

SIMPROLIT SISTEM® I POVEĆANJE SEIZMIČKE OTPORNOSTI OBJEKATA NOVOGRADNJE



Simprolit sistem® je inovativan, jedinstven i sveobuhvatan sistem ekološke, energoefektivne i pri tom ekonomski veoma isplatljive gradnje objekata, zaštićen sa 54 patenata.

Uzimajući u obzir raznovrsnost i sveobuhvatnost patentiranih i sertifikovanih elemenata sistema:

- preko 25 tipova blokova,
- četiri tipa međuspratnih i krovnih ploča,
- šest tipova termoizolacionih ploča i panela,
- termoizolacionim slojevima za izravnanje međuspratnih ili za pad kod krovnih ploča,
- lakim montažnim elementima za sportske sale,
- optimalnim rešenjima za farme,
- sa neograničenim mogućnostima za dugovečne reljefe i ukrase na fasadi,
- te sa montažnim kućama u „sklopi sam“ varijanti,

evidentno je da Simprolit sistem® nema analoga na svetskom tržištu.

Kada se tome dodaju uporedne analize u odnosu na uobičajenu tehnologiju proizvodnje građevinskih elemenata i tehnologije izvođenja građevinskih radova i to:

- po minimalnim troškovima energije u fazi proizvodnje sirovina,
- po ceni i obimu horizontalnog transporta elemenata do gradilišta, kao i horizontalnog i vertikalnog transporta na samom gradilištu,
- po mogućnosti proizvodnje neposredno na gradilištu ili blizu gradilišta,
- po odsustvu potrebe za teškom građevinskom mehanizacijom, skelom i oplatom,
- po objedinjavanju faze zidanja i termoizolacije objekta,
- po dugovečnosti ne samo ugrađenog materijala, već i konstruktivnih celina,
- po znatno olakšanoj težini konstrukcije sa posledičnim povećanjem seizmičke otpornosti,
- po ekološkim karakteristikama izgrađenog prostora
- i, konačno, po mogućnosti gotovo 100% recikliranja i ponovne primene kod termoizolacije donjeg stroja aerodroma, puteva i pruga

Simprolit sistem® je neosporno i jedan od lidera i u svetu sve popularnije „zelene“, a pri tome još i zdrave i dugovečne gradnje.

SIMPROLIT SISTEM® - ZDRAVA, DUGOVEČNA I EKOLOŠKI PODOBNA GRADNJA OBJEKATA

I - OSNOVE PRORAČUNA KONSTRUKCIJE NA SEIZMIČKA DEJSTVA

Seizmički proračun konstrukcija provodi se primenom: metode ekvivalentnog statičkog opterećenja ili metode dinamičke analize.

Po metodi ekvivalentnog statičkog opterećenja, ukupna horizontalna seizmička sila S određuje se prema obrascu:

$$S = K \cdot G$$

gde je:

G - ukupna tezina objekta i opreme određuje se kao suma stalnog opterećenja verovatnog korisnog opterećenja i opterećenja snegom

K - ukupni seizmicki koeficijent za horizontalni pravac proračunava se prema obrascu:

$$K = K_o \cdot K_s \cdot K_d \cdot K_p$$

pri čemu je:

K_o - koeficijent kategorije objekta – KATEGORIZACIJA SE PROPISUJE U ZAVISNOSTI OD NAMENE I ZNAČAJA OBJEKTA

K_s - koeficijent seizmickog intenziteta ZAVISI OD LOKACIJE – SEIZMIČKE ZONE GDE SE GRADI OBJEKAT

K_d - koeficijent dinamичnosti ZAVISI OD KATEGORIJE TLA

K_p - koeficijent duktiliteta i prigusenja ZAVISI OD TIPOA KONSTRUKCIJE I ZA SVE SAVREMENE KONSTRUKCIJE =1,0

Raspodela ukupne seizmicke sile po visini konstrukcije vrši se:

- 1) metodom dinamike gradevinskih konstrukcija;
- 2) približnim obrascima i to
 - Za objekte do pet spratova

$$S_i = S \cdot \frac{G_i \cdot H_i}{\sum_{i=1}^n G_i \cdot H_i}$$

S_i - seizmicka horizontalna sila u i-tom spratu

G_i - tezina i-tog sprata

H_i - visina i-tog sprata od gornjeg ruba temelja.

- Za ostale objekte, osim za objekte za koje je obavezan proračun metodom dinamičke analize raspodela ukupne seizmicke sile po visini konstrukcije vrši se tako što se 85% ukupne sile S raspodeli prema gornjem obrascu, a ostatak od 15% ukupne sile S kao koncentrisana sila na vrhu objekta visokogradnje.

II - IZBOR ELEMENATA KONSTRUKCIJE U CILJU POVEĆANJA NJENE OTPORNOSTI NA SEIZMIČKA DEJSTVA

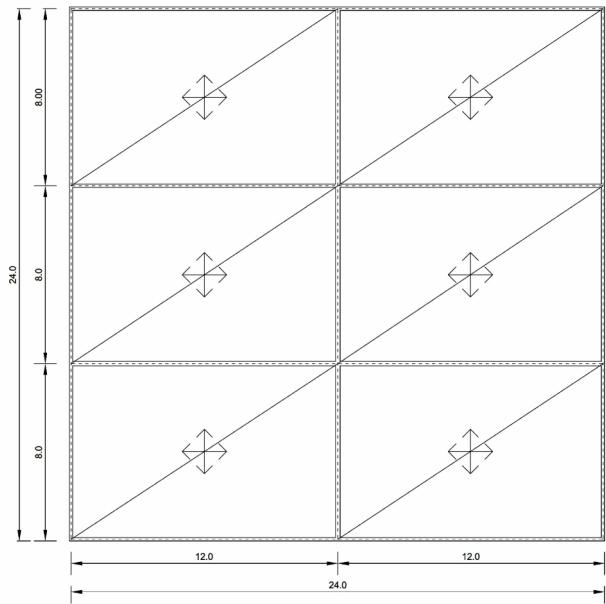
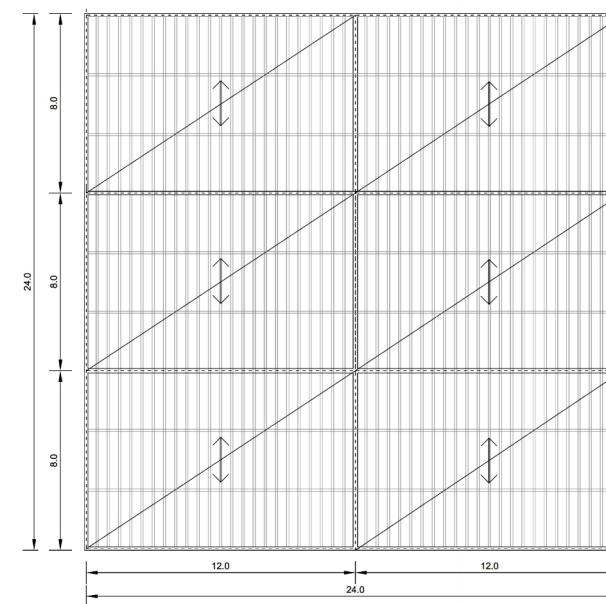
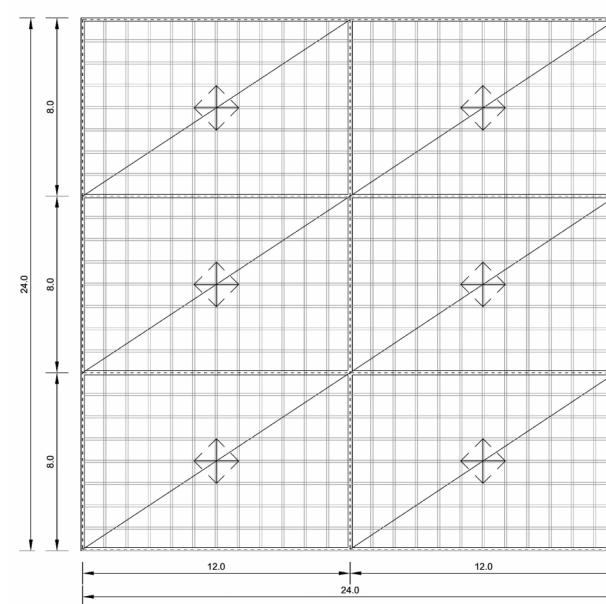
Kada se uzme u obzir da je ukupni seizmički koeficijent definisan propisima i drugim normativnim dokumentima, očigledno je da je uticaj projektanta na povećanje seizmičke otpornosti objekata sveden na pravilan izbor konstruktivnog sistema, a pre svega i u najvećoj meri smanjenjem ukupne težine objekta. Pri tome, kako je korisno opterećenje unapred definisano namenom objekta, a opterećenje snegom takodje određeno propisima za klimatsko područje gde se objekat gradi, očigledno je da je ukupno smanjenje težine objekta osnovni zadatak projektanta – posebno u područjima visokog seizmičkog intenziteta.

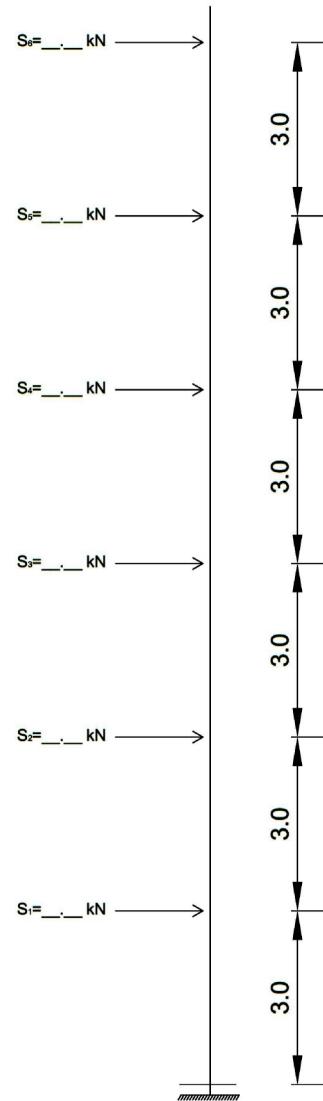
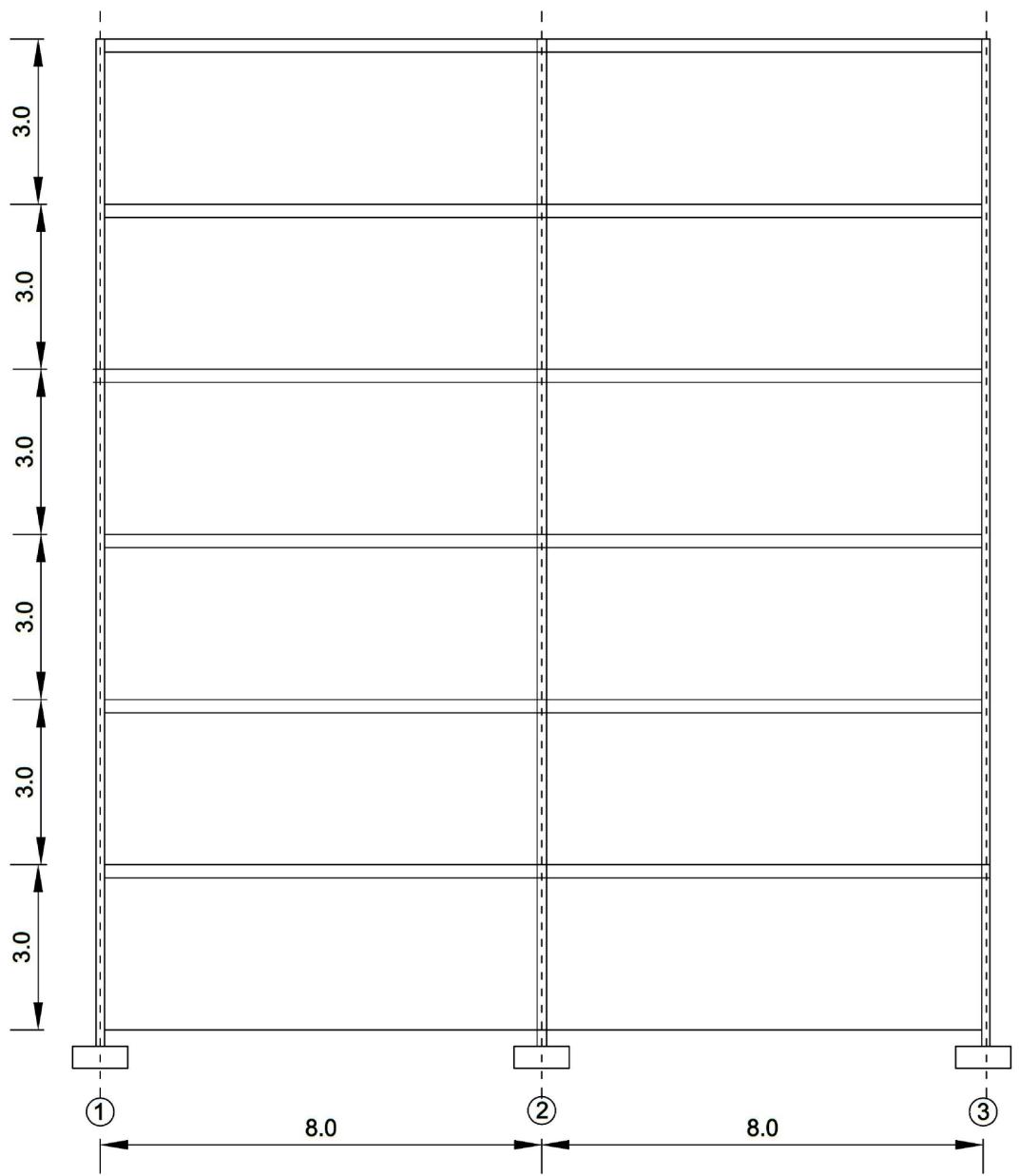
UPOREDNE TEŽINE RAZNIH TIPOVA MEDJUSPRATNIH KONSTRUKCIJA
ZA (KRAĆI) RASPON $L_k = 8,0 \text{ m}$
za pretpostavljeno polje sa rasterom stubova – greda: $8,0 \text{ m} \times (8,0-12,0) \text{ m}$

kN/m^2	Klasična armirano-betonska medjuspratna ploča	Simprolit SMP medjuspratna ploča (kao sitnorebrasta)	Simprolit SMK kombinovana ploča (kao kasetirana)	Odnos Klasična AB : SMP : SMK
Sopstvena težina	$0.25 \times 25.0 =$ 6.25	$3.333+0.261 =$ 3.594	$2.260+0.297 =$ 2.557	2,44 : 1,41 : 1,0
Izravnавајуći sloj (košuljica)	$1.1+0.025 =$ 1.125	$0.125+0.22 =$ 0.345	$0.125+0.22 =$ 0.345	3,26 : 1,0 : 1,0
Pregradni zidovi	0.75	0.25	0.25	3,0 : 1,0 : 1,0
Ostalo (podna obloga, instalacije, glet)	$0.25+0.176+0.04 =$ 0.466	$0.25+0.176+0.002+0.04 =$ 0.468	$0.25+0.176+0.002+0.04 =$ 0.468	1,0 : 1,0 : 1,0
$\Sigma (\text{kN/m}^2) =$	8,59	4,66	3,62	2,37 : 1,29 : 1,0

Za objekat dimenzija $24.5 \text{ m} \times 24.5 \text{ m} = 600,0 \text{ m}^2$, visine 6 spratova, ukupna težina u tonama

$\Sigma (\text{tona}) =$	$8,59 \times 10^{-1} \times 600,0 \times 6 =$ 3092 t	$4,66 \times 10^{-1} \times 600,0 \times 6 =$ 1678 t	$3,62 \times 10^{-1} \times 600,0 \times 6 =$ 1303 t	2,37 : 1,29 : 1,0
$\Sigma (\text{kamiona od 20 tona}) =$	155 kamiona	84 kamiona	65 kamiona	2,37 : 1,29 : 1,0

KLASIČNA ARMIRANO-BETONSKA MEDJUSPRATNA PLOČA	SIMPROLIT SMP SITNOREBRASTA MEDJUSPRATNA PLOČA	SIMPROLIT SMK KASETIRANA MEDJUSPRATNA PLOČA
		
OBJEKAT GABARITA $24.5 \text{ m} \times 24.5 \text{ m} = 600,0 \text{ m}^2$ VISINE 6 SPRATOVA	OBJEKAT GABARITA $24.5 \text{ m} \times 24.5 \text{ m} = 600,0 \text{ m}^2$ VISINE 6 SPRATOVA	OBJEKAT GABARITA $24.5 \text{ m} \times 24.5 \text{ m} = 600,0 \text{ m}^2$ VISINE 6 SPRATOVA
Ukupna površina tipskog sprata: $A=600,0 \text{ m}^2$	Ukupna površina tipskog sprata: $A=600,0 \text{ m}^2$	Ukupna površina tipskog sprata: $A=600,0 \text{ m}^2$
Visina tipskog sprata: $H=3,0 \text{ m}$	Visina tipskog sprata: $H=3,0 \text{ m}$	Visina tipskog sprata: $H=3,0 \text{ m}$
Ukupna težina tipskog sprata: $G= 5154,0 \text{ kN}$	Ukupna težina tipskog sprata: $G= 2796,0 \text{ kN}$	Ukupna težina tipskog sprata: $G= 2172,0 \text{ kN}$
Korisno opterećenje $P = 900,0 \text{ kN}$	Korisno opterećenje $P = 900,0 \text{ kN}$	Korisno opterećenje $P = 900,0 \text{ kN}$
$G+P/2 = 5604,0 \text{ kN/spratu}$	$G+P/2 = 3246,0 \text{ kN/spratu}$	$G+P/2 = 2622,0 \text{ kN/spratu}$
Ukupna „seizmička“ težina objekta : $W=6 \times 5604,0 = 33624,0 \text{ kN}$	Ukupna „seizmička“ težina objekta : $W=6 \times 3246,0 = 19476,0 \text{ kN}$	Ukupna „seizmička“ težina objekta : $W=6 \times 2622,0 = 15732,0 \text{ kN}$



PRORAČUN SEIZMIČKIH UTICAJA ZA OSMU (VIII) SEIZMIČKU ZONU

Seizmičke sile S_i u nivoima i-te tavanice

$$S_1 = 68,05 \text{ kN}$$

$$S_2 = 136,10 \text{ kN}$$

$$S_3 = 204,15 \text{ kN}$$

$$S_4 = 272,19 \text{ kN}$$

$$S_5 = 340,24 \text{ kN}$$

$$S_6 = 660,47 \text{ kN}$$

$$M_5 = 1981,41 \text{ kNm}$$

$$M_4 = 1981,41 + 3002,13 = 4983,54 \text{ kNm}$$

$$M_3 = 4983,54 + 3818,7 = 8802,24 \text{ kNm}$$

$$M_2 = 8802,24 + 4431,15 = 13233,39 \text{ kNm}$$

$$M_1 = 13233,39 + 4839,45 = 18072,84 \text{ kNm}$$

$$M_0 = 18072,84 + 5043,6 = \mathbf{23116,44 \text{ kNm}}$$

Seizmičke sile S_i u nivoima i-te tavanice

$$S_1 = 39,42 \text{ kN}$$

$$S_2 = 78,83 \text{ kN}$$

$$S_3 = 118,25 \text{ kN}$$

$$S_4 = 157,66 \text{ kN}$$

$$S_5 = 197,08 \text{ kN}$$

$$S_6 = 382,56 \text{ kN}$$

$$M_5 = 1147,68 \text{ kNm}$$

$$M_4 = 1147,68 + 1738,92 = 2886,6 \text{ kNm}$$

$$M_3 = 2886,6 + 2211,9 = 5098,5 \text{ kNm}$$

$$M_2 = 5098,5 + 2566,65 = 7665,15 \text{ kNm}$$

$$M_1 = 7665,15 + 2803,14 = 10468,29 \text{ kNm}$$

$$M_0 = 10468,29 + 2921,4 = \mathbf{13389,69 \text{ kNm}}$$

Seizmičke sile S_i u nivoima i-te tavanice

$$S_1 = 31,84 \text{ kN}$$

$$S_2 = 63,68 \text{ kN}$$

$$S_3 = 95,52 \text{ kN}$$

$$S_4 = 127,35 \text{ kN}$$

$$S_5 = 159,19 \text{ kN}$$

$$S_6 = 309,02 \text{ kN}$$

$$M_5 = 927,06 \text{ kNm}$$

$$M_4 = 927,06 + 1404,63 = 2331,69 \text{ kNm}$$

$$M_3 = 2331,69 + 1786,68 = 4118,37 \text{ kNm}$$

$$M_2 = 4118,37 + 2073,24 = 6191,61 \text{ kNm}$$

$$M_1 = 6191,61 + 2264,28 = 8455,89 \text{ kNm}$$

$$M_0 = 8455,89 + 2359,8 = \mathbf{10815,69 \text{ kNm}}$$

Praktično, to znači da,

ako je objekat u klasičnom AB skeletnom sistemu projektovan za **8 (osmu)** zonu,

- kod istog tog objekta projektovanog u Simprolit sistemu sa SMP medjuspratnom konstrukcijom dodatni koeficijent sigurnosti na seizmička dejstva iznosi $\eta_s = 1.73$ – što odgovara **(8 ½) seizmičkoj zoni!**
- kod istog tog objekta projektovanog u Simprolit sistemu sa SMK medjuspratnom konstrukcijom dodatni koeficijent sigurnosti na seizmička dejstva iznosi $\eta_s = 2.14$ – što odgovara **(9 ¼) IX seizmičkoj zoni!**

PRORAČUN SEIZMIČKIH UTICAJA ZA DEVETU (IX) SEIZMIČKU ZONU

Seizmičke sile S_i u nivoima i-te tavanice

$$S_1 = 136,10 \text{ kN}$$

$$S_2 = 272,19 \text{ kN}$$

$$S_3 = 408,29 \text{ kN}$$

$$S_4 = 544,39 \text{ kN}$$

$$S_5 = 680,49 \text{ kN}$$

$$S_6 = 1320,94 \text{ kN}$$

$$M_5 = 3962,82 \text{ kNm}$$

$$M_4 = 3962,82 + 6004,29 = 9967,11 \text{ kNm}$$

$$M_3 = 9967,11 + 7637,46 = 17604,57 \text{ kNm}$$

$$M_2 = 17604,57 + 8862,33 = 26466,9 \text{ kNm}$$

$$M_1 = 26466,9 + 9678,9 = 36145,9 \text{ kNm}$$

$$M_0 = 36145,8 + 10087,2 = \mathbf{46233 \text{ kNm}}$$

Seizmičke sile S_i u nivoima i-te tavanice

$$S_1 = 78,83 \text{ kN}$$

$$S_2 = 157,66 \text{ kN}$$

$$S_3 = 236,49 \text{ kN}$$

$$S_4 = 315,33 \text{ kN}$$

$$S_5 = 394,16 \text{ kN}$$

$$S_6 = 765,13 \text{ kN}$$

$$M_5 = 2295,39 \text{ kNm}$$

$$M_4 = 2295,39 + 3477,87 = 5773,26 \text{ kNm}$$

$$M_3 = 5773,26 + 4423,86 = 10197,12 \text{ kNm}$$

$$M_2 = 10197,12 + 5132,43 = 15329,55 \text{ kNm}$$

$$M_1 = 15329,55 + 5605,41 = 20934,96 \text{ kNm}$$

$$M_0 = 20934,96 + 5841,9 = \mathbf{26776,86 \text{ kNm}}$$

Seizmičke sile S_i u nivoima i-te tavanice

$$S_1 = 63,68 \text{ kN}$$

$$S_2 = 127,35 \text{ kN}$$

$$S_3 = 191,03 \text{ kN}$$

$$S_4 = 254,71 \text{ kN}$$

$$S_5 = 318,39 \text{ kN}$$

$$S_6 = 618,04 \text{ kN}$$

$$M_5 = 1854,12 \text{ kNm}$$

$$M_4 = 1854,12 + 2809,29 = 4663,41 \text{ kNm}$$

$$M_3 = 4663,41 + 3573,42 = 8236,83 \text{ kNm}$$

$$M_2 = 8236,83 + 4146,51 = 12383,34 \text{ kNm}$$

$$M_1 = 12383,34 + 4528,56 = 16911,9 \text{ kNm}$$

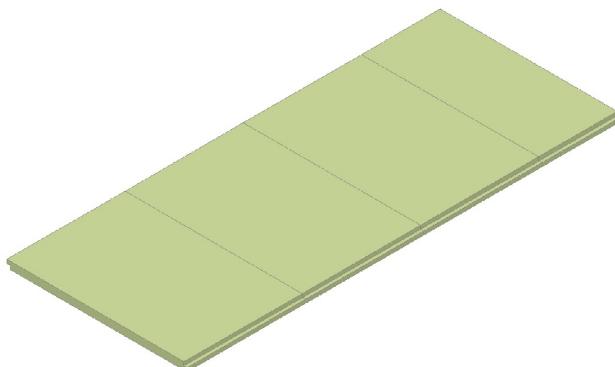
$$M_0 = 16911,9 + 4719,6 = \mathbf{21631,5 \text{ kNm}}$$

Praktično, to znači da,

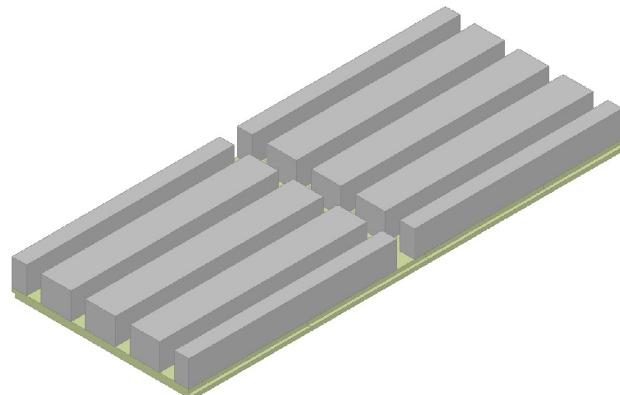
ako je objekat u klasičnom AB skeletnom sistemu projektovan za IX seizmičku zonu,

- kod istog tog objekta projektovanog u Simprolit sistemu sa SMP meduspratnom konstrukcijom, dodatni koeficijent sigurnosti na seizmička dejstva iznosi $\eta_s = 1.73$ – što odgovara (9 1/2) seizmičkoj zoni.
- kod istog tog objekta projektovanog u Simprolit sistemu sa SMK meduspratnom konstrukcijom, koeficijent sigurnosti na seizmička dejstva iznosi $\eta_s = 2.14$ – što odgovara (10 1/4) **DESETOJ SEIZMIČKOJ ZONI!**

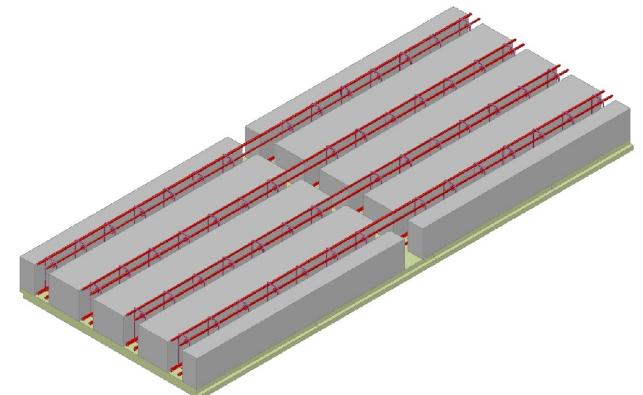
SIMPROLIT SMP MEDJUSPRATNA PLOČA



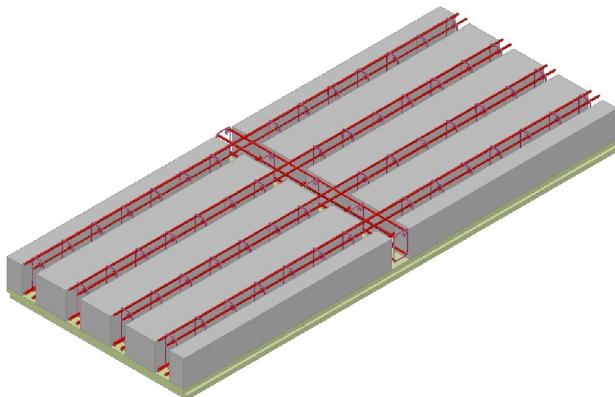
Montaža SOP5 (D180) ploča
preko prethodno postavljene
proredjene daščane oplate



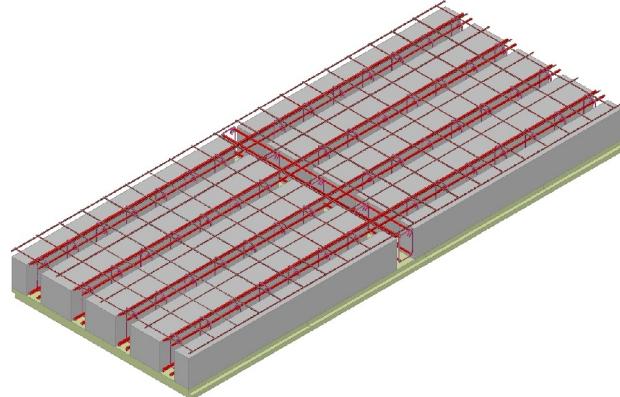
Montaža rebara od SOP[h] (D160) ploča
preko prethodno postavljenih SOP5 ploča
– visina [h] se određuje proračunom prema rasponu



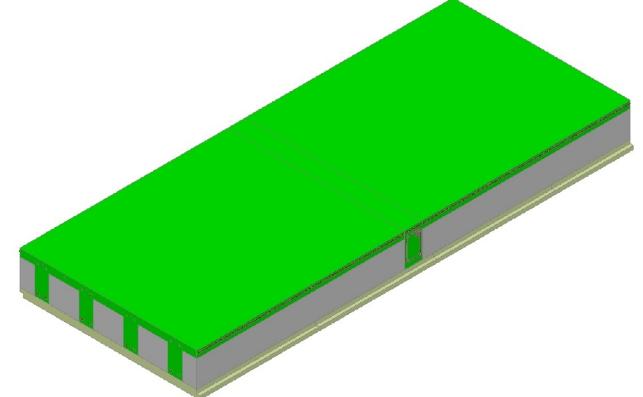
Montaža glavne (podužne) armature
u „kanale“ formirane prethodno postavljenim rebrima od
SOP ploča – armatura se određuje proračunom



Montaža armature poprečne grede za ukrućenje
u „kanale“ formirane na ~2.5 do 3.0m u poprečnom
pravcu – armatura se određuje proračunom

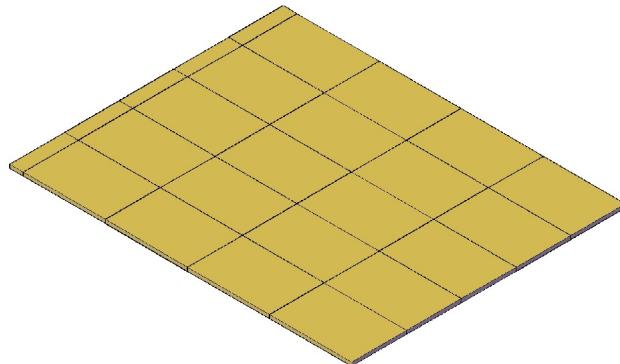


Montaža armature ø6/20 u oba pravca ili odgovarajuće
armaturne mreže – propisano normama o gradnji
objekata visokogradnje u seizmičkim područjima

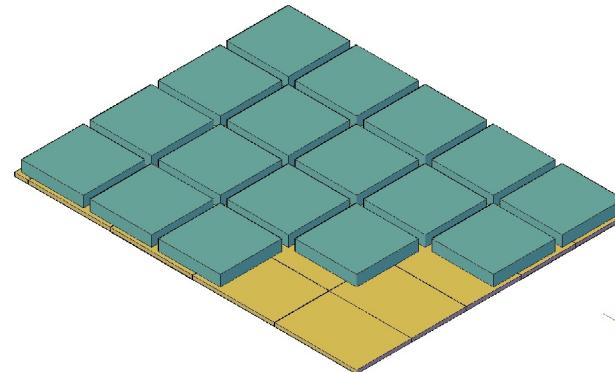


Betoniranje formirane sitnorebraste konstrukcije,
gde donje SOP(D180) i rebra od SOP(D160) ploča imaju
funkciju trajno ugradjene oplate, termičke i PP zaštite

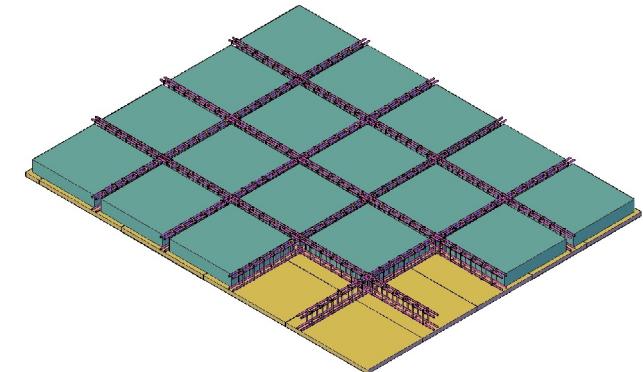
SIMPROLIT SMK MEDJUSPRATNA PLOČA



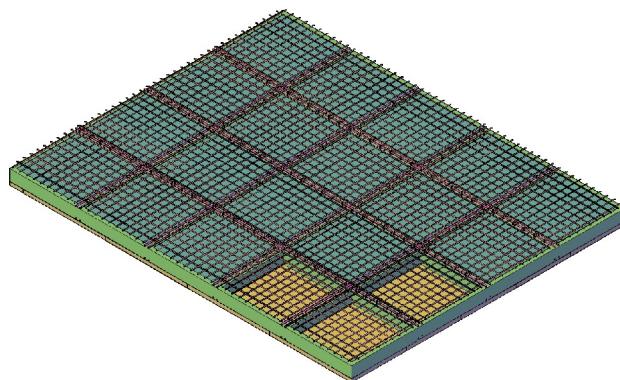
Montaža SOP5 (D180) ploča
preko prethodno postavljene
proredjene daščane oplate



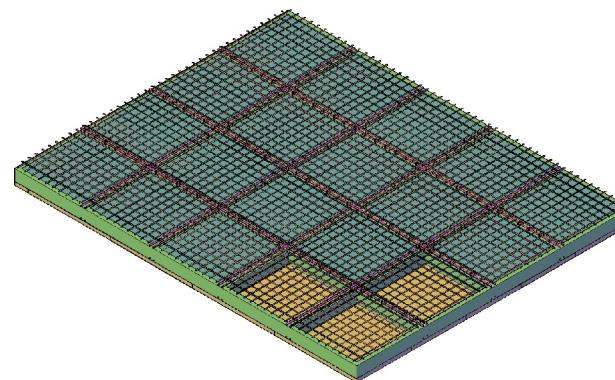
Montaža rebara od SOP[h] (D160) ploča
preko prethodno kasetno postavljenih SOP5 ploča
– visina [h] se određuje proračunom prema rasponu



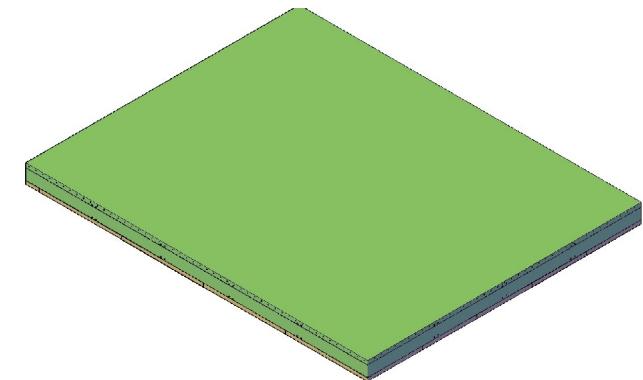
Montaža podužne i poprečne armature
u „kanale“ formirane prethodno postavljenim kasetama
od SOP ploča – armatura se određuje proračunom



Montaža armature $\varnothing 6/20$ u oba pravca ili odgovarajuće
armaturne mreže – propisano normama o gradnji
objekata visokogradnje u seizmičkim područjima



Betoniranje rebara formirane kasetirane konstrukcije,
gde donje SOP(D180) i rebra od SOP(D160) ploča imaju
funkciju trajno ugradnjene oplate, termičke i PP zaštite



Betoniranje AB ploče formirane kasetirane konstrukