSZERKEZETEK STATIKAI SZÁMÍTÁSA
4. Fejezet	EMELET ÉS FÖLDSZINT FELETTI FÖDÉM STATIKAI SZÁM.
5. Fejezet	GERENDÁK STATIKAI SZÁMÍTÁSA
6. Fejezet	PINCE FELETTI FÖDÉM, ALAPLEMEZ STATIKAI SZÁM.
7. Fejezet	FALAK STATIKAI SZÁMÍTÁSA
8. Fejezet	LÉPCSŐ STATIKAI SZÁMÍTÁSA
9. Fejezet	KÉZI SZÁMÍTÁSOK LEMEZ-GERENDA-ALAPLEMEZ
10. Fejezet	ALAPOZÁS ELLENŐRZÉS
11. Fejezet	MŰSZAKI LEÍRÁS
12. Fejezet	TERVRAJZOK

*A számítások a kiadáskor hatályos magyar EUROCODE figyelembevételével, a gépi számítások az
Axis VM 12 Szoftverrel készültek*

*Jelen dokumentum Holper András tervező jogvédelemmel rendelkező
szellemi tulajdona, melyet felhasználni egyszeri alkalommal a Megrendelő, a tulajdonos/tervező
hozzájárulásával, kizárólag teljes terjedelemben lehet.*

Készült : Budapest 2015. május hó

Tervező :

*Holper András
mérnök hallgató*

Tartalomjegyzék

1.1	MEGBÍZHATÓSÁGI SZINT	1
1.2	ÁLLANDÓ HATÁSOK (tatóság)	1
1.3	ESETLEGES HATÁSOK	6
1.3.1	Födémek hasznos terhei	6
1.3.2	Hasznos teher értékét csökkentő tényező	7
1.3.3	Válaszfalak helyettesítő terhei	7
1.3.4	Hasznos terhek dinamikus tényezői	8
1.3.5	Hóteher	8
1.3.6	Szélteher	15
1.3.6.1	Torlónyomás meghatározása	16
1.3.6.2	Kontyolt nyeregtető külső nyomási zónái	17
1.3.6.3	Külső függőleges felületek nyomási zónái	18
1.3.6.4	Előtető nyomási zónái	20
1.3.6.5	Felületi szélsúrlódás	22
1.3.6.6	Alaki tényezők	24
1.3.7	Víznyomás	26
2.1	MÉRTÉKADÓ HATÁSKOMBINÁCIÓK MEGHATÁROZÁSA	27
2.1.1	Hatások (terhek) felvételének módja	27
2.1.2	Parciális tényezők	27
2.1.3	Tehercsoportosítások létrehozása	27
2.2	Alkalmazott tehercsoportosítások	28
2.2.4	Teherkombinációk képletei	29
3.1	FÉLNYEREGTETŐ SZERKEZET STATIKAI SZÁMÍTÁSA	33
3.1.1	Állandó Terhek:	34
3.1.3	Esetleges terhek	35
3.1.4	Igénybevételek	37
3.1.5	Alakváltozás	39
3.2	FÉLNYEREGTETŐ SZERKEZET STATIKAI SZÁMÍTÁS	41
3.2.1	Állandó terhek:	43
3.2.2	Esetleges terhek	44
3.2.3	Igénybevételek	46
3.2.4	Alakváltozás	48
4.1	EMELET FELETTI FÖDÉMSZERKEZET STATIKAI SZÁMÍTÁSA	50
4.1.1	Állandó teheresetek	52
4.1.2	Esetleges terhek	53
4.1.3	Igénybevételek	54
4.1.4	Vasmennyiség meghatározása	55

4.1.4.1	Alsó vasalás meghatározása:.....	55
4.1.4.2	Felső vasalás meghatározása:	56
4.2.5	Alakváltozás vizsgálata	58
4.1.6	Gerendák vasalása	59
4.2	FÖLDSZINT FELETTI FÖDÉMSZERKEZETEK STATIKAI SZÁMÍTÁSA	61
4.2.1	Állandó terhek:	63
4.2.2	Esetleges terhek	65
4.2.3	Igénybevételek.....	66
4.3.4	Az alkalmazott vasalás	67
4.3.5	Alakváltozás	69
5.	FÖLDSZINT FELETTI GERENDA SZERKEZETEK STATIKAI SZÁMÍTÁSA	70
5.1	A gerendákra ható terhelések.....	71
5.2	Igénybevétel.....	75
6.1	PINCESZINT FELETTI FÖDÉMSZERKEZET STATIKAI SZÁMÍTÁSA	79
6.1.1	Állandó terhek	80
6.1.2	Esetleges teher	80
6.1.3	Igénybevételek.....	81
6.1.4	Vasmennyiség meghatározása	82
6.1.5	Alakváltozás vizsgálat	84
6.2	ALAPLEMEZ STATIKAI SZÁMÍTÁSA	85
6.2.1	Állandó terhek	86
6.2.2	Esetleges terhek.....	87
6.2.3	Igénybevételek.....	88
6.2.4	Vasmennyiség meghatározása:.....	89
6.2.5	Alakváltozás	91
6.3	Repedéstágasság	91
7.	FALAZAT KÉZI SZÁMÍTÁSA.....	92
7.1	Falazott fal méretezése nyomásra	92
7.1.1	Terhek.....	92
7.1.2	Igénybevételek.....	92
7.1.3	Falazat nyomószilárdsága	92
7.1.4	Falazat teherbírása	93
8.	LÉPCSŐ VASALÁS MEGHATÁROZÁSA.....	95
8.1	Teherelemzés.....	95
8.2	Pozitív nyomaték vasalása	96
8.3	Negatív nyomaték vasalása	96
9.	KÉZI SZÁMÍTÁS, FÖDÉM, GERENDA és ALAPLEMEZ.....	97
9.1.	Emelet feletti födém kézi számítás:	97
9.1.1	Eredmény axissal.....	98
9.2.	G4 gerenda számítás.....	99

9.2.1	Igénybevétel	99
9.2.2	Feszültség	100
9.2.3	Ellenőrzésl.....	100
9.3.	Alaplemez vastagság meghatározása	101
9.2.1	Igénybevétel	101
9.2.2	Alkalmazott vastagság	101
10.	ALAPOZÁS ELLENŐRZÉSE	102
10.1.	Alapra jutó teher tervezési értéke:	102
10.2.	Alap talajtörésre:	102
10.3.	Alapozás ellenőrzése nyírásra	103
10.4.	Alapozás ellenőrzése hajlításra	103
10.5.	Jáky féle süllyedésszámítás	104
11.	TARTÓSZERKEZETI MŰSZAKI LEÍRÁS	105
10.1.	Előzmények.....	105
10.2.	Általános leírás.....	105
10.3.	Talajmechanikai viszonyok.....	107
10.4.	Tartószerkezetek leírása	108
10.5.	Megjegyzés	112

1. HATÁSOK, TERHEK (EC SZERINT)

Eurocode (H) alapján

előírt tervezési élettartam: 50
élettartam osztály: 4

1.1 MEGBÍZHATÓSÁGI SZINT

1.1.1. Megbízhatósági, kockázati szint szorzója: $K_{F1} = 1,0$

1.2 ÁLLANDÓ HATÁSOK (tatóságok)

1.2.1. Közbenő födémek

parciális tényező $\gamma_{Gsup} = 1,35$

1.2.1.1 Emelet feletti födém

	vastagság/db	kN/m ³	súly	
szálas hőszigetelés	0,30	0,11	0,03	
vb födém	0,20	25,00	5,00	
vakolat	0,02	23,00	0,35	
állandó teher :			0,38	kN/m ²
szerkezet önsúly			5,00	kN/m ²
ÖSSZESEN			5,38	kN/m ²

1.2.1.2 Emelet feletti födém végleges

	vastagság	kN/m ³	súly	
szálas hőszigetelés	0,30	0,11	0,03	
vb födém	0,15	25,00	3,75	
vakolat	0,02	23,00	0,35	
állandó teher :			0,38	kN/m ²
szerkezet önsúly			3,75	kN/m ²
ÖSSZESEN			4,13	kN/m ²

1.2.1.3 Földszint feletti födém - hideg burkolat

	vastagság	kN/m ³	súly	
mázás kerámia burkolat	0,02	17,50	0,35	
aljzatbeton	0,06	22,00	1,32	
EPS hőszigetelés	0,03	0,15	0,00	
vb födém	0,20	25,00	5,00	
vakolat	0,02	11,00	0,17	
állandó teher :			1,84	kN/m ²
szerkezet önsúly			5,00	kN/m ²
ÖSSZESEN			6,84	kN/m ²

1.2.1.4 Földszint feletti födém - meleg burkolat hőszigeteléssel

	vastagság	kN/m ³	súly	
laminált parketta	0,02	7,50	0,15	
aljzatbeton	0,06	22,00	1,32	
EPS hőszigetelés	0,03	0,15	0,00	
vb födém	0,20	25,00	5,00	
vakolat	0,02	11,00	0,17	
állandó teher :			1,64	kN/m ²
szerkezet önsúly			5,00	kN/m ²
ÖSSZESEN			6,64	kN/m ²

1.2.1.5 Alaplemez, földszint padló meleg burk

	vastagság	kN/m ³	súly	
laminált parketta	0,02	7,50	0,11	
aljzat beton	0,07	22,00	1,54	
EPS hőszigetelés	0,08	0,15	0,01	
villas ov 4 t/k	0,01	10,00	0,05	
kellősítés	0,01	0,00	0,00	
vasalt aljzat beton	0,15	25,00	3,75	
feltöltés*	0,20	20,00	4,00	
állandó teher :			1,71	kN/m ²
szerkezet önsúly			3,75	kN/m ²
vb lemezig összesen			5,46	kN/m ²
rétegrend összesen			9,46	kN/m ²

Megj: a *-gal jelölt rétegek nem terhelik a teherviselő vb. lemezt.

1.2.1.11 Alaplemez, földszint padló hideg burk

	vastagság	kN/m ³	súly	
mázás kerámia	0,02	17,50	0,26	
aljzat beton	0,07	22,00	1,54	
EPS hőszigetelés	0,08	0,15	0,01	
villas ov 4 t/k	0,01	10,00	0,05	
kellősítés	0,01	0,00	0,00	
vasalt aljzat beton	0,15	25,00	3,75	
feltöltés*	0,20	20,00	4,00	
állandó teher :			1,86	kN/m ²
szerkezet önsúly			3,75	kN/m ²
vb lemezig összesen			5,61	kN/m ²
rétegrend összesen			9,61	kN/m ²

Megj: a *-gal jelölt rétegek nem terhelik a teherviselő vb. lemezt.

1.2.1.6 1. Alaplemez, terasz

	vastagság	kN/m ³	súly	
mázás kerámia	0,02	17,50	0,26	
aljzat beton	0,15	22,00	3,30	
villas ov 4 t/k	0,01	10,00	0,05	
kellősítés	0,01	0,00	0,00	
vasalt aljzat beton	0,15	25,00	3,75	
feltöltés*	0,20	20,00	4,00	
állandó teher :			3,61	kN/m ²
szerkezet önsúly			3,75	kN/m ²
vb lemezig összesen			7,36	kN/m ²
rétegrend összesen			11,36	kN/m ²

Megj: a *-gal jelölt rétegek nem terhelik a teherviselő vb. lemezt.

1.2.1.7 pinceszint fölötti garázs földém

	vastagság/db	kN/m ³	súly	
epoxigyanta üvegszállal	0,01	18,00	0,18	
aljzat beton	0,07	22,00	1,54	
hőszigetelés	0,08	0,15	0,01	
villas ov 4 t/k	0,01	10,00	0,05	
kellősítés	0,01	0,00	0,00	
vasbeton földém	0,15	25,00	3,75	
feltöltés	0,2	20	4,00	
állandó teher :			1,78	kN/m ²
szerkezet önsúly			3,75	kN/m ²
ÖSSZESEN			5,53	kN/m ²

1.2.1.8 Alaplemez, pinceszinti padló

	vastagság	kN/m ³	súly	
burkolat + ágyazat	0,02	18,00	0,27	
vasalt aljzat beton	0,06	25,00	1,50	
EPS hőszigetelés	0,06	0,15	0,01	
vb ellenlemez	0,30	25,00	7,50	
szerelőbeton*	0,05	22,00	1,10	
talajvíz szigetelés*	1,00	0,05	0,05	
vasalt aljzat beton*	0,10	25,00	2,50	
feltöltés*	0,15	20,00	3,00	
állandó teher :			1,78	kN/m ²
szerkezet önsúly			7,50	kN/m ²
vb lemezig összesen			9,28	kN/m ²
rétegrend összesen			15,93	kN/m ²

Megj: a *-gal jelölt rétegek nem terhelik a teherviselő vb. lemezt.

1.2.2. Tetőszerkezet

1.2.2.1. Tetőzet (hagyományos faanyagú magas tetőszerkezet)

	vastagság	kN/m ³	súly*	
cserép fedés	1	0,60	0,60	
cseréplécezés	0,004	7,00	0,03	
ellenlécezés	0,002	7,00	0,01	
tetőfólia	1,00	0,01	0,01	
szaruzat	1,00	0,20	0,20	
állandó teher :			0,65	kN/m ²
szerkezet			0,20	kN/m ²
ÖSSZESEN			0,85	kN/m ²

A tető hajlásszöge 21 , a tetősíkban változik az önsúly.

α	cos(α)	súly*	súly**	
21,00	0,93	0,85	0,91	kN/m ²

* vetületi teher
** önsúly tetősíkban

	vastagság	kN/m ³	súly*
horganylemez fedés	1,00	0,07	0,07
OSB aljzat	0,04	7,00	0,28
fa tartóváz	1,00	0,09	0,09
fa burkolat	0,02	11,00	0,22
állandó teher :			0,57
szerkezet			0,09
ÖSSZESEN			0,66

kN/m²

kN/m²

kN/m²

1.2.3 Egyéb szerkezetek

1.2.3.1 Lépcső

	vastagság	kN/m ³	súly*
burkolat + kiegy.	0,02	18,00	0,36
vasbeton átlag szerk.	0,18	25,00	4,50
vakolat	0,02	18,00	0,27
korlát	2,00	0,32	0,63
állandó teher			1,26
szerkezet			4,50
ÖSSZESEN			5,76

kN/m²

kN/m²

kN/m²

1.2.3.2 Autóbeálló út, járdák

	vastagság	kN/m ³	súly*
térburkolat	0,02	22,00	0,44
ágyazat	0,04	19,00	0,76
tömörített kőzúzalék	0,10	23,00	2,30
feltöltés	0,15	18,00	2,70
állandó teher			1,20
szerkezet			2,3
ÖSSZESEN			6,20

kN/m²

kN/m²

kN/m²

1.2.4. Függőleges szerkezetek terhei

1.2.4.1 Teherviselő falak

parciális tényező γGsup = 1,35

1.2.4.1.1 Vakolt falazat

külső fal	tipus :	falazott	v (m)	kN/m ³	súly
		vékonyvakolat	0,01	22,00	0,11
		vázkerámia falazóelem	0,30	12,00	3,60
		EPS hőszigetelés	0,10	0,15	0,02
		kapart nemesvakolat	0,02	18,00	0,36
		összesen :			4,09
		emelet magasság (m):	2,75		11,23

kN/m²

kN/fm

1.2.4.1.2 falazat kőburkolattal

külső fal	tipus :	falazott	v (m)	kN/m ³	súly
		vékonyvakolat	0,01	22,00	0,11
		vázkerámia falazóelem	0,30	12,00	3,60
		EPS hőszigetelés	0,07	0,15	0,01
		kőburkolat	0,03	20,00	0,60
összesen :					4,32 kN/m ²
emelet magasság (m):				2,75	11,88 kN/fm

1.2.4.1.3 falazat faburkolattal

külső fal	tipus :	falazott	v (m)	kN/m ³	súly
		vakolat	0,01	22,00	0,11
		vázkerámia falazóelem	0,30	12,00	3,60
		EPS hőszigetelés	0,08	0,15	0,01
		burkolattartó lécváz	2,00	0,01	0,03
		faburkolat	0,02	11,00	0,22
összesen :					3,97 kN/m ²
emelet magasság (m):				2,75	10,91 kN/fm

1.2.4.1.4 Lábazati fal

külső fal	tipus :	félmonolit	v (m)	kN/m ³	súly
		zsalukő	0,30	25,00	7,50
		XPS hőszigetelés	0,10	0,40	0,04
		kőburkolat	0,05	31,00	1,55
összesen :					9,09 kN/m ²
emelet magasság (m):				0,9	8,18 kN/fm

1.2.4.1.4 zsalukő fal (30cm)

külső fal	tipus :	félmonolit	v (m)	kN/m ³	súly
		vakolat	0,01	22,00	0,22
		zsalukő	0,30	25,00	7,50
		XPS hőszigetelés	0,10	0,40	0,04
		vízszigetelés	1,00	0,05	0,05
		szig. Tartó fal, zsalukő	0,15	25,00	3,75
összesen :					11,56 kN/m ²
emelet magasság (m):				2,5	28,90 kN/fm

1.3

ESETLEGES HATÁSOK

(Meteorológiai, hasznos, stb terhek)

1.3.1

Födémek hasznos terhei

parciális tényező $\gamma_Q =$

1,5

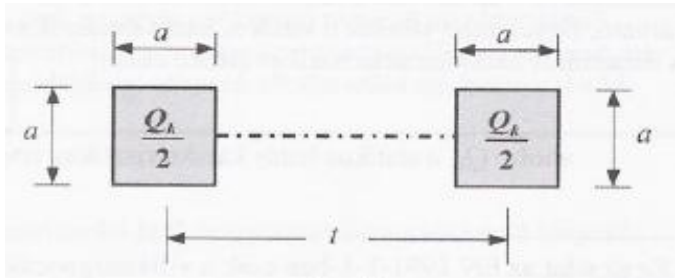
jellemző használat		alapérték	alapérték
		[kN/m2]	[kN]
"A"	tartózkodási célú	2,00	2,00
	padlások	1,50	2,00
	lépcső, erkély	3,00	3,00
"B"	Irodák	3,00	4,50
"C1"	asztalokkal berendezett helyiségek	3,00	4,00
"C2"	rögzített ülőhelyes termék	4,00	4,00
"C3"	emberi mozgást nem akadályozó berendezésű födémek	5,00	4,00
"C4"	összehangolt tömegek által használt területek	5,00	7,00
"C5"	tömegrendezvények céljára szolgáló födémterületek	5,00	4,50
"D1"	kiskereskedelem üzlethelyiségei	4,00	4,00
"D2"	áruházak	5,00	7,00
"E1"	Raktár	7,50	7,00
"E2"	Ipari csarnokok közbenső födémei		
"F"	könnyű gépjárművel járható födém	2,50	20,00
"G"	nehézgépjárművel járható födém	5,00	90,00
"H"	nem játható tetők $\leq 10^\circ$	0,40	1,00
	nem játható tetők $\leq 20^\circ$	0,00	1,00
	nincs külön héjalás	-	1,50
"I"	járható tetők		
"K"	különleges cél		

1.3.1.1

Járművek tengelyterhei

parciális tényező $\gamma_Q =$

1,5



Tengelyteher (Q_k)	20,00	kN
terhelt felület	2,00	db
terhelt felület	100,00	mm
keréktávolság	1,80	m

Tehát a felületen megoszló erő:

terhelt felület	0,01 m ²
teher	10 kN
fajlagos teherintenzitás	1000 kN/m ²

1.3.2 Hasznos teher értékét csökkentő tényező

1.3.2.1 záró födém

Födémterület szerinti tényező:

Alkalmazható, ha $\psi_0 \geq \alpha_A$

$$\alpha_A = \frac{5}{7} \psi_0 + \frac{A_0}{A} \leq 1,0$$

ψ_0	0,70	[-]
A_0	10,00	m2
A	50,94	m2
α_A	0,70	[-]

Szintek száma szerint:

$$\alpha_n = \frac{2 + (n - 2) \psi_0}{n}$$

n - A szerkezeti elemet terhelő, azonos használati osztályba tartozó szintek száma

n=0 < 2 , tehát nem lehet használni a képletet

1.3.2.2 földszinti födém

Födémterület szerinti tényező:

Alkalmazható, ha $\psi_0 \geq \alpha_A$

ψ_0	0,70	[-]
A_0	10,00	m2
A	180,27	m2
α_A	0,56	[-]

Szintek száma szerint:

n - A szerkezeti elemet terhelő, azonos használati osztályba tartozó szintek száma

n=1 < 2 , tehát nem lehet használni a képletet

1.3.3 Válaszfalak helyettesítő terhei

parciális tényező $\gamma_Q =$ 1,5

jellemző használat	alapérték [kN/fm]	alapérték [kN/m2]
könnyű szerelt válaszfal	1,00	0,50
10cm-es vakolt kerámia válaszfal	3,50	2,00

A további számításokban a válaszfalak kN/m² értékével számolunk. A modellezésben megoszló teherként fog megjelenni.

jellemző használat		vizsgált szerkezeti elem	dinamikus tényező φ
"C4" "C5" "E1" "E2"	összehangolt tömegek által használt területek, tömegrendezvények céljára szolgáló födémterületek, raktár, ipari csarnokok közbenső födémei	födém	1,30
		fal, oszlop	1,10
		alapozás	1,00
"E1" "E2"	darupályák függőleges keréknyomása	födém	1,10-1,20
		fal, oszlop	1,10-1,21
		alapozás	1,00
"E1" "E2"	emelővillás targoncák koncentrált terhe	függőleges	1,40 - 2,00
		vízszintes	
"C" "D" "E1" "E2"	szállítójárművek, fenntartási célú eszközök koncentrált terhei	födém	1,00
		födém, tetőfödém	
"K"	helikopter	tetőfödém	1,40

1.3.5

Hóteher

parciális tényező $\gamma_Q =$

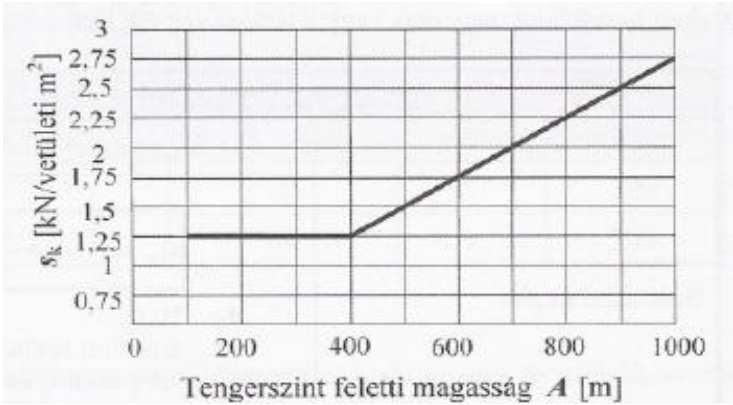
1,5

Tetők hóterhének karakterisztikus értéke: $s=C_e \cdot C_t \cdot u_i \cdot s_k$

1.3.5.1

A felszíni hóteher

Az épület alapsíkja 120 mAf épült, a magasság függvényében a hóteher értéke a következő ábra szerint változik.



Tehát 400 mAf-i magasság alatt $s_k=1,25 \text{ kN/m}^2$

400 mAf-i magasság fölött

$$s_k = 1,25 + \frac{A - 400}{400}$$

kN/m²

A	109	m
s _k	1,25	kN/m ²

1.3.5.2

A szél hatását figyelembe vevő tényező

terep jellege	C _e
szokásos	1,00 [-]

A terepviszonyok, a szomszédos építmények és a növényzet miatt a szél nem hordja el jelentős mennyiségben a havat a tetőkről.

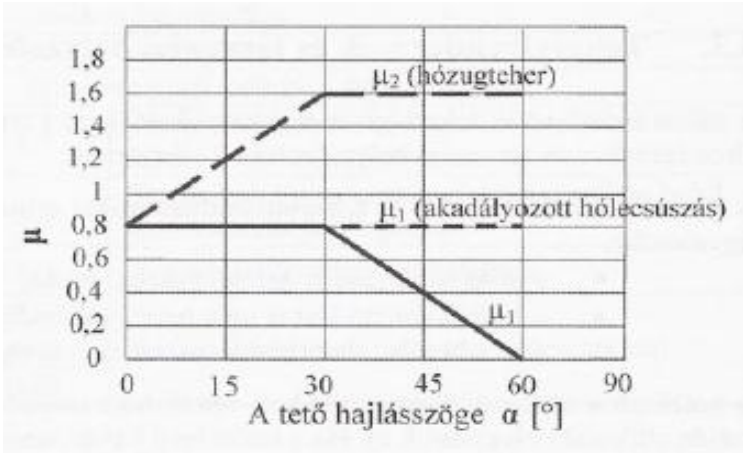
1.3.5.3 A hőmérsékleti tényező

terep jellege	C _t
általában	1,00 [-]

Nagy hőátbocsátási tényezőjű tetőknél (>1 W/m²K), ha a tető alatti tér folyamatosan fűtött, akkor lehet Ct<1. Jelen építész tervben a zárófödém hőszigetelt, így Ct=1,0.

1.3.5.4 Alaki tényezők

A hőteher alaki tényezői a tető hajlásszögétől függően a következő ábra szerint változik:



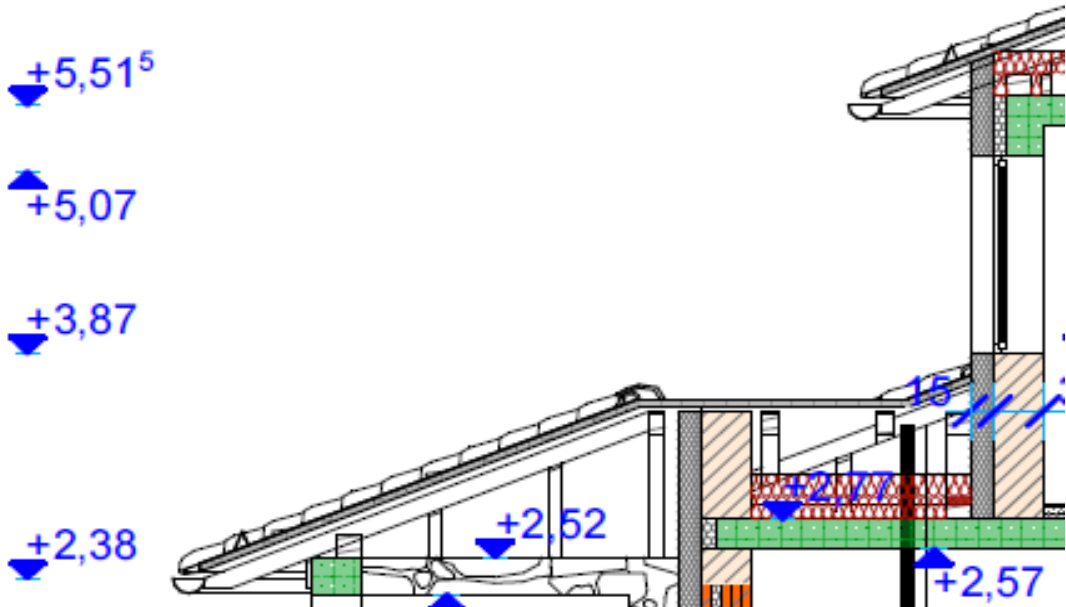
Táblázatos formában pedig:

Alaki tényező	A tető hajlásszöge (α)		
	0° ≤ α ≤ 30°	30° < α < 60°	α ≥ 60°
μ ₁	0,8	0,8(2- α/30)	0
	0,8 (akadályozott hólecsúszás ⁽¹⁾)		0 ⁽²⁾
μ ₂	0,8(1+ α/30)	1,6	-

α	21	fok
μ ₁	0,80	[-]
μ ₂	1,36	[-]

μ₁ - akadálymentes hólecsúszás
μ₂ - hózugteher

1.3.6.4.1 terasz bádogozás dél



μ_s - a felső tetőszakaszról lecsúszó hó mennyiséghez tartozó alaki tényező
 μ_w - a szél átrendező hatásához tartozó alaki tényező
 $\mu_{w,2}$ - konzol végén az alaki tényező
 l_s - a lecsúszott hó távolsága

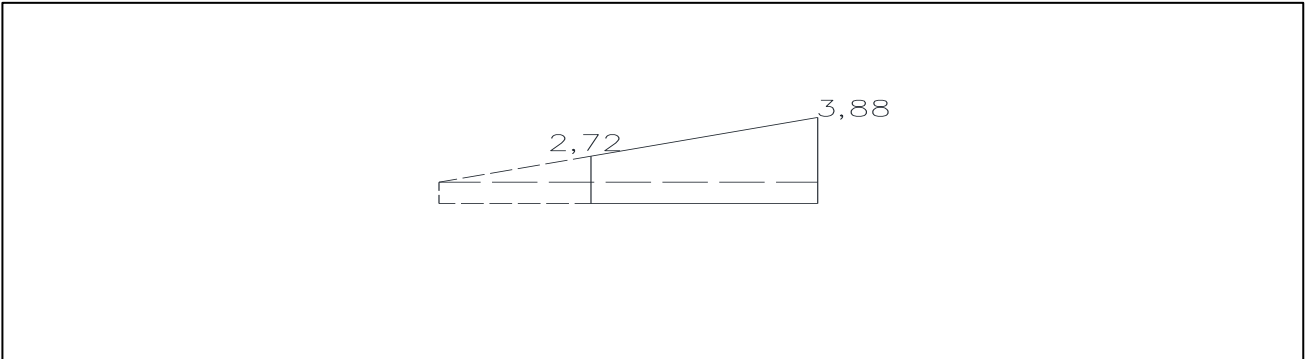
A tető halásszöge $\alpha=21^\circ$
megülepedő hó térfog $\gamma_{set} = 2,00 \text{ kN/m}^3$

Az alaki tényezőket a szabvány szerint a következő táblázatból számolhatjuk ki :

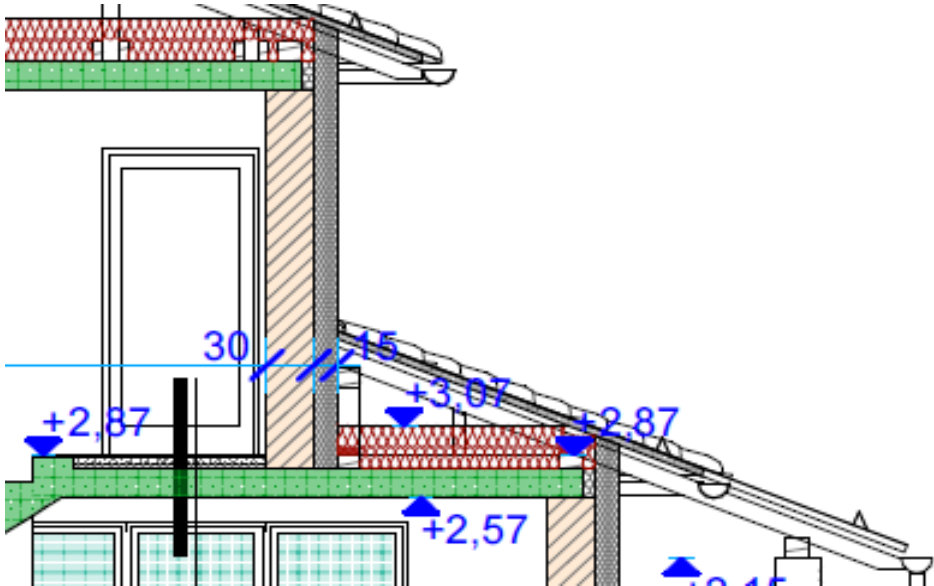
μ_s és μ_w alaki tényezők		
	$\alpha \leq 15^\circ$	$\alpha > 15^\circ$
μ_s	$\mu_s = 0$	$\mu_s = \mu_1(\alpha) \cdot \left(\frac{b_3}{l_s}\right)$
μ_w	$\mu_w = \min\left\{4,0 ; \frac{b_1 + b_2}{2h} ; \frac{\gamma_{set} h}{s_k}\right\}$ de $\mu_w \geq 0,8$	

, ahol:
 $l_s = \min\{5\text{m} ; 2h\}$ de $l_s \leq 15\text{m}$

α	21,00	fok
μ_1	0,80	[-]
b_1	10,00	m
b_2	1,50	m
b_3	5,00	m
h	2,00	m
l_s	4,00	m
μ_s	1,00	[-]
μ_w	2,88	[-]
$\mu_s+\mu_w$	3,88	[-]
$\mu_s+\mu_w'$	2,72	[-]



1.3.5.4.2 félnyeregteső hófelhalmozódás észak



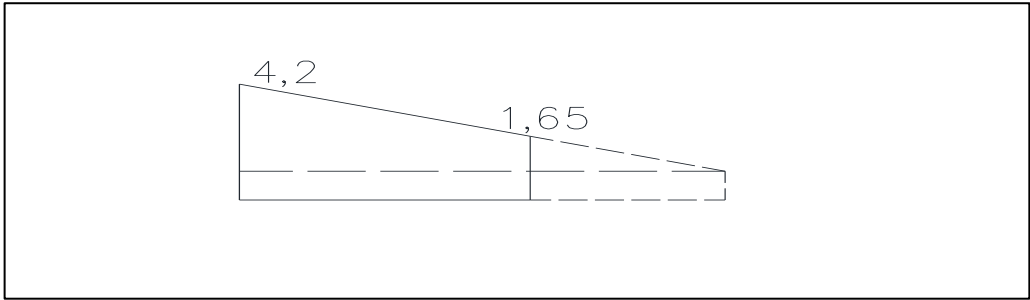
A tető halásszöge $\alpha=21$
megüledő hó térfog $\gamma_{set} = 2,00 \text{ kN/m}^3$

Az alaki tényezőket a szabvány szerint a következő táblázatból számolhatjuk ki :

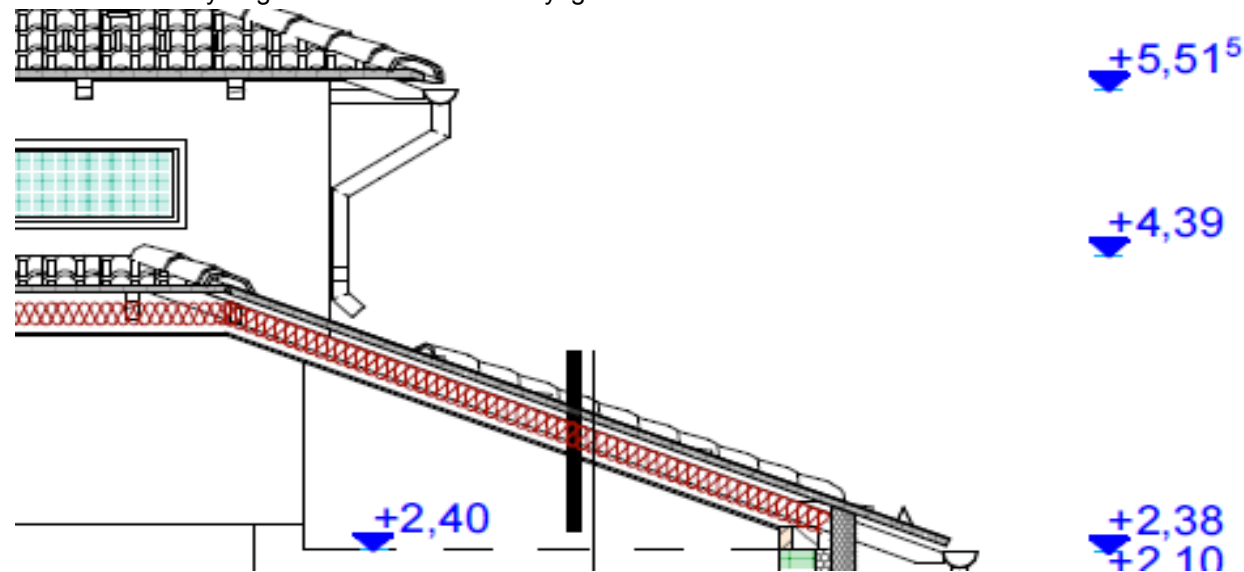
μ_s és μ_w alaki tényezők		
	$\alpha \leq 15^\circ$	$\alpha > 15^\circ$
μ_s	$\mu_s = 0$	$\mu_s = \mu_1(\alpha) \cdot \left(\frac{b_1}{l_s}\right)$
μ_w	$\mu_w = \min\left\{4,0; \frac{b_1 + b_2}{2h}; \frac{\gamma_{set} h}{s_k}\right\}$ de $\mu_w \geq 0,8$	

, ahol:
 $l_s = \min\{5\text{m}; 2h\}$ de $l_s \leq 15\text{m}$

α	21,00	fok
μ_1	0,80	[-]
b_1	10,00	m
b_2	3,00	m
b_3	5,00	m
h	2,00	m
l_s	4,00	m
μ_s	1,00	[-]
μ_w	3,20	[-]
$\mu_s + \mu_{w2}$	4,20	[-]
$\mu_s + \mu_{w2}'$	1,65	[-]



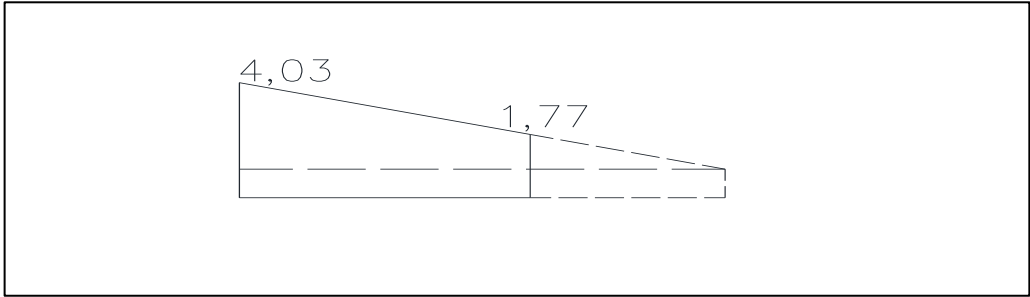
1.3.6.4.3 félnyeregterető hófelhalmozódás nyugat



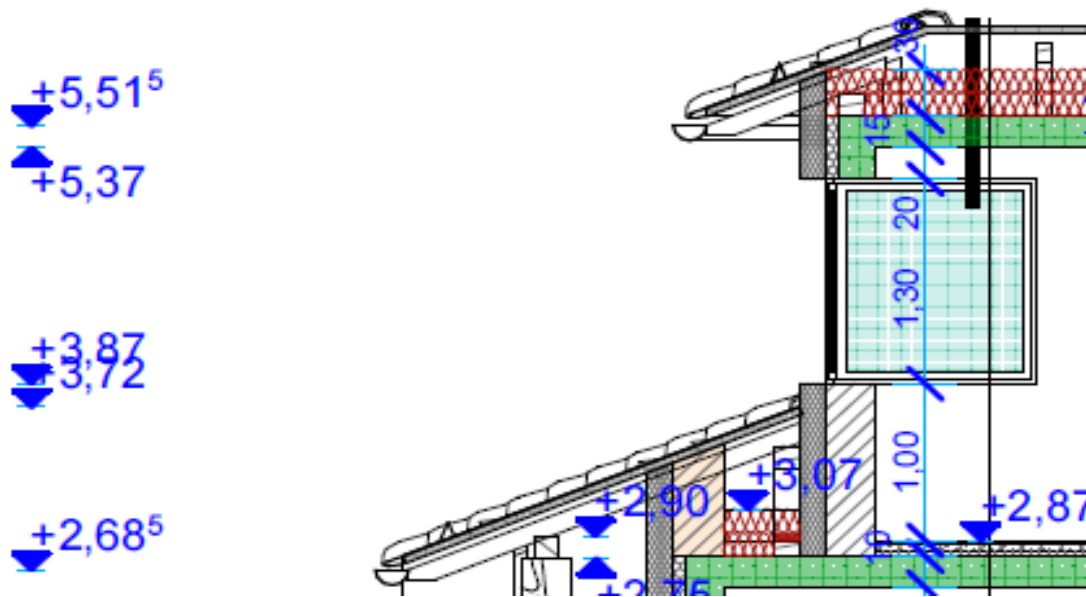
A tető halásszöge $\alpha=21$
megüledő hó térfog $\gamma_{set} = 2,00 \text{ kN/m}^3$

Az alaki tényezőket a szabvány szerint a következő táblázatból számolhatjuk ki :

α	21,00	fok
μ_1	0,80	[-]
b_1	9,50	m
b_2	2,80	m
b_3	4,75	m
h	2,00	m
l_s	4,00	m
μ_s	0,95	[-]
μ_w	3,08	[-]
$\mu_s+\mu_{w3}$	4,03	[-]
$\mu_s+\mu_{w3}'$	1,77	[-]



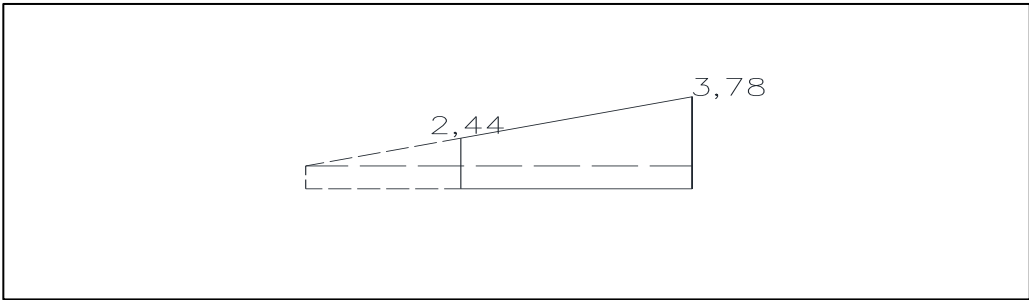
1.3.5.4.4 félnyeregtető hófelhalmozódás Kelet



A tető halásszöge $\alpha=21$
megüledő hó térfog $\gamma_{set} = 2,00 \text{ kN/m}^3$

Az alaki tényezőket a szabvány szerint a következő táblázatból számolhatjuk ki :

α	21,00	fok
μ_1	0,80	[-]
b_1	9,50	m
b_2	1,80	m
b_3	4,75	m
h	2,00	m
l_s	4,00	m
μ_s	0,95	[-]
μ_w	2,83	[-]
$\mu_s+\mu_{w4}$	3,78	[-]
$\mu_s+\mu_{w4}'$	2,44	[-]



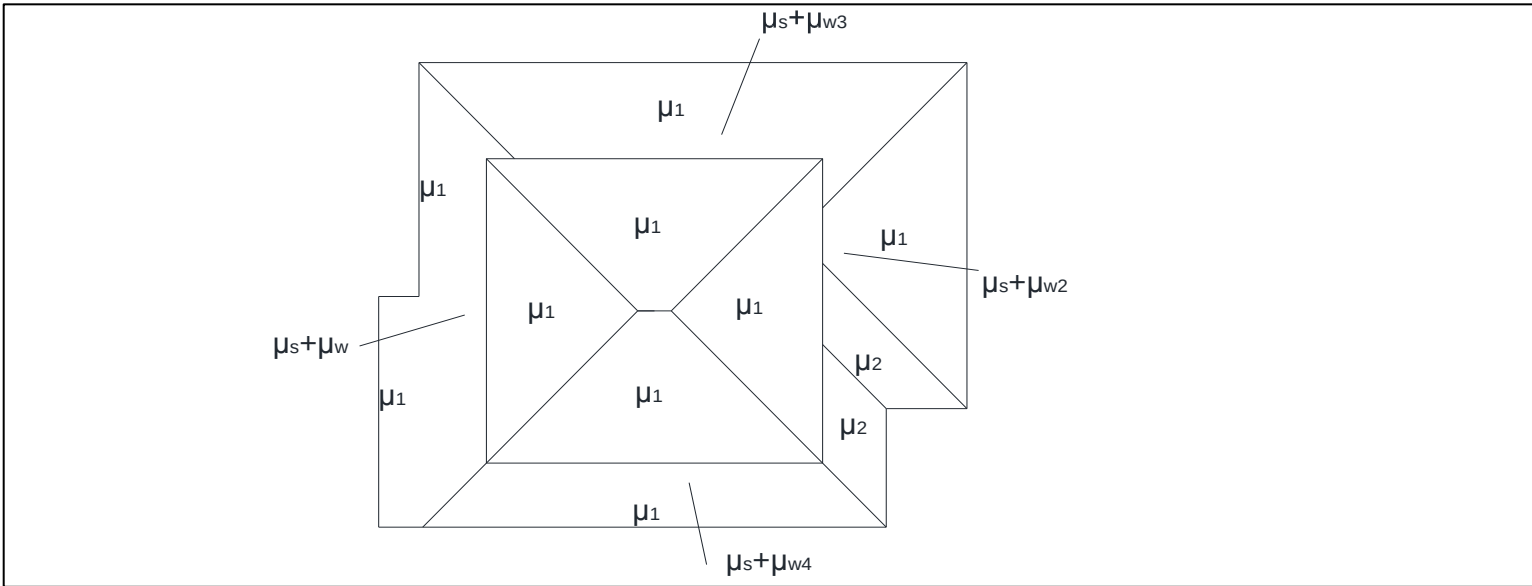
1.3.5.4.5 Magasabb szerkezetekhez kapcsolódó tetők - kémény

A kémény szélessége nem elég nagy, hogy fel tudjon halmozódni a hó, így nem kell hózugteherrel számolni.

1.3.5.5. Tetők hóterhének karakterisztikus értéke

$s=C_e\cdot C_t\cdot u_i\cdot s_k$

			μ	s [kN/m ²]	s átlag [kN/m ²]
tető	μ_1		0,80	1,00	1,00
tető (vápá)	μ_2		1,36	1,70	1,70
Előtető bádогоzás Dél	$\mu_s+\mu_w$		3,88	4,84	4,12
	$\mu_s+\mu_w'$		2,72	3,40	
Észak	$\mu_s+\mu_{w2}$		4,20	5,25	4,33
	$\mu_s+\mu_{w2}'$		2,72	3,40	
Nyugat	$\mu_s+\mu_{w3}$		4,03	5,03	3,62
	$\mu_s+\mu_{w3}'$		1,77	2,21	
Kelet	$\mu_s+\mu_{w4}$		3,78	4,72	3,88
	$\mu_s+\mu_{w4}'$		2,44	3,05	



1.3.5.6 A hóteher, mint rendkívüli teher

A vizsgálat mellőzésének feltétele: $s \geq 0,7g_k$

	s [kN/m ²]	0,7	g_k [kN/m ²]	g_k [kN/m ²]	vizsgálat
tető	1,00	0,70	0,91	0,64	igen
tető (vápá)	1,70	0,70	0,91	0,64	igen
előtető bádогоzás	4,12	0,70	5,38	3,76	igen
Észak	4,33	0,70	0,91	0,64	igen
Nyugat	3,62	0,70	0,91	0,64	igen
Kelet	3,88	0,70	0,91	0,64	igen

* a hóteher karakterisztikus értékeinek átlaga szerepel

1.3.5.6.1 A kivételes felszíni hótehet tervezési értéke

A tetők kivételes hóterhe a kivételes felszíni hóteherből ugyanúgy határozható meg, mint szokásos körülmények esetén. Az alaki tényezők változatlanul érvényesek, a felszíni hóteher s_k karakterisztikus értéke helyett s_{Ad} értékét kell használni

$s_{Ad} = C_{esl} \cdot s_k = 2,0 s_k \text{ [kN/m}^2\text{]}$

		μ	Sad	
tető	μ_1	0,80	2,00	kN/m ²
tető (vápa)	μ_2	1,36	3,40	kN/m ²
előtető bádogoz	$\mu_s + \mu_w$	3,88	9,69	kN/m ²
	s	2,72	6,80	kN/m ²
Észak	$\mu_s + \mu_{w2}$	4,20	10,50	kN/m ²
	s	2,72	6,80	kN/m ²
Nyugat	$\mu_s + \mu_{w3}$	4,03	10,06	kN/m ²
	s	1,77	4,42	kN/m ²
Kelet	$\mu_s + \mu_{w4}$	3,78	9,44	kN/m ²
	s	2,44	6,09	kN/m ²

A tető szélén túlnyúló hóból származó többletteher

Az ide vonatkozó előírásokat csak 800 m tengerszint feletti magasság estén kell figyelembe venni.

1.3.6.2 Szélteher

Épületmagasság

$Ze := 7.45 \text{ m}$

Átlagos szélesebesség alapértéke

$C_{dir} := 1$
 $C_{season} := 1.0$
 $vb0 := 23.6 \frac{m}{s}$
 $vb := C_{dir} \cdot C_{season} \cdot vb0 = 23.6 \frac{m}{s}$

Átlagos szélesebesség a magasság függvényében

Domborzati tényező

$C_{0z} := 1.0$

Felületi érdesség mértéke

$Z0 := 0.3 \text{ m}$

Minimálisan figyelembe veendő magasság

$Z_{0ii} := 0.05 \text{ m}$

Tereptényező

$kr := 0.19 \left(\frac{Z0}{Z_{0ii}} \right)^{0.07} = 0.215$

Érdességi tényező

$Crz := kr \cdot \ln \left(\frac{Ze}{Z0} \right) = 0.692$
 $vmz := Crz \cdot C_{0z} \cdot vb = 16.328 \frac{m}{s}$

Turbulencia hatása

A szélesebesség ingadozásának intenzitási tényezője

$L_{vz} := \frac{1}{C_{0z} \ln \left(\frac{Ze}{Z0} \right)} = 0.311$

Torlónyomás alapértéke

A levegő sűrűsége

$\rho := 1.25 \frac{kg}{m^3}$
 $qb := \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot vb^2 \cdot 10^{-3} = 0.348 \frac{kN}{m^2}$

Torlónyomás csúcscértéke Z magasságban

$q_{pz} := (1 + 7 \cdot L_{vz}) \cdot \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot vmz^2 \cdot 10^{-3} = 0.53 \frac{kN}{m^2}$

Terep (beépítési) kategóriák	
jel	A terep jellemzése
III	Alacsony beépítés: külvárosi vagy ipari övezetek; erdők

Épületmagasság: 8,0m8,0

Átlagos szélesség alapértéke

Cdir=1
Cseason=1,0
vb0=23,6 m/s
vb=Cdir*cseason*vb0=23,6 m/s23,6

Átlagos szélesség a magasság függvényében:

Domborzati tényező	C0z=1,0	1,0
Felületi érdesség mértéke	Z0=0,3 m	0,3
Minimális figyelembe veendő magasság:	Z0u= 0,05 m	0,05
Tereptényező:	kr=0,19(z0/Z0u)0,7=	0,215
	Z0/Z0u=	61,79176
Érdességi tényező:	Crz=	0,7059341
	vmz=Crz*C0z*vb=	16,660044 m/s
Turbulencia hatása:	Lvz=	0,305
Törlőnyomás alapértéke:	ro=	1,25 kg/m3
	qb=	0,3481

Törlőnyomás csúcsértéke Z magasságban:

qpz=	0,543
------	-------

1.3.6.2

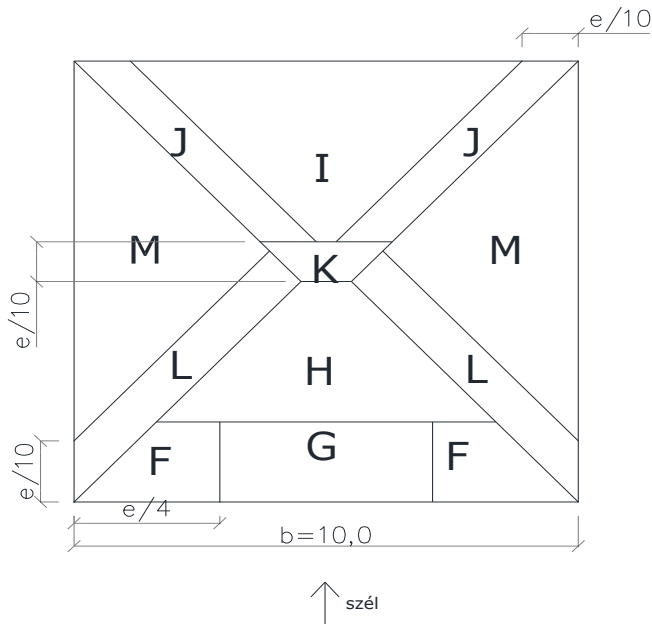
Kontyolt nyeregtető külső nyomási zónái

1.3.6.2.1

Keresztirányú szélre

	[m]
b	10,00
d	9,50
h	8,00
e[$\min(b;2h)$]	10,00
e/4	2,50
e/10	1,00

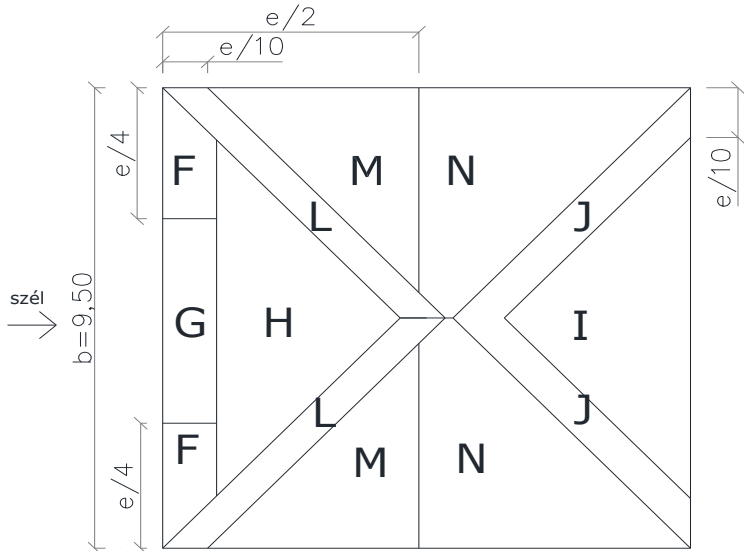
A geometriai feltételekben a "b" mindig a szélirányra merőleges szakasz, "d" pedig széliránnyal párhuzamos. Az "e/x" szakasz az alábbi rajzokon feltüntetett zónák határait jelöli.



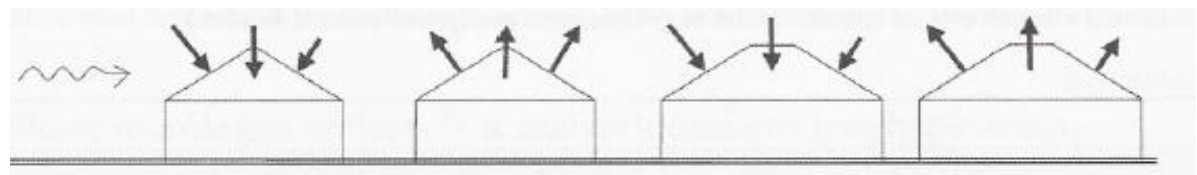
1.3.6.2.2

Hosszirányú szélre

	[m]
b	9,50
d	10,00
e[$\min(b;2h)$]	9,50
e/2	4,75
e/4	2,38
e/10	0,95



1.3.6.2.3 Tető terhelési esetei



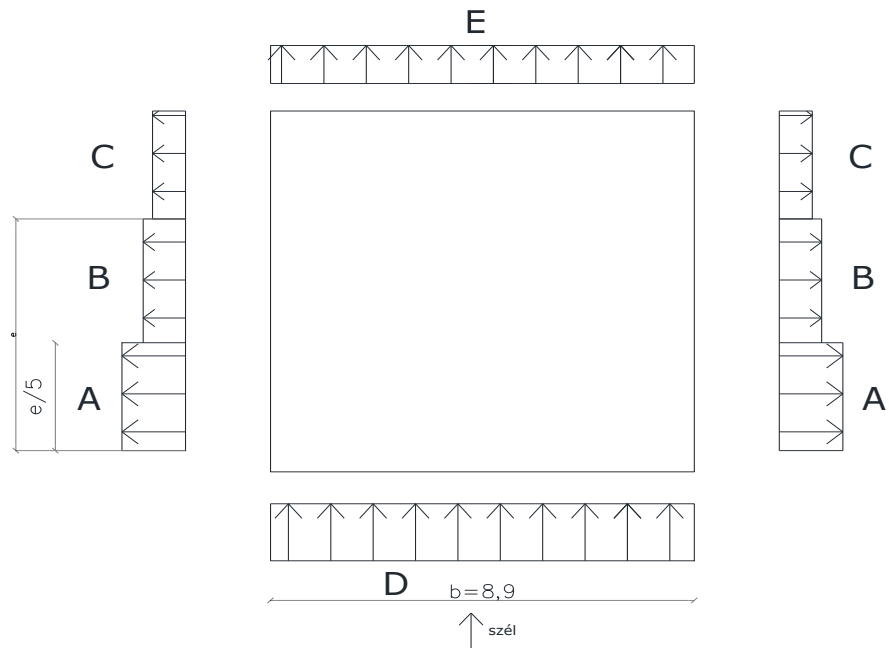
A tetőn csak szélszívás vagy csak szélnyomás lehet és a szabvány nem határoz meg szélvédett oldalon (I, J, K zóna) maximum és minimum értékeket, tehát négy terhelési eset lehetséges :

- 1. Keresztirányú szívás
- 2. Keresztirányú nyomás
- 3. Hosszirányú szívás
- 4. Hosszirányú nyomás

1.3.6.3 Külső függőleges felületek nyomási zónái

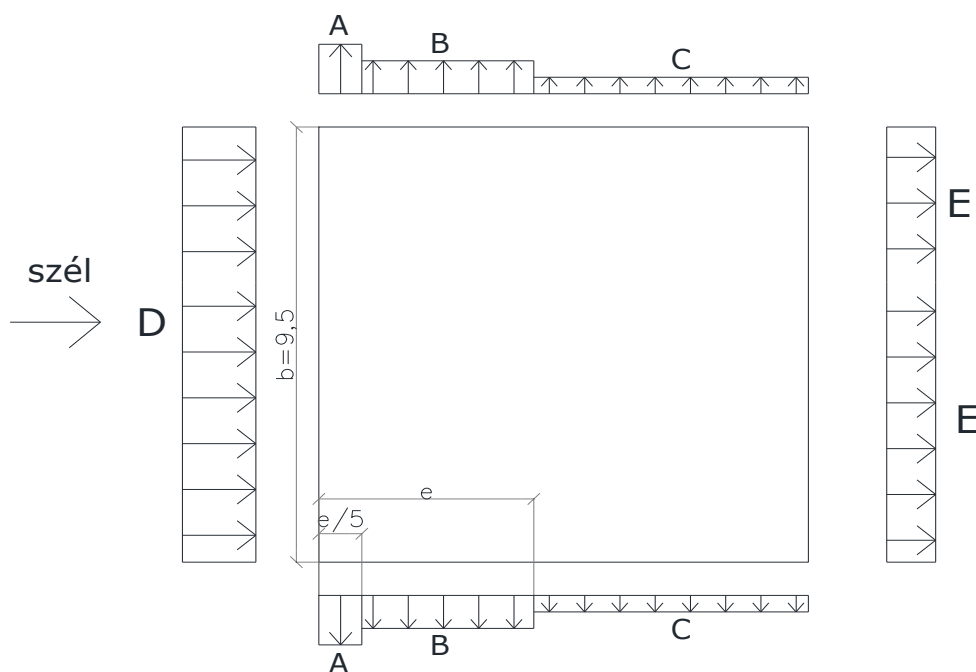
1.3.6.3.1 Emeleti alaprajz : Keresztirányú szélre $2h=2\cdot3,75=7,5$

	[m]
$e[\min(b;2h)]$	7,50
$e/5$	1,50



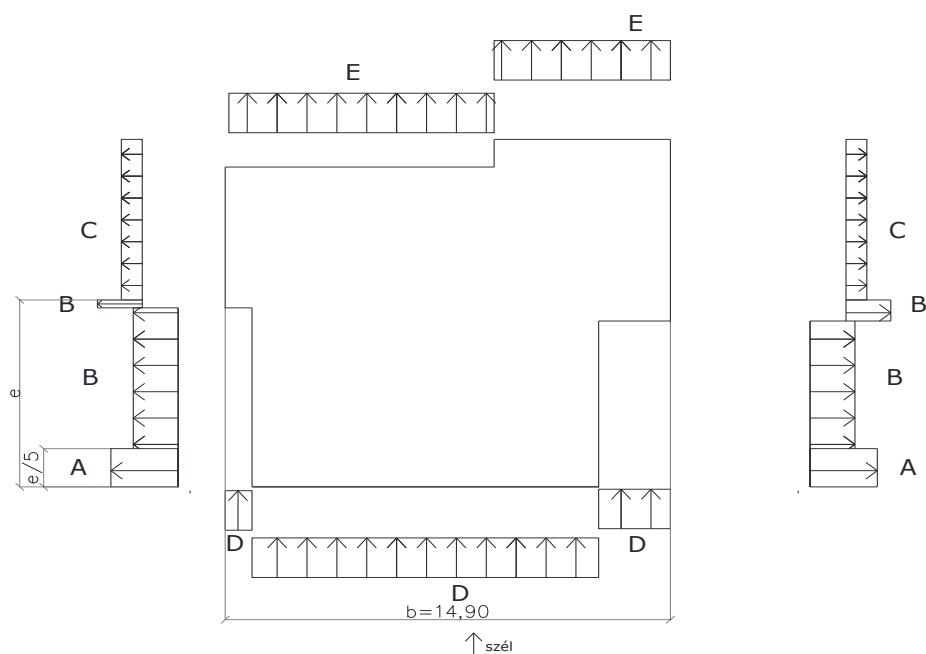
1.3.6.3.2 Emeleti alaprajz : Hosszirányú szélre

	[m]
$e[\min(b; 2h)]$	7,50
$e/5$	1,50

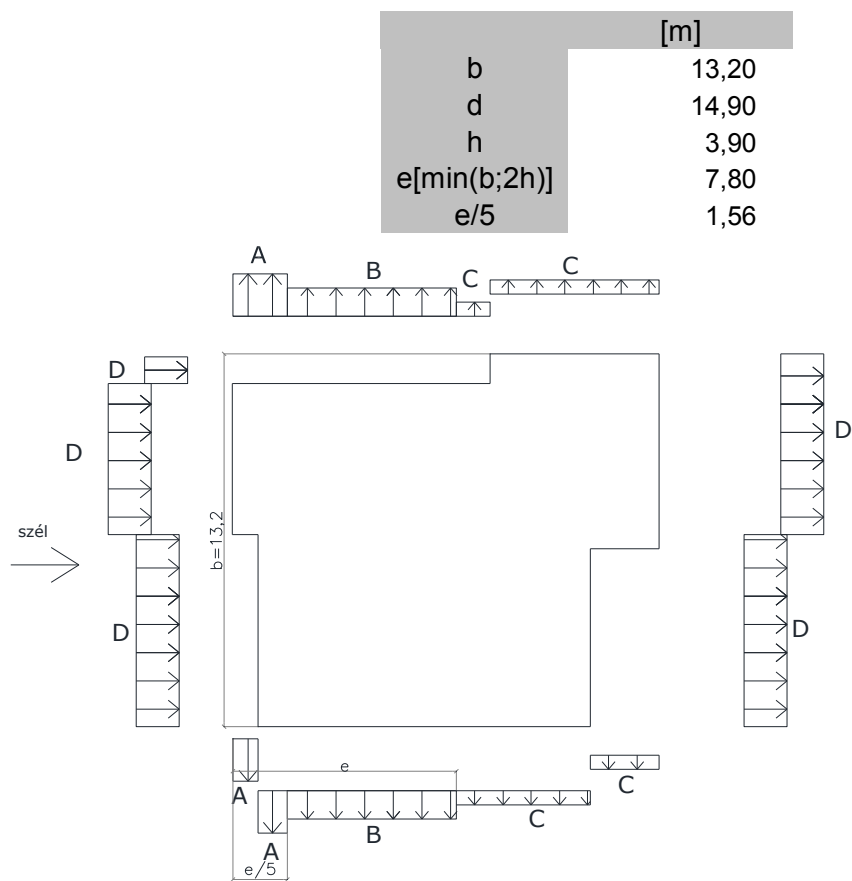


1.3.6.3.3 Földszinti alaprajz : Keresztirányú szélre

	[m]
b	14,90
d	13,20
h	3,90
e[min(b;2h)]	7,80
e/5	1,56

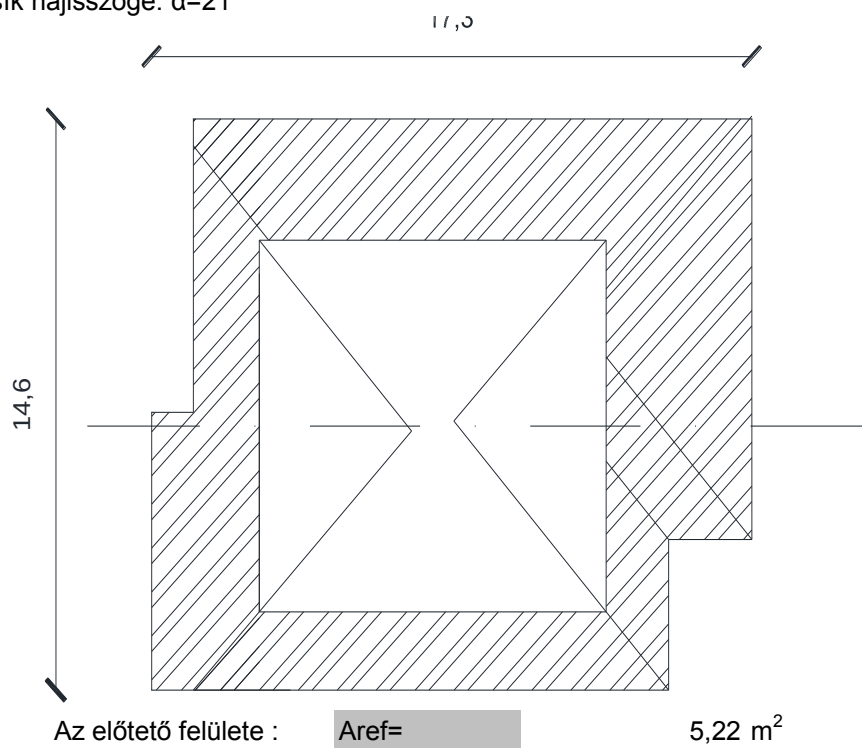


1.3.6.3.4 Földszinti alaprajz : Hosszirányú szélre

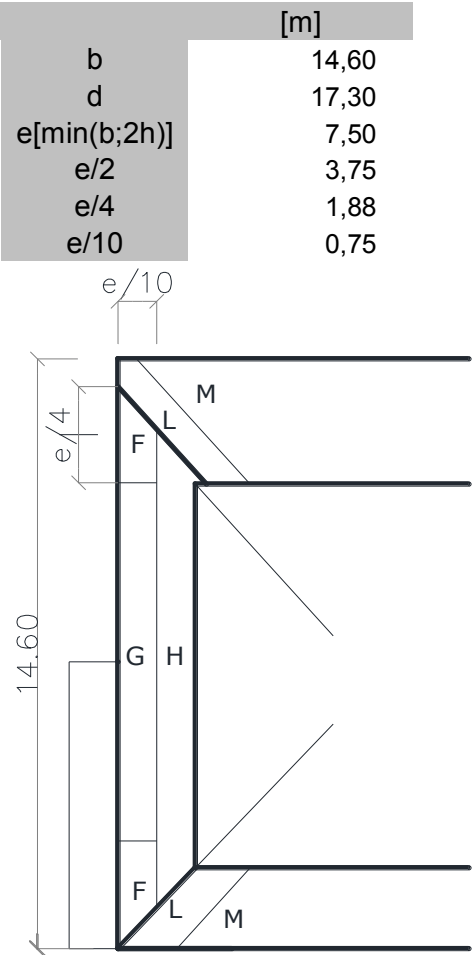


1.3.6.4 Előtető nyomási zónái

A tető sík hajlásszöge: $\alpha=21^\circ$

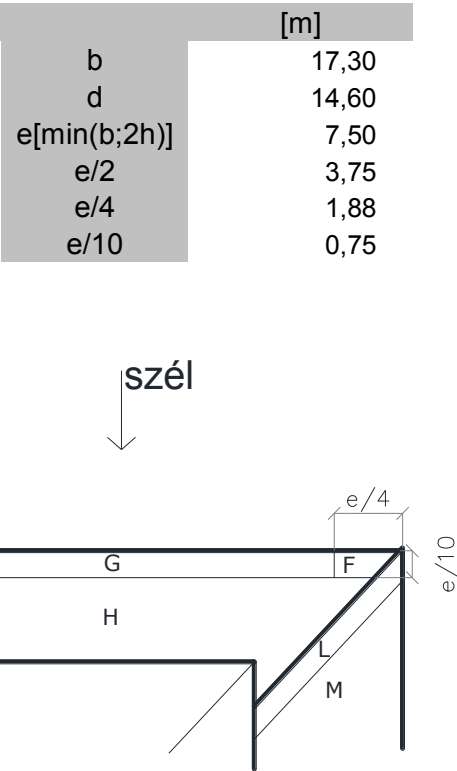


h= 3,75

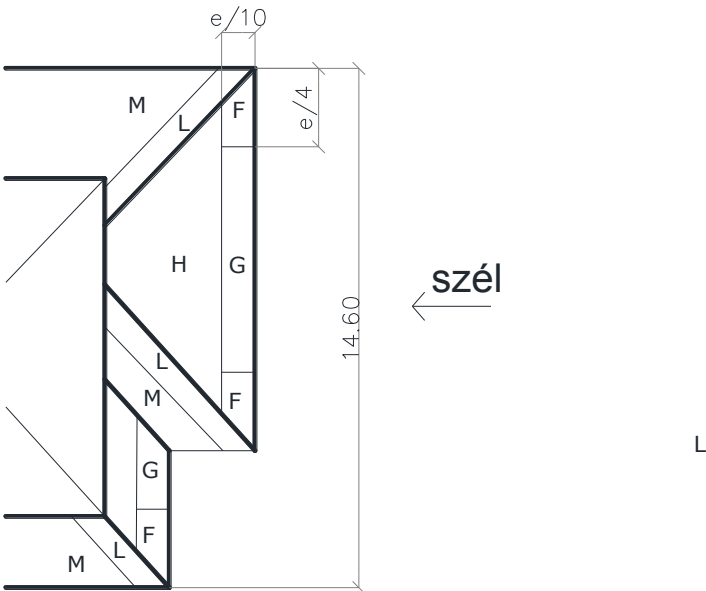


Nyugat

h= 3,75



Észak			[m]
		b	17,30
		d	14,60
		e[min(b;2h)]	7,50
		e/2	3,75
		e/4	1,88
		e/10	0,75



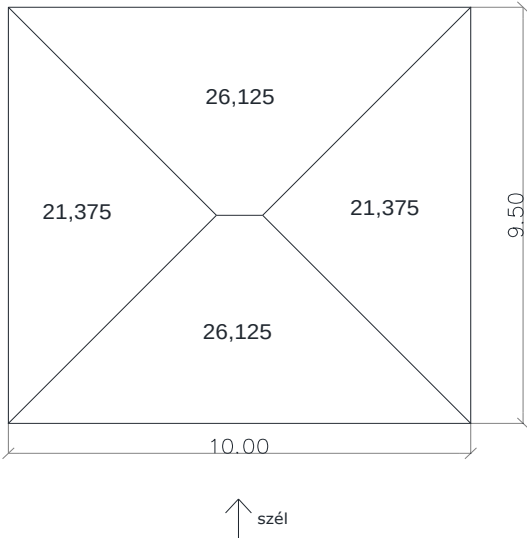
1.3.6.5 Felületi szélsúrlódás

1.3.6.5.1 A felületi szélsúrlódásból származó erő figyelmen kívül hagyható, ha a széliránnyal párhuzamos (vagy azzal csak kis szöget bezáró) összes felület kisebb vagy egyenlő, mint az összes szélirányra merőleges külső, függőleges felület (a szélárnyékos oldalt is beleértve).

$$\Sigma A_{\text{parallel}} \leq \Sigma A_{\text{perpendicular}}$$

A z_e referenciamagasság az épület legnagyobb magassága: $z_e = 8$

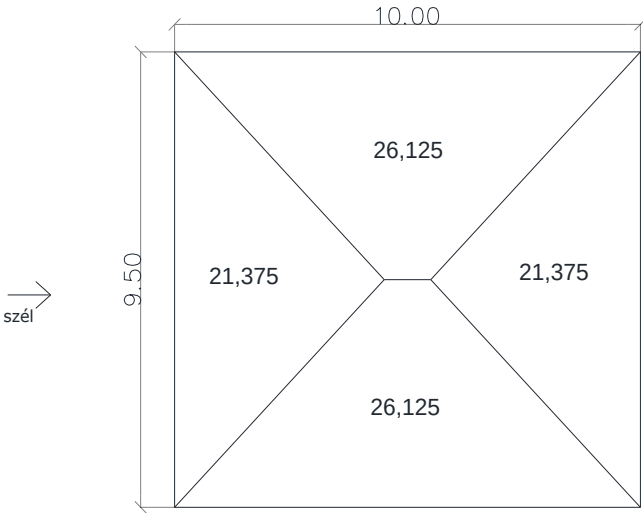
keresztirányú szél



h [m]	szélesség [m]	felület	
		párhuzamos [m ²]	merőleges [m ²]
2,20	9,50	20,90	-
2,20	9,50		-
			-
2,20	10,00	-	22,00
összesen:		20,90	22,00 m ²

1.3.6.5.2 A szélsúrlódás figyelmen kívül hagyható

Hosszirányú szél



h [m]	szélesség [m]	felület	
		párhuzamos [m ²]	merőleges [m ²]
2,20	10,00	20,00	-
2,20	10,00		-
2,20	9,50	-	20,90
összesen:		20	20,9 m ²

1.3.6.5.3 A szélsúrlódás figyelmen kívül hagyható

A szélsúrlódáshoz tartozó referencia felület

Zárt épületeknél az épület körüli légáramlatok sajátosságai miatt kieső felületrészekkel csökkentett, széliránnyal párhuzamos külső felület a következő ábra szerint mérhető.

A szélsúrlódáshoz tartozó erőt egységnyi felületre kell kiszámolni [m²].

	[m]
b	9,50
d	10,00
h	8,00
min[b;2h]	19,00

1.3.6.6 Alaki tényezők

1.3.6.6.1 Tető

Kontyolt tetőre vonatkozó táblázatból interpolálva.

Tető				
α	21	szívás	nyomás	
F	C _{pe,10}	-0,74	0,32	[-]
	C _{pe,1}	-1,80	0,32	[-]
G	C _{pe,10}	-0,68	0,40	[-]
	C _{pe,1}	-1,50	0,40	[-]
H	C _{pe,10}	-0,26	0,28	[-]
	C _{pe,1}	-0,26	0,28	[-]
I	C _{pe}	-0,46	-	[-]
J	C _{pe,10}	-0,88	-	[-]
	C _{pe,1}	-1,38	-	[-]
K	C _{pe,10}	-0,92	-	[-]
	C _{pe,1}	-1,40	-	[-]
L	C _{pe,10}	-1,40	-	[-]
	C _{pe,1}	-2,00	-	[-]
M	C _{pe,10}	-0,68	-	[-]
	C _{pe,1}	-1,20	-	[-]
N	C _{pe}	-0,26	-	[-]

1.3.6.6.2 Falak

A fal külső szélnyomás értékek függnek h/d arányától.

h/d				
emeleti f.	keresztí.	0,84	>0,25	[-]
	hosszi.	0,80	>0,25	[-]
földszinti f.	keresztí.	0,30	>0,25	[-]
	hosszi.	0,26	>0,25	[-]

Fal		szívás	nyomás	
A	C _{pe,10}	-1,20	-	[-]
	C _{pe,1}	-1,40	-	[-]
B	C _{pe,10}	-0,80	-	[-]
	C _{pe,1}	-1,10	-	[-]
C	C _{pe,10}	-0,50	-	[-]
	C _{pe,1}	-0,50	-	[-]
D	C _{pe,10}	-	0,80	[-]
	C _{pe,1}	-	1,00	[-]
E	C _{pe,10}	-0,50	-	[-]
	C _{pe,1}	-0,50	-	[-]

1.3.6.6.3 Külső felületi szélnyomás

Megkapjuk a torlónyomás és az alaki tényező szorzataként.

24. oldal

$w_e=q_{p(z)}\cdot c$

Tető						
α	21	szívás [-]	nyomás [-]	qp(z) [kN/m²]	w _e [kN/m2]	w _e [kN/m2]
F	C _{pe,10}	-0,74	0,32	0,54	-0,40	0,17
	C _{pe,1}	-1,80	0,32	0,54	-0,98	0,17
G	C _{pe,10}	-0,68	0,40	0,54	-0,37	0,22
	C _{pe,1}	-1,50	0,40	0,54	-0,81	0,22
H	C _{pe,10}	-0,26	0,28	0,54	-0,14	0,15
	C _{pe,1}	-0,26	0,28	0,54	-0,14	0,15
I	C _{pe}	-0,46	-	0,54	-0,25	-
J	C _{pe,10}	-0,88	-	0,54	-0,48	-
	C _{pe,1}	-1,38	-	0,54	-0,75	-
K	C _{pe,10}	-0,92	-	0,54	-0,50	-
	C _{pe,1}	-1,40	-	0,54	-0,76	-
L	C _{pe,10}	-1,40	-	0,54	-0,76	-
	C _{pe,1}	-2,00	-	0,54	-1,09	-
M	C _{pe,10}	-0,68	-	0,54	-0,37	-
	C _{pe,1}	-1,20	-	0,54	-0,65	-
N	C _{pe}	-0,26	-	0,54	-0,14	-

1.3.6.6.5 Fal

Fal						
Fal		szívás [-]	nyomás [-]	qp(z) [kN/m²]	w _e [kN/m2]	w _e [kN/m2]
A	C _{pe,10}	-1,20	-	0,54	-0,6519664	-
	C _{pe,1}	-1,40	-	0,54	-0,7606275	-
B	C _{pe,10}	-0,80	-	0,54	-0,4346443	-
	C _{pe,1}	-1,10	-	0,54	-0,5976359	-
C	C _{pe,10}	-0,50	-	0,54	-0,2716527	-
	C _{pe,1}	-0,50	-	0,54	-0,2716527	-
D	C _{pe,10}	-	0,80	0,54	-	0,43464
	C _{pe,1}	-	1,00	0,54	-	0,54331
E	C _{pe,10}	-0,50	-	0,54	-0,2716527	-
	C _{pe,1}	-0,50	-	0,54	-0,2716527	-

$$F_w = c_s c_d \cdot c_f \cdot q_p(z_e) \cdot A_{ref}$$

parciális tényező $\gamma_Q = 1,5$

A geotechnikai szakvéleményt az GEO Mérnök Kft. adta ki, a kiindulási adatokat ez alapján vettük fel.

A mértékadó talajvízszint magassága a terpszinten van.

1.3.7.2 Víznoymás alaplemezen

h	3,00	m
γ	10,00	kN/m ³
Qv	30,00	kN/m ²

$Q_v = h \cdot \gamma$ képletből számolva, ahol Q_v egyenletesen megoszló felületi víznyomás.

1.3.7.3 Víznoymás falon

h	2,50	m
γ	10,00	kN/m ³
Qv	25,00	kN/m ²

$Q_v = h \cdot \gamma$ képletből számolva, ahol Q_v lineárisan csökkenő felületi víznyomás, tehát fal tetején $Q_v = 0$.

Víznoymás támfalon

Az előző két pontban számoltak érvényesek a támfalra :

vízszintes szakaszon

Qv	30,00	kN/m ²
----	-------	-------------------

$Q_v = h \cdot \gamma$ képletből számolva, ahol Q_v egyenletesen megoszló felületi víznyomás.

függőleges szakaszon

Qv	25,00	kN/m ²
----	-------	-------------------

$Q_v = h \cdot \gamma$ képletből számolva, ahol Q_v lineárisan csökkenő felületi víznyomás, tehát fal tetején $Q_v = 0$.

2. MÉRTÉKADÓ HATÁSKOMBINÁCIÓK MEGHATÁROZÁSA

2.1.1 Hatások (terhek) felvételének módja

állandó hatások :

*födémlemez önsúlya - a ténylegesen tervezett vastagság alapján
automatikusan korrigálva*

rétengrendek terhei

belső és külső falak terhei - pontosan számítva

hasznos terhek :

funkcióból adódó szabványos terhek

- teljes területen elhelyezve növelő szorzóval

meteorológiai terhek:

szélteher

hóteher

2.1.2. Parciális tényezők

Parciális tényezők alkalmazása

- pillér és fal igénybevételek számításakor*
- alapozás maximális terhe számításakor*
- födémek méretezésekor*
- épület merevítés számításakor*

Alapértékek figyelembevétele

- födémek lehajlása számításakor*

Dinamikus tényezők alkalmazása

A hasznos terhek karakterisztikus értékei általános esetben tartalmazzák a födémterület funkciójának megfelelő, szokásos működési körülmények esetén fellépő dinamikus hatásokat is.

2.1.3 Tehercsoportosítások létrehozása

Az Axis VM 12 programmal a teljes épület összes állandó tehének és automatikusan felvett önsúlyának figyelembevételével egyidőben az összes változó terhet az összes, fizikailag lehetséges variációban elhelyezzük és ebből képzünk maximális és minimális igénybevételeket.

A fizikailag egyszerre nem létező terhelési eseteket kizárjuk!

2.2 Alkalmazott tehercsoportosítások

2.2.1 Födémek *mértékegység : kN/m^2*

2.2.1.1 Emelet feletti födém

		kN/m^2	γ	ψ_0	ψ_2
állandó teher	$G_{d,sup}$	0,38	1,35	-	-
födém önsúly	$G_{d,sup}$	5,00	1,35	-	-
hasznos teher	q_k	1,50	1,50	0,70	0,30

2.2.1.2 Földszint feletti padlástér

		kN/m^2	γ	ψ_0	ψ_2
állandó teher	$G_{d,sup}$	0,38	1,35	-	-
födém önsúly	$G_{d,sup}$	3,75	1,35	-	-
hasznos teher	q_k	1,50	1,50	0,70	0,30

2.2.1.3 Földszint feletti födém

	pa	kN/m^2	γ	ψ_0	ψ_2
állandó teher	$G_{d,sup}$	1,84	1,35	-	-
födém önsúly	$G_{d,sup}$	5,00	1,35	-	-
hasznos teher	q_k	2,00	1,50	0,70	0,30
válaszfal teher	q_k	2,00	1,50	1,00	1,00

2.2.1.4 Pincszint feletti garázsődém

	pa	kN/m^2	γ	ψ_0	ψ_2
állandó teher	$G_{d,sup}$	1,78	1,35	-	-
födém önsúly	$G_{d,sup}$	3,75	1,35	-	-
hasznos teher	q_k	2,00	1,50	0,70	0,30
válaszfal teher	q_k	2,00	1,50	1,00	1,00

2.2.1.5 Alaplemez földszint

	pa	kN/m^2	γ	ψ_0	ψ_2
állandó teher	$G_{d,sup}$	1,86	1,35	-	-
födém önsúly	$G_{d,sup}$	3,75	1,35	-	-
hasznos teher	q_k	2,00	1,50	0,70	0,30
válaszfal teher	q_k	2,00	1,50	1,00	1,00

2.2.1.6 pincszinti alaplemez garázs

	pa	kN/m^2 (kN)	γ	ψ_0	ψ_2
állandó teher*	$G_{d,sup}$	1,78	1,35	-	-
födém önsúly	$G_{d,sup}$	7,50	1,35	-	-
hasznos teher	q_k	2,50	1,50	0,70	0,30
válaszfal teher	q_k	2,00	1,50	1,00	1,00

* Vasbeton ellenlemez figyelembe véve.

2.2.2 Tetőszerkezet

2.2.2.1 Tetőzet

	pa	kN/m^2	γ	Ψ_0	Ψ_2
állandó teher	$G_{d,sup}$	0,65	1,35	-	-
tartószerk	$G_{d,sup}$	0,20	1,35	-	-
állandó teher	$G_{d,inf}$	0,65	1,00	-	-
födém önsúly	$G_{d,inf}$	0,20	1,00	-	-
hóteher	s	változó	1,35	0,50	0,00
szélteher	w	változó	1,35	0,60	0,00

2.2.3 Egyéb szerkezetek

2.2.3.1 Lépcső

	pa	kN/m^2	γ	Ψ_0	Ψ_2
állandó teher	$G_{d,sup}$	1,26	1,35	-	-
szerkezet önsúly	$G_{d,sup}$	4,50	1,35	-	-
hasznos teher	q_k	3,00	1,50	0,7	0,3

2.2.4 Teherkombinációk képletei

2.2.4.1 Tartós tervezési állapot szerint

$$F_{Sd} = \left\{ \sum_{j \geq 1} \gamma_{Gj} G_{kj} + \gamma_P P_k + \gamma_{Q1} Q_{k1} + \sum_{i > 1} \gamma_{Qi} \Psi_{0i} Q_{ki} \right\} \gamma_{Sd}$$

$$F_{Sd} = \sum_{j \geq 1} 1,35 G_{kj} + \gamma_P P_k + 1,5 \Psi_{01} Q_{k1} + \sum_{i > 1} 1,5 \Psi_{0i} Q_{ki}$$

vagy

$$F_{Sd} = \sum_{j \geq 1} 1,15 G_{kj} + \gamma_P P_k + 1,5 Q_{k1} + \sum_{i > 1} 1,5 \Psi_{0i} Q_{ki}$$

2.2.4.2 Rendkívüli tervezési állapot (tűz, ütközés) szerint

$$F_{Sd} = \left\{ \sum_{j \geq 1} \gamma_{GAj} G_{kj} + \gamma_{PA} P_k + A_d + \gamma_{QA1} \Psi_{11} Q_{k1} + \sum_{i \geq 1} \gamma_{QAi} \Psi_{2i} Q_{ki} \right\} \gamma_{Sd}$$

2.2.4.3 Szeizmikus tervezési állapotban

$$F_{Sd} = \left\{ \sum_{j \geq 1} G_{kj} + P_k + \gamma_l A_{Ed} + \sum_{i \geq 1} \Psi_{2i} Q_{ki} \right\} \gamma_{Sd}$$

2.2.4.4 Karakterisztikus kombinációban

$$F_{ser} = \sum_{j \geq 1} G_{kj} + P_k + Q_{k1} + \sum_{i \geq 1} \Psi_{0i} Q_{ki}$$

2.2.4.5 Gyakori kombinációban

$$F_{ser} = \sum_{j \geq 1} G_{kj} + P_k + \Psi_{11} Q_{k1} + \sum_{i \geq 1} \Psi_{2i} Q_{ki}$$

Munka: Szakdolgozat

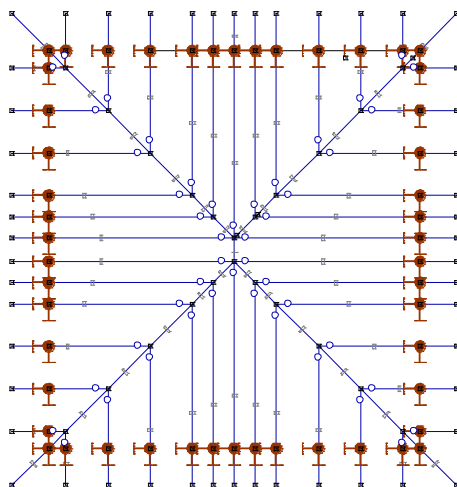
Tervező: Holper András

TARTÓSZERKEZETEK STATIKAI SZÁMÍTÁSA

Budapest XVIII. Gyöngyfa utca 15. számú családi ház

Kiviteli Tervéhez

Szabvány Eurocode-H
Eset : önsúly



Oktatási változat (Holper)

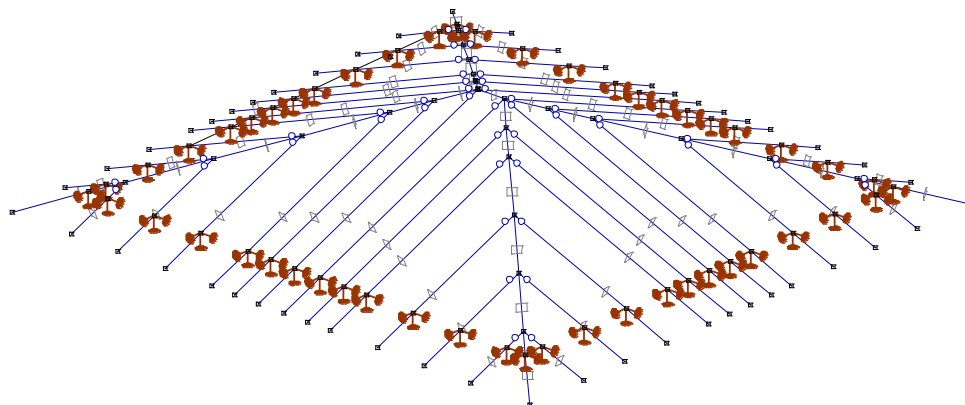
Geometria

3.1 FÉLNYEREGTETŐ SZERKEZET STATIKAI SZÁMÍTÁSA

A Statikai számítás a tervek megismerésével kezdődött, ami után a terhek meghatározásával folytattam a számításimat.

A Teherelemzés az 1. fejezetben található Terhek és Hatások alatt.
Az építészeti tervek alapján felvettem a modellt Axis VM programban.

Szabvány Eurocode-H
Eset : önsúly



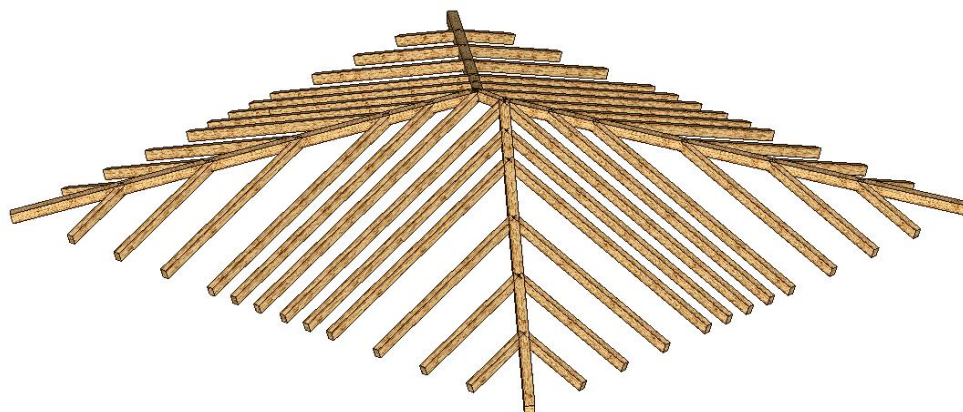
Oktatási változat (Holper)

Modell

A statikai vázat az ábrán látható módon vettem fel:

- A szarufák befogott csuklós rudak
- A megtámasztás fix támasz

Szabvány	Eurocode-H
Eset	: önsúly



Oktatási változat (Holper)

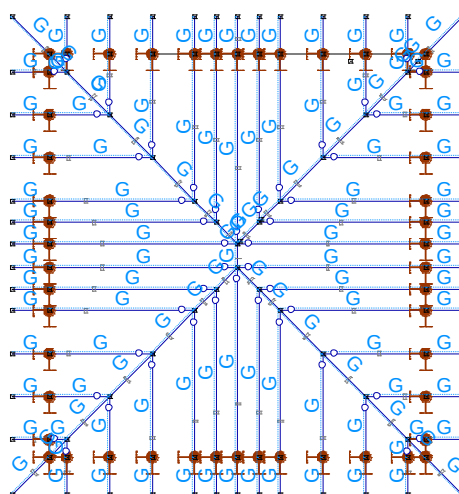
3D modell

A megfelelő geometria megléte után a Terhek és hatások című fejezetben meghatározott értékekkel a felvettem a terheket.

A következő tehercsoportokat alakítottam ki.

3.1.1 Állandó Terhek:

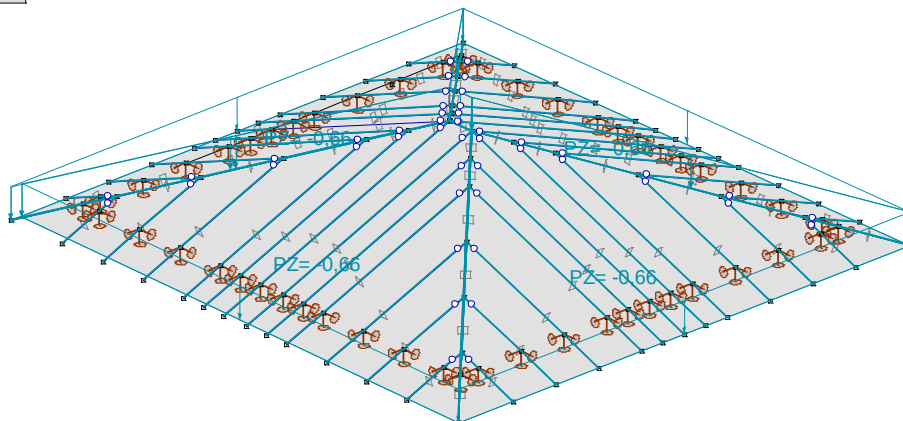
Szabvány	Eurocode-H
Eset	: önsúly



Oktatási változat (Holper)

Önsúly teher

Szabvány Eurocode-H
Eset : tetőfedés

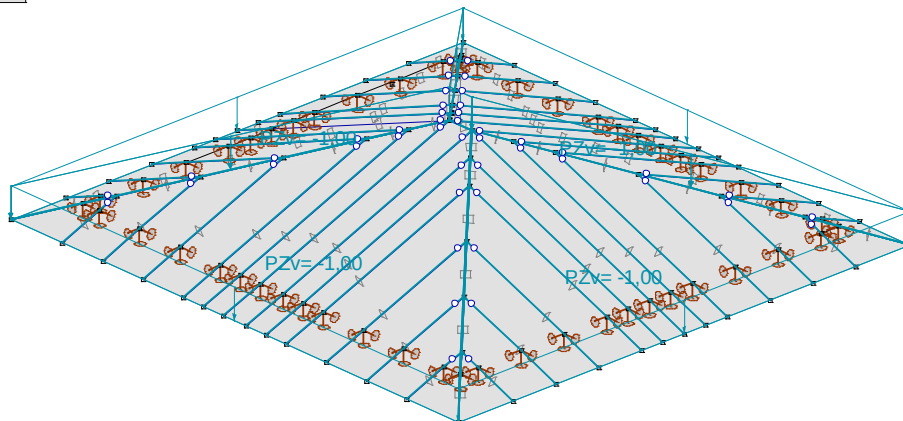


Oktatási változat (Holper)

Burkolat teher

3.1.2 Esetleges terhek

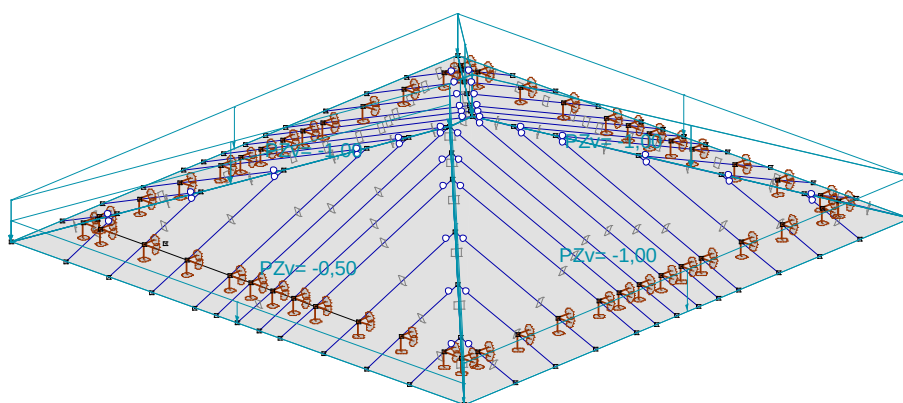
Szabvány Eurocode-H
Eset : Hóteher



Oktatási változat (Holper)

Totális hóteher

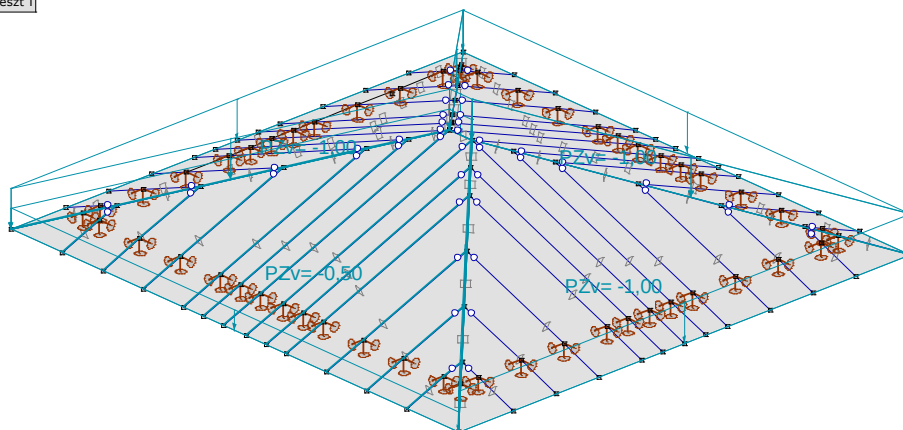
Szabvány Eurocode-H
Eset : hó hosszirányú



Oktatási változat (Holper)

Hosszirányú féloldali hóteher

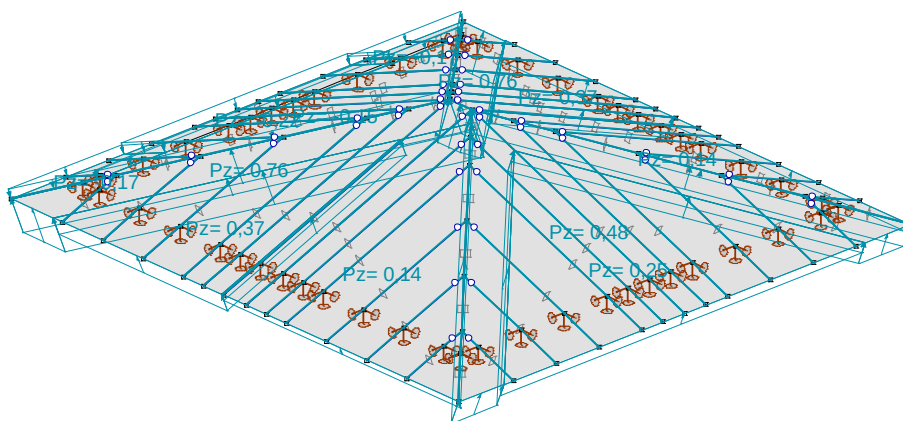
Szabvány Eurocode-H
Eset : hó kereszt l



Oktatási változat (Holper)

Keresztirányú féloldali hóteher

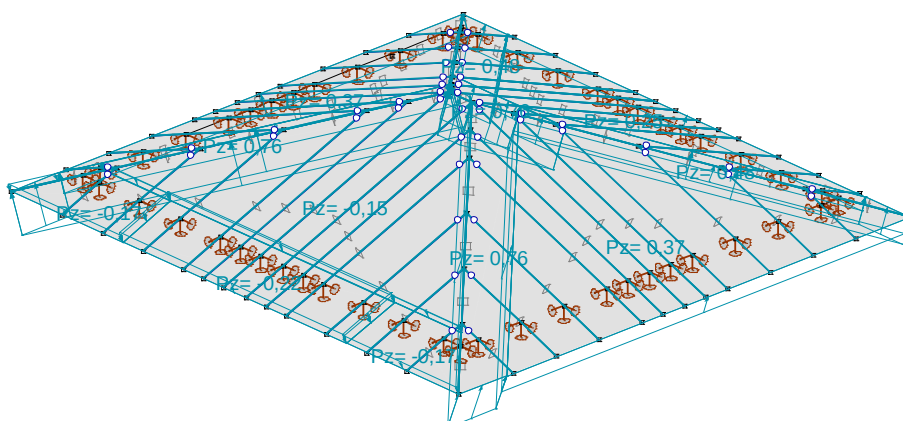
Szabvány Eurocode-H
Eset : szél hosszirányú



Oktatási változat (Holper)

Hosszirányú szélteher

Szabvány Eurocode-H
Eset : szél keresztirányú



Oktatási változat (Holper)

Keresztirányú szélteher

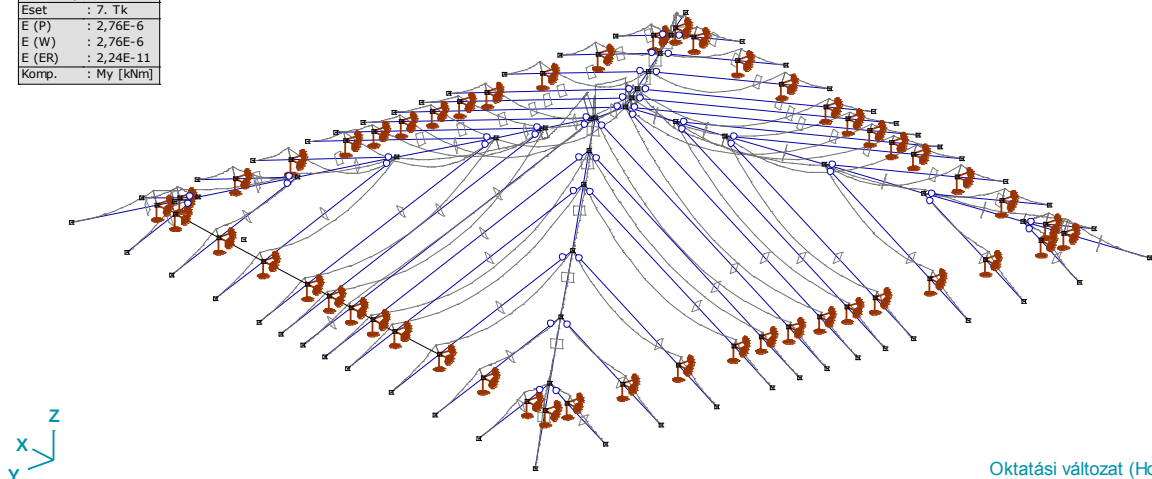
Egyedi kombinációk teheresetenként

	Név	Típus	önsúly (ALL1)	tetőfedés (ALL1)	szél hosszirányú (esetleges terhek)	szél keresztirányú (esetleges terhek)	Hóteher (ESE1)	hó hosszirányú (ESE1)	hó kereszt i (ESE1)
1	1. Tk	SLS Kváziáll...	1,00	1,00	0	0	0,50	0	0
2	2. Tk	ULS	1,35	1,35	0,75	0	0	0	0
3	3. Tk	ULS	1,35	1,35	0	0,75	0	0	0
4	4. Tk	ULS	1,35	1,35	0	0	0,30	0	0
5	5. Tk	ULS	1,35	1,35	1,50	0	0	0,75	0
6	6. Tk	ULS	1,35	1,35	0	1,50	0	0	0,75
7	7. Tk	ULS	1,35	1,35	0	0	1,50	0	0
8	8. Tk	ULS	1,35	1,35	0,90	0	0	1,50	0
9	9. Tk	ULS	1,35	1,35	0	0,90	0	0	1,50
10	10. Tk	SLS Kváziáll...	1,00	1,00	0	0,50	0	0	0,50
11	11. Tk	ULS	1,35	1,35	1,50	0	0,75	0	0

A megadott teheresetekből a 7. a mértékadó (a hó totális leterhelés esete)

3.1.3 Igénybevételek

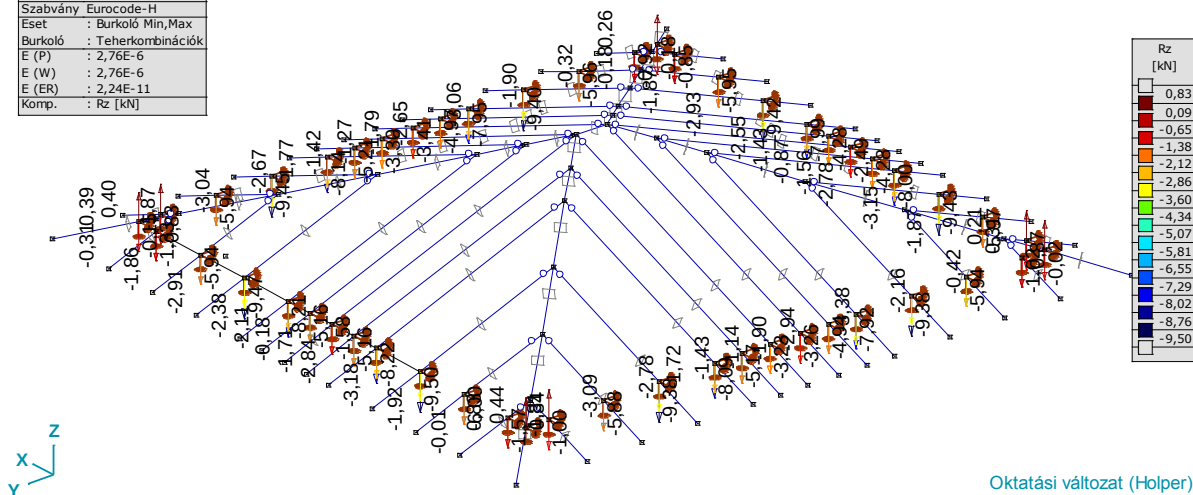
Lineáris számítás
Szabvány Eurocode-H
Eset : 7. Tk
E (P) : 2,76E-6
E (W) : 2,76E-6
E (ER) : 2,24E-11
Komp. : My [kNm]



Oktatási változat (Holper)

Nyomatékábura

Lineáris számítás
Szabvány Eurocode-H
Eset : Burkoló Min,Max
Burkoló : Teherkombinációk
E (P) : 2,76E-6
E (W) : 2,76E-6
E (ER) : 2,24E-11
Komp. : Rz [kN]



Oktatási változat (Holper)

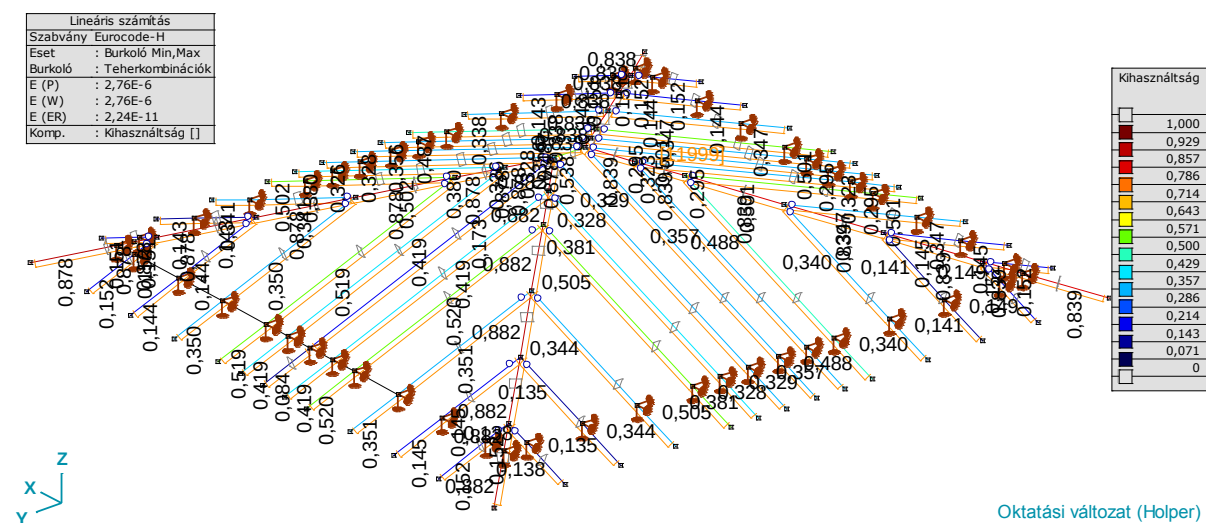
Tető támaszerő

A faméretezésből látható hogy az él szarufákon van a legnagyobb igénybevétel

És ezek a szarufák csak úgy feleltek meg, ha nagyobb km et alkalmaztam, mint 10x15 cm

Ezért az él szarufák keresztmetszetét növelni kellett

→15x15 cm –es keresztmetszetűre

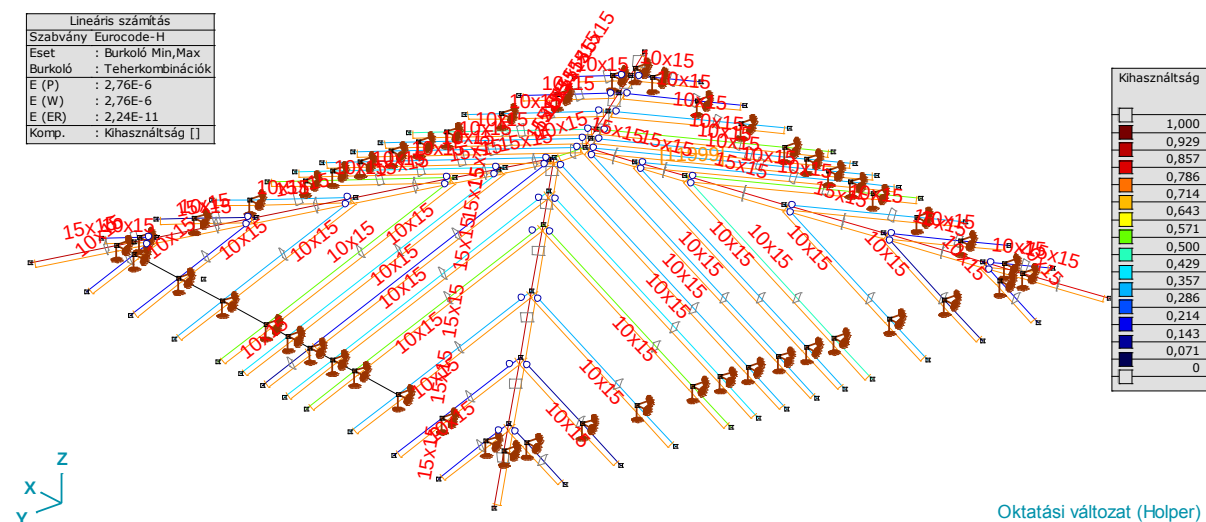


Kihasznátság

És ezek a szarufák csak úgy feleltek meg, ha nagyobb km et alkalmaztam, mint 10x15 cm

Ezért az él szarufák keresztmetszetét növelni kellett

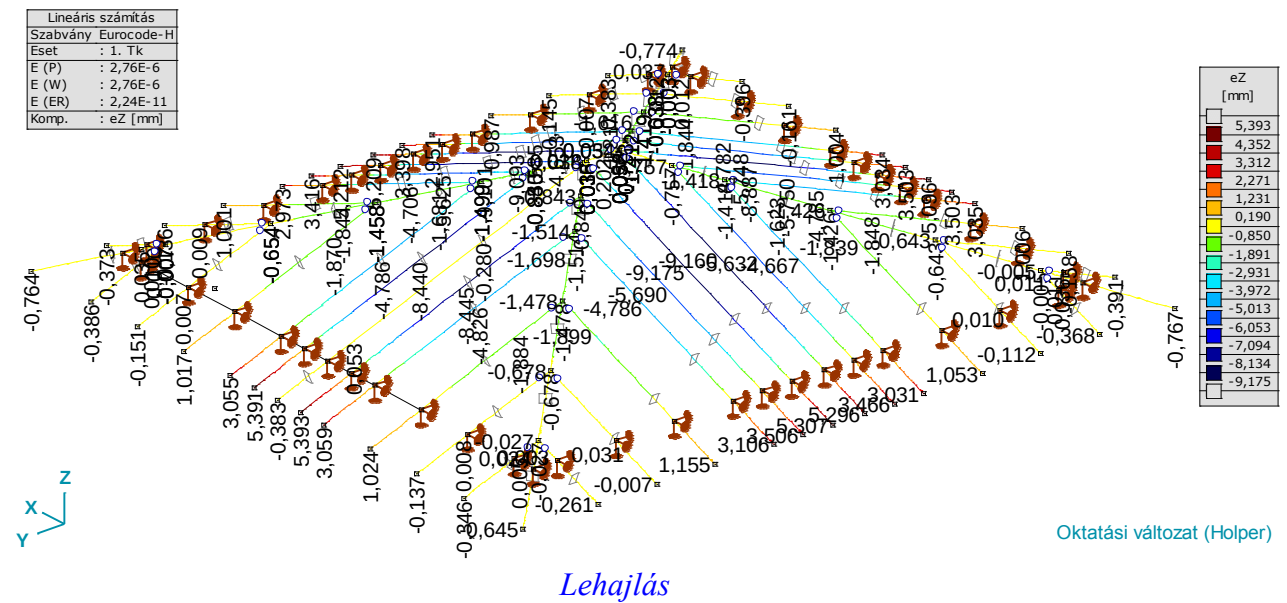
→15x15 cm –es keresztmetszetűre



Szelvény km-ek

3.1.4 Alakváltozás

SLS teherkombinációra a tetőszerkezet alakváltozását vizsgáljuk



A mellékelt ábra mutatja hogy a lehajlás bőven a határérték ($L/300$) alatt van
 $L/300 = 8800/300 = 29,33\text{mm}$

$$29,33\text{mm} > 9,175\text{mm}$$

→ Tehát a tetőszerkezet lehajlásra megfelel!

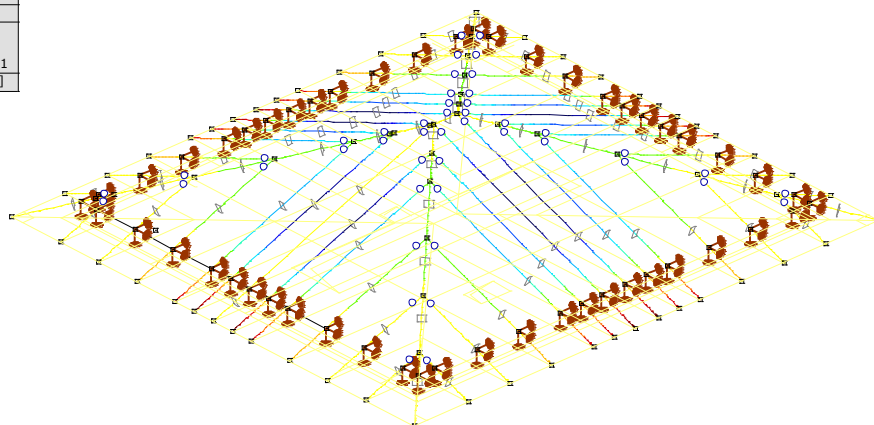
Az épületeinket nem 1 évre tervezzük ezért az alakváltozást 50 év elteltével nőni fog.

Ezt a lehajlási értéket úgy kaphatjuk meg ha a rugalmassági moduluszt harmadára csökkentjük.

Igy a C30-as fa szerkezete E_s (rugalmassági modulusát) 1200 KN/cm^2 helyett

$E_s = 400\text{ KN/cm}^2$ nagyságúra vesszük fel.

Lineáris számítás	
Szabvány	Eurocode-H
Eset	: 1. Tk
E (P)	: 9,29E-7
E (W)	: 9,29E-7
E (ER)	: 2,94E-11
Komp.	: eZ [mm]



eZ [mm]
16,087
12,969
9,851
6,733
3,616
0,498
-2,620
-5,737
-8,855
-11,973
-15,090
-18,208
-21,326
-24,443
-27,561



Oktatási változat (Holper)

50 éves lehajlás

Tehát a lehajlás maximális értéke

$$e_z = 27,56 \text{ mm} < L/300 = 29,33 \text{ mm}$$

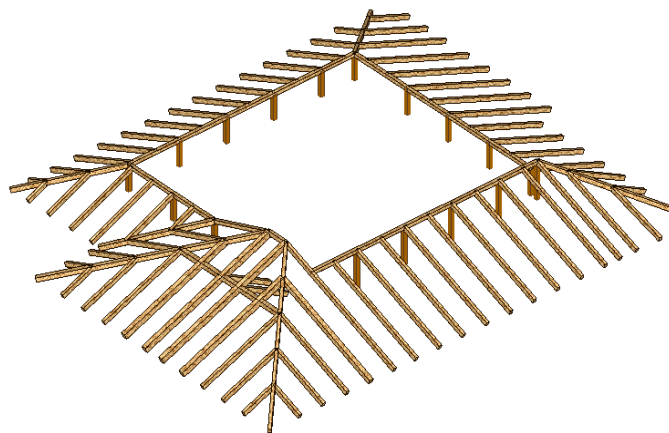
➔ A tetőszerkezet 50 éves lehajlásra is megfelel!

Munka:

Tervező: Holper András

3.2 FÉLNYEREGTETŐ SZERKEZET STATIKAI SZÁMÍTÁS *a Budapest, XVIII. Göngyfa utca 15. számú családi ház* *Kiviteli Tervéhez*

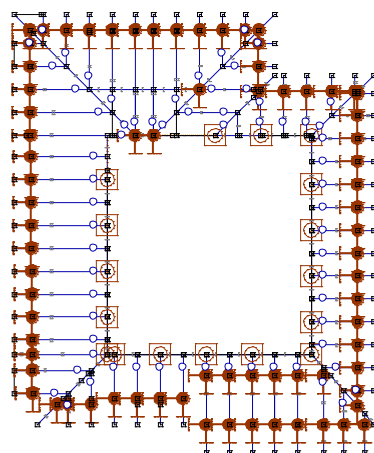
Szabvány	Eurocode-H
Eset	: Szél Észak



Oktatási változat (Holper)

Látvány modell

Szabvány	Eurocode-H
Eset	: Szél Észak



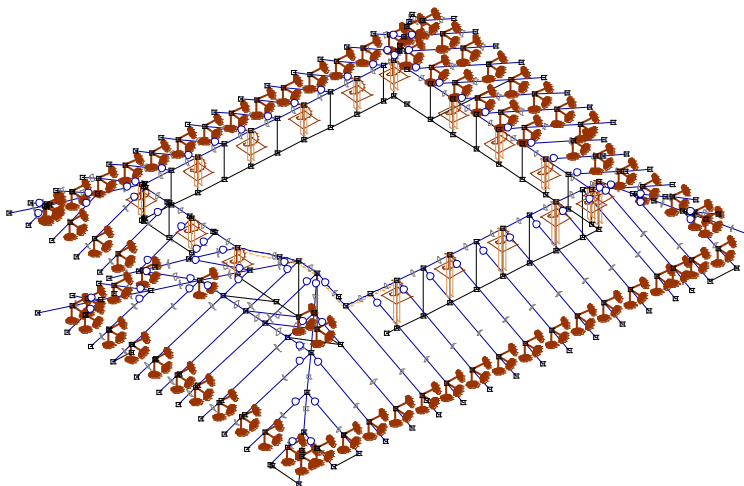
Oktatási változat (Holper)

Geometria

A földszint feletti földem egy részére is tetőfedés kerül.

Ez fél nyeregtetőfedéssel van megoldva.

Szabvány	Eurocode-H
Eset	: Szél Észak



Oktatási változat (Holper)

Modell

A fedést az alábbi geometriával oldottam meg. A fedélszék a földemen elhelyezett talpszelemre és székoszlopokra ül rá.

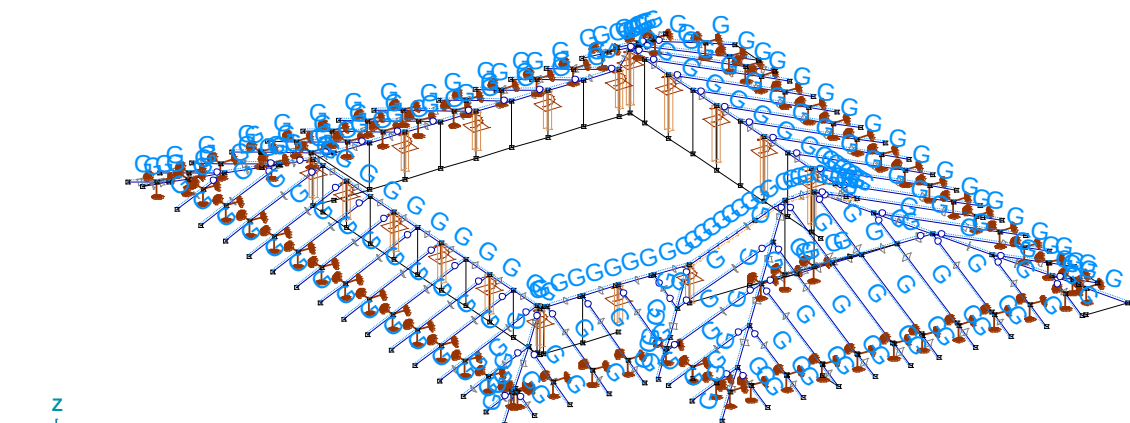
A garázs feletti részen a talpszelemen a falon lévő koszorúra ül fel, az állószéket nem tudjuk a födémre ültetni, mert nincs födém szerkezet a garázs fölött.

Így ott a szarufát egy a falhoz szerelt szelemen fogja megtartani a fal síkjában.

A geometria felvétele után a Terhek és hatások című fejezetben számolt terheket vettem fel a tető szerkezetre.

3.2.1 Állandó terhek:

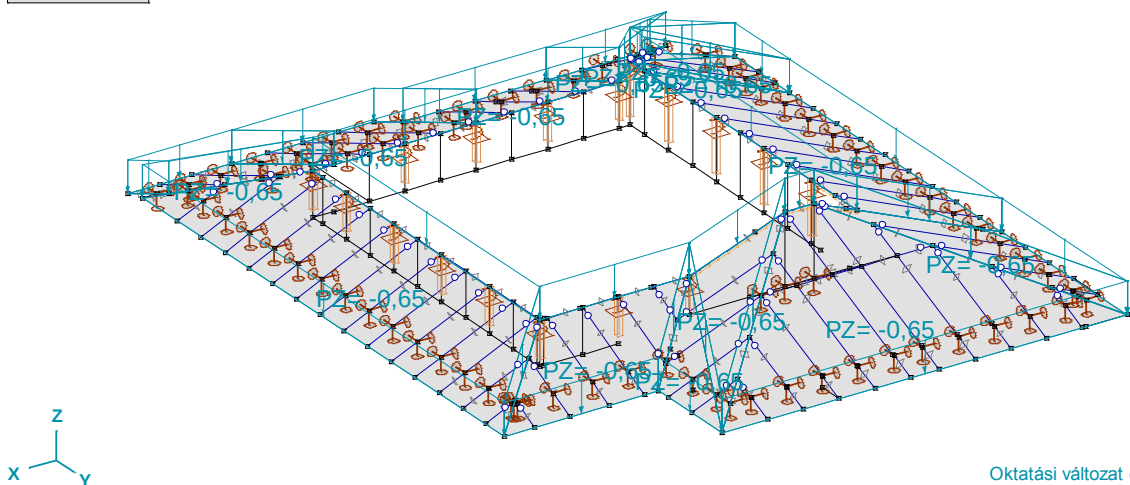
Szabvány Eurocode-H
Eset : Önsúly



Oktatási változat (Holper)

Önsúly terhelés

Szabvány Eurocode-H
Eset : tetőfedés

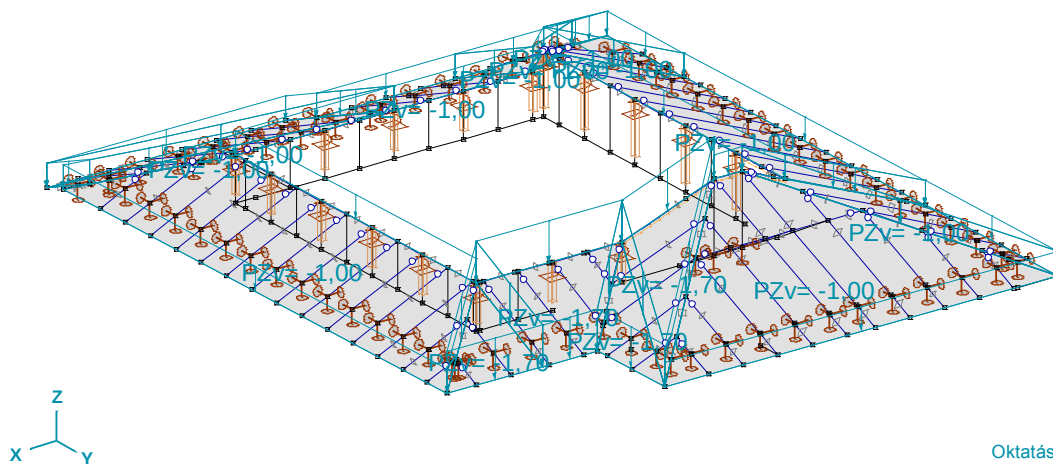


Oktatási változat (Holper)

Burkolat terhelés

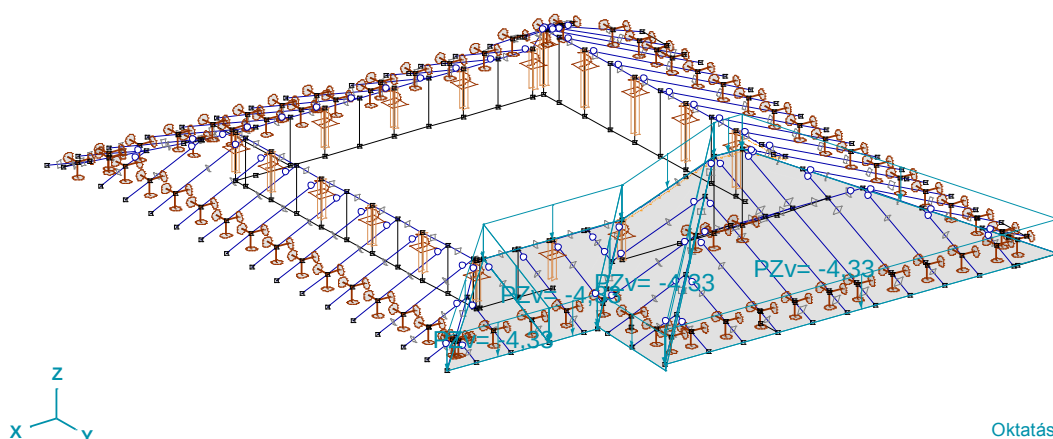
3.2.2 Esetleges terhek

Szabvány Eurocode-H
Eset : Hó totál



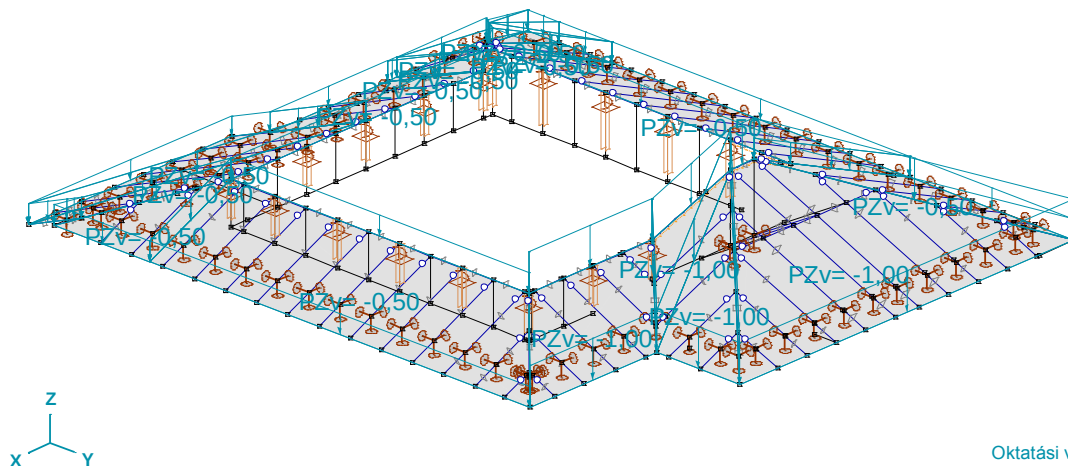
Totális hó teher

Szabvány Eurocode-H
Eset : Hózug Észak



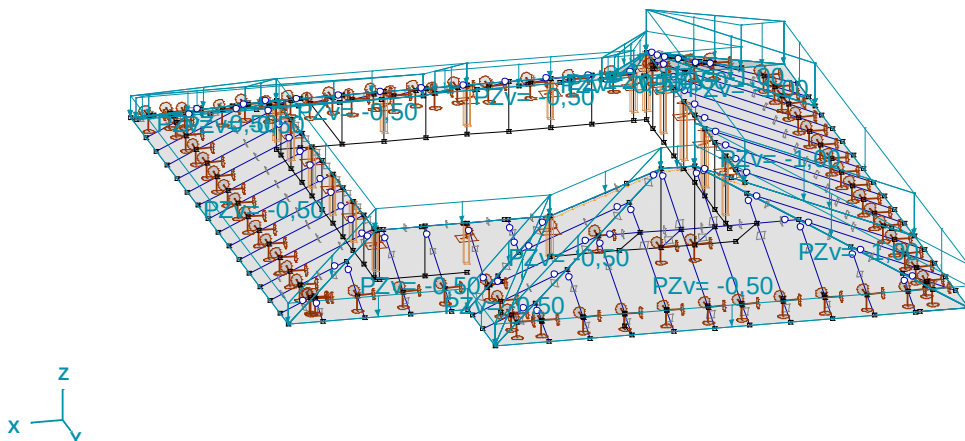
Hózug Észak

Szabvány Eurocode-H
Eset : Hó jobb



Féldoldali hóteher Észak

Szabvány Eurocode-H
Eset : Hó bal



Oktatási változat (Holper)

Féldoldali hóteher nyugat

Egyedi kombinációk teheresetenként

	Név	Típus	Önsúly (ALL1)	tetőfedés (ALL1)	Hózug Észak (Hó teher)	Hózug Nyugat (Hó teher)	Hózug Kelet (Hó teher)	Hózug Dél (Hó teher)
1	1. Tk	SLS Kváziállandó	1,00	1,00	0	0	0	0
2	2. Tk	ULS	1,35	1,35	1,50	0	0	0
3	3. Tk	ULS	1,35	1,35	0	1,50	0	0
4	4. Tk	ULS	1,35	1,35	0	0	1,50	0
5	5. Tk	ULS	1,35	1,35	0	0	0	1,50
6	6. Tk	ULS	1,35	1,35	0	0	0,75	0
7	7. Tk	ULS	1,35	1,35	0,75	0	0	0
8	8. Tk	ULS	1,35	1,35	0	0,75	0	0
9	9. Tk	ULS	1,35	1,35	0	0	0,75	0
10	10. Tk	ULS	1,35	1,35	0	0	0	0
11	11. Tk	ULS	1,35	1,35	0	0	0	0
12	12. Tk	ULS	1,35	1,35	0	0	0	0

	Hó totál (Hó teher)	Hó bal (Hó teher)	Hó jobb (Hó teher)	Szél Észak (Szélteher)	Szél Nyugat (Szélteher)	Megjegyzés
1	0,50	0	0	0,50	0	
2	0	0	0	0	0,90	
3	0	0	0	0,90	0	
4	0	0	0	0	0,90	
5	0	0	0	0,90	0	
6	0	0	0	1,50	0	
7	0	0	0	0	1,50	
8	0	0	0	1,50	0	
9	0	0	0	0	1,50	
10	1,50	0	0	0	0	
11	0	1,50	0	0,90	0	
12	0	0	1,50	0	0,90	

A teheresetek közül a 3. teherkombináció lett a mértékadó, amikor a domináns tehercsoport a hó zugteher.

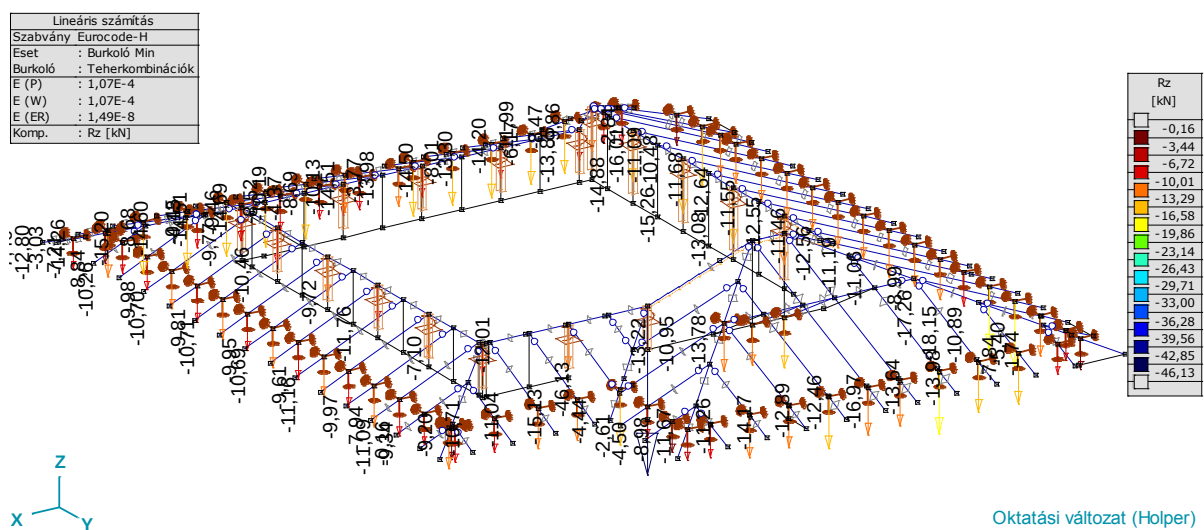
A fedélszék tervezését erre a teherkombinációra hajtjuk végre.

A tető alakváltozás vizsgálatánál pedig az SLS használhatóági teherkombinációt vesszük figyelembe.

3.2.3 Igénybevételek

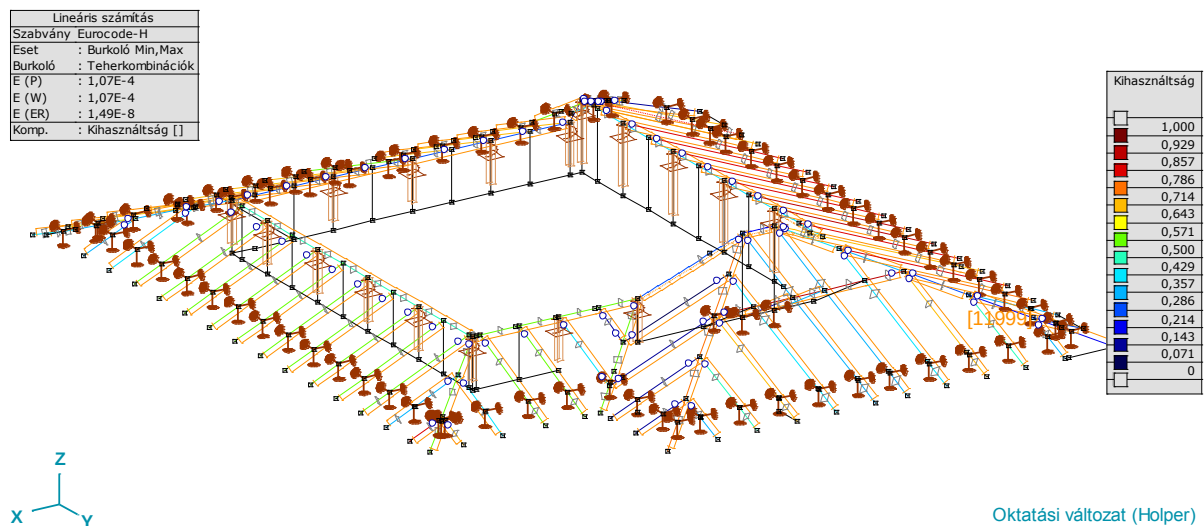
A fedélszék méretezését tehát Északi hó zugteherre végezzük el.

A fedélszékéből adódó terhelések az alatta lévő szerkezetre a következők:



Csomóponti támaszerők

A kihasználtság a következőképp alakul.



Faméretezés, kihasználtság

Szakdolgozat

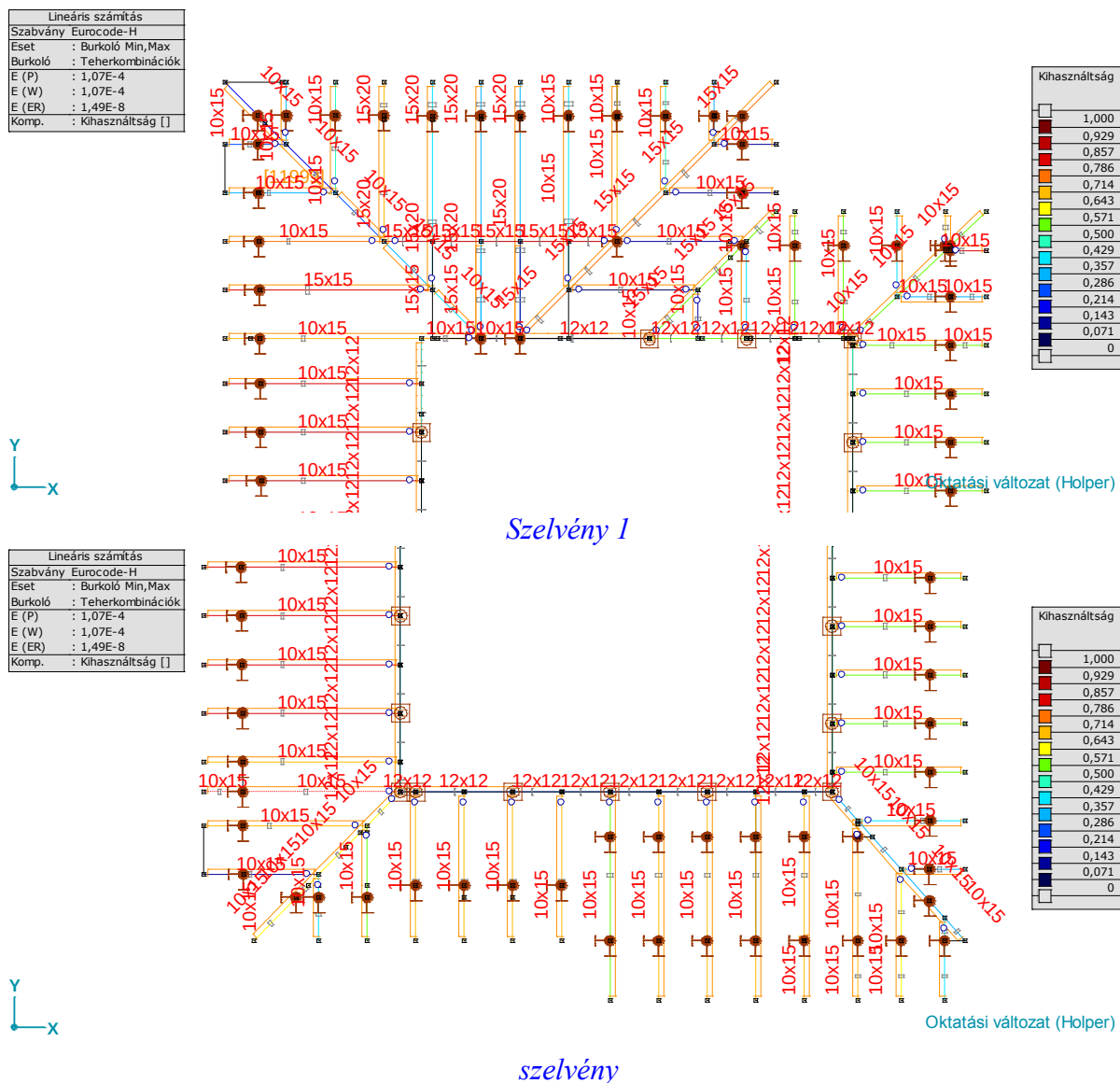
Tervező: Holper András

AxisVM 12.0 R3c - Jogosult felhasználó: Holper András

Látható hogy a garázs feletti részen a szarufákat meg kell támasztani egy ferde dúccal. A dúcolást ugyancsak a falhoz szerelt szelemennel támasztjuk meg.

Illetve látszik, hogy a tető nyugati része is nagyon mértékadó.

A szelvény keresztmetszetek a következő két ábra mutatja a kihasználtság alapján.



Az ábrákon jól látszik, hogy: Szarufák keresztmetszeti méretei:

10x15 cm

15x20 cm

Talpszelemenek:

15x15 cm

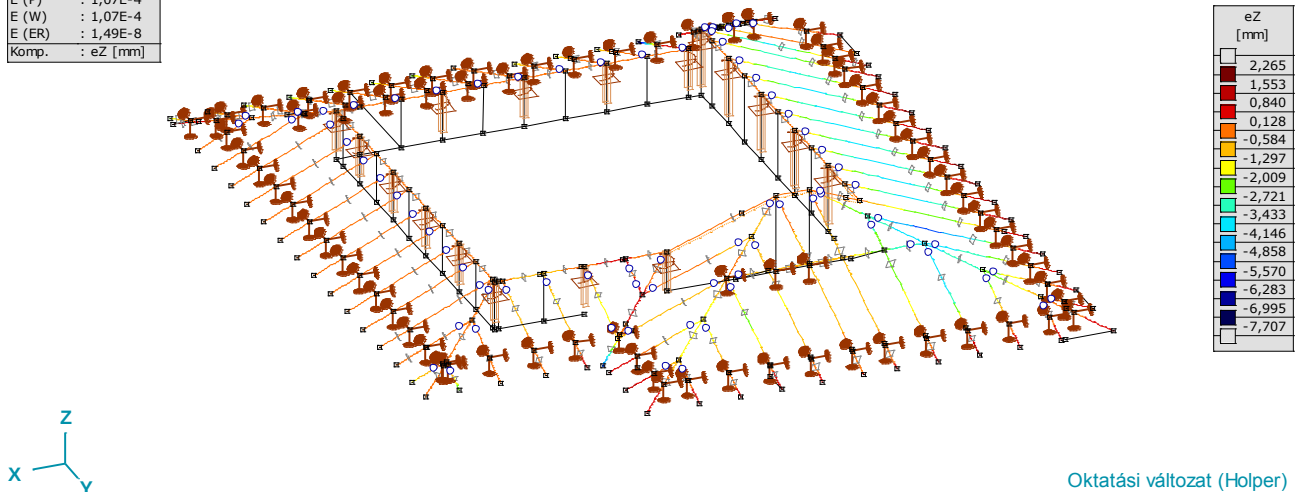
Székoszlopok:

12x12 cm

3.2.4 Alakváltozás

A lehajlás számításához az SLS teherkombinációt alkalmazva a következő értékeket kaptam.

Lineáris számítás	
Szabvány Eurocode-H	
Eset	: 1. Tk
E (P)	: 1,07E-4
E (W)	: 1,07E-4
E (ER)	: 1,49E-8
Komp.	: eZ [mm]



Lehajlás ábra

A mellékelt ábra mutatja, hogy a lehajlás bőven a határérték ($L/300$) alatt van
 $L/300 = 4800/200 = 24\text{mm}$

$$24\text{ mm} > 7,7\text{mm}$$

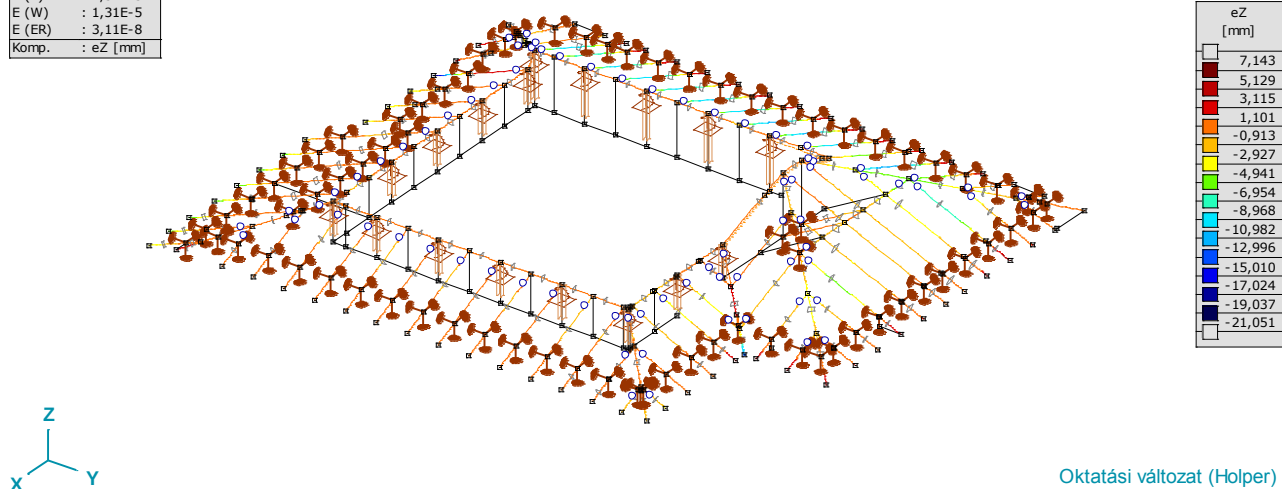
→ Tehát a tetőszerkezet lehajlásra megfelel!

Az épületeinket nem 1 évre tervezzük ezért az alakváltozást 50 év elteltével nőni fog.
 Ezt a lehajlási értéket úgy kaphatjuk meg, ha a rugalmassági modulust harmadára csökkentjük.

Így a C30-as fa szerkezete E_s (rugalmassági modulusát) 1200 KN/cm^2 helyett
 $E_s = 400\text{ KN/cm}^2$ nagyságúra vesszük fel.

A csökkentett értékkel figyelembe vett lehajlását a következő ábrán láthatjuk.

Lineáris számítás	
Szabvány	Eurocode-H
Eset	: 1. Tk
E (P)	: 1,31E-5
E (W)	: 1,31E-5
E (ER)	: 3,11E-8
Komp.	: eZ [mm]



50 éves lehajlás

$$L/200=4800/200=24\text{mm}$$

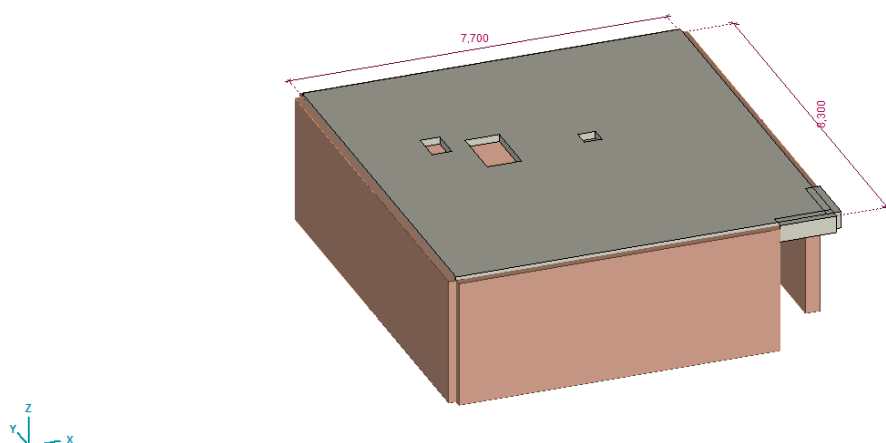
$$24\text{ mm} > 21\text{mm}$$

→ Tehát a tetőszerkezet csökkentett értékkel figyelembe vett lehajlásra is megfelel!

Munka:Szakdolgozat

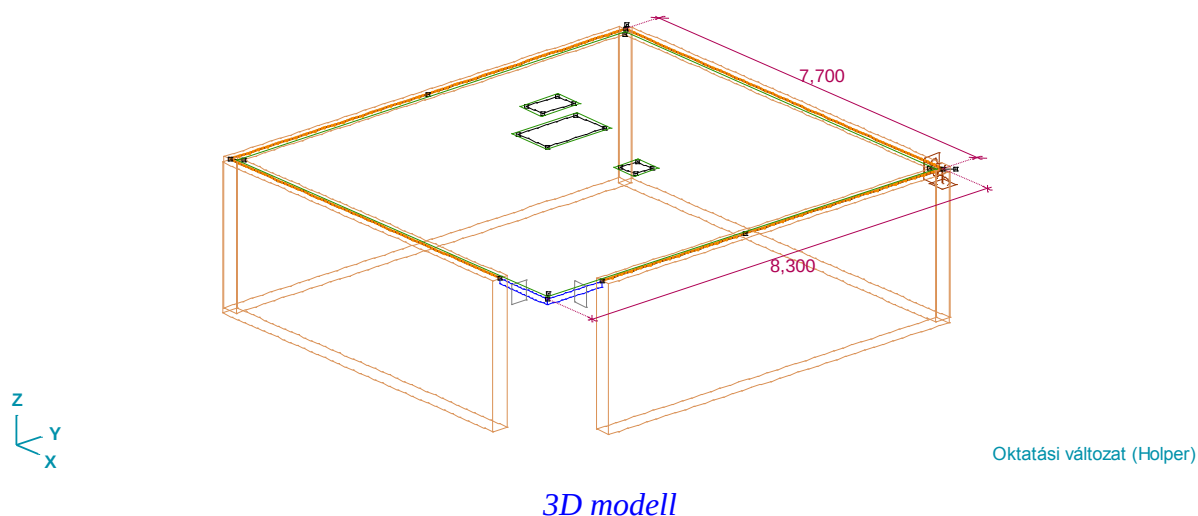
Tervező: Holper András

4.1 EMELET FELETTI FÖDÉMSZERKEZET STATIKAI SZÁMÍTÁSA *a Budapest, XVIII. Göngyfa utca 15. számú családi ház* *Kiviteli Tervéhez*



Oktatási változat (Holper)

Modell



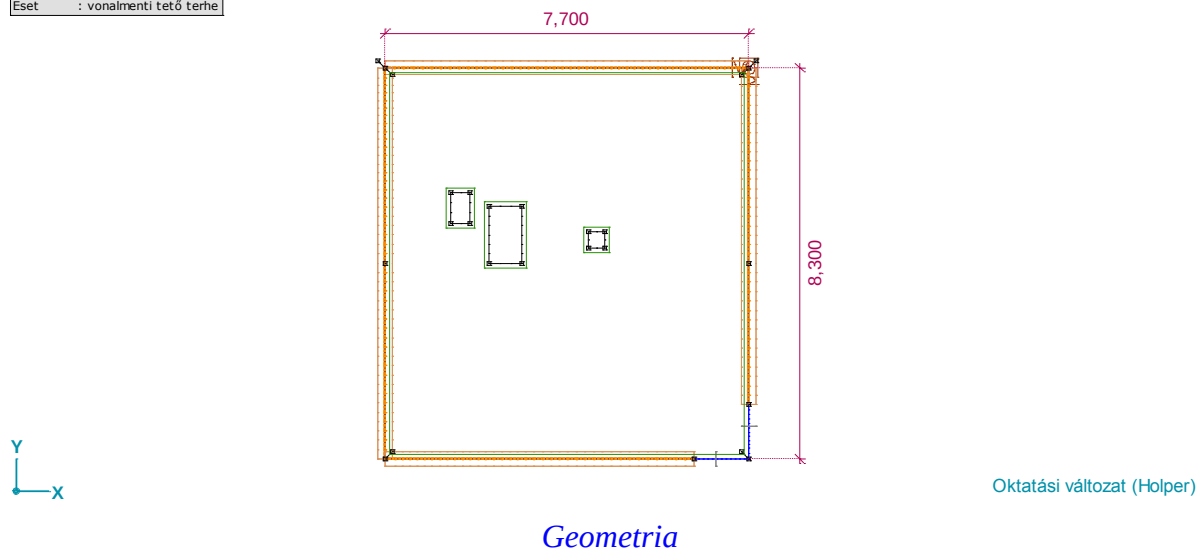
Geometria:

A födém szerkezet megtámasztásának a tervek alapján, a fal méretezésre hagyatkozva Porotherm 30-as falazatot vettem fel.

A falsarokba nyílászáró kialakítása miatt vasbeton gerenda felvételére volt szükség.

Az áttörések pontos mérete a zsaluzási terven található.

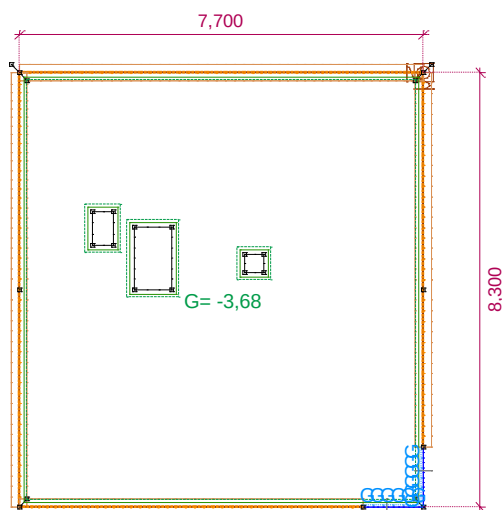
Szabvány	Eurocode-H
Eset	: vonalmenti tető terhe



A terhek felvétele:

4.1.1 Állandó teheresetek

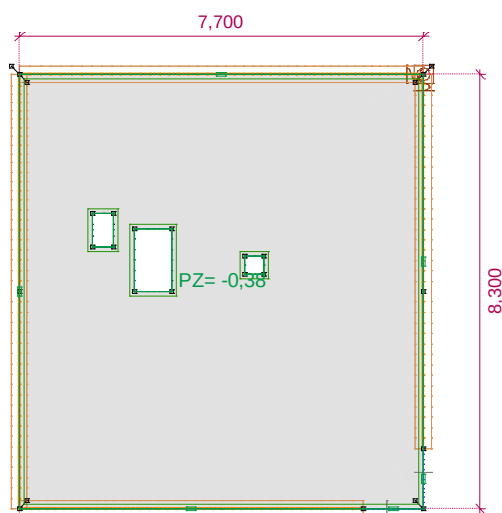
Szabvány	Eurocode-H
Eset	: önsúly



önsúly teher

Oktatási változat (Holper)

Szabvány	Eurocode-H
Eset	: Rétegtrend

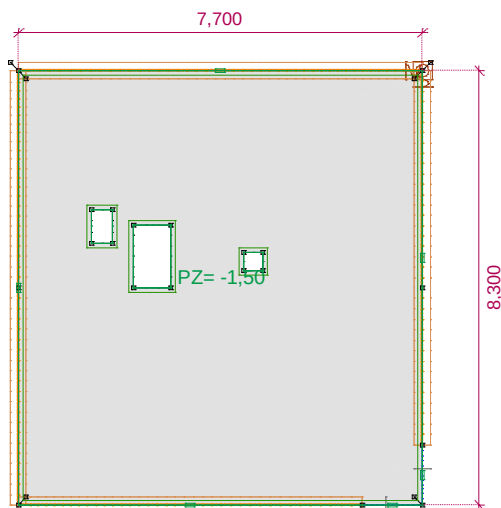


Rétegtrend

Oktatási változat (Holper)

4.1.2 Esetleges terhek

Szabvány Eurocode-H
Eset : padlástér

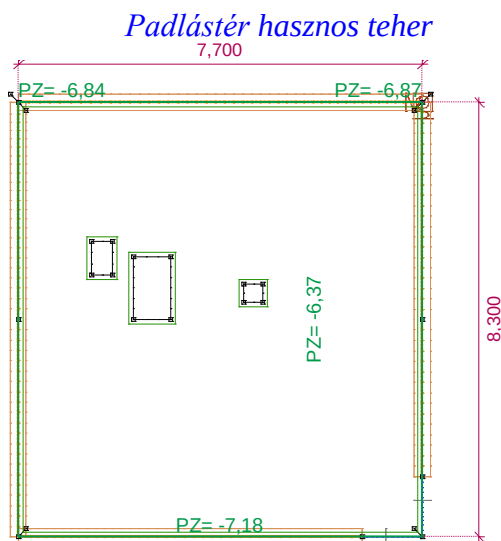


Oktatási változat (Holper)

Szabvány Eurocode-H
Eset : vonalmenti tető terhe



PZ = -6,32



Oktatási változat (Holper)

Vonal menti tető terhe

Egyedi kombinációk teheresetenként

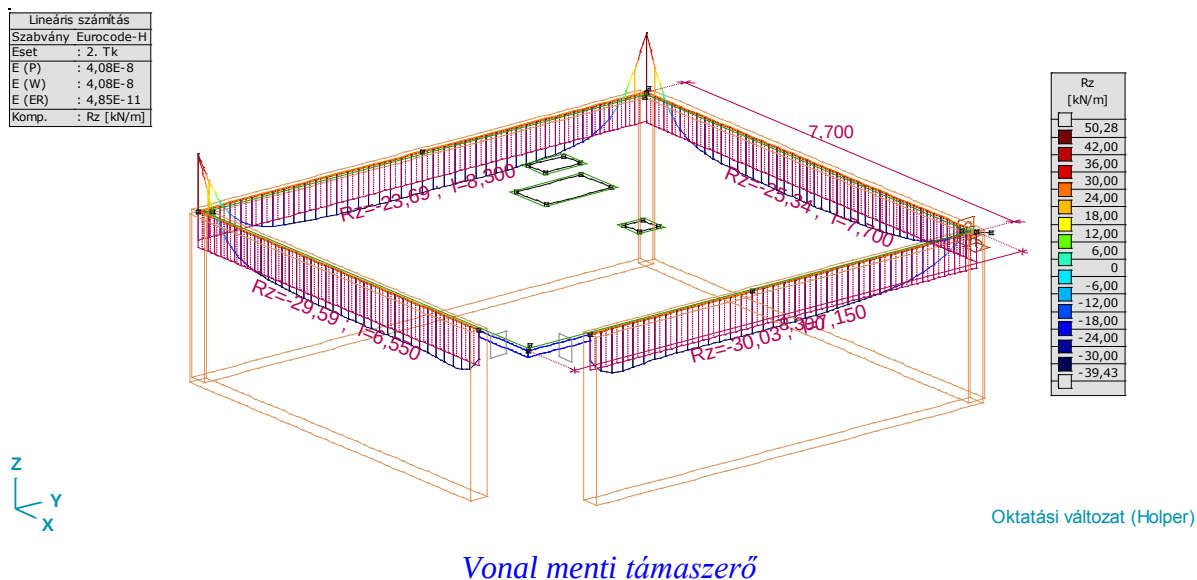
	Név	Típus	önsúly (ALL1)	Rétegrend (ALL1)	vonalmenti tető terhe (ALL1)	padlástér (Hasznos teher)	Megjegyzés
1	1. Tk	SLS Kváziállandó	1,00	1,00	0,50	0,50	
2	2. Tk	ULS	1,35	1,35	1,35	1,50	
3	3. Tk	ULS	1,35	1,35	1,35	0,70	

A mértékadó teherkombináció a 2. tehereset, amikor a domináns teher a hasznos padlás terhe.

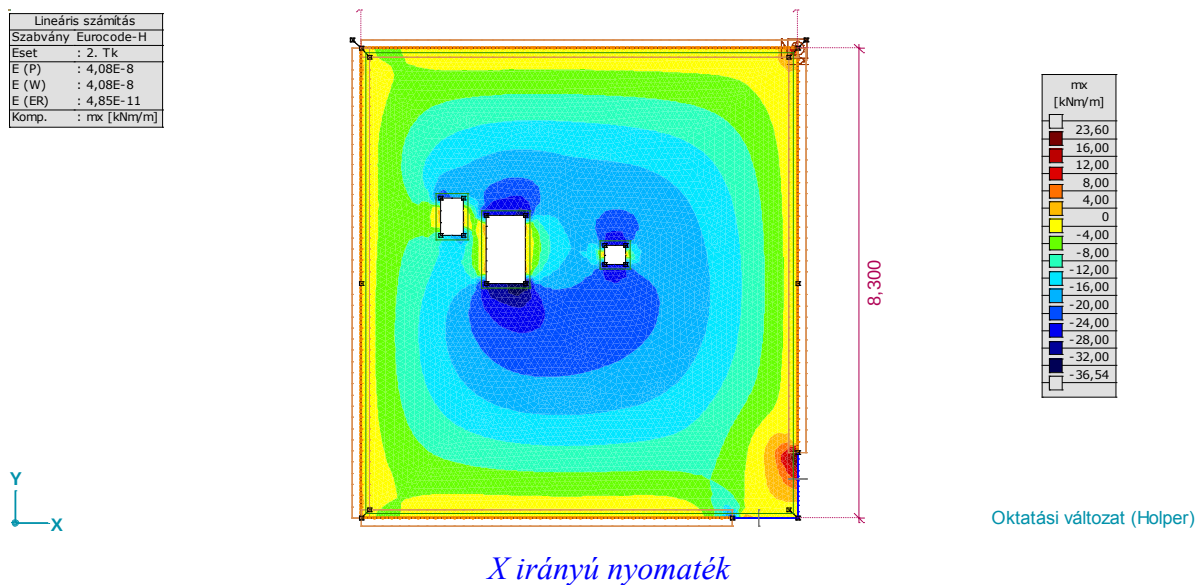
A mértékadó teherkombinációval a következő igénybevételek alakulnak ki a vasbeton födém szerkezeten.

4.1.3 Igénybevételek

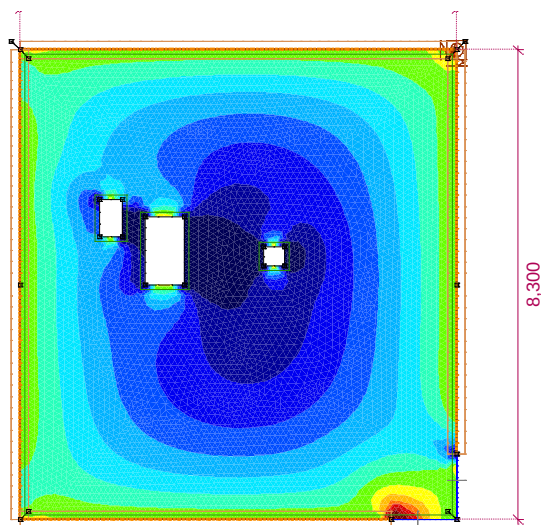
Az alatta lévő szerkezetre átadódó terhelést a következő ábrán láthatjuk.



A nyomatéki igénybevételek a következőképp alakulnak.



Lineáris számítás	
Szabvány	Eurocode-H
Eset	: 2. Tk
E (P)	: 4,08E-8
E (W)	: 4,08E-8
E (ER)	: 4,85E-11
Komp.	: m / [kNm/m]



m / [kNm/m]
23,16
15,00
12,00
9,00
6,00
3,00
0
-3,00
-6,00
-9,00
-12,00
-15,00
-18,00
-21,00
-28,72



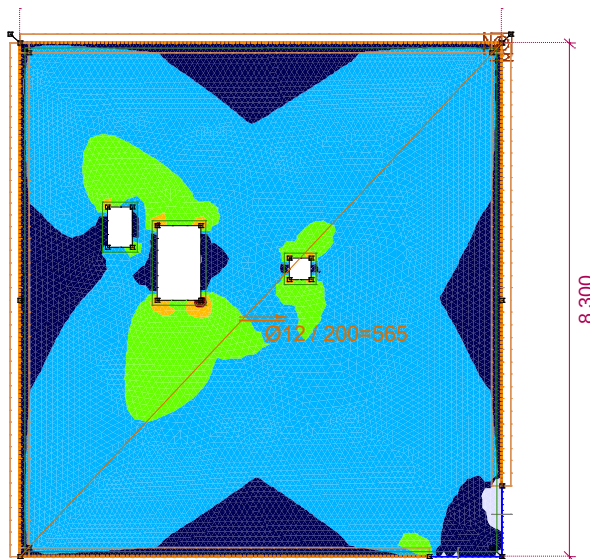
Oktatási változat (Holper)

Y irányú nyomaték

4.1.3 Vasmennyiség meghatározása

3.1.3.1 Alsó vasalás meghatározása:

Lineáris számítás	
Szabvány	Eurocode-H
Eset	: 2. Tk
E (P)	: 4,08E-8
E (W)	: 4,08E-8
E (ER)	: 4,85E-11
Komp.	: axa [mm ² /m]



axa [mm ² /m]
1370
1000
750
500
250
0



Oktatási változat (Holper)

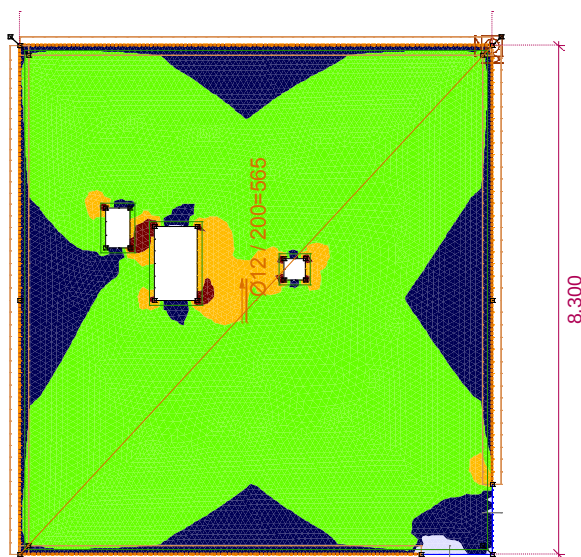
X irányú alsó vasalás és vasmennyiség

X irányú alkalmazott alsó vasalás:

fi12/200 As=565mm²

Erősítő vasalás az áttörésekhez a vasalási terv szerint.

Lineáris számítás	
Szabvány	Eurocode-H
Eset	: 2. Tk
E (P)	: 4,08E-8
E (W)	: 4,08E-8
E (ER)	: 4,85E-11
Komp.	: aya [mm ² /m]



aya	[mm ² /m]
1363	
900	
600	
300	
0	

Oktatási változat (Holper)

Y irányú alsó vasalás és vasmennyiség

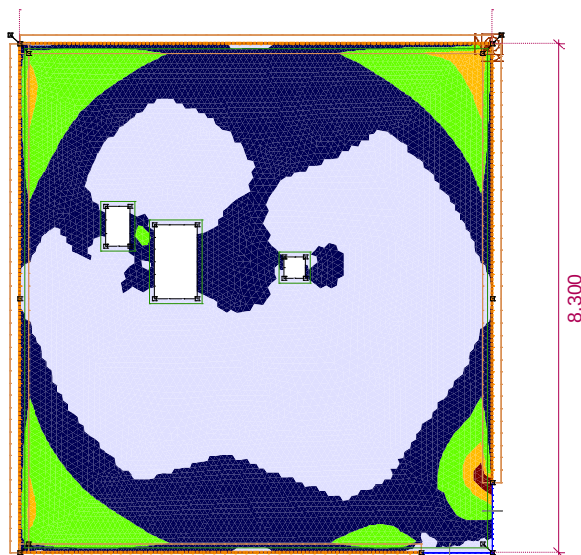
Y irányú alkalmazott alsó vasalás:

fi12/200 As=565mm²

Erősítő vasalás az áttörésekhez a vasalási terv szerint.

4.1.3.2 Felső vasalás meghatározása:

Lineáris számítás	
Szabvány	Eurocode-H
Eset	: 2. Tk
E (P)	: 4,08E-8
E (W)	: 4,08E-8
E (ER)	: 4,85E-11
Komp.	: axf [mm ² /m]



axf	[mm ² /m]
678	
450	
300	
150	
0	

Oktatási változat (Holper)

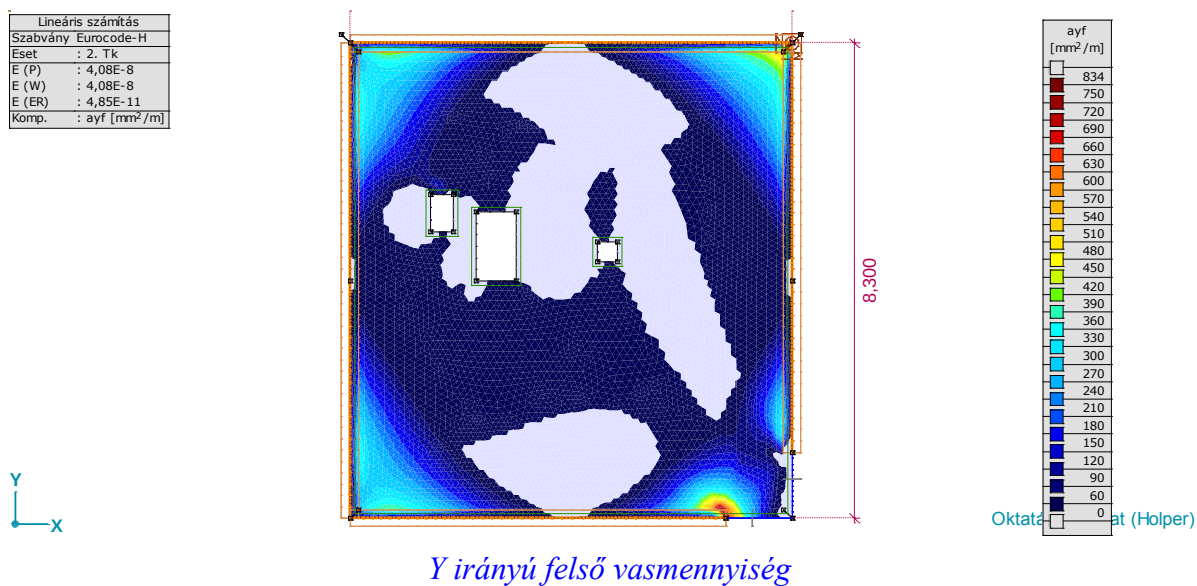
X irányú felső vasmennyiség

X irányú alkalmazott felső vasalás:

fi12/200 As=565mm²

fi12/150 As=754mm²

fi12/300 As=377mm²



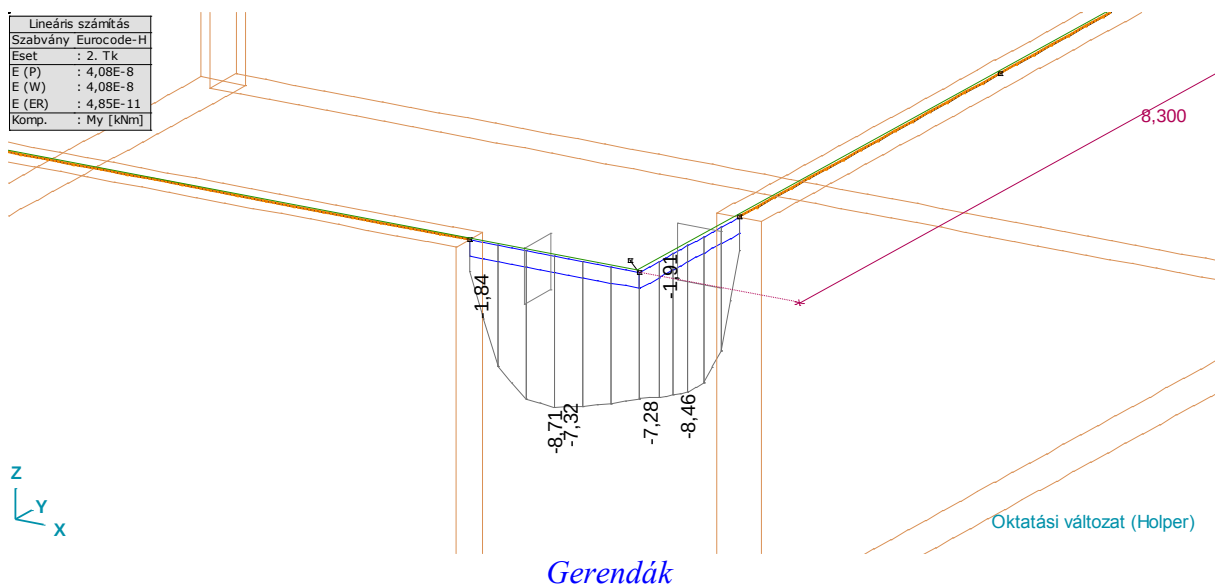
Y irányú alkalmazott felső vasalás:

fi12/200 As=565mm²

fi12/150 As=754mm²

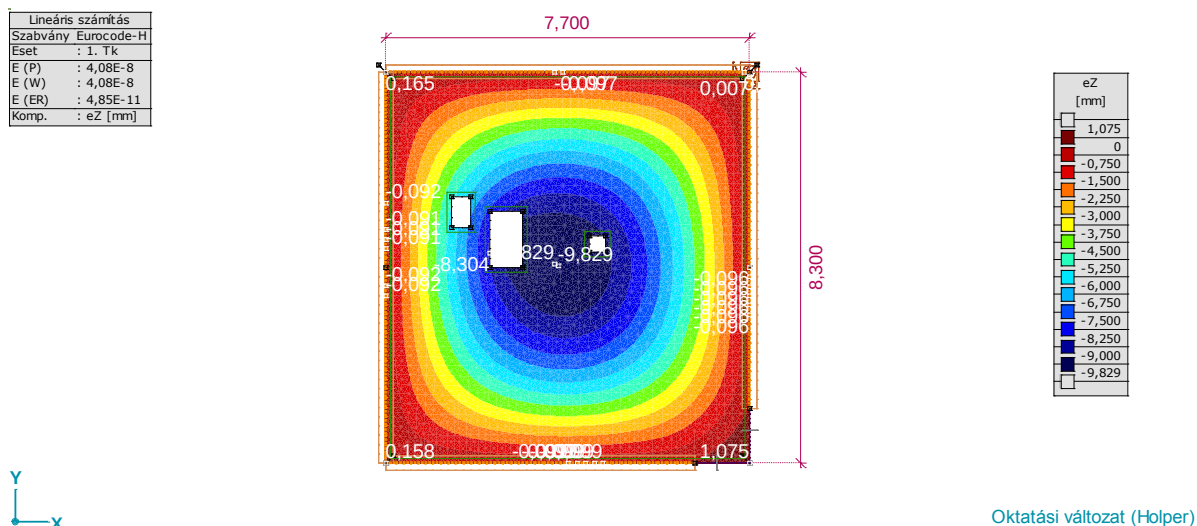
fi12/300 As=377mm²

A két gerendában ébredő igénybevétel (KNm)



4.1.4 Alakváltozás vizsgálata

Lehajlás ellenőrzése:



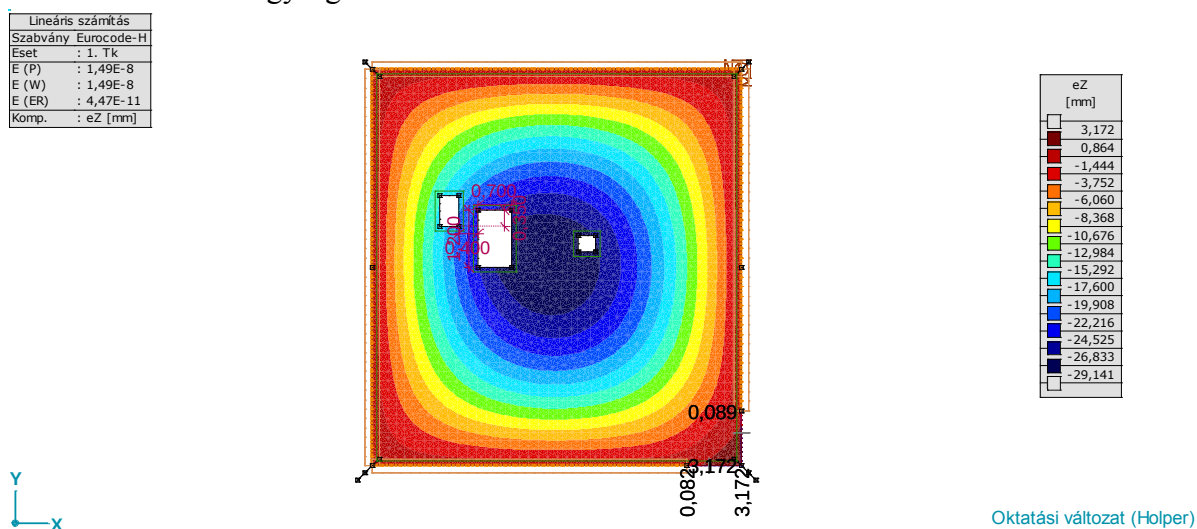
Lehajlás

$L/250 = 34 \text{ mm} > 9,9 \text{ mm}$

A födém megfelel lehajlásra!

Az épületeinket nem 1 évre tervezzük ezért az alakváltozást 50 év elteltével nőni fog. Ezt a lehajlási értéket úgy kaphatjuk meg, ha a rugalmassági modulus harmadára csökkentjük.

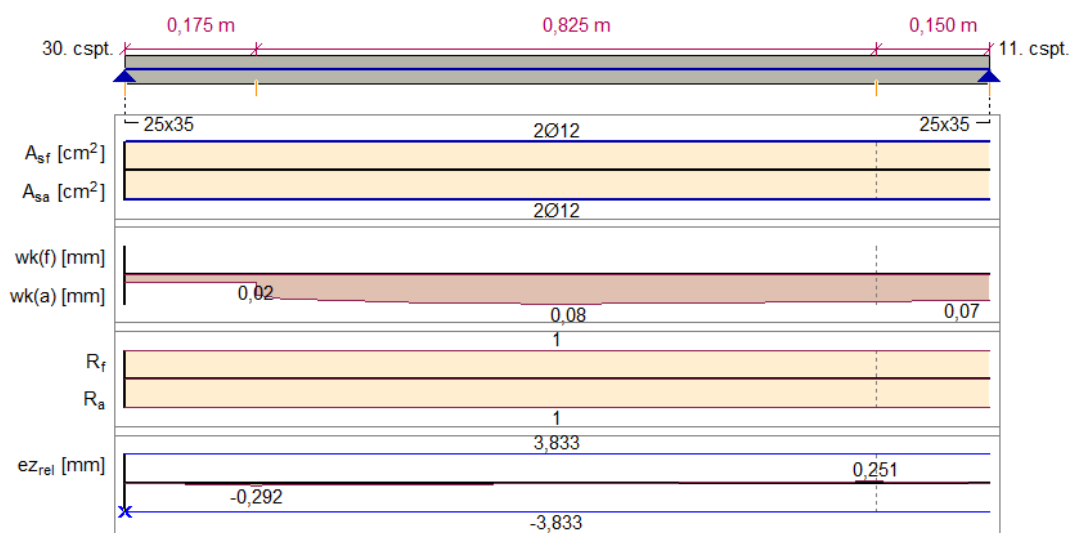
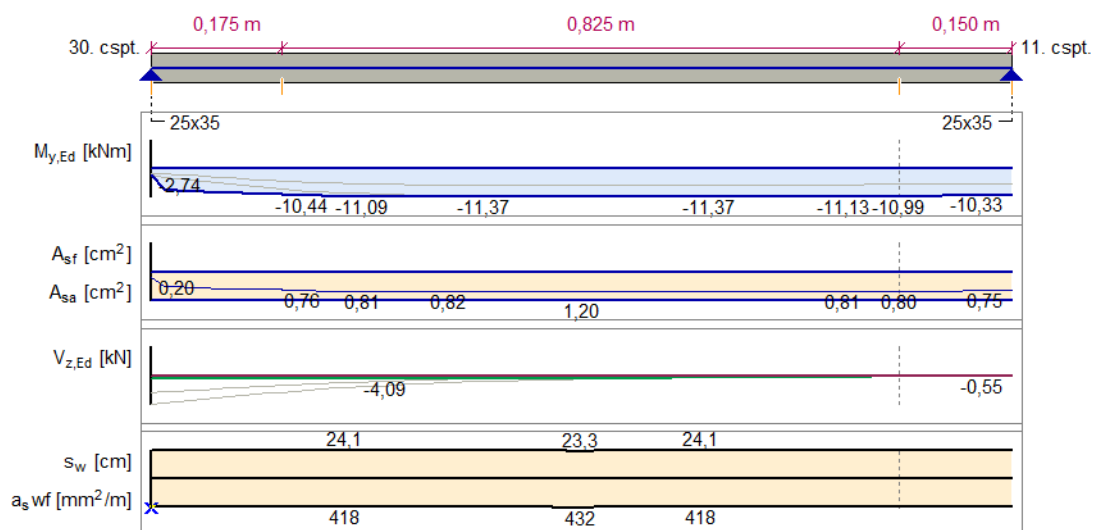
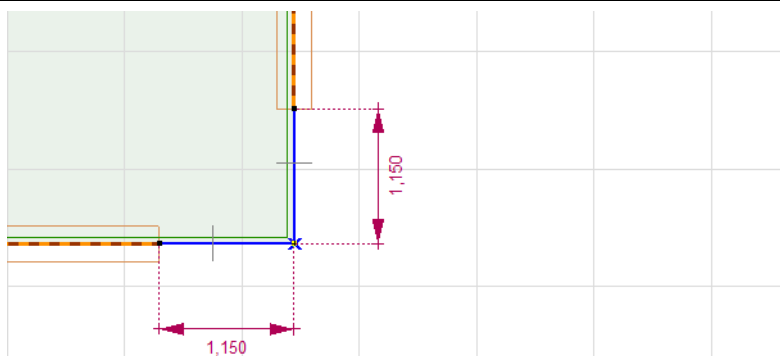
Így a Beton szerkezet E_s (rugalmassági modulusát) 3000 KN/cm^2 helyett $E_s = 1000 \text{ KN/cm}^2$ nagyságúra vesszük fel.



50 éves lehajlás

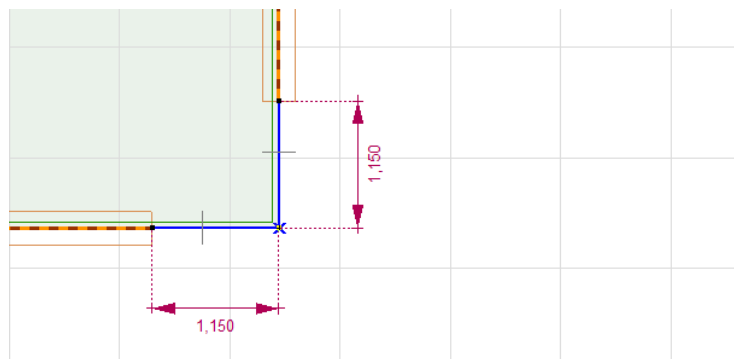
$L/250 = 34 \text{ mm} > 29,14 \text{ mm} \rightarrow \text{Megfelel!}$

4.1.5 Gerendák vasalása

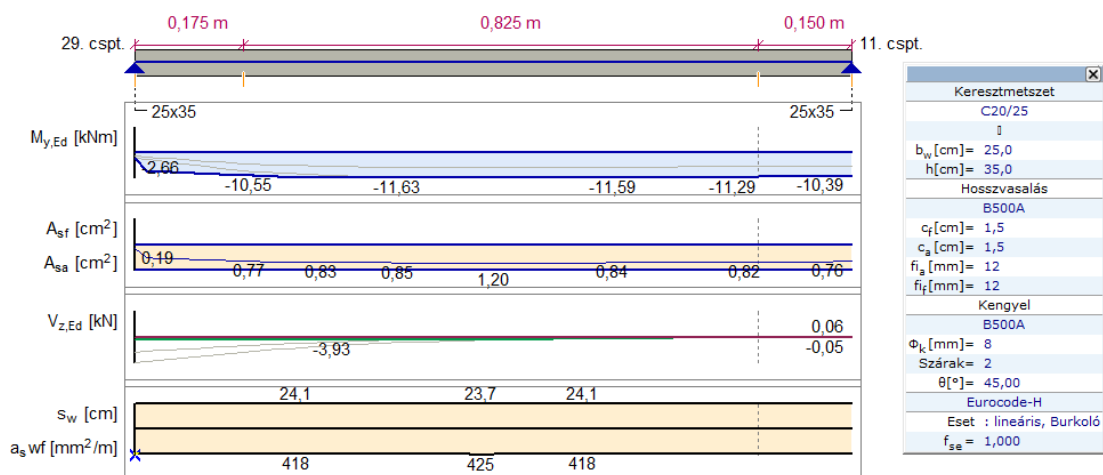


Alsó felső hossz vasnak elegendő 2 fi 12 alul felül.

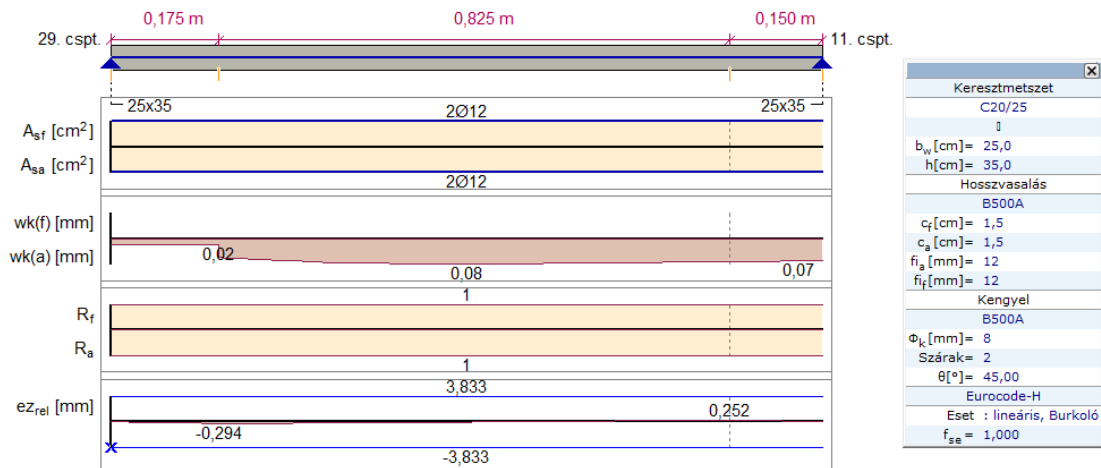
A kengyelezés: 20 cm es kiosztással fi 8-as vasból.



Igénybevételek:



Vasalás:



Alsó felső hossz vasnak elegendő 2 fi 12 alul felül.

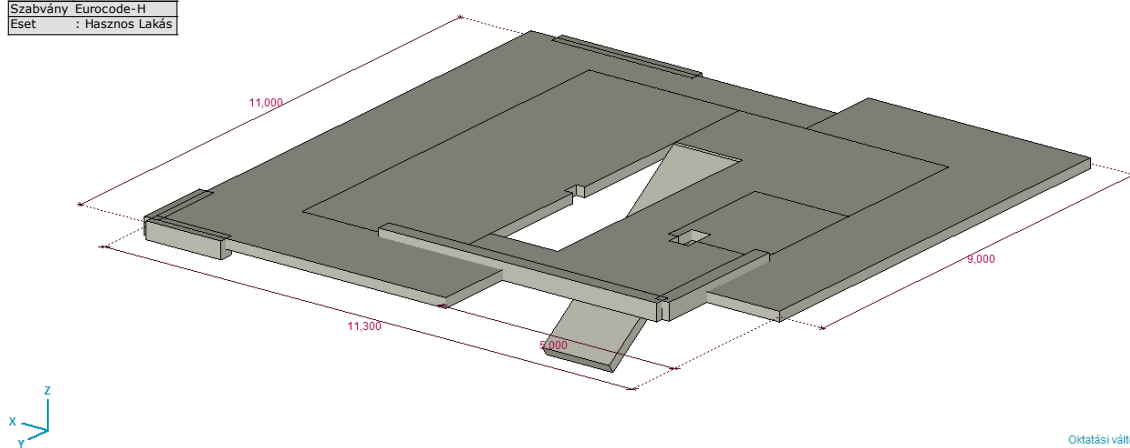
A kengyelezés: 20 cm es kiosztással fi 8-as vasból.

Munka:Szakdolgozat

Tervező:Holper András

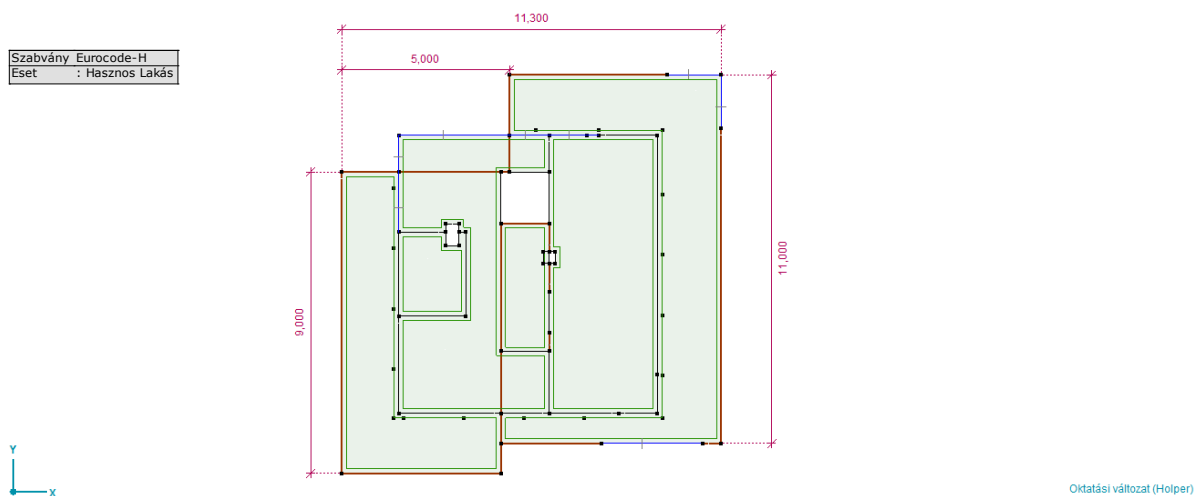
4.2 FÖLDSZINT FELETTI FÖDÉMSZERKEZETEK STATIKAI SZÁMÍTÁSA *a Budapest, XVIII. Göngyfa utca 15. számú családi ház* *Kiviteli Tervéhez*

Szabvány Eurocode-H
Eset : Hasznos Lakás



Oktatási változat (Holper)

Modell 2

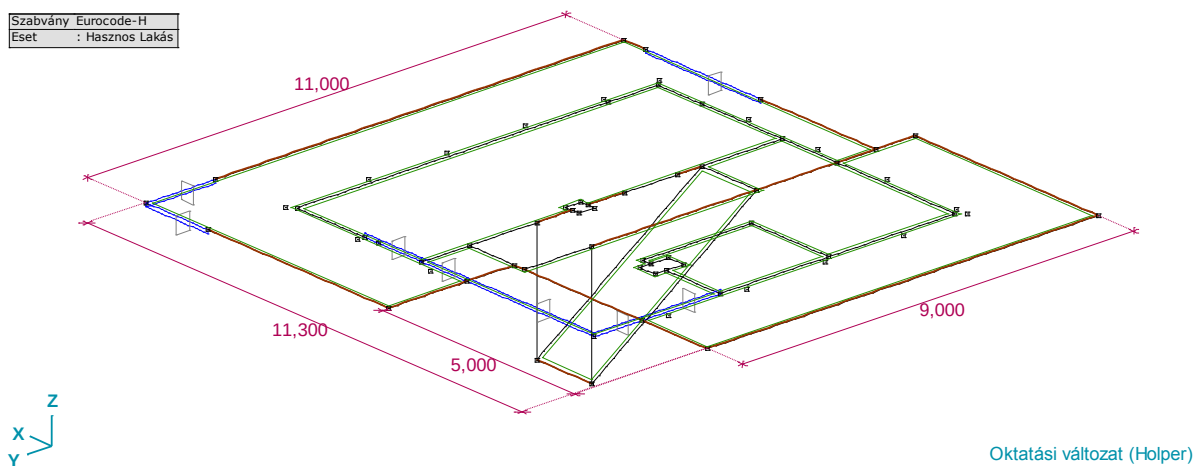


Geometria

Földszint feletti födém számítása:

Geometria felvétele az építész tervek alapján. A födémszerkezet 30 cm es főfalra terhel rá, kivéve a garázs feletti résznél. Itt konzolosan túlnyúlik a födémszakasz.

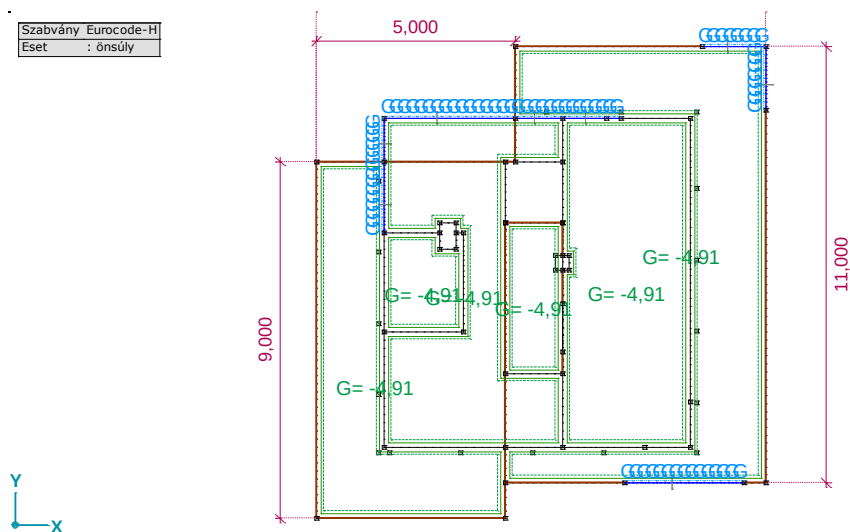
A lépcsőt a födémlemezben modelleztem egy ferde síkú lemezként, melyre ráraktam a burkolat illetve a fellépések terhet.



Modell

4.2.1 Állandó terhek:

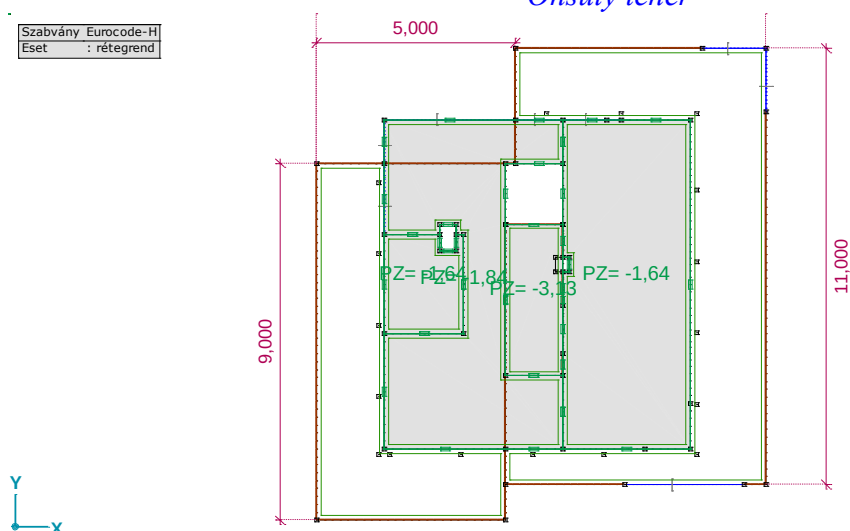
Szabvány	Eurocode-H
Eset	: önsúly



Oktatási változat (Holper)

Önsúly teher

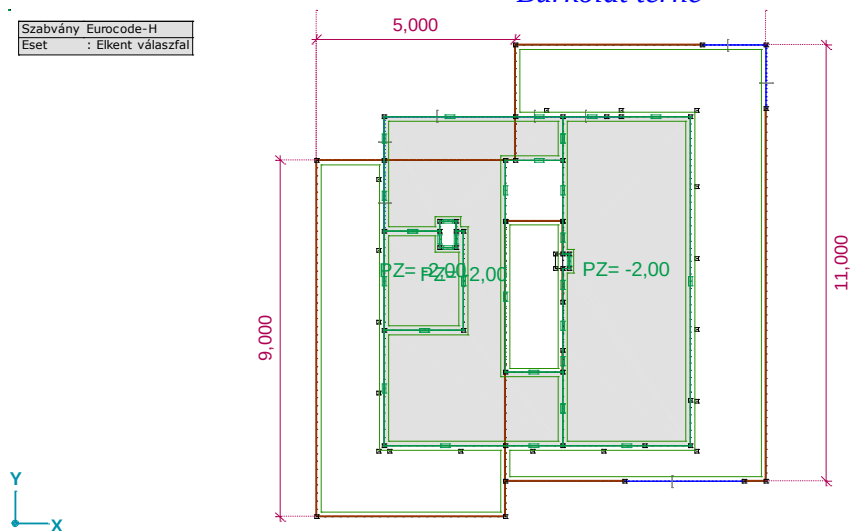
Szabvány	Eurocode-H
Eset	: rétegrend



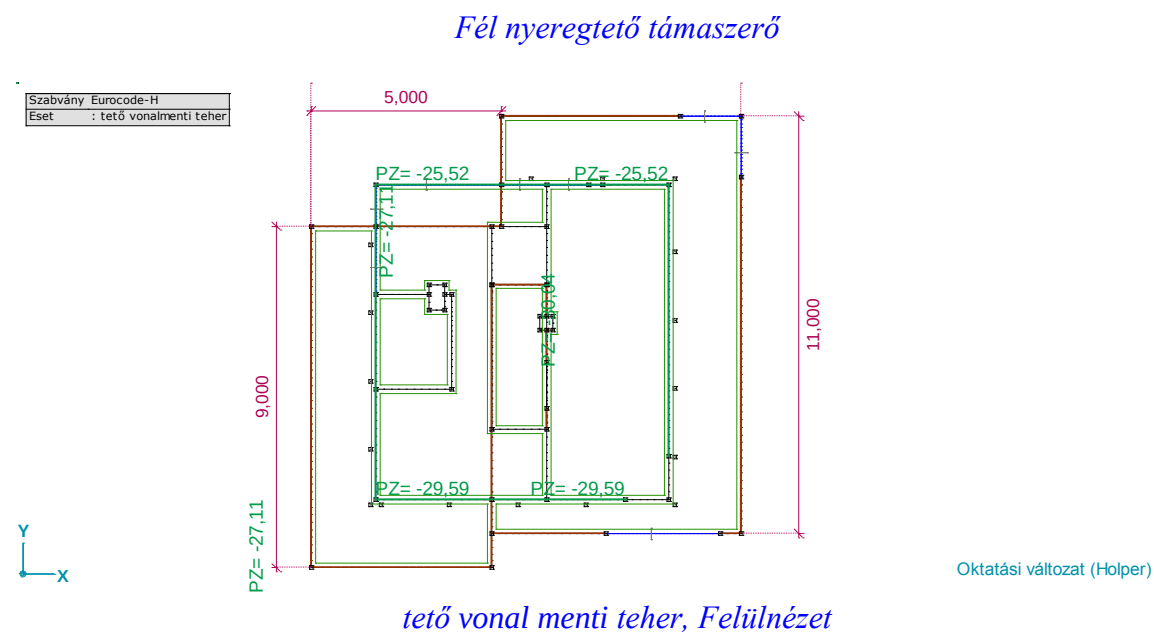
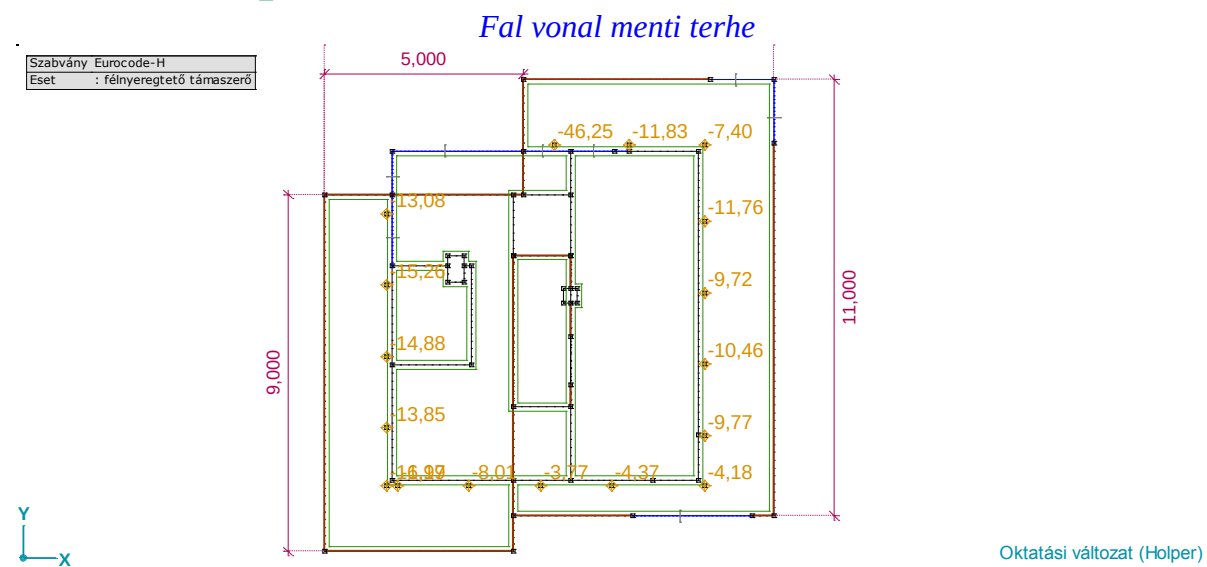
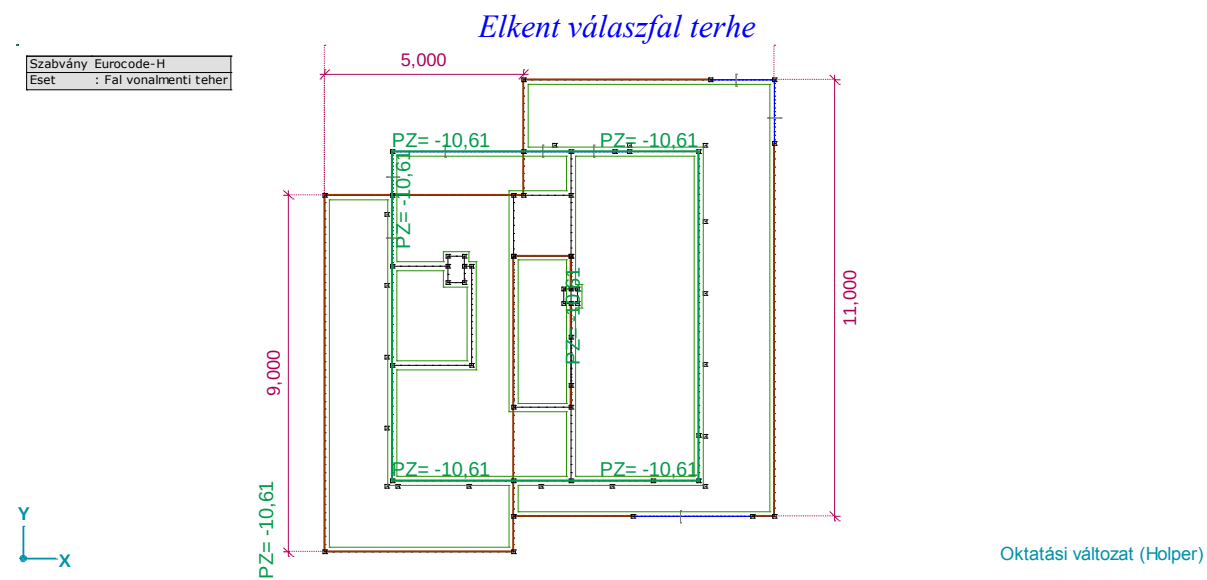
Oktatási változat (Holper)

Burkolat terhe

Szabvány	Eurocode-H
Eset	: Elkent válaszfal

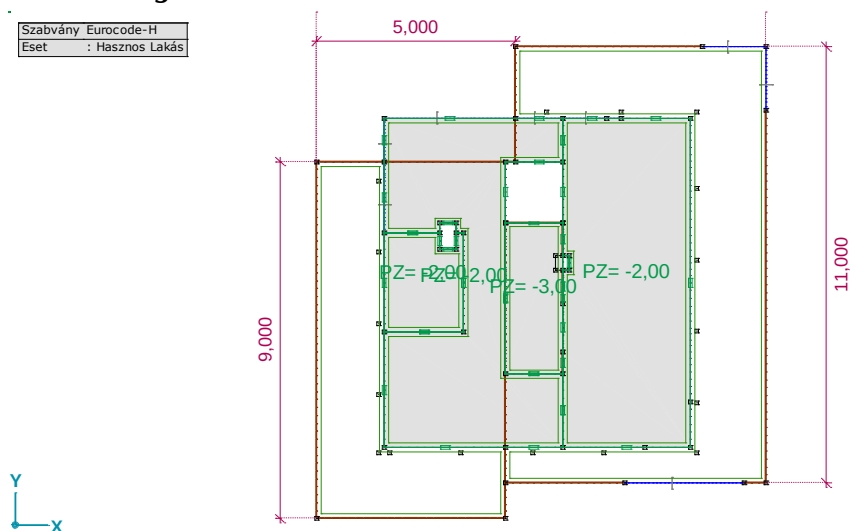


Oktatási változat (Holper)



4.2.2 Esetleges terhek

Szabvány	Eurocode-H
Eset	: Hasznos Lakás

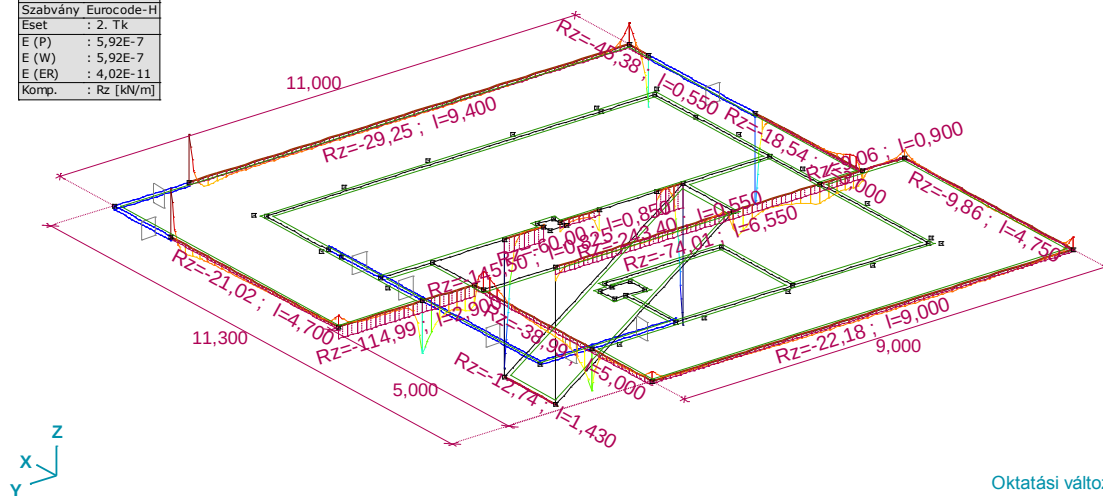


Oktatási változat (Holper)

Hasznos Lakás, Felülnézet

A födém alatti szerkezetekre tovább adódó terhek a következők:

Lineáris számítás
Szabvány Eurocode-H
Eset : 2. Tk
E (P) : 5,92E-7
E (W) : 5,92E-7
E (ER) : 4,02E-11
Komp. : Rz [kN/m]



Oktatási változat (Holper)

Vonal menti támaszerők

Egyedi kombinációk teheresetenként

	Név	Típus	önsúly (Állandó teher)	rétregrend (Állandó teher)	félnyeregterítő támaszerő (Állandó teher)	tető vonalmenti teher (Állandó teher)
1	1. Tk	SLS Kváziállandó	0	1,00	1,00	1,00
2	2. Tk	ULS	0	1,35	1,00	1,00
3	3. Tk	ULS	0	1,35	1,00	1,00

	Fal vonalmenti teher (Állandó teher)	Elkent válaszfal (Állandó teher)	Hasznos Lakás (ESE1)	Megjegyzés
1	1,00	1,00	0,50	
2	1,35	1,35	1,50	
3	1,35	1,35	1,05	

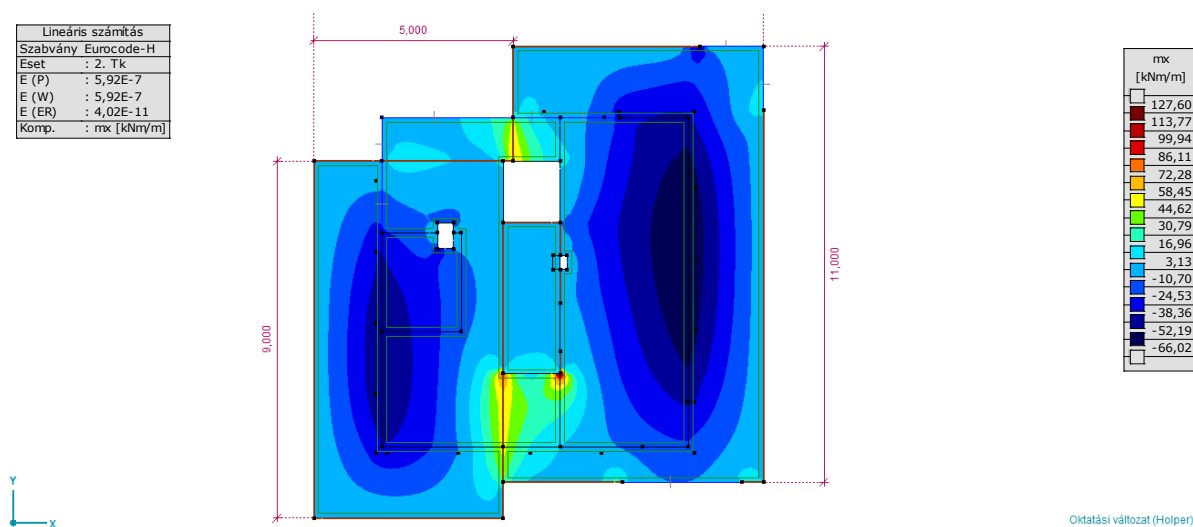
4.2.3 Igénybevételek

Az igénybevételek számításához a táblázatban szereplő teherkombinációt vettem figyelembe. SLS használhatósági teherkombináció az alakváltozás vizsgálatra szolgál.

A Teherbírási kombinációkból pedig a 2. kombináció a mértékadó, amikor a hasznos teher a domináns teher.

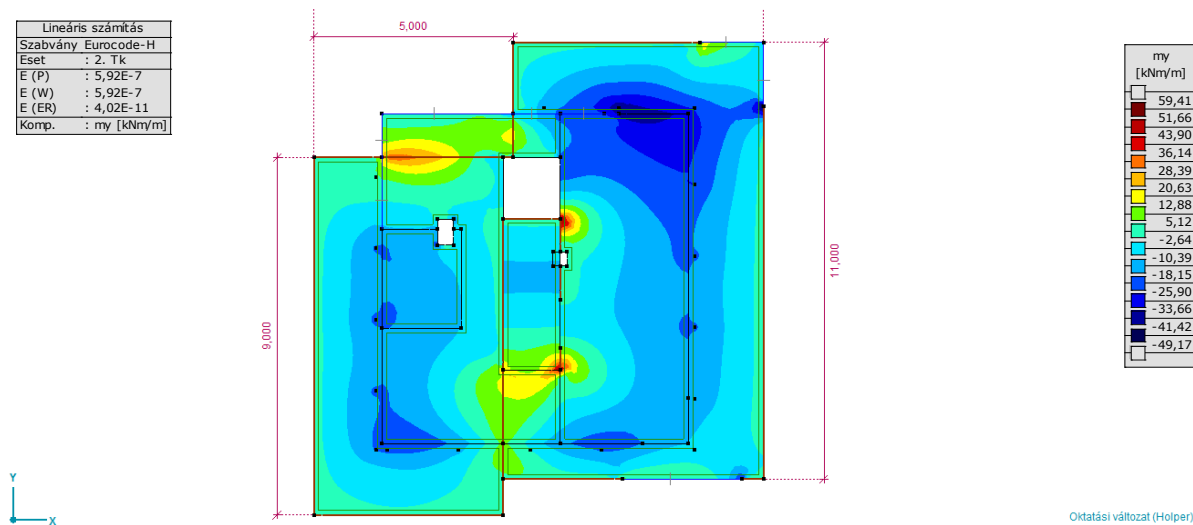
A teherkombinációkat figyelembe véve a következő igénybevételek keletkeztek a födémszerkezeten.

Lineáris számítás	
Szabvány	Eurocode-H
Eset	: 2. Tk
E (P)	: 5,92E-7
E (W)	: 5,92E-7
E (ER)	: 4,02E-11
Komp.	: mx [kNm/m]



X irányú nyomaték

Lineáris számítás	
Szabvány	Eurocode-H
Eset	: 2. Tk
E (P)	: 5,92E-7
E (W)	: 5,92E-7
E (ER)	: 4,02E-11
Komp.	: my [kNm/m]



Y irányú nyomaték

4.2.4 Az alkalmazott vasalás

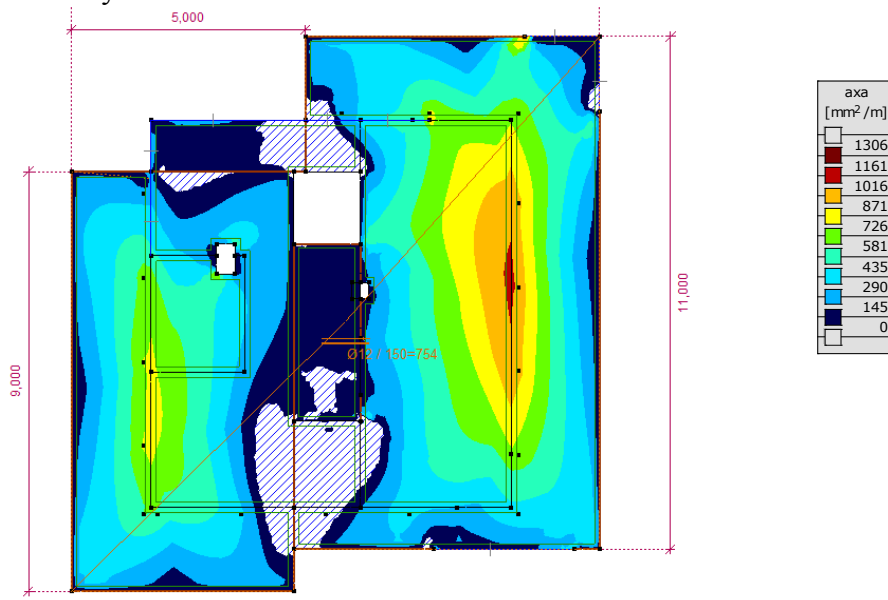
X irányú Alsó alapvasalás

fi12/150 $A_s=754\text{mm}^2$

Erősítő vasalás:

A vasalási terven feltüntetett helyeken: fi12/150

Lineáris számítás
Szabvány Eurocode-H
Eset : 2. Tk
E (P) : 5,92E-7
E (W) : 5,92E-7
E (ER) : 4,02E-11
Komp. : axa [mm^2/m]



X irányú alsó vasalás és vasmennyiség

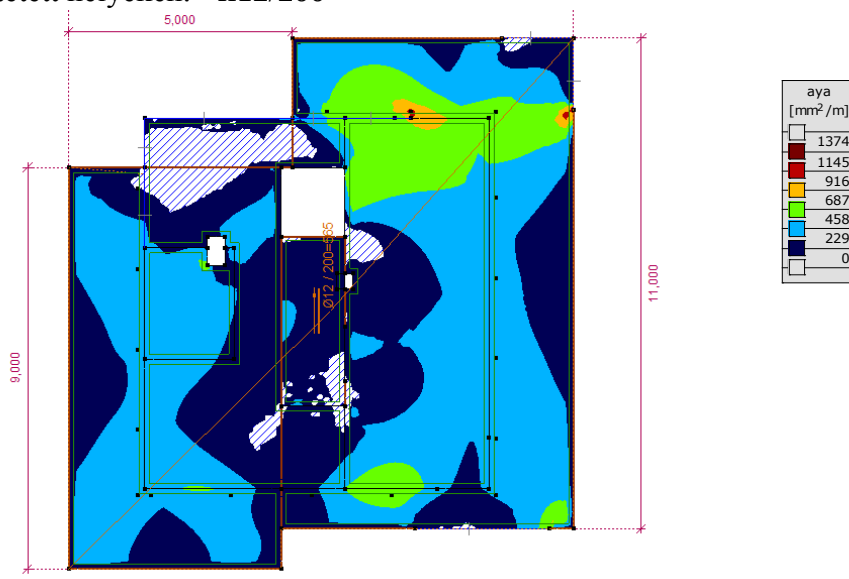
Y irányú Alsó alapvasalás

fi12/200 $A_s=565\text{mm}^2$

Erősítő vasalás:

a vasalási terven feltüntetett helyeken: fi12/200

Lineáris számítás
Szabvány Eurocode-H
Eset : 2. Tk
E (P) : 5,92E-7
E (W) : 5,92E-7
E (ER) : 4,02E-11
Komp. : aya [mm^2/m]



Y irányú alsó vasalás és vasmennyiség

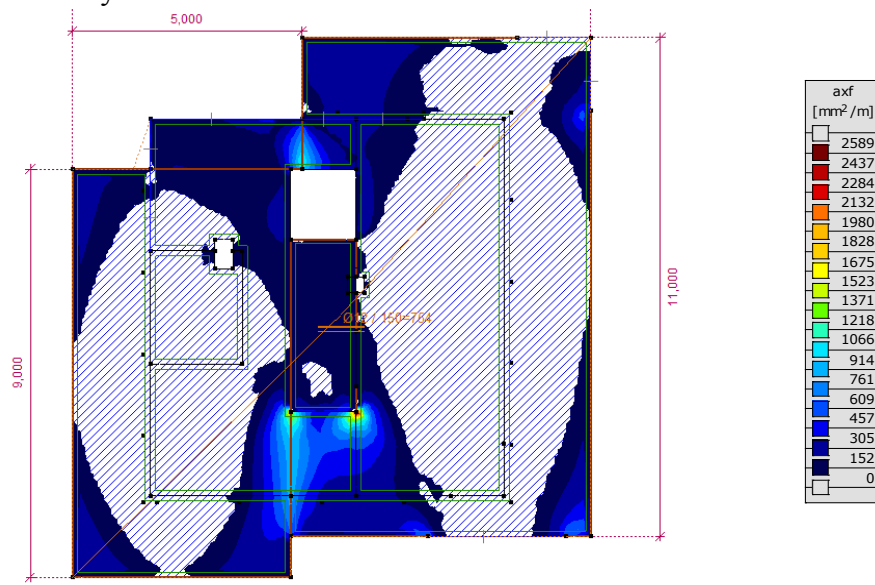
X irányú felső alapvasalás

fi12/150 $A_s=754\text{mm}^2$

Erősítő vasalás:

a vasalási terven feltüntetett helyeken: fi12/150

Lineáris számítás	
Szabvány	Eurocode-H
Eset	: 2. Tk
E (P)	: 5,92E-7
E (W)	: 5,92E-7
E (ER)	: 4,02E-11
Komp.	: axf [mm ² /m]



Oktatási változat (Holper)

X irányú felső vasalás és vasmennyiség

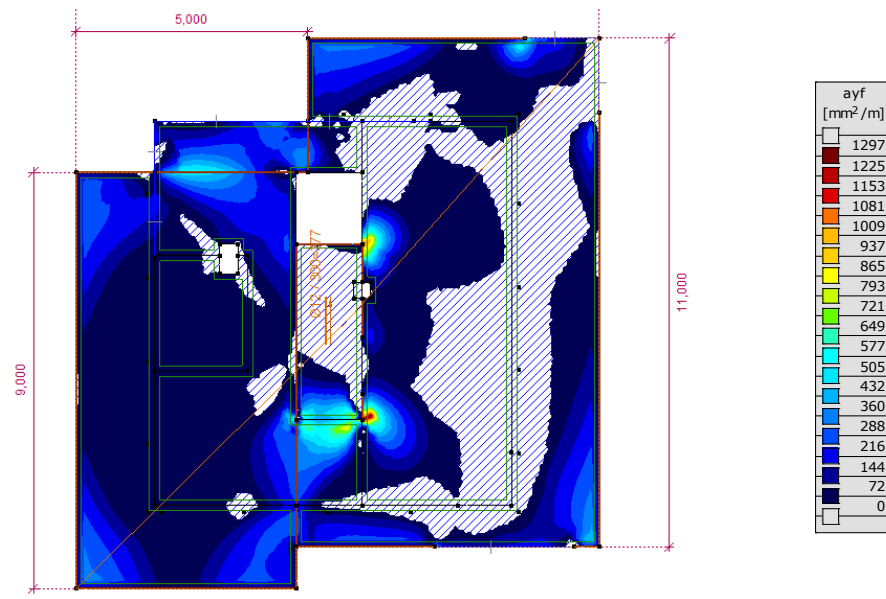
Y irányú Felső alapvasalás

fi12/300 $A_s=377\text{mm}^2$

Erősítő vasalás:

a vasalási terven feltüntetett helyeken: fi12/300

Lineáris számítás	
Szabvány	Eurocode-H
Eset	: 2. Tk
E (P)	: 5,92E-7
E (W)	: 5,92E-7
E (ER)	: 4,02E-11
Komp.	: ayf [mm ² /m]



Oktatási változat (Holper)

Y irányú felső vasalás és vasmennyiség

A lépcső áttörésnél figyelni kell, hogy ami az x irányban alsó vas az y irányba már felső vas legyen, ugyan ez igaz fordítva is. Tehát a vasakat rá kell hajtani az alatta lévő sorra. Ha nem így szereljük a vasat, akkor a lépcsőnél komoly problémák léphetnek fel.

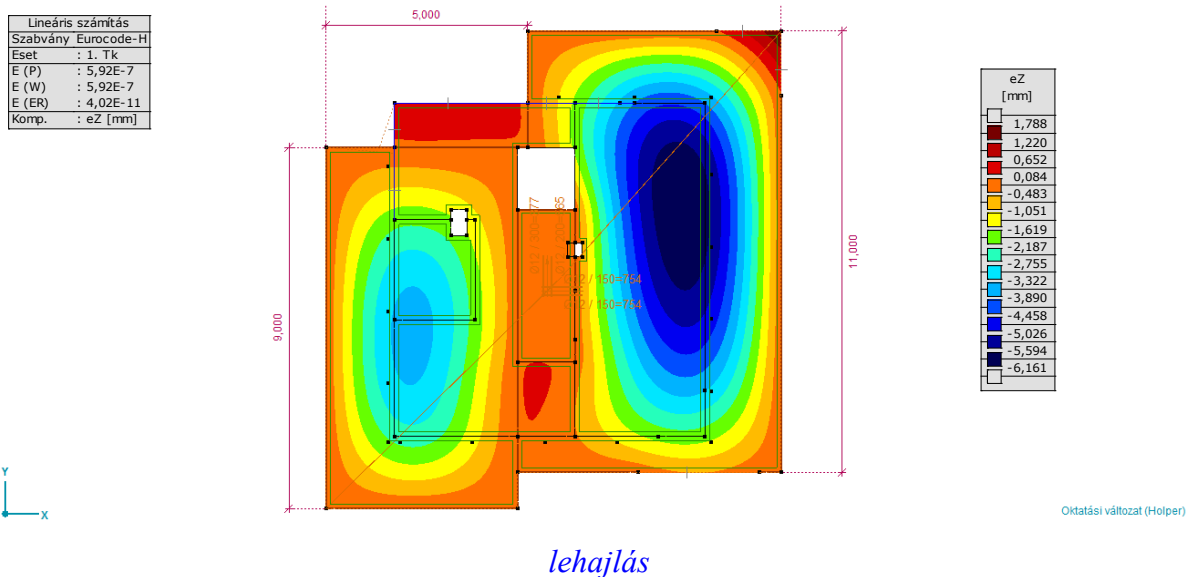
Az áttörésnél erősítő vasalást helyezünk el a vasalási terven jelölt módon.

A konzolvégénél szükség volt vasbeton felül bordára, hogy a nyomatékcsúcsokat a támasznál megszüntessük. Így oda 2 db 30x35-ös gerendával számoltam.

A gerendák vasalását a gerendavasalási terven lévő módon kell bevasalni.

4.2.5 Alakváltozás

Lehajlás ellenőrzése:



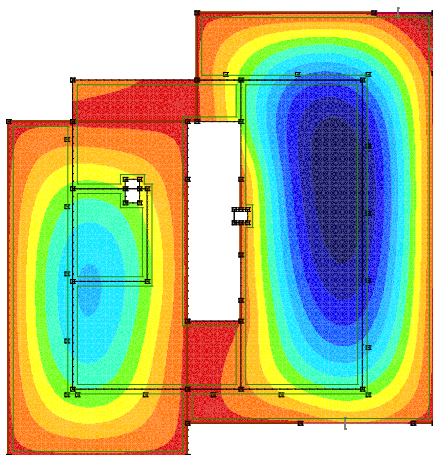
$$L/250 = 44 \text{ mm} > 6,1 \text{ mm}$$

A födém megfelel lehajlásra!

Az épületeinket nem 1 évre tervezzük ezért az alakváltozást 50 év elteltével nőni fog. Ezt a lehajlási értéket úgy kaphatjuk meg, ha a rugalmassági moduluszt harmadára csökkentjük.

Így a Beton szerkezet E_s (rugalmassági modulusát) 3000 KN/cm² helyett $E_s=1000\text{KN/cm}^2$ nagyságúra vesszük fel.

Lineáris számítás	
Szabvány Eurocode-H	
Eset	: 1. Tk
E (P)	: 1,50E-8
E (W)	: 1,50E-8
E (ER)	: 2,54E-11
Komp.	: eZ [mm]



eZ [mm]
5,996
3,852
1,707
-0,437
-2,581
-4,725
-6,870
-9,014
-11,158
-13,302
-15,447
-17,591
-19,735
-21,879
-24,024



Oktatási változat (Holper)

50 éves lehajlás

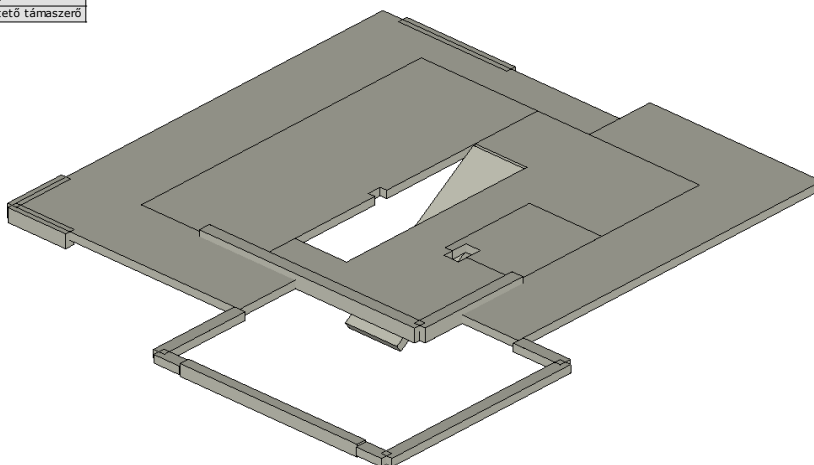
$L/250 = 44 \text{ mm} > 24 \text{ mm}$

A födém megfelel lehajlásra!

Munka: Szakdolgozat

5. FÖLDSZINT FELETTI GERENDA SZERKEZETEK STATIKAI SZÁMÍTÁSA a Budapest, XVIII. Göngyfa utca 15. számú családi ház Kiviteli Tervéhez

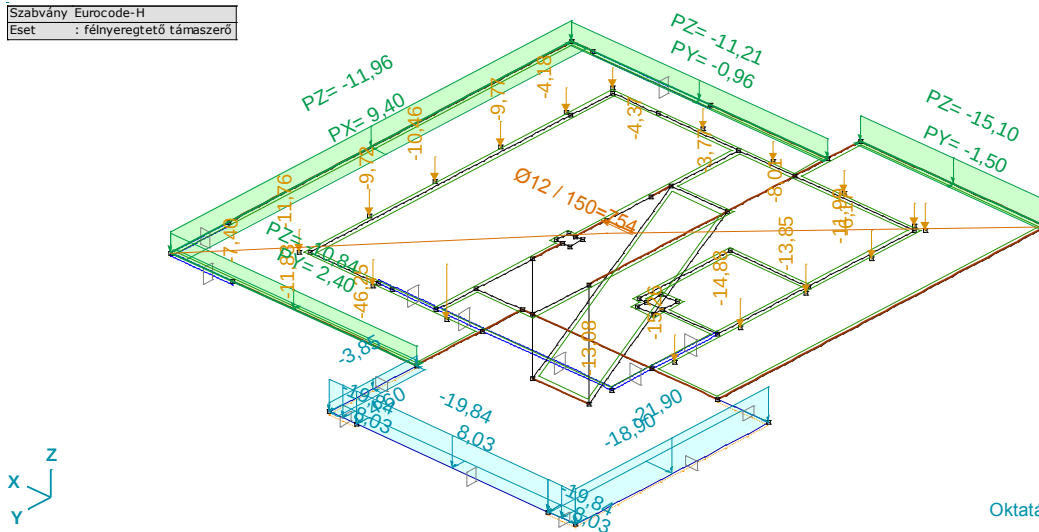
Szabvány Eurocode-H	
Eset	: félnyeregterő támaszerő



Oktatási változat (Holper)

Modell

Szabvány	Eurocode-H
Eset	: félnyeregterelő támaszerő



Oktatási változat (Holper)

Gerendák

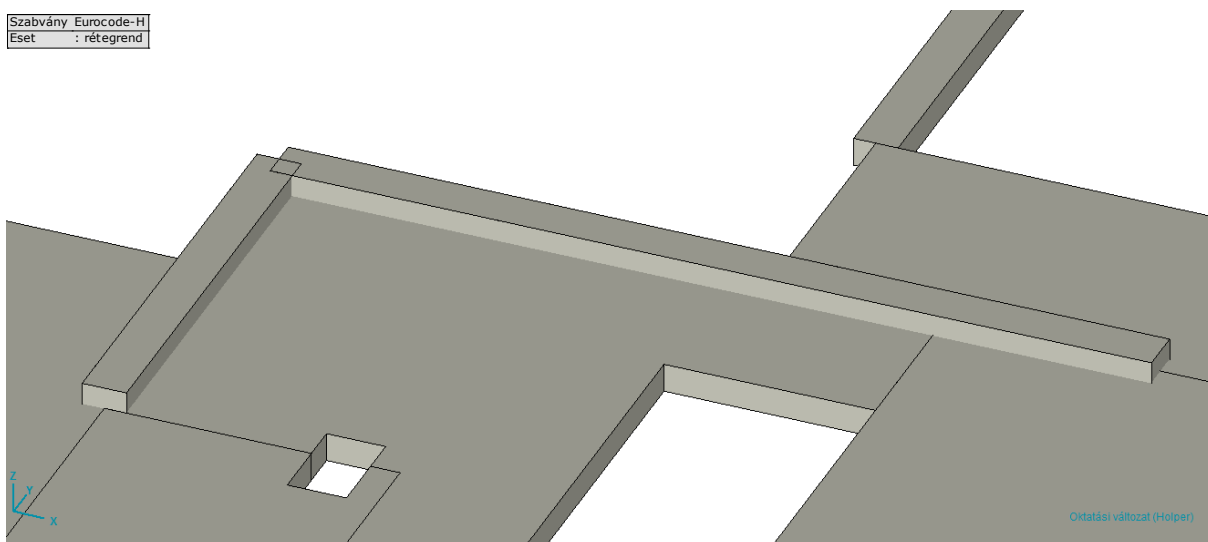
5.1 A gerendákra ható terhelések

A gerendákra az előző ábrán látható módon hatnak a terhek.

A G1-G2 felül borda, mely a konzolvégi födéből keletkező nyomatéksúcsokat hivatott felvenni a födémszerkezetben.

Melyek az alábbi képen látható módon helyezkednek el.

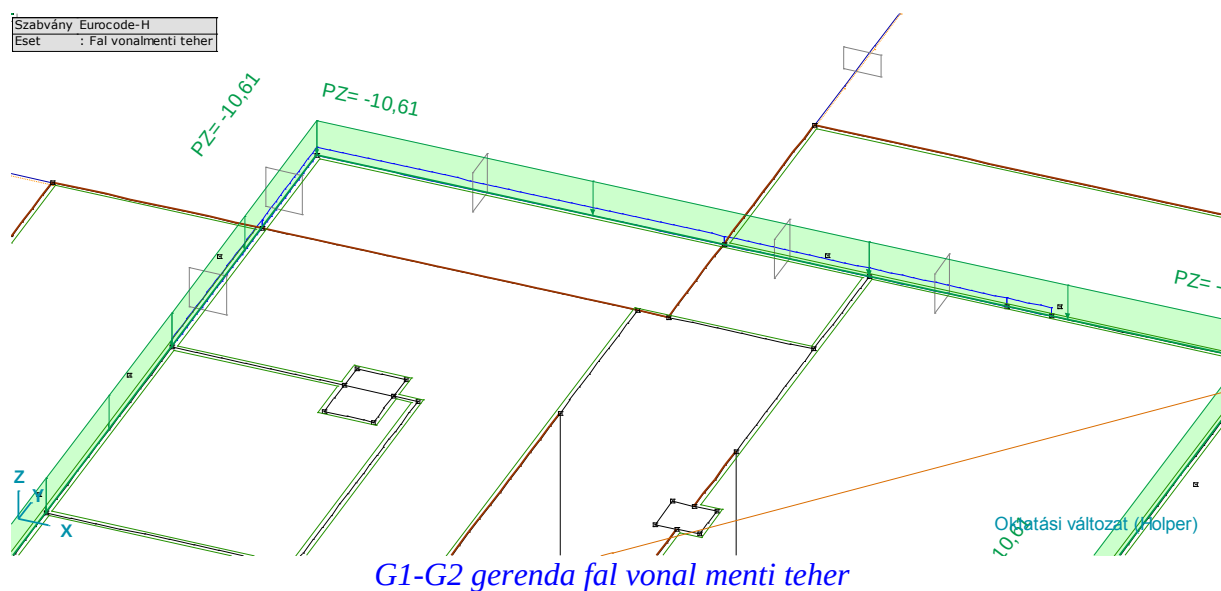
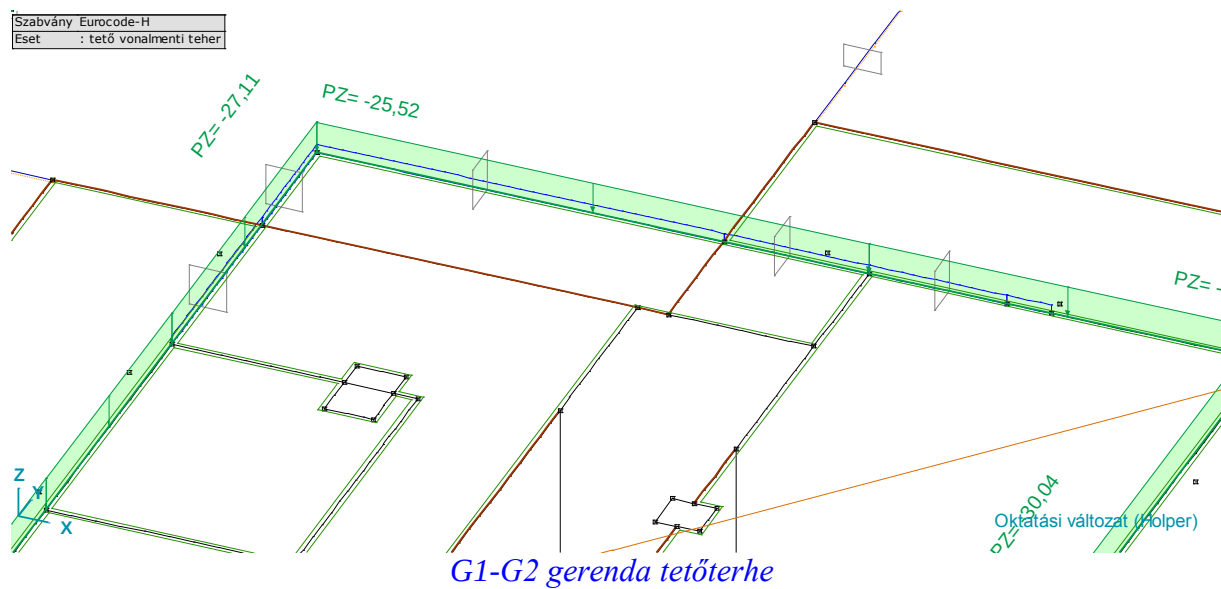
Szabvány	Eurocode-H
Eset	: rétegerend



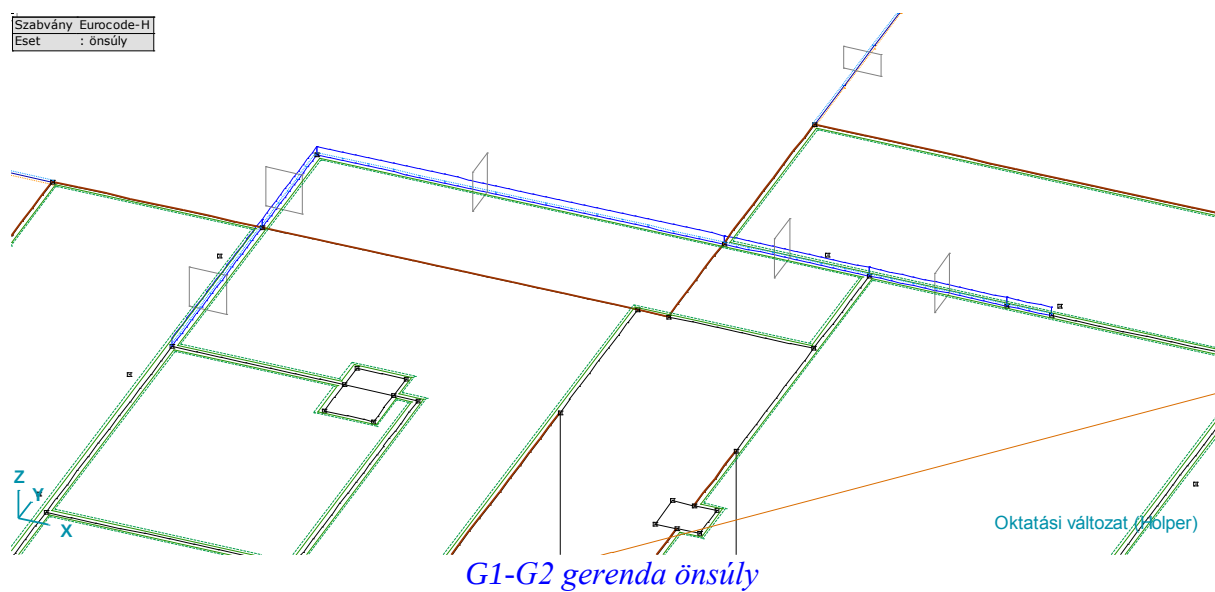
Oktatási változat (Holper)

G1-G2 gerenda modell

A két felül bordára a következő terhelések adódnak.



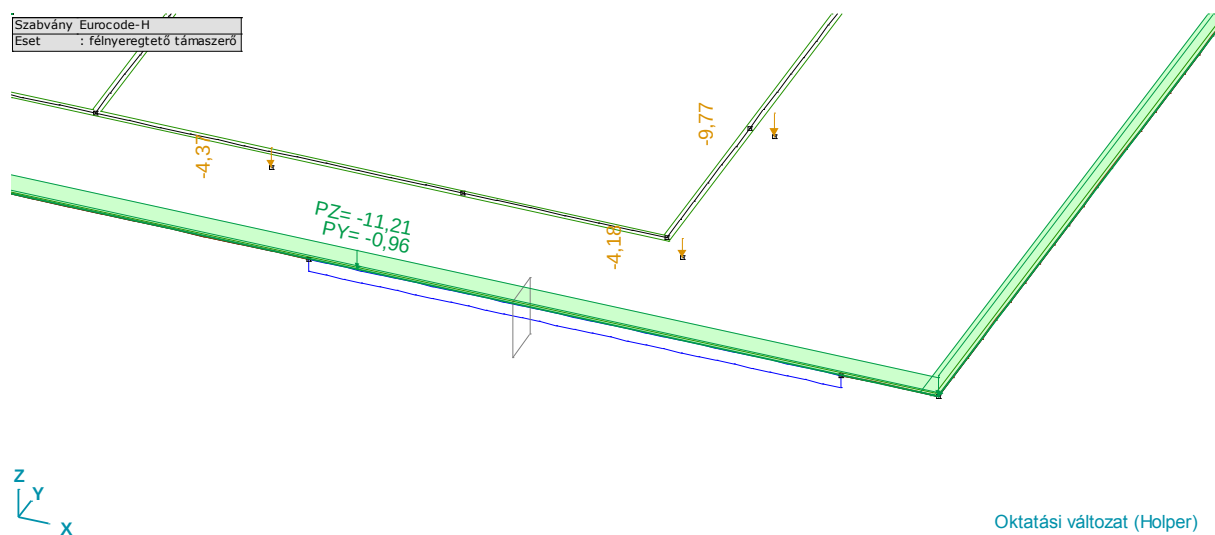
Szabvány Eurocode-H
Eset : önsúly



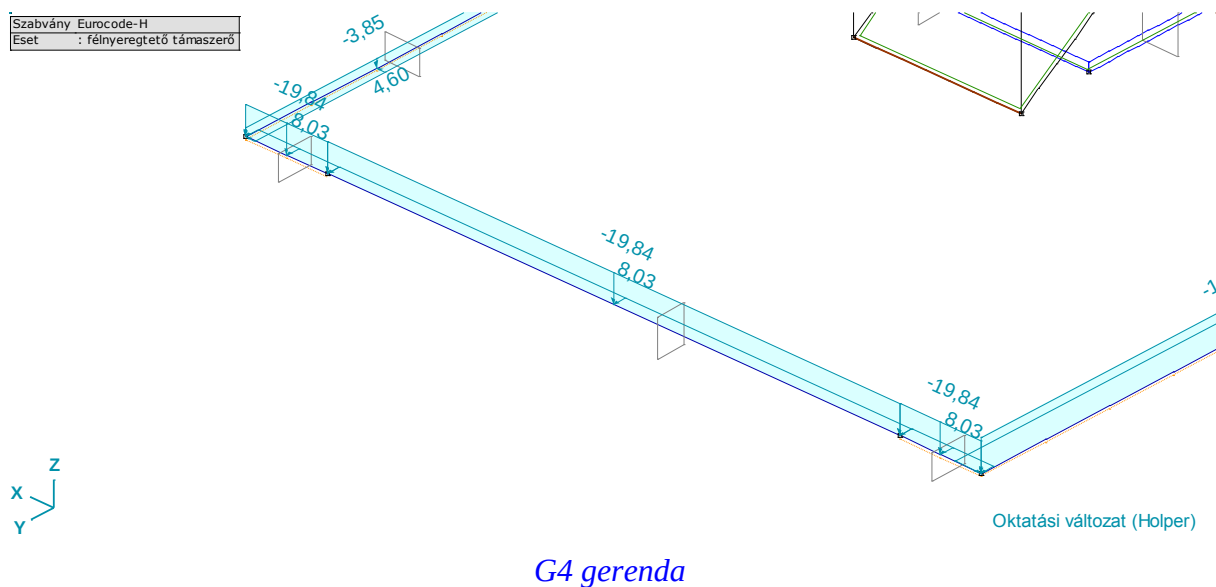
A következő két méretezett gerendám G3-G4.

Egy nagyobb nyílást áthidaló G3- jelű gerenda.

Szabvány Eurocode-H
Eset : félnyeregűtő támaszerő



A negyedig gerenda, pedig a garázs fölötti nyílás áthidalására szolgáló szerkezet.



Az előbbieken felsorolt gerendákat az Axis VM programmal méreteztem.

A gerendákra a fél nyeregűtőből hat egy „z” és „y” irányú erő.

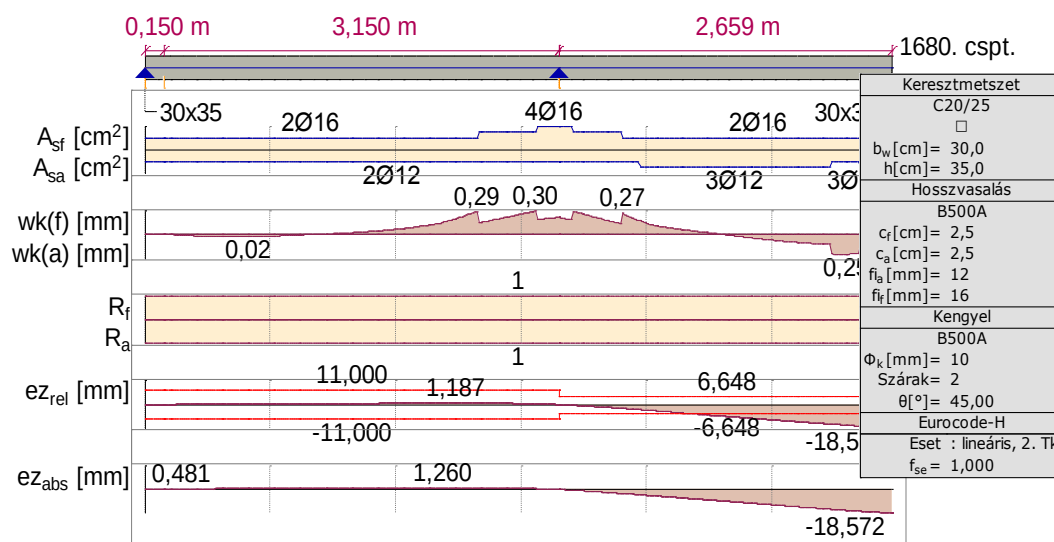
Így a gerendákat ferde hajlításra méretezendők.

A G4 gerendát kézzel is ellenőriztem.

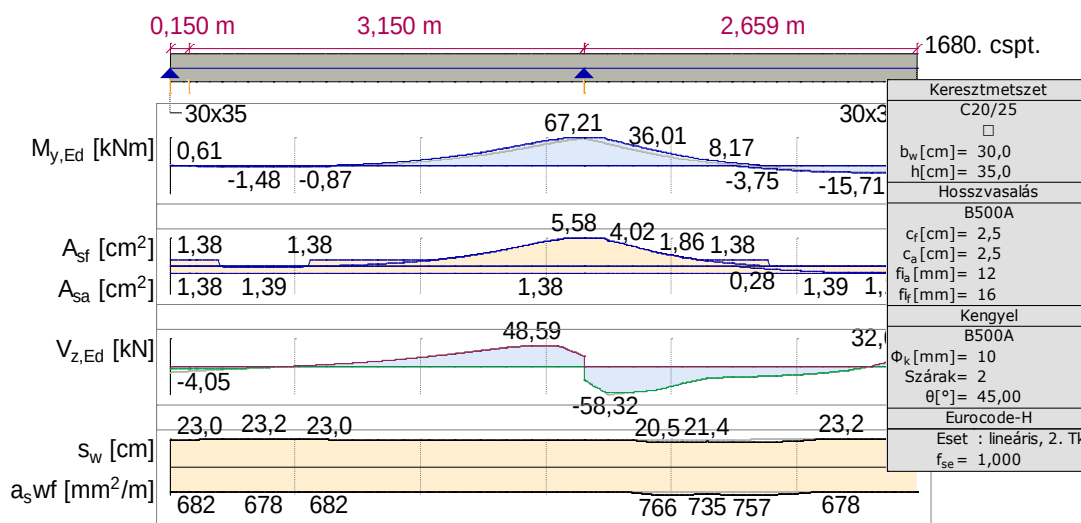
A következőkben a 4 gerenda igénybevételi ábráit, a nyírási terhelés felvételére a kengyelek kiosztását. A nyomatékok felvételére pedig a hosszvasalását láthatjuk.

5.2 Igénybevétel

5.2.1 G1 gerenda

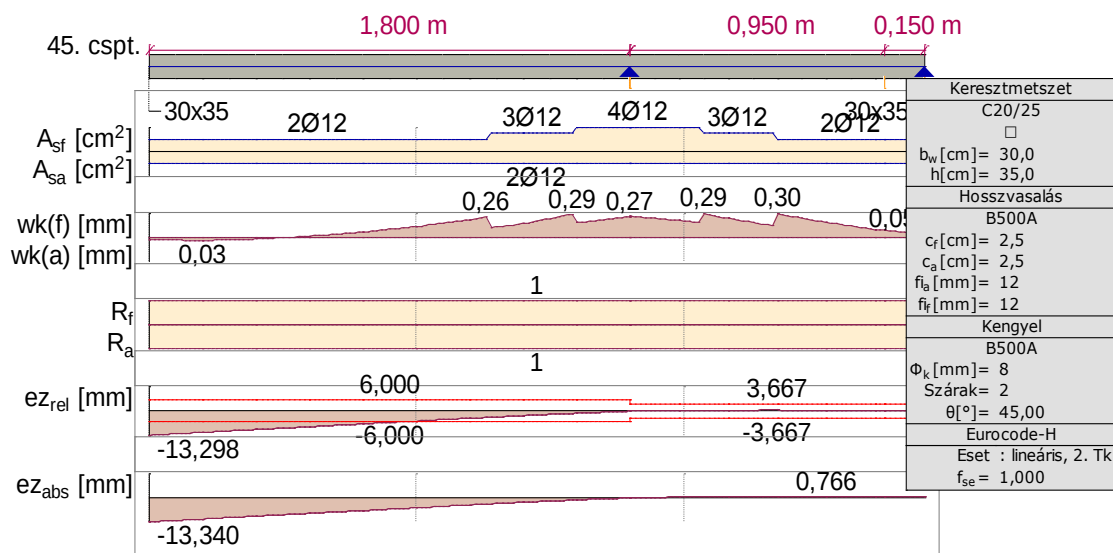


G1 gerenda fő vasalása

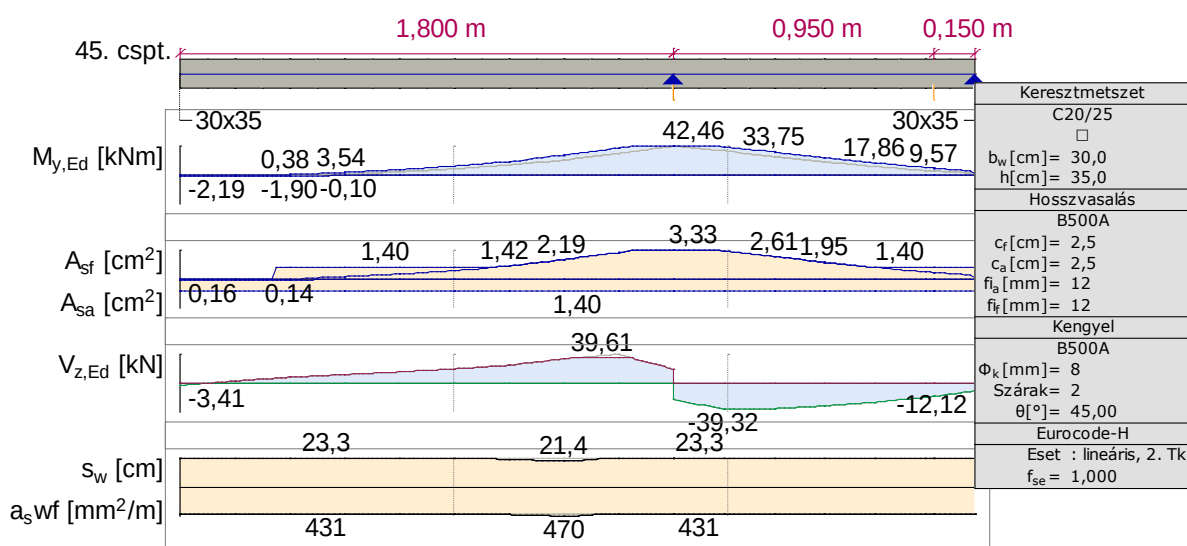


G1 gerenda igénybevételek, kengyelkiosztás

5.2.2 G2 gerenda:

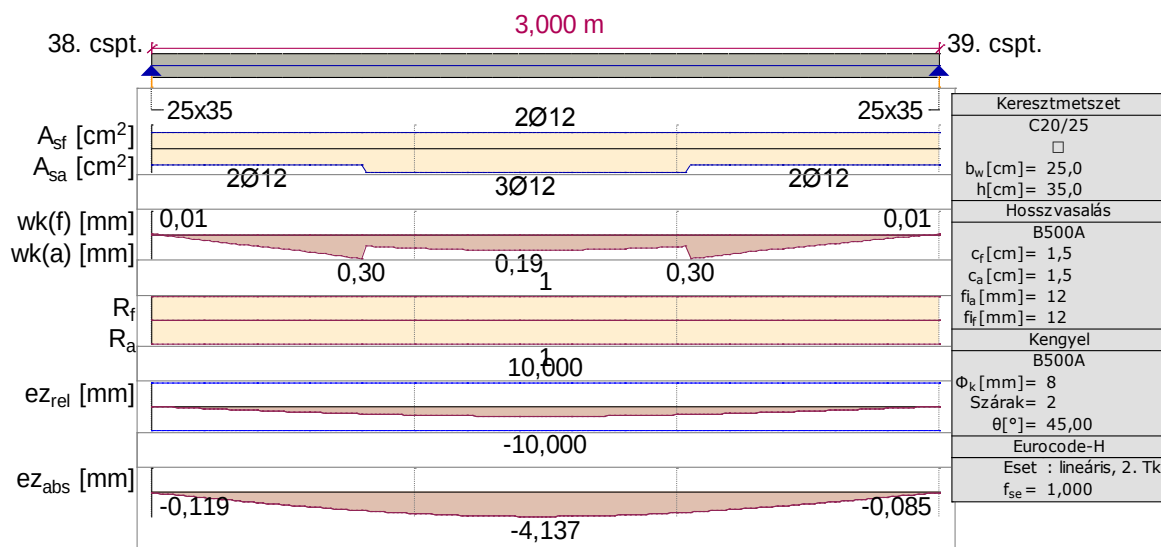


G2 gerenda hossz vasalása

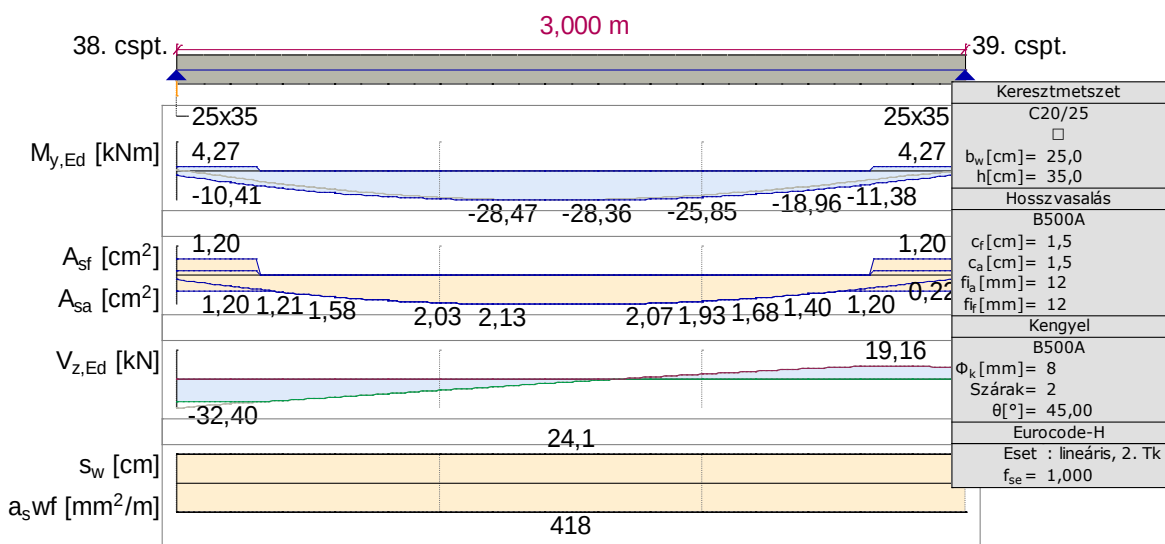


G2 gerenda igénybevétel, kengyelkiosztás

5.2.3 G3 gerenda

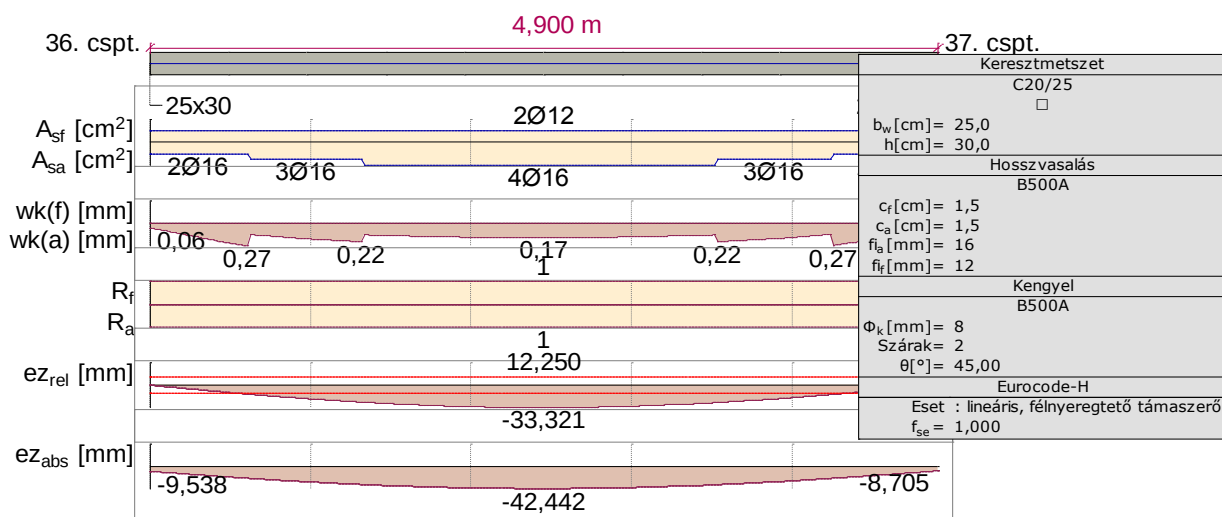


G3 gerenda hossz vasalása

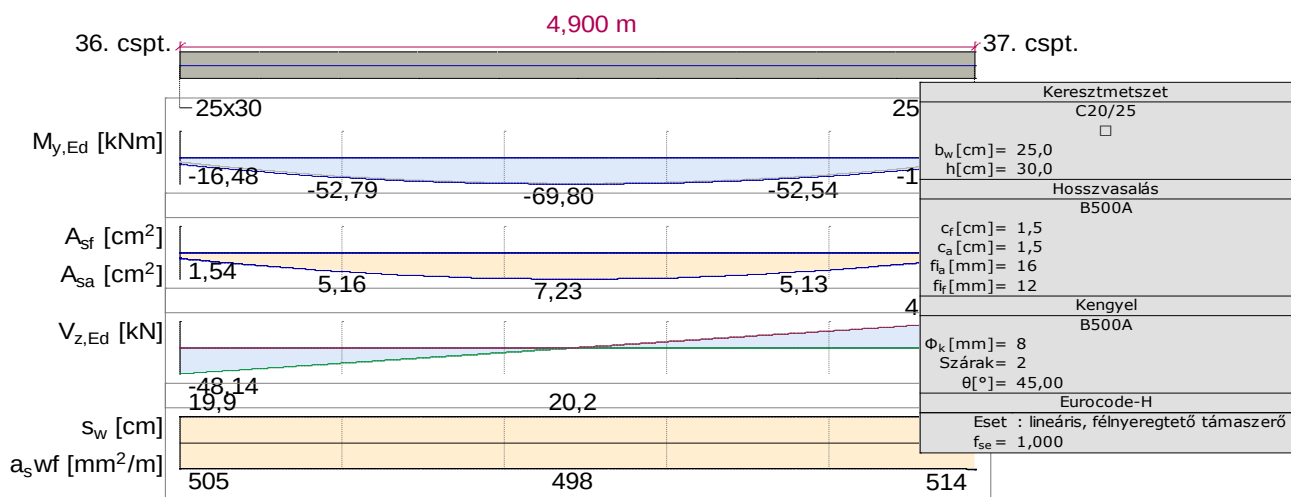


G3 gerenda igénybevétel

5.2.5 G4 gerenda:



G4 gerenda hossz vasalása



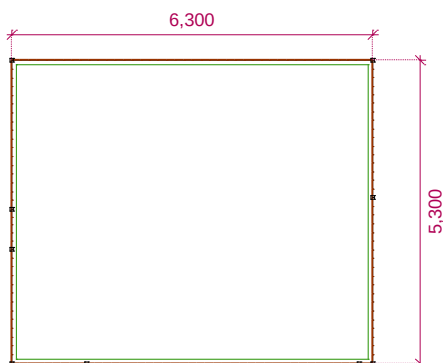
G4 gerenda igénybevétel, kengyel kiosztása

Munka:Szakdolgozat

Tervező: Holper András

6.1 PINCESZINT FELETTI FÖDÉMSZERKEZET STATIKAI SZÁMÍTÁSA *a Budapest, XVIII. Göngyfa utca 15. számú családi ház* *Kiviteli Tervéhez*

Szabvány	Eurocode-H
Eset	: Önsúly



Oktatási változat (Holper)

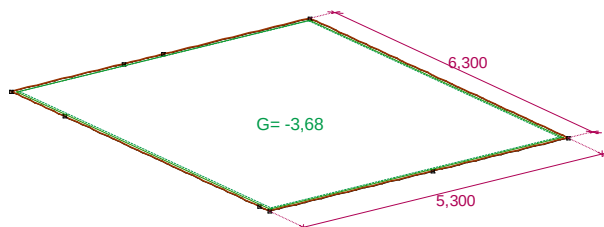
Geometria

Geometria:

A födém szerkezet megtámasztására a tervek alapján, 30-as zsalukőfal szolgál.

6.1.1 Állandó terhek

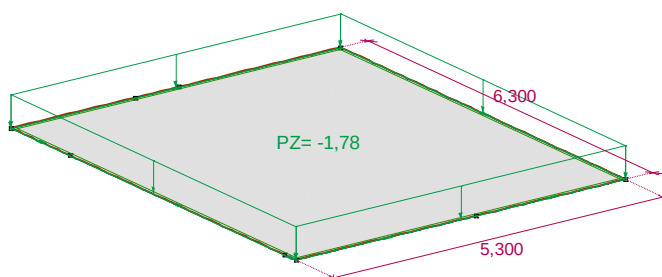
Szabvány	Eurocode-H
Eset	: Önsúly



Oktatási változat (Holper)

Önsúly

Szabvány	Eurocode-H
Eset	: garázs rétegrend

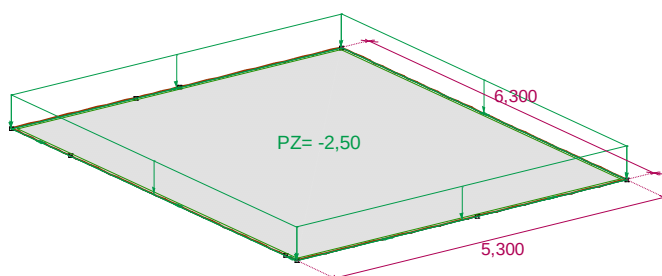


Oktatási változat (Holper)

Garázs rétegrend

6.1.2 Esetleges teher

Szabvány	Eurocode-H
Eset	: hasznos garázs

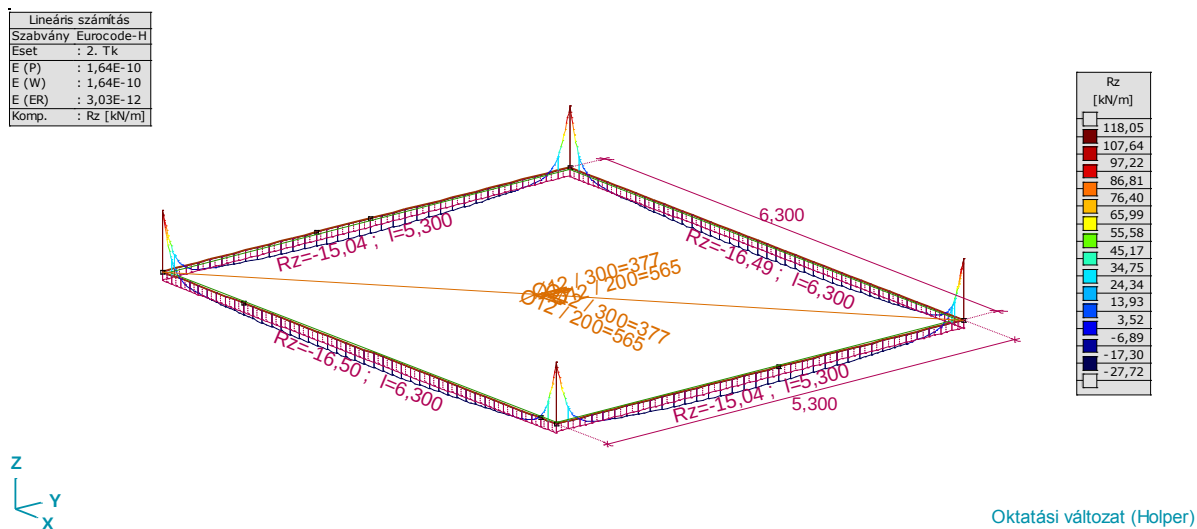


Oktatási változat (Holper)

Hasznos garázs

6. 1.3 Igénybevételek

A szerkezetről átadódó terheket a zsalukőfalra a következő ábra mutatja.

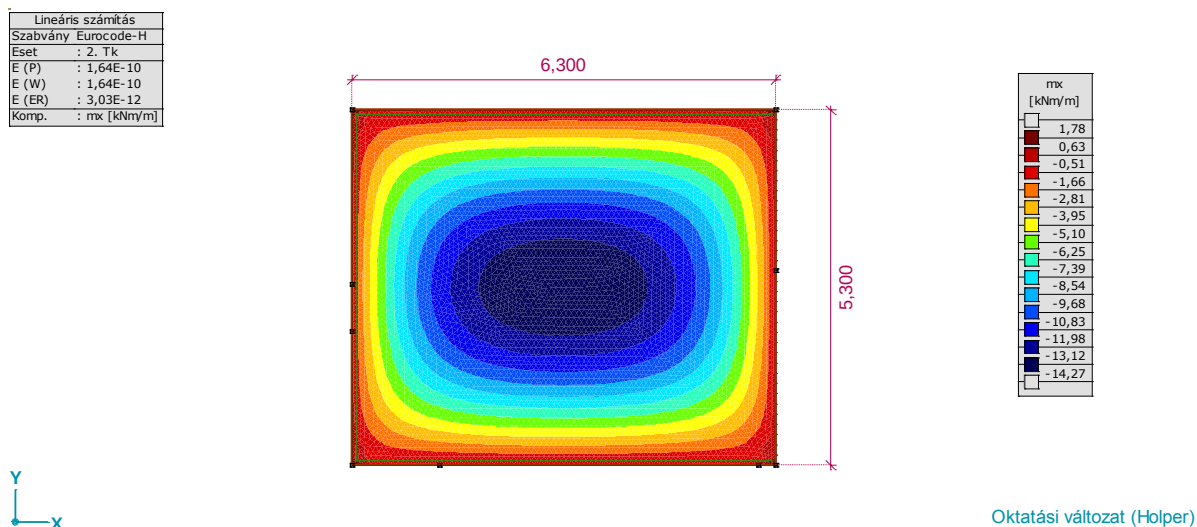


Vonalmenti támaszerők

Egyedi kombinációk teheresetenként

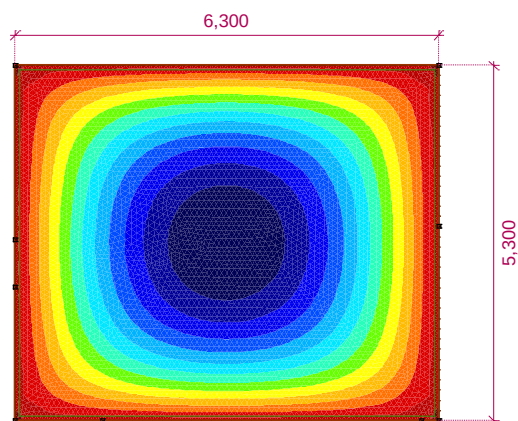
	Név	Típus	garázs rétegrend (ALL1)	Önsúly (ALL1)	hasznos garázs (ESE1)	Megjegyzés
1	1. Tk	SLS Kváziállandó	1,00	1,00	0,50	
2	2. Tk	ULS	1,35	1,35	1,50	
3	3. Tk	ULS	1,35	1,35	1,05	

A mértékadó teherkombináció a 2. tehereset, amikor a domináns teher a hasznos garázs teher. A mértékadó teherkombinációval a következő igénybevételek alakulnak ki a vasbeton földem szerkezeten.



Mx nyomaték

Lineáris számítás	
Szabvány	Eurocode-H
Eset	: 2. Tk
E (P)	: 1,64E-10
E (W)	: 1,64E-10
E (ER)	: 3,03E-12
Komp.	: my [kNm/m]



my [kNm/m]
1,92
0,46
-1,01
-2,48
-3,95
-5,41
-6,88
-8,35
-9,82
-11,28
-12,75
-14,22
-15,69
-17,16
-18,62



Oktatási változat (Holper)

My nyomaték

6. 1.4 Vasmennyiség meghatározása

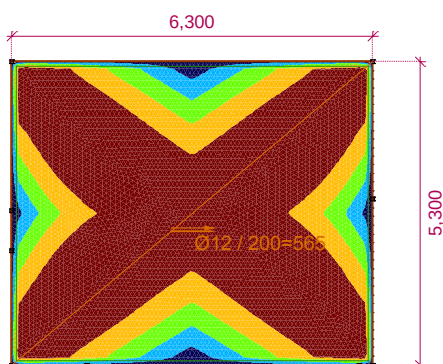
6. 1.4.1 Alsó vasalás:

X irányú alkalmazott alsó vasalás:

fi12/200 $A_s=565\text{mm}^2$

Erősítő vasalás nem szükséges.

Lineáris számítás	
Szabvány	Eurocode-H
Eset	: 2. Tk
E (P)	: 1,64E-10
E (W)	: 1,64E-10
E (ER)	: 3,03E-12
Komp.	: axa [mm ² /m]



axa [mm ² /m]
294
235
176
117
59
0



Oktatási változat (Holper)

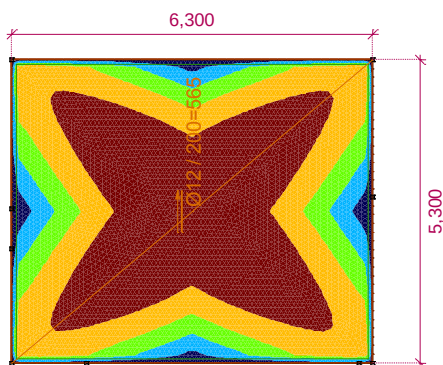
X irányú alsó vasalás és vasmennyiség

Y irányú alkalmazott alsó vasalás:

fi12/200 $A_s=565\text{mm}^2$

Erősítő vasalás nem szükséges.

Lineáris számítás	
Szabvány	Eurocode-H
Eset	: 2. Tk
E (P)	: $1,64\text{E}-10$
E (W)	: $1,64\text{E}-10$
E (ER)	: $3,03\text{E}-12$
Komp.	: aya [mm^2/m]



aya
[mm^2/m]
415
332
249
166
83
0



Oktatási változat (Holper)

Y irányú alsó vasalás és vasmennyiség

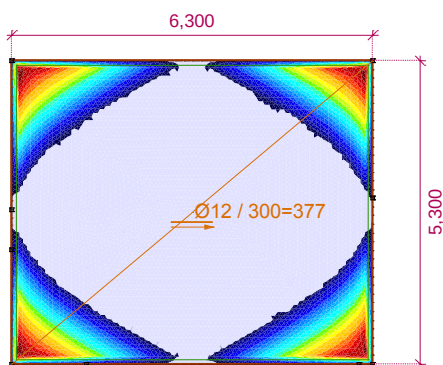
6. 1.4.2 Felső vasalás meghatározása

Y irányú alkalmazott felső vasalás:

fi12/200 $A_s=565\text{mm}^2$

Erősítő vasalás nem szükséges.

Lineáris számítás	
Szabvány	Eurocode-H
Eset	: 2. Tk
E (P)	: $1,64\text{E}-10$
E (W)	: $1,64\text{E}-10$
E (ER)	: $3,03\text{E}-12$
Komp.	: axf [mm^2/m]



axf
[mm^2/m]
262
249
236
223
209
196
183
170
157
144
131
118
105
92
79
65
52
39
26
13
0



Oktatási változat (Holper)

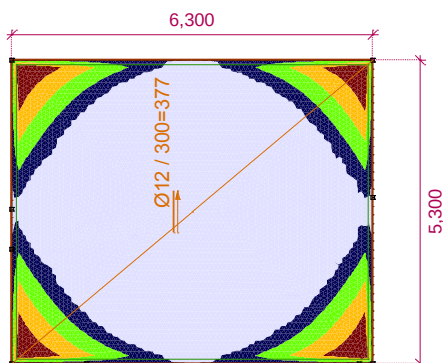
X irányú felső vasalás és vasmennyiség

X irányú alkalmazott felső vasalás:

fi12/300 As=377mm²

Erősítő vasalás nem szükséges.

Lineáris számítás
Szabvány Eurocode-H
Eset : 2. Tk
E (P) : 1,64E-10
E (W) : 1,64E-10
E (ER) : 3,03E-12
Komp. : ayf [mm ² /m]



ayf [mm ² /m]
294
220
147
73
0



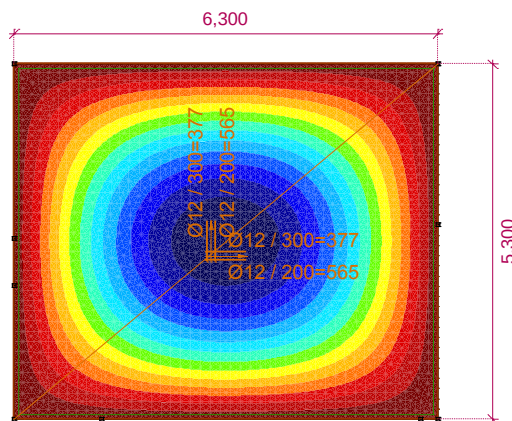
Oktatási változat (Holper)

Y irányú felső vasalás és vasmennyiség

6. 1.5 Alakváltozás vizsgálat

Lehajlás ellenőrzése:

Lineáris számítás
Szabvány Eurocode-H
Eset : 2. Tk
E (P) : 1,64E-10
E (W) : 1,64E-10
E (ER) : 3,03E-12
Komp. : eZ [mm]



eZ [mm]
0,012
-0,397
-0,806
-1,216
-1,625
-2,034
-2,443
-2,852
-3,261
-3,670
-4,079
-4,488
-4,898
-5,307
-5,716



Oktatási változat (Holper)

Lehajlás

L/250=25 mm > 5,72mm

A födém megfelel lehajlásra!

Növelt lehajlási értéket úgy kaphatjuk meg, ha a rugalmassági modulust harmadára csökkentjük. Így a Beton szerkezet Es (rugalmassági modulusát) 3000 KN/cm² helyett Es=1000KN/cm² nagyságúra vesszük fel.

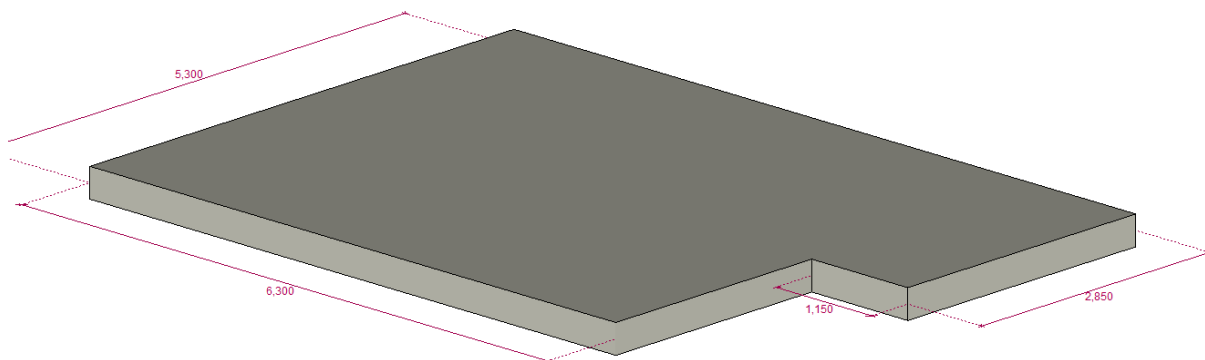
A födém megfelel 50 éves lehajlásra is!

Munka:Szakdolgozat

Tervező: Holper András

6.2 ALAPLEMEZ STATIKAI SZÁMÍTÁSA *a Budapest, XVIII. Göngyfa utca 15. számú családi ház* *Kiviteli Tervéhez*

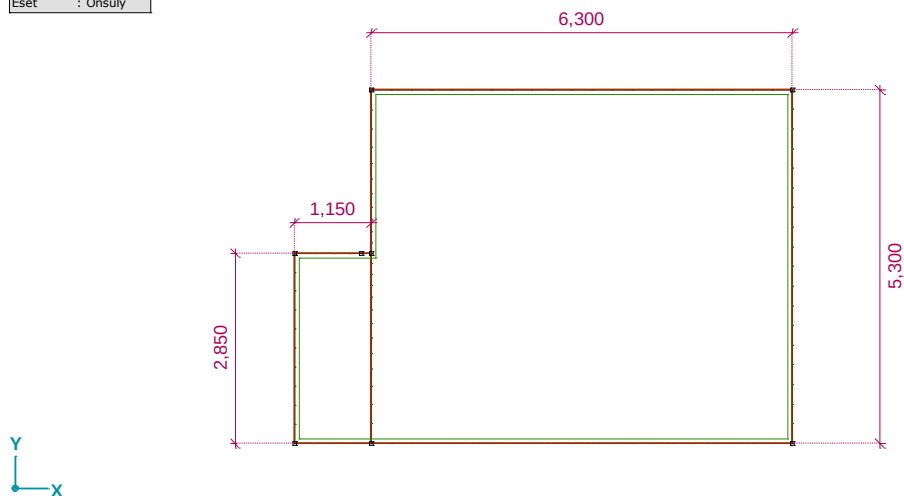
Szabvány	Eurocode-H
Eset	: Önsúly



Oktatási változat (Holper)

Modell

Szabvány	Eurocode-H
Eset	: Önsúly



Oktatási változat (Holper)

Geometria

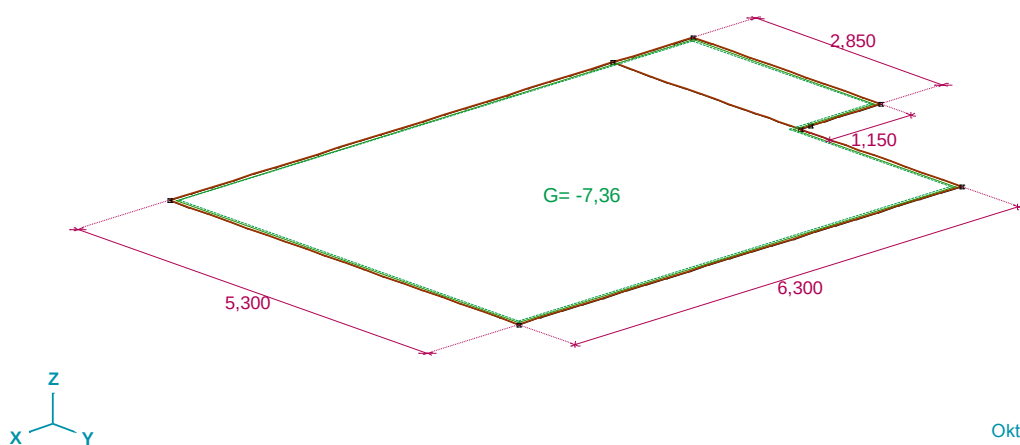
Geometria:

A lemezszerkezet megtámasztására az alapozás szolgál.

Teherfelvétel

6.2.1 Állandó terhek

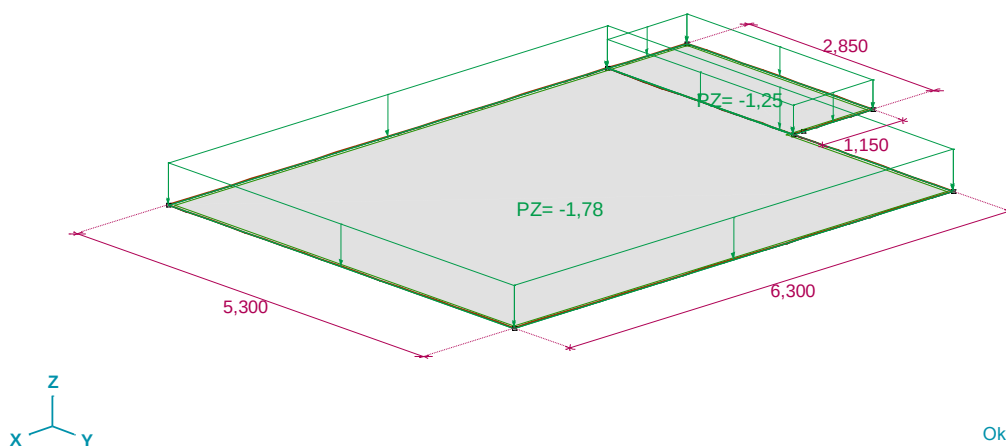
Szabvány	Eurocode-H
Eset	: Önsúly



Oktatási változat (Holper)

Önsúly

Szabvány	Eurocode-H
Eset	: Rétegrend

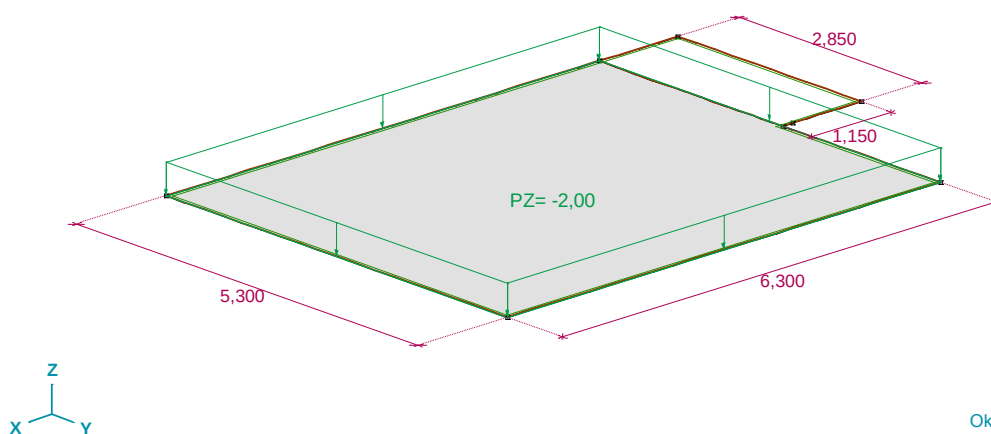


Oktatási változat (Holper)

Rétegrend

6.2.2 Esetleges terhek

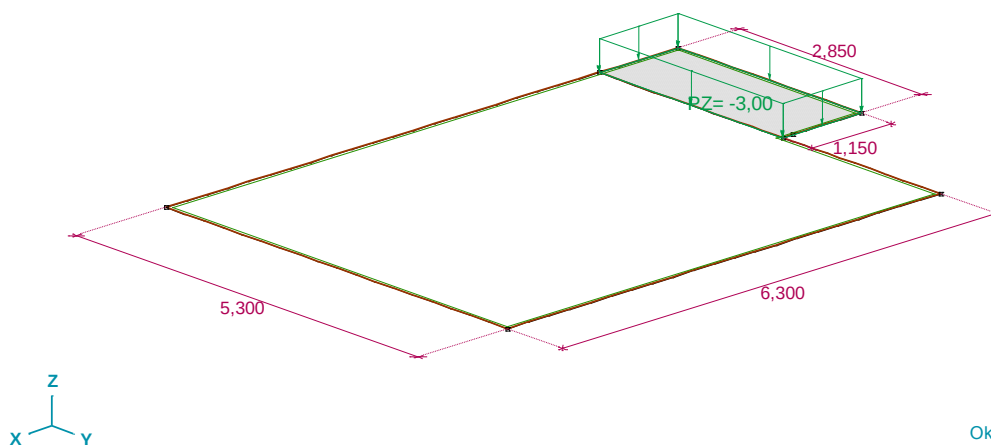
Szabvány	Eurocode-H
Eset	: Hasznos pince



Oktatási változat (Holper)

Hasznos pince

Szabvány	Eurocode-H
Eset	: Hasznos lépcső

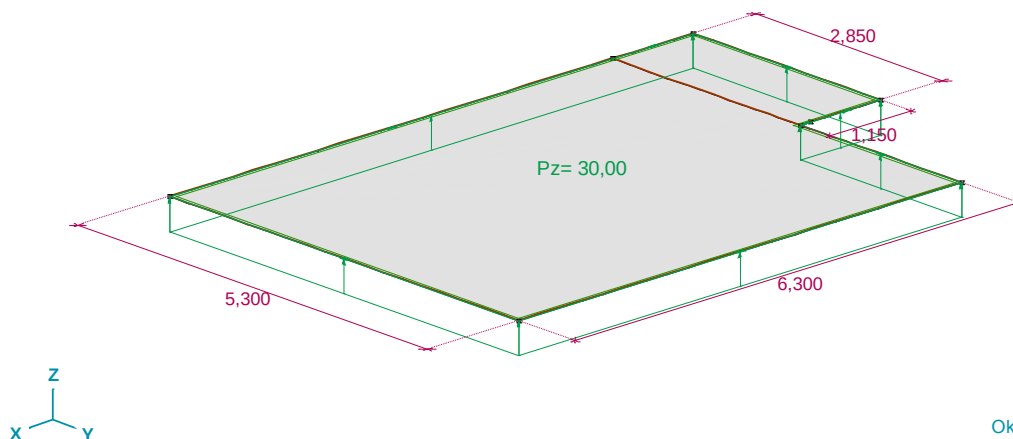


Oktatási változat (Holper)

Hasznos lépcső

Víznyomás

Szabvány	Eurocode-H
Eset	: Felhajtóerő



Oktatási változat (Holper)

Felhajtóerő

Egyedi kombinációk teheresetenként

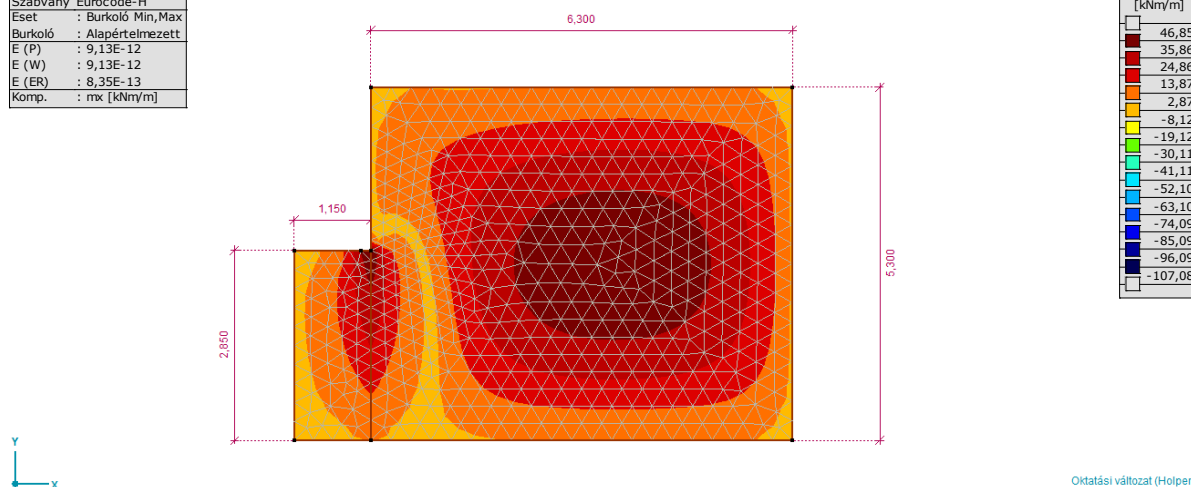
	Név	Típus	Önsúly (ALL1)	Rétegrend (ALL1)	Hasznos pince (Esetleges terhek)	Hasznos lépcső (Esetleges terhek)	Felhajtóerő (Víznyomás)
1	1. Tk	SLS Kváziállandó	1,00	1,00	0,50	0,50	0
2	2. Tk	ULS	1,35	1,35	1,50	1,05	0
3	3. Tk	ULS	1,35	1,35	1,05	1,50	0
4	4. Tk	ULS	1,35	1,35	1,50	0	0
5	5. Tk	ULS	1,35	1,35	0	1,50	0
6	6. Tk	ULS	1,35	0	0	0	1,50

A mértékadó teherkombináció az 6. kombináció, amikor a domináns teher a víznyomás felhajtóereje és csak az önsúly hat a födém szerkezetre.

Ezt a kombinációt azért ellenőrizzük, mert ha valami véget a rétegrendet elbontják és pont jön a talajvíz, akkor problémákat okozhat, ha erre nincs bevasalva.

6.2.3 Igénybevételek

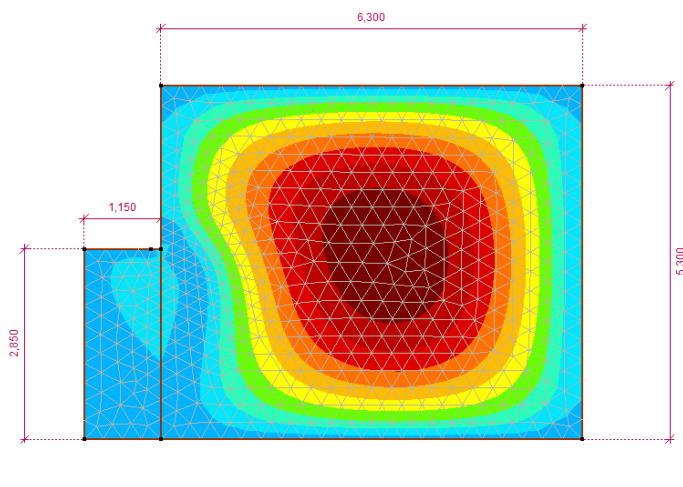
Lineáris számítás	
Szabvány Eurocode-H	
Eset	: Burkoló Min,Max
Burkoló	: Alapértelmezett
E (P)	: 9,13E-12
E (W)	: 9,13E-12
E (ER)	: 8,35E-13
Komp.	: mxx [kNm/m]



Oktatási változat (Holper)

X irányú nyomatékára

Lineáris számítás	
Szabvány	Eurocode-H
Eset	: Burkoló Min,Max
Burkoló	: Alapértelmezett
E (P)	: 9,13E-12
E (W)	: 9,13E-12
E (ER)	: 8,35E-13
Komp.	: my [kNm/m]



my [kNm/m]
52,92
47,48
42,05
36,61
31,17
25,73
20,30
14,86
9,42
3,99
-1,45
-6,89
-12,33
-17,76
-23,20

Oktatási változat (Holper)

Y irányú nyomatékábra

6.2.4 Vasmennyiség meghatározása:

Alsó vasalás:

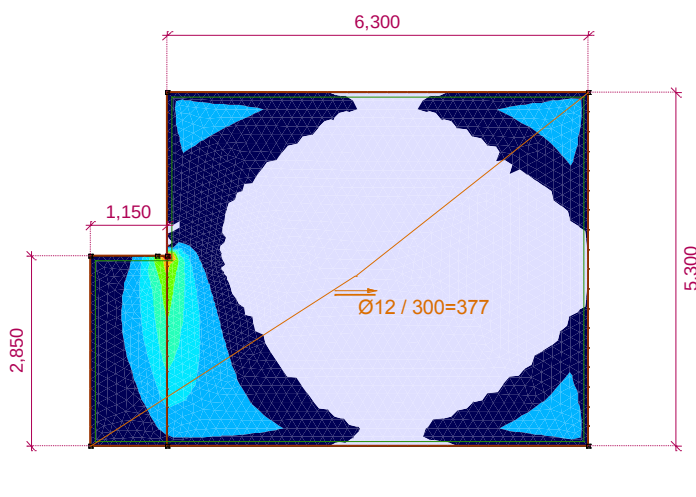
X irányú alkalmazott alsó vasalás:

fi12/300 $A_s=377\text{mm}^2$

Erősítő vasalás a terven jelölt módon.

fi16/300 $A_s=670\text{mm}^2$

Lineáris számítás	
Szabvány	Eurocode-H
Eset	: 6. TK
E (P)	: 9,13E-12
E (W)	: 9,13E-12
E (ER)	: 8,35E-13
Komp.	: axa [mm ² /m]



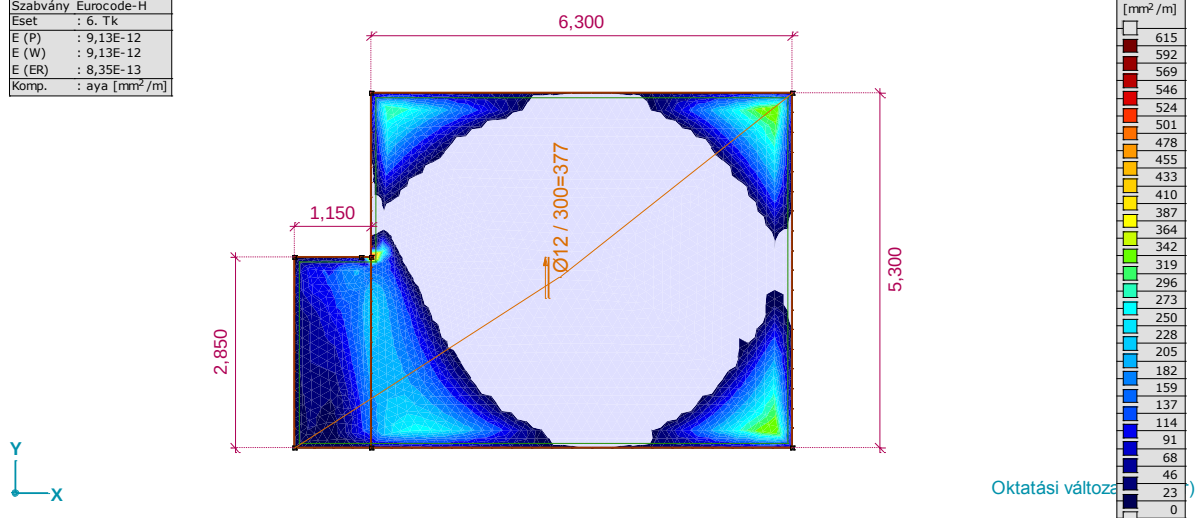
axa [mm ² /m]
1478
1293
1108
923
739
554
369
185
0

Oktatási változat (Holper)

X irányú alsó vasalás és vasmennyiség

Y irányú alkalmazott alsó vasalás:
fi12/300 $A_s=377\text{mm}^2$
Erősítő vasalásra nincs szükség.

Lineáris számítás	
Szabvány	Eurocode-H
Eset	: 6. Tk
E (P)	: 9,13E-12
E (W)	: 9,13E-12
E (ER)	: 8,35E-13
Komp.	: aya [mm^2/m]

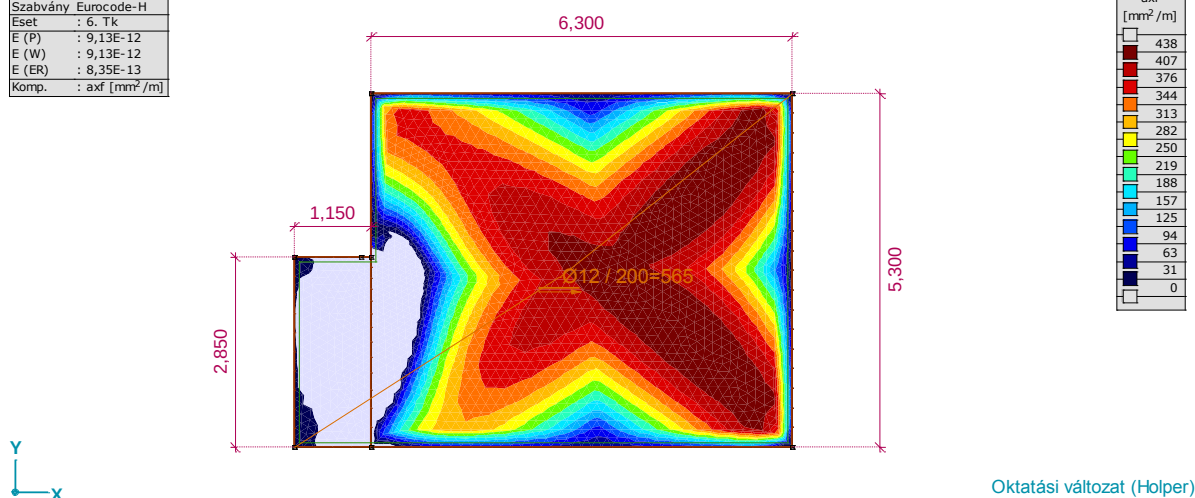


Y irányú alsó vasalás és vasmennyiség

Felső vasalás

X irányú alkalmazott felső vasalás:
fi12/200 $A_s=565\text{mm}^2$
Erősítő vasalásra nincs szükség.

Lineáris számítás	
Szabvány	Eurocode-H
Eset	: 6. Tk
E (P)	: 9,13E-12
E (W)	: 9,13E-12
E (ER)	: 8,35E-13
Komp.	: axf [mm^2/m]



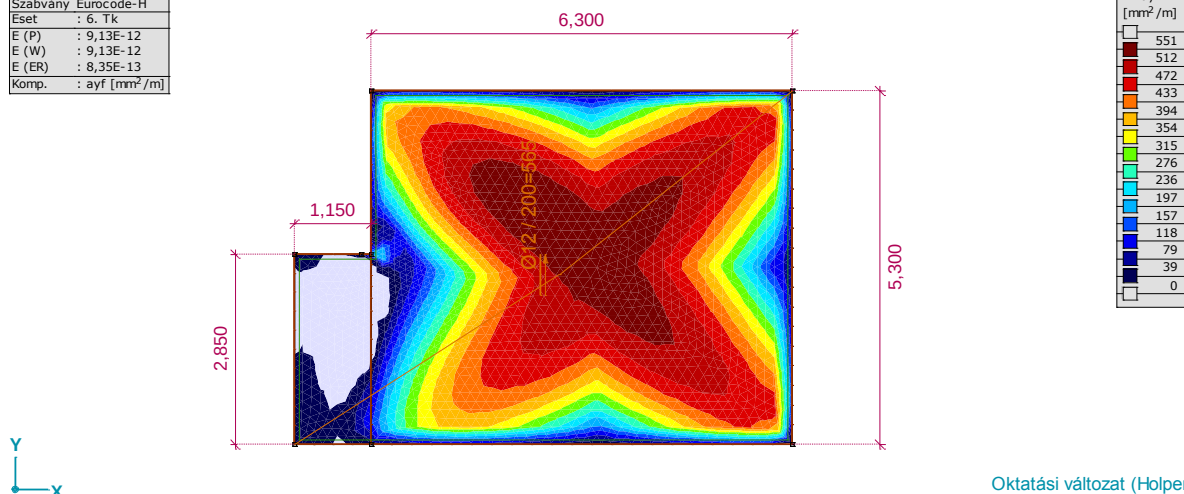
X irányú felső vasalás és vasmennyiség

Y irányú alkalmazott felső vasalás:

fi12/200 $A_s=565\text{mm}^2$

Erősítő vasalásra nincs szükség.

Lineáris számítás
Szabvány Eurocode-H
Eset : 6. Tk
E (P) : 9,13E-12
E (W) : 9,13E-12
E (ER) : 8,35E-13
Komp. : ayf [mm ² /m]



Oktatási változat (Holper)

Y irányú felső vasalás és vasmennyiség

6.2.5 Alakváltozás

A lehajlása nem mértékadó, mert a föld megtámasztást biztosít a szerkezetnek így az alakváltozás minimális.

6.3 Repedéstágasság

A szabványban meghatározottak szerint 20 cm-nél nem vastagabb lemeznél nem kell repedéstágasságot ellenőrizni, ha a $w_{k,eng} > 0,3$ mm és a betonfedés meghaladja a 25 mm-t és a lemezek csak elhanyagolható mértékű húzóerőt kapnak, és a szerkesztési szabályoknak eleget tesznek, akkor a szerkezet repedéstágasságra megfelel. A $w_{k,eng}=0,4\text{mm}$ repedéskorlátozás feltétel esetében a 300 mm-nél nem vastagabb lemezek is megfelelnek.

A repedések látványa akkor válik zavaróvá, ha a megnyílásuk tartósan túllépi a 0,4 mm-t.

Tehát a csalási ház tervezése során a szerkezetek megfelelnek repedéstágasságra.

Háló

A födém szerkezeteknél az adott lemez vastagságú hálót generáltam.

7. FAL KÉZI SZÁMÍTÁS

7.1 Falazott fal méretezése nyomásra

7.1.1 Terhek

felsőbb szintekről	245,00	kN/m
szél	-0,27	kN/m ²

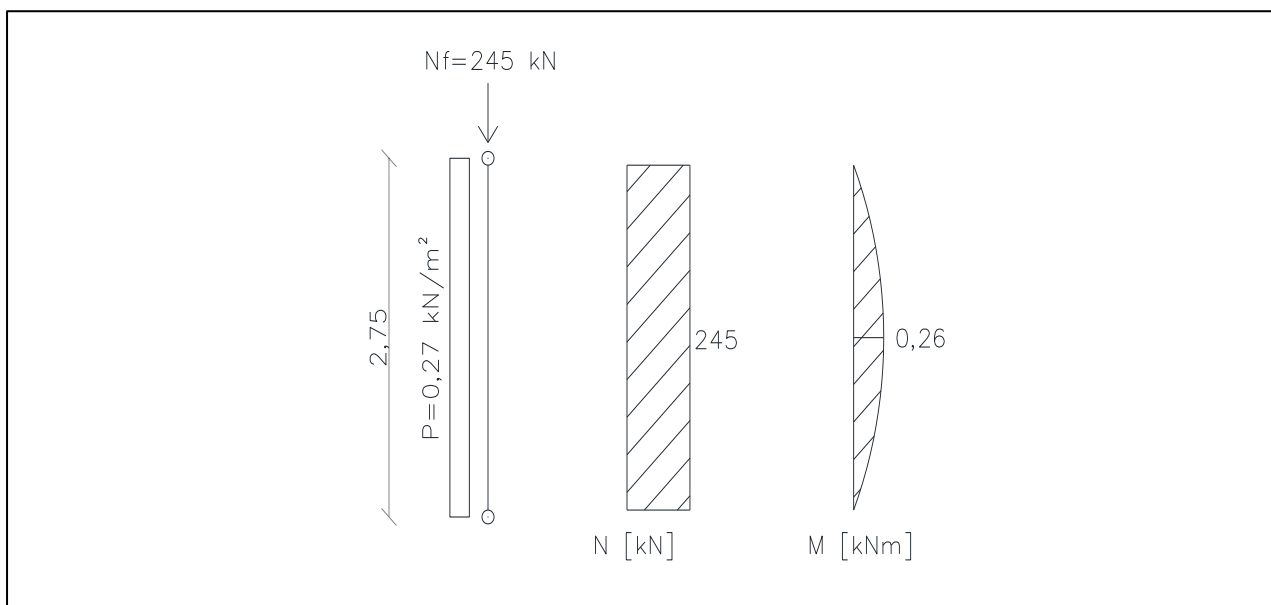
7.1.2 Igénybevételek

emeletmagasság 2,75 m

normálerő	245,00	kN
nyíróerő*	-	KN
nyomaték**	-0,26	kNm

* A nyíróerő elhanyagolható.

** $q \cdot l^2 / 2$ képletből számolva, ahol q = szélteherrel és l = emeletmagassággal.



7.1.3 Falazat nyomószilárdsága

Általános rendeltetésű habarcs esetén: $f_k = K \cdot f_b^{0,7} \cdot f_m^{0,3}$, ahol

f_k a karakterisztikus szilárdság

K állandó

f_b a falazóelem nyomószilárdsága

f_m a habarcs nyomószilárdsága

Kiindulási adatok

Falazat típusa porotherm 30

minőség csoport	égetett agyag 2	
f_b	7,00	N/mm ²
t	275,00	mm

A falazat egyrétegű.

Habarcstípusa M3 tervezett összetételű

f_m	3,00	N/mm ²
minősége	általános rendeltetésű	

A kivitelezés besorolási osztálya:

osztály	3.
---------	----

A munka ellenőrzését az építési vállalkozó alkalmazottaitól függetlenül, megfelelően képzett és tapasztalt személy végzi.

K állandó értéke :

K	0,45	-
---	------	---

Biztonsági tényező

γ_M	2,00	-
------------	------	---

nyomószilárdság értéke

$$f_k = K \cdot f_b^{0,7} \cdot f_m^{0,3}$$

K	0,45	-	
f_b	7,00	N/mm ²	
f_m	3,00	N/mm ²	
f_k	2,44	N/mm ²	
f_d	1,22	N/mm ²	$f_d = f_k / \gamma_M$

7.1.4 Falazat teherbírása

A fal függőleges ellenállása $N_{Rd} = \Phi \cdot t \cdot f_d$

N_{Rd} a határteherbírás

Φ a kaóacitás csökkentőtényező

t a fal vastagsága

Fal tetején és alján

A kapacitáscsökkentő tényező: $\Phi_i = 1 - 2 \frac{e_i}{t}$

A külpontosság 3 részből tevődik össze:

$$e_i = \frac{M_{id}}{N_{id}} + e_{he} + e_{init} \geq 0,05 \cdot t$$

külpontos erőátadás

M_{id}/N_{id}

külpontosság vízszintes teher következtében

e_{he}

kezdeti külpontosság

e_{init}

M_{id}/N_{id}	0,00				
e_{he}	0,00				
e_{init}	6,11	mm			
e_i	13,75	mm	$0,05t =$	13,75	mm

A kapacitáscsökkentő tényező, tehát :

e_i	13,75	mm
t	275,00	mm
Φ	0,90	

A fal függőleges ellenállása

$$N_{Rd} = \Phi \cdot t \cdot f_d$$

Φ	0,90	[-]			
t	275,00	mm			
f_d	1,22	N/mm ²			
N_{rd}	302,32	kN	$>$	245	Megfelel!

Fal közepén

A külpontosság

$$e_{mk} = e_m + e_k \geq 0,05 \cdot t$$

e_k a kúszásból származó külpontosság

e_k 0-nak tételezhető fel, ha $\lambda_c = \frac{h_{ef}}{t_{ef}} \leq 15$

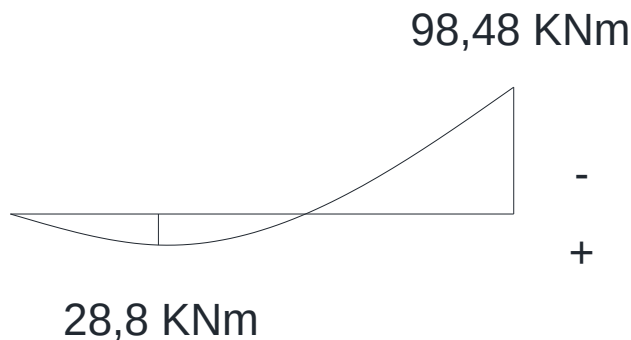
h_{ef}	2 750,00	mm			
t_{ef}	275,00	mm			
λ_c	10	$<$	15		$e_k=0$

8. Lépcső vasalás meghatározása.

8.1 Teherelemzés (fellépések)

$$\frac{25+18}{25} * 0,36 = 0,62$$

$$0,62 * 16 = 9,9 \text{ KN/m}^2$$



Lépcső vtg. = 20 cm

Beton: C20-25 XC1-S4

$f_{cd} = 13,3 \text{ N/mm}^2$

vas átmérő: ϕ 16

Acél: B500B

$f_{yd} = 435 \text{ N/mm}^2$

$d = 150 \text{ mm}$

vizsgált szélesség: 1000 mm

8.2 Negatív nyomatéki vasalás (felső vas meghatározása)

$$M_{\max}^-$$

$$\sum M = 0$$

$$M_{\max}^- = 98,48 \text{ KNm}$$

$$M_{Rd} = M_{Ed} = b * x_c * f_{cd} * (d - (x_c/2))$$

$$98,48 * 10^6 = 1000 * x_c * 13,3 * (150 - \frac{x_c}{2})$$

$$0 = -6650 x_c^2 + 1995000 x_c - 98480000 \quad /-6650$$

$$0 = x_c^2 - 300 x_c - 14809$$

$$x_c = 62,3 \text{ mm}$$

$$\sum N = 0$$

$$0 = f_{cd} \cdot x_c \cdot b - A_s \cdot \sigma_s$$

$$0 = 13,3 \cdot 62,3 \cdot 1000 - A_s \cdot 435$$

$$A_s = 1905 \text{ mm}^2$$

$$\rightarrow \underline{\text{fi16/10}} \quad A_s \text{ alk.} = 2011 \text{ mm}^2$$

8.3 Pozitív nyomatéki vasalás (alsó vas meghatározása)

$$M_{\max}^+$$

vas: fi 12

$$d = 153 \text{ mm}$$

vizsgált szélesség: 1000 mm

$$\sum M = 0$$

$$M_{\max}^+ = 23,91 \text{ kNm}$$

$$M_{Rd} = M_{Ed} = b \cdot x_c \cdot f_{cd} \cdot (d - (x_c/2))$$

$$23,91 \cdot 10^6 = 1000 \cdot x_c \cdot 13,3 \cdot (153 - \frac{x_c}{2})$$

$$0 = -6650 x_c^2 + 2034900 x_c - 23910000 \quad /-6650$$

$$0 = x_c^2 - 306 x_c - 3595$$

$$x_c = 12,24 \text{ mm}$$

$$\sum N = 0$$

$$0 = f_{cd} \cdot x_c \cdot b - A_s \cdot \sigma_s$$

$$0 = 13,3 \cdot 12,24 \cdot 1000 - A_s \cdot 435$$

$$A_s = 374 \text{ mm}^2$$

$$\rightarrow \underline{\text{fi12/300}} \quad A_s \text{ alk.} = 377 \text{ mm}^2$$

Munka: Szakdolgozat

Tervező: Holper András

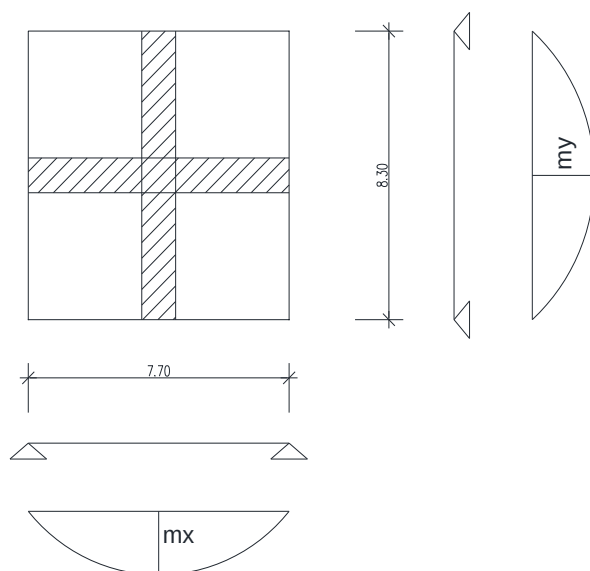
9. KÉZI SZÁMÍTÁS, LEMEZ ÉS GERENDA

a Budapest, XVIII. Göngyfa utca 15. számú családi ház

Kiviteli Tervéhez

9.1 Emelet feletti földem kézi számítás:

(marcus módszer)



$$P_y = P_{Ed} - P_x \rightarrow P_{Ed} = P_x + P_y$$

$$P_{Ed} = g_k \cdot 1,35 + q_k \cdot 1,5 = 4,13 \cdot 1,35 + 1,5 \cdot 1,5 = 7,8 \text{ KN/m}$$

$$W_x = \frac{5}{384} \cdot \frac{P_x \cdot l_x^4}{E \cdot I} \quad W_y = \frac{5}{384} \cdot \frac{P_y \cdot l_y^4}{E \cdot I}$$

$$W_x = W_y$$

$$\frac{5}{384} * \frac{P_x * l_x^4}{E * I} = \frac{5}{384} * \frac{P_y * l_y^4}{E * I}$$

$$\frac{5}{384} * \frac{P_x * 7,7^4}{E * I} = \frac{5}{384} * \frac{P_y * 8,3^4}{E * I}$$

$$P_x * 7,7^4 = (7,8 - P_x) 8,3^4$$

$$P_x = 7,8 * \frac{8,3^4}{7,7^4} - P_x * \frac{8,3^4}{7,7^4}$$

$$P_x = 10,5 - 1,35 * P_x$$

$$2,35 P_x = 10,5$$

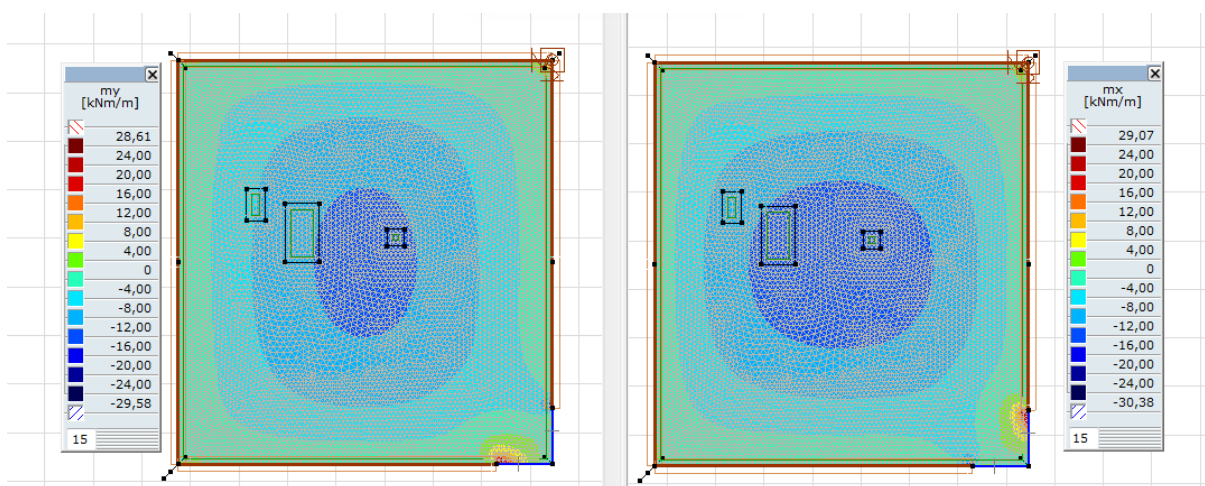
$$P_x = 4,1 \text{ KN/m} \quad \rightarrow \underline{m_x} = \frac{P_x * l_x^2}{8} = \frac{4,1 * 7,7^2}{8} = \underline{30,4 \text{ KNm}}$$

$$P_y = P_{Ed} - P_x = 7,8 - 4,1 = 3,7 \text{ KN/m} \quad \rightarrow \underline{m_y} = \frac{P_y * l_y^2}{8} = \frac{3,7 * 8,3^2}{8} = \underline{31,8 \text{ KNm}}$$

9.1.1 Eredmény axissal:

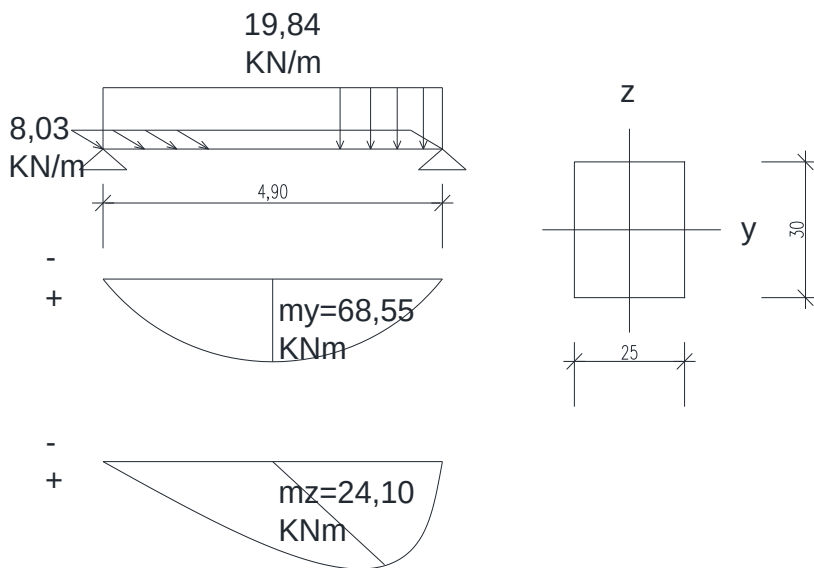
$$m_x = 30,38 \text{ KNm}$$

$$m_y = 29,58 \text{ KNm}$$



9.2 G4 gerenda kézi számítás.

9.2.1 Igénybevételek

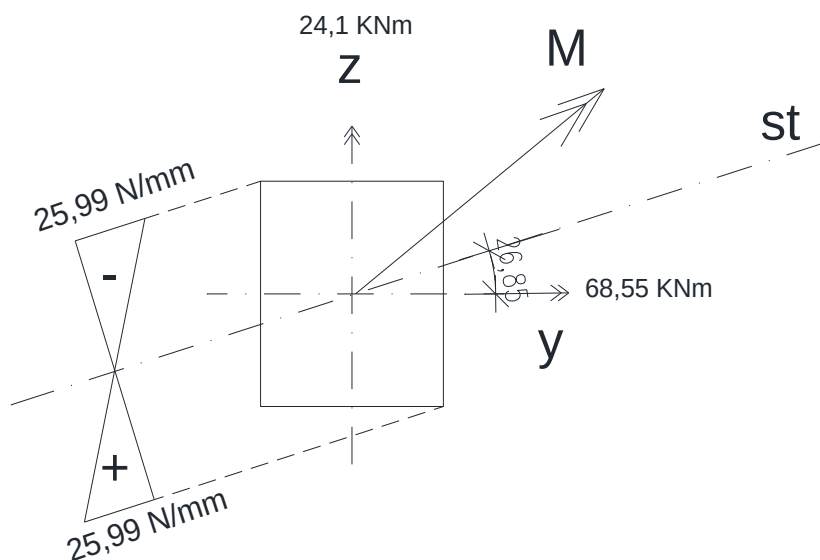


$$M_z = \frac{30 \cdot 25^3}{12} = 39062,5 \text{ cm}^4$$

$$M_y = \frac{25 \cdot 30^3}{12} = 56250,0 \text{ cm}^4$$

$$W = \frac{I_y}{z} = \frac{5,625 \cdot 10^8}{150} = 3,75 \cdot 10^9 \text{ mm}^3$$

9.2.2 Feszültségek



$$\operatorname{tg} \beta = \frac{M_z}{M_y} * \frac{I_y}{I_z} \rightarrow \beta$$

$$\beta = \arctg * \frac{M_z}{M_y} * \frac{I_y}{I_z} = \arctg * \frac{24,1}{68,55} * \frac{5,625}{3,906} = \underline{26,85^\circ}$$

$$\sigma_{\max} = \pm \frac{M_y}{I_y} * z \pm \frac{M_z}{I_z} * y = \pm \frac{68,55 \cdot 10^6}{5,625 \cdot 10^6} * 150 \pm \frac{24,1 \cdot 10^6}{3,906 \cdot 10^6} * 125 = \pm 25,99 \text{ N/mm}^2$$

9.2.3 Ellenőrzés:

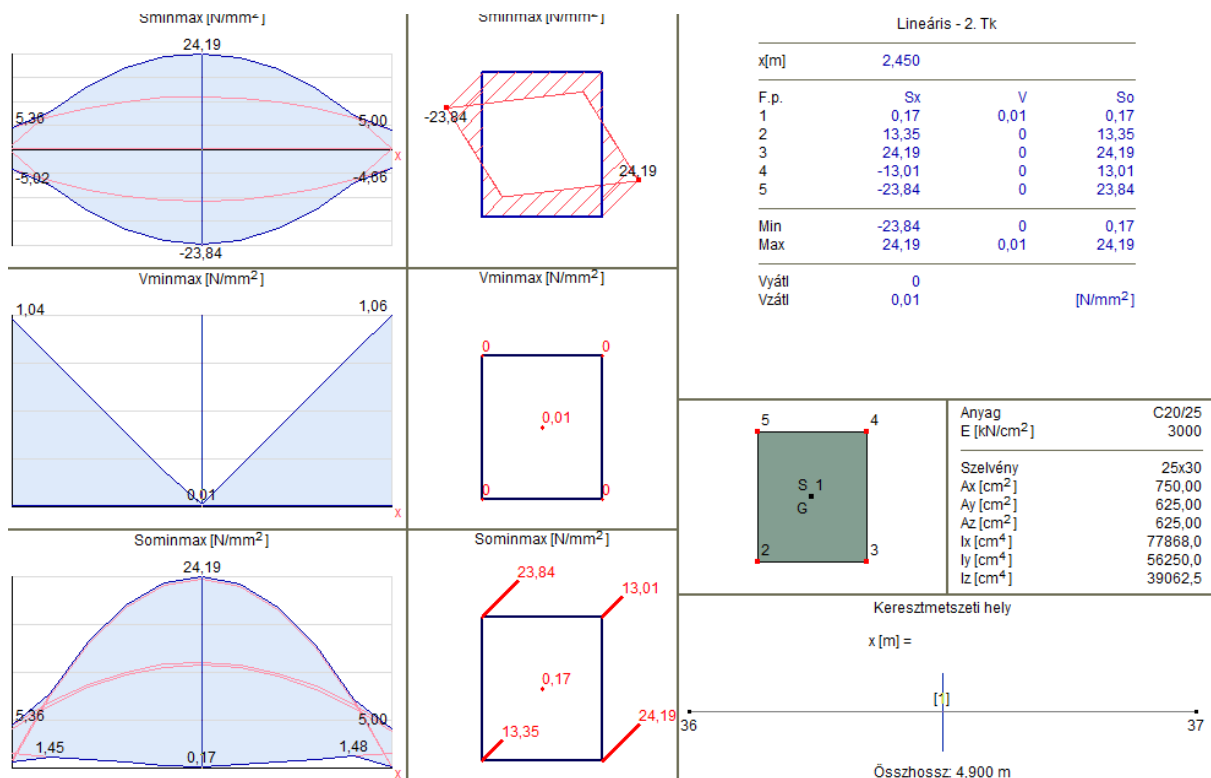
$$\sigma_{\max} = 26 \text{ N/mm}^2$$

$$W = 3,75 \cdot 10^6 \text{ mm}^3$$

$$\sigma = \frac{F}{A} \rightarrow 26 = \frac{68,55}{3,75}$$

$$W = 2,6 \cdot 10^6 \text{ mm}^3 < 3,75 \cdot 10^6 \text{ mm}^3 \rightarrow$$

→ Megfelel



Axis számítás: $\sigma_{\max} = 24,19 \text{ N/mm}^2$

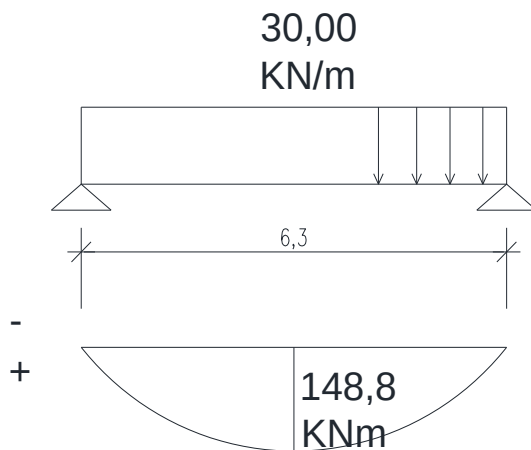
Kézi számítás: $\sigma_{\max} = 26,0 \text{ N/mm}^2$

9.3 Alap lemez vastagság meghatározása:

9.3.1 Igénybevételek

$$x_c = 0,25 d$$

$$c_{nom} = 40 \text{ mm}$$



$$M_{Ed} = 148,8 \text{ KNm}$$

$$M_{Rd} = M_{Ed} = b \cdot x_c \cdot f_{cd} \cdot (d - (x_c/2))$$

$$148,8 \cdot 10^6 = 1000 \cdot 0,25d \cdot 13,3 \cdot (d - \frac{0,25d}{2})$$

$$148,8 \cdot 10^6 = 3325d \cdot (d - \frac{0,25d}{2})$$

$$148,8 \cdot 10^6 = 3325d^2 - \frac{831,25d^2}{2}$$

$$148,8 \cdot 10^6 = 2909,4 d^2$$

$$d^2 = 19552251,3$$

$$d = 226,15 \text{ mm}$$

9.3.2. Alkalmazott vastagság

$$h_{szüks} = 226,15 + 40 \cdot \frac{12}{2} = 272,15 \text{ mm}$$

$$\rightarrow h_{alk} = 300 \text{ mm}$$

10. Alapozás ellenőrzése:

$$V_k = Y_G \cdot (G_v + G_a + G_f)$$

$$\rho = 15^\circ$$

$$Y = 10 \text{ KN/m}^3$$

$$E_s = 11 \text{ Mpa}$$

$$c = 40 \text{ KN/m}^2$$

$$G_v = 245 \text{ KN/m} + 10,61 \text{ KN/m} = 255,61 \text{ KN/m}$$

$$G_a = B \cdot h \cdot Y_c = 0,5 \cdot 0,9 \cdot 25 = 11,25 \text{ KN/m}$$

$$G_f = B \cdot b \cdot t \cdot Y_t = (0,5 - 0,3) \cdot 0,9 \cdot 17 = 3,24 \text{ KN/m}$$

10.1 Alapra jutó teher tervezési értéke:

$$V_k = (255,61 + 11,25 + 3,24) \cdot 1,35 = \underline{364,6 \text{ KN/m}}$$

$$B = 0,5 \text{ m}$$

$$N_q = e^{\pi \cdot \tan \rho} \cdot \tan^2 \left(45 + \frac{\rho}{2} \right) = e^{\pi \cdot \tan 15} \cdot \tan^2 \left(45 + \frac{15}{2} \right) = 3,94$$

$$N_y = 2 \cdot (N_q - 1) \cdot \tan \rho = 2 \cdot (3,94 - 1) \cdot \tan 15 = 1,58$$

$$N_c = (N_q - 1) \cdot \cot \rho = (3,94 - 1) \cdot \cot 15 = 10,97$$

$$S_q = S_y = S_c = 1,0$$

$$i_q = i_c = i_y = 1,0$$

$$b_q = b_c = b_y = 1,0$$

$$q = 0,5 \cdot 0,9 + 5,3 \cdot 1,5 = 8,4$$

10.2 Alaptest talajtörésre:

$$R_k = B \cdot (c \cdot N_c \cdot b_c \cdot S_c \cdot i_c + q \cdot N_q \cdot b_q \cdot S_q \cdot i_q + 0,5 \cdot Y \cdot B \cdot N_y \cdot b_y \cdot S_y \cdot i_y)$$

$$\underline{R_k} = 0,5 \cdot (40 \cdot 10,97 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 + 8,4 \cdot 2,47 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 + 0,5 \cdot 0,5 \cdot 1,58 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0) =$$

$$\underline{= 459,9 \text{ KN/m}}$$

$$R_k > V_k \rightarrow 459,9 > 364,6 \text{ KN/m}$$

➔ Alaptest talajtörésre megfelel!

10.3 Alapozás ellenőrzése nyírásra!

$$F_d = 255 \text{ KN/m}$$

$$\gamma = 1,4$$

$$\sigma_H = \frac{255}{0,5} * 1,4 = 714 \text{ KN/m}$$

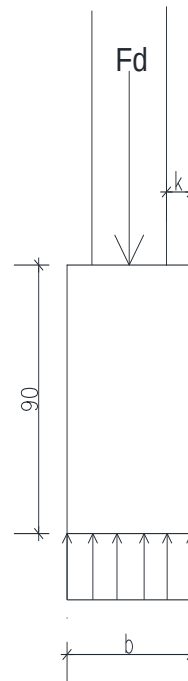
$$\tau = \frac{T}{A_{nyírt}} < \tau_{Hb}$$

$$T = \sigma_H * k * 1,0 \quad \tau_{Hb} = 0,07 * \sigma_{bH} = 0,07 * 13,3 = 0,931 \text{ N/mm}^2$$

$$A_{nyírt} = 0,9 * 1,0 = 0,9 \text{ m}^2$$

$$\tau = \frac{714 * 0,1 * 1}{0,9} = 79,33 \text{ KN/m}^2 < 931 \text{ KN/m}^2$$

➔ Megfelel nyírásra!

*10.4 Alapozás ellenőrzése hajlításra:*

$$m > k * \sqrt{3 * \frac{\sigma_H}{\sigma_{bH}}}$$

$$\sigma_{bH} = 1,0 \text{ N/mm}^2$$

$$0,9 > 0,1 * \sqrt{3 * \frac{686 * 10^3}{1,0}}$$

0,9 > 0,15 ➔ Megfelel!

10.5 Jáky féle süllyedésszámítás:

Talajfajta	Belső súrlódási szög	Kohézió	Térfogat- súly	Összenyomódási modulus
(MPa)	φ (°)	c (kN/m ²)	γ (kN/m ³)	E _s
humuszos agyag	15	15	18 (9)	8
sovány agyag	20	20	19 (10)	10
közepes agyag	15	35	19 (10)	12
kövér agyag	10	40	19 (10)	11

$$P = \frac{F_d}{B} = \frac{255}{0,5} = 510 \text{ KN}$$

$$m_0 = 2 \cdot B = 2 \cdot 0,5 = 1,0 \text{ m}$$

$$\sigma_z = 0,5 \cdot 0,9 \cdot 10 + 5,3 \cdot 1,0 \cdot 10 = 57,5 \text{ KN/m}^2$$

$$S = \frac{\sigma_z \cdot m_0}{E_s} = \frac{57,5 \cdot 1,0}{8000} = 0,0072 \text{ m} = 7,2 \text{ mm}$$

TARTÓSZERKEZETI MŰSZAKI LEÍRÁS

*XVIII.ker. Budapest, Göngyfa utca 15. szám, háromszintes
mediterrán családi ház Kiviteli Tervéhez*

1. Előzmények

Az Ép BAU Kft. megbízásából elkészítettem a tárgyi épület statikai számításait és jelen műszaki leírását.

Jelen tartószerkezeti tervfejezet az engedélyezési tervdokumentáció részeként készült, alapjául 1:100-as léptékű építészeti engedélyezési tervek, illetve a GEO Mérnök Kft. általános talajmechanikai szakvélemény szolgáltak.

2. Általános leírás

2.1. Az épület általános ismertetése

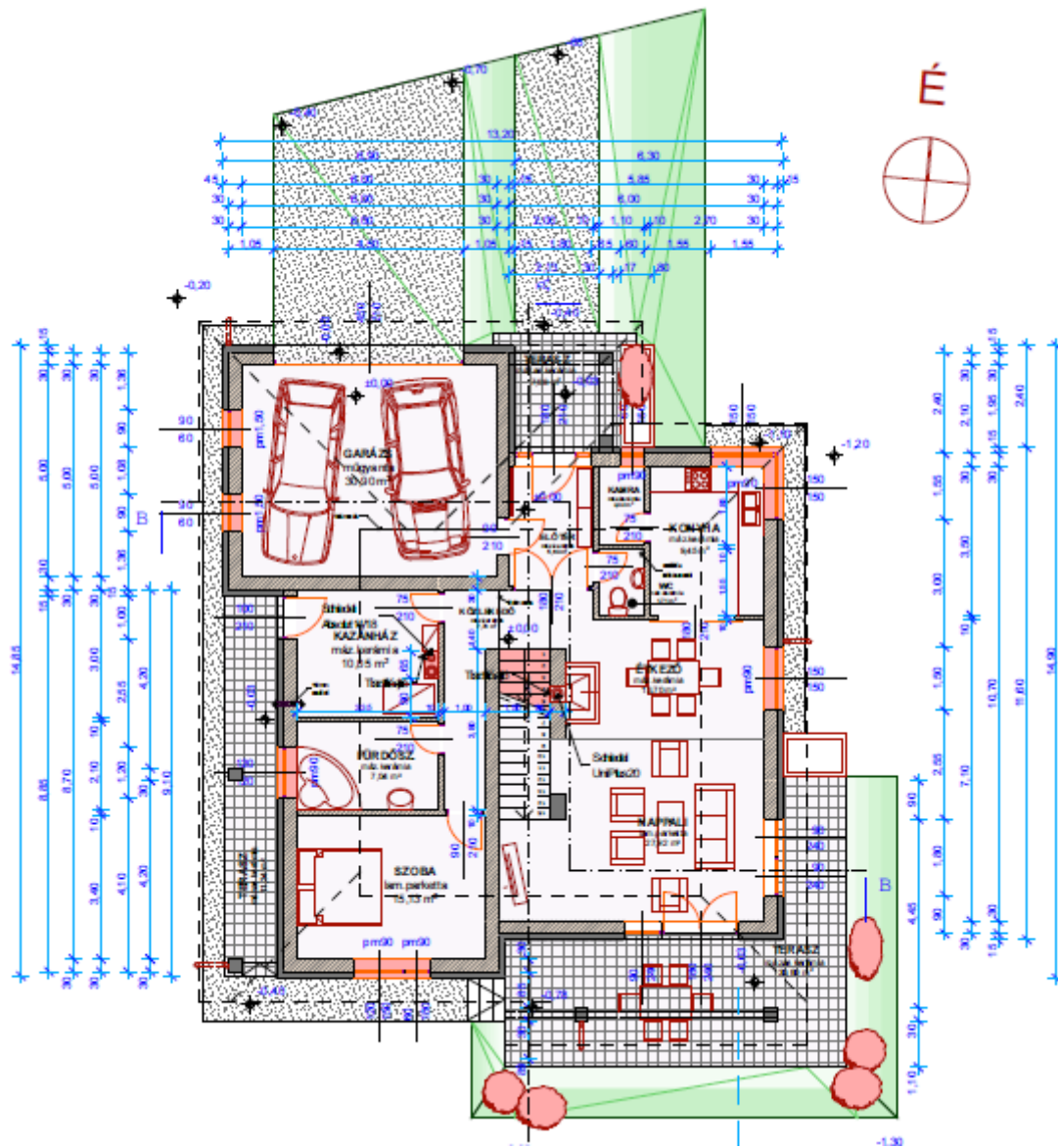
A tervezett építmény egy háromszintes részben alápincézett mediterrán családi ház



Tartószerkezeti szempontból a családi ház lépcsőzött sávalappal készül. A pincénél a felmenő fal beton zsalukő. A földszinti lábazati fal ugyancsak beton zsalukőfal. A főfalak porotherm 30 falazóelemből készül.

A földem szerkezetek monolit vasbeton lemez.

A tetőszerkezet kontyolt fedélszék.



A földszinti alaprajz

2.2. Az építési terület felszíni viszonyai

A vizsgált terület egy családi házas övezetben helyezkedik el. Az egykori épületet az akkori terepszintig elbontották, de a felszín alatt még maradtak különböző építmények: pl: épületalapok. A területet enyhén lejtős terepviszony jellemzi így az alapot lépcsőzni kellett.

A területről részletes geodéziai felmérés készült, amely szerint a jelenlegi – feltöltött terepszint: **120 – 122 mBf** körüli, enyhén lejtős terepnek tekinthető. A feltöltés vastagsága: 0,5 – 2,0 méter között változik.

A tárgyi terület és a közvetlen környezet szennyezettségét a bevezetőben említett tényfeltáró környezetföldtani vizsgálati dokumentáció tartalmazza.

A vizsgálat megállapította, hogy nincsenek olyan értékű szennyeződések, amelyek további kutatást, vagy kármentesítést indokolnának.

A becsült maximális talajvízszintet a terepszinten javasoljuk figyelembe venni.

3. Talajmechanikai viszonyok

3.1. Geológiai adottságok

Az építésföldtani viszonyokat kimerítő részletességgel tartalmazzák a területről készült talajmechanikai szakvélemények, így ezek részletes, újabb ismertetésétől eltekinthetünk. A következőkben csupán általánosan ismertetjük a tervezéshez felhasznált alapadatokat:

A terület építésföldtani alapzata és a hegységkeret mezozóos mészkőből és dolomitból, alárendelten eocén mészkőből épül fel. Laza miocén, illetve pannóniai üledékek sorok (homok, agyag, kavics) eltérő vastagságban halmozódtak fel, elterjedtek az áthalmozott lejtőüledékek.

3.2. Talajrétegződés

A szakvélemény elkészítéséhez 3 db 6,1 m mély kisátmérőjű geotechnikai feltáró fúrást és 2 db 6,0 m mély dinamikus szondázást készíttettem. A geotechnikai feltáró fúrásokat és a dinamikus szondázást és ezek dokumentálását az ÉP Bau Kft. végezte. A geotechnikai feltárások helyét a 2. számú melléklet ábrázolja.

A fedőréteg 0,5-1,0 m vastag humuszos, homokos agyag, melynek fő jellemzői: plasztikus index (I_p) = 15, konzisztencia index (I_c) = 1,0.

A fedőréteg alatt végig, a fúrások talpáig váltakozó plaszticitású homokos agyagot [I_p = 17-30, I_c = 0,7 -1,2, egyirányú nyomószilárdság (q_u) = 255-328 kN/m²] harántoltak.

A laborvizsgálatok során a rétegből kivett mintákon 11 db plasztikus index vizsgálatot végeztek, és ezekből csak egy mutatott 0,7-es konzisztencia indexet, a többi mind 1,0-1,2-re adódott.

A dinamikus szondázások során a 20 cm –es behatoláshoz tartozó ütőszám a mélységgel közel arányosan (elsősorban az 1-es számú szondánál) növekedett 1-ről 18-ra.

A geotechnikai feltárások alapján valószínűsíthető rétegszelvényeket a 3. számú melléklet tartalmazza, míg a fúrásszelvényeket és a DIN szondákat a 4. számú melléklet tartalmazza.

A geotechnikai feltárások szintezését a Gyöngyfa u. és a Galagonya u. kereszteződésében található csatornafedlapról végezték el, melynek magassága: 125,3 m Bf.

Talajfajta	Belső súrlódási szög	Kohézió	Térfogatsúly	Összenyomódási modulus
(MPa)	φ (°)	c (kN/m ²)	γ (kN/m ³)	E _s
humuszos agyag	15	15	18 (9)	8
sovány agyag	20	20	19 (10)	10
közepes agyag	15	35	19 (10)	12
kövér agyag	10	40	19 (10)	11

3.3. Talajvíz viszonyok

A fúrások talajvízadatai:

Fúrás jele	Terepszint m Bf.	Talajvízszint		SO ₄ mg/l	Cl mg/l	pH	Dátum
		-m	m Bf.				
1F	-	-	-	-	-	-	2015.04.28.
2F	-	-	-	-	-	-	2015.04.28.
3F	122,6	1,9	120,7	1249	25	6,7	2015.04.28.

A feltáró fúrások közül csak a 3F jelűben mérték meg a talajvízszintet és vettek vízmintát.

A becsült maximális talajvízszintet a terepszinten javasoljuk figyelembe venni.

A talajvíz agresszív, az XA2 jelű kitéti osztályba tartozik.

4. Tartószerkezetek leírása

4.1. Alapozás

Az építészeti elképzelések alapján részben alapincézett, így az alaptest felső síkja a terep felszínétől kb, 3,5 m mélységbe kerül. Tervezésünk során a **± 0,00 m szintet a 122,5 mBf szinten** vettük fel. Ennek alapján az alapozási sík a 119,00 mBf szintre kerül.

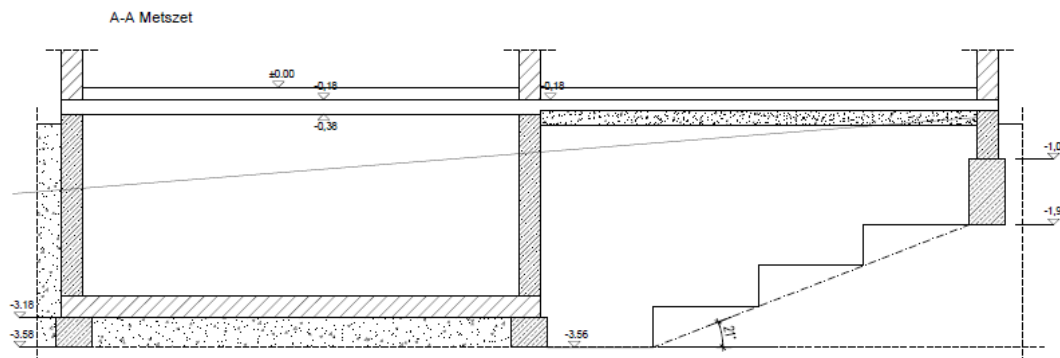
Az alaptest 50x90 cm és C20/25-XC1-S4 betonból készül, alaplemez vastagsága 30 cm.

Alapozási módként sávalapot terveztem. Mely részben alápincézett épület révén a sávalapot lépcsőzni kell, illetve a terepszint enyhe lejtése miatt is lépcsőzést kellett kialakítani.

Az alap paraméterei:

B=50 cm

H=90 cm



Az alaplépcsőzés

A pinceszinten az épületet körbe vasbeton zsalukő falak határolják, ezek az alaplemezzel és a pince feletti födémmel együtt zárt dobozszerű szerkezetet képeznek majd. Melyet megfelelő vasalással együttdolgozó szerkezetet jelentenek

A tervezett technológia:

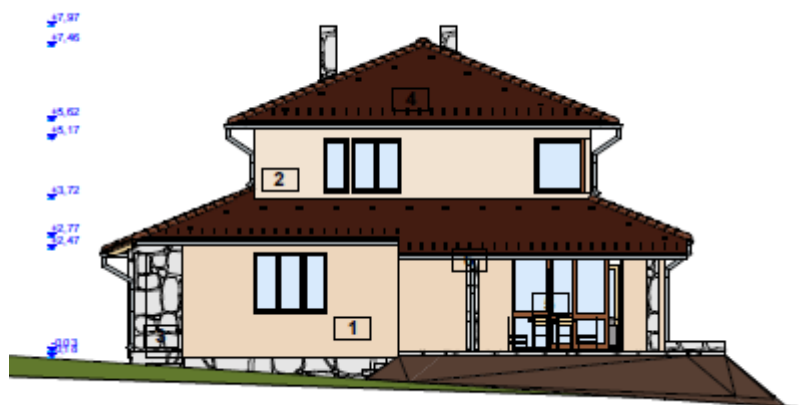
- 1.) Az alápincézett rész munkagödre rézsűsen kiemelhető.
- 2.) A munkagödörben számolni kell a talajvíz megjelenésével. A víztelenítés 1,0 m-es vízoszlop magasságig nyílt víztartással megoldható, a fölött vákuum kutas talajvízszint süllyesztést kell végezni.
- 3.) Az épület körül szivárgó rendszert kell kiépíteni, és annak vizét a csapadék gyűjtő tartályba kell vezetni.
- 4.) A munkagödörbe nem tölthetők vissza a kiemelt talajok.
- 5.) A víztelenítés nyílt víztartással megoldható.
- 6.) A munkagödört jól tömöríthető szemcsés talajból (egyenlőtlenségi mutató > 7 , iszap+agyag tartalom $< 20 \%$) kell visszatölteni.

4.2. Függőleges teherviselő szerkezetek

A tervezett épület felszerkezetének függőleges terheit minden szinten Porothersm 30-as falak veszik fel.

A pince falai és a lábazati falak egységesen vasalt beton zsalukő fal készülnek. Ezek a szerkezetek a függőleges terhek hordásán kívül minden szinten az épület merevítésében is részt vesznek majd.

A Porothersm vázkerámia homlokzati falak a földszint szintjéig egységesen 30 cm vastagsággal készülnek,



Déli homlokzat

4.3. Vízszintes teherviselő szerkezetek

Az épületek födémjei egységesen alul-felül sík monolit vasbeton lemezek, melyek a homlokzati falakra támaszkodnak. Szerkezeti vázuk szerint így e szerkezetek négy oldalon megtámasztott lemezek. Az emeleti főfalak a földszint feletti födémre terhelnek, alatta lévő megtámasztás nélkül.

Statikai számításaim szerint a födémlemez szükséges vastagságai az emelet feletti födém 15 cm, a földszint feletti födém 20 cm, illetve a pinceszint feletti födém szintén 15 cm. A vasalt aljzat, ami a pinceszint feletti födémhez kapcsolódik 13 cm vtg.

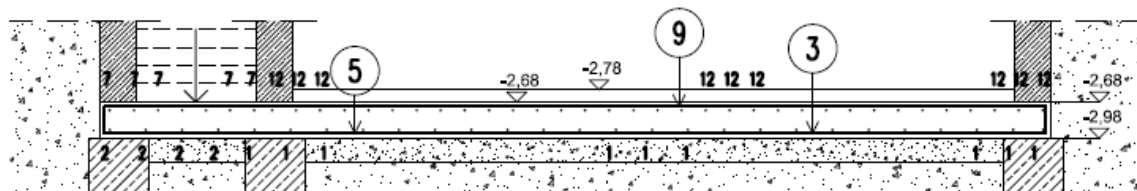
Az alaplemez vastagsága 30 cm a rá ható talajvíznyomás végett.

4.3.2. Alaplemez

Az alaplemez talajvíz alatt épül, melyre így hat a talajvíznyomás felhajtóerő, így a vasbeton vastagságának tervezése után a lemez vastagságát 30 cm-re vettem fel.

Melyből a pincefal kitüskézését meg kell oldani a tervek alapján.

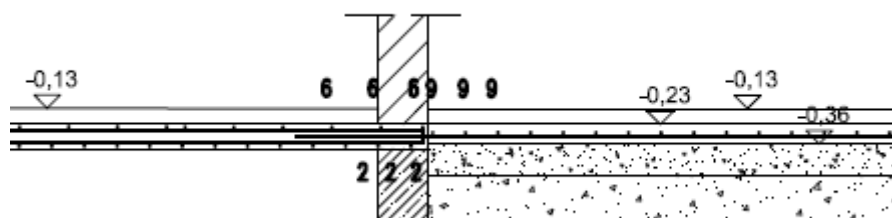
A-A Metszet



4.3.3. Pincszint feletti földem-vasalt aljzat

A pince feletti földem a garázs földem, melyet a funkciónak megfelelő hasznos teher értékével terveztem.

A földem vastagsága 15 cm, melyhez kapcsolódik a vasalt aljzat 13 cm vastagsággal, a megfelelő együttdolgozást bekötő vasakkal oldottam meg 80 cm hosszúsággal.



4.3.4. földszint feletti földem

A földszint feletti földem vastagsága 20 cm, mert erre a vasbeton lemezre terhelnek a felette lévő emeleti főfalak, a tetővel.

Illetve a garázs felőli részén egy konzolvégű lemez található, melyet két felül bordával oldottam meg, amelynek az együttdolgozását sarokvassal biztosítottam, az egyenlőtlen mozgásokat így kiküszöbölve.

4.3.5. Emelet feletti földem

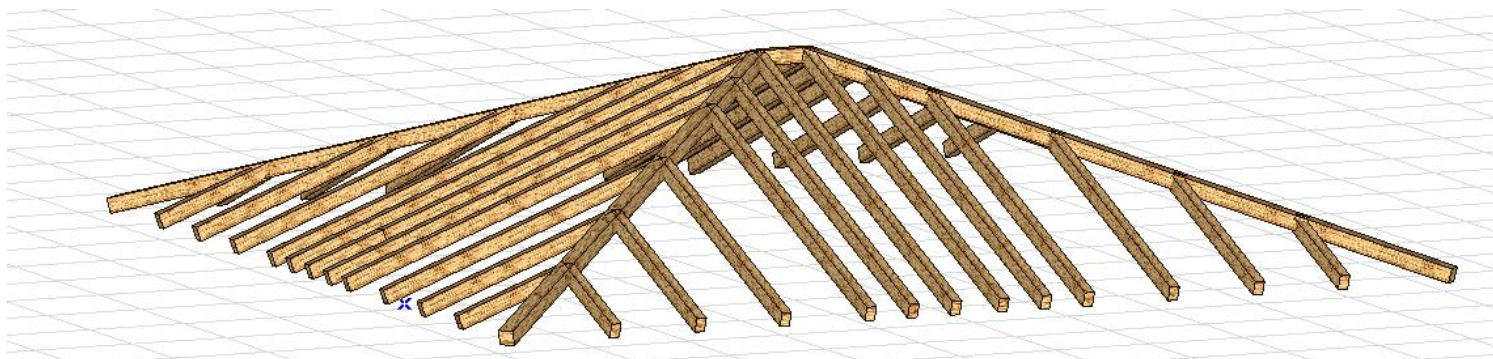
Az emelet feletti földem vastagságánál a cél minél vékonyabb lemez létrehozása volt a cél, mivel csak egy padlás földemről van szó. A vastagsága 15 cm.

A három egymáshoz közel elhelyezkedő áttörés miatt volt szükség a 15 cm-es vastagságra.

4.3.6. Fedélszék

Az **emelet feletti** födém lefedésére kontyolt nyeregtető szolgál

A szarufák 10x15 keresztmetszetűek. Az él szaruállásoknál szükség volt 15x15 keresztmetszetre. A fedélszék a vasbeton lemez szélén adja tovább a terheket a főfalakra.



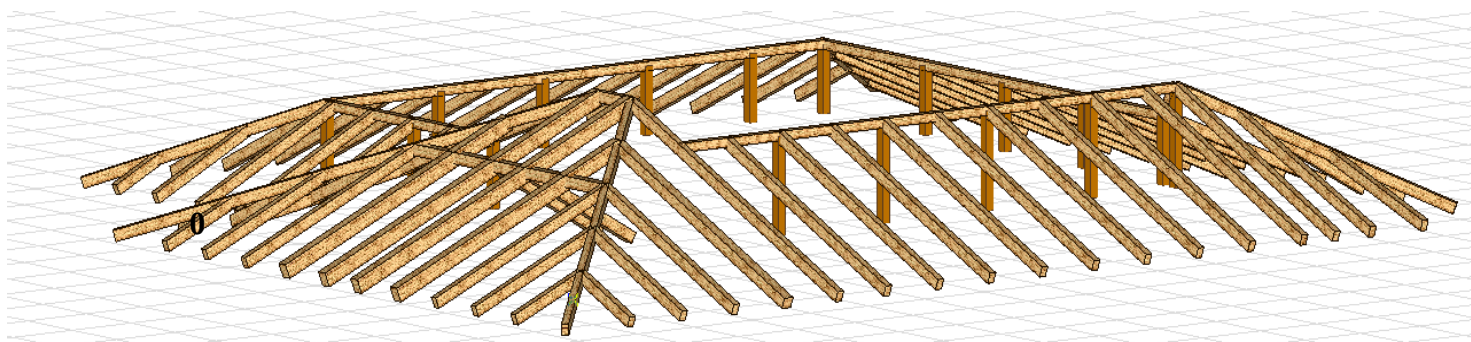
A **földszint feletti** födémén, az emelet faláig húzódó födémszakasz lefedésére pedig fél nyeregtető alkalmazására volt szükség, melyeket Axis VM Programmal méreteztem.

A faszerkezetnél a szarufák 10x15 cm keresztmetszetűek, de helyenként szükség volt a garázs feletti részen 15x15-ös km. re is.

A fél nyeregtetők a födémre támaszkodnak rá egy székoszlopon keresztül.

A székoszlop elhelyezésére a garáznál nem volt lehetőség, a látszó fedélszék miatt.

A ferde dúcokat illetve a taréjszelemt egy a falhoz függesztett taréjgerendákkal oldottam meg, e szerkezeti megoldás a földszint feletti födém fedélszék tervén látható.



5. Tervezett anyagok és anyagminőségek

Szerkezeti beton C 20-25 XC1 S4

Betonacélok: B 500B

Fa minőség: C-30

6. Megjegyzések

Fentiek, valamint a mellékelt statikai számítás alapján megállapítható, hogy a tervezett épület megépítésének az adott helyen tartószerkezeti akadálya nincs. A szerkezetek terv szerinti, szakszerű kivitelezése esetén kellő biztonsággal képesek betölteni teherhordó funkciójukat, megfelelnek a velük szemben támasztott állékonysági követelményeknek.

A kivitelezés során a hatályos munkahelyi, balesetvédelmi rendszabályokat maradéktalanul be kell tartani, tartatni.

Jelen műleíráshoz statikai számítás tartozik, mely az épületek fontosabb tartószerkezeti elemei közül a legjobban igénybevettek méretezését tartalmazza. Az itt kiszámítottak értelemszerűen érvényesek a kisebb terheknek kitett szerkezetekre is.

Budapest, 2015. 06.03

Holper András
mérnökhallgató

TERVEZŐI NYILATKOZAT
***XVIII.ker. Budapest, Göngyfa utca 15. szám, háromszintes
mediterrán családi ház Tervéhez***

Alulírott Holper András, mint a tárgyi létesítmény statikus tervezője kijelentem, hogy a mellékelt Statikai Kiviteli Tervdokumentációban bemutatott építési munkák az érvényes szabványok és előírások betartásával készültek, azok alól felmentést semmilyen tekintetben nem kellett kérni.

Budapest, 2015. 06.03

Holper András
Mérnökhallgató

12. Fejezet. Tervjegyzék

- S-1 *Alaplépcsőzés*
- S-2 *Pince alaplemez zsaluzási és vasalási terve*
- S-3 *Pince feletti földem zsaluzási és vasalási terve*
- S-4 *Lépcső zsaluzási és vasalási terve*
- S-5 *Földszint feletti földem zsaluzási terve*
- S-6 *Földszint feletti földem alsó vasalási terve*
- S-7 *Földszint feletti földem felső zsaluzási terve*
- S-8 *Földszint feletti földemgerendák zsaluzási és vasalási terve*
- S-9 *Emelet feletti földem zsaluzási terve*
- S-10 *Emelet feletti földem alsó vasalási terve*
- S-11 *Emelet feletti földem felső zsaluzási terve*
- S-12 *Földszint feletti fél nyeregtető fedélszék terve*
- S-13 *Emelet feletti fedélszék terve*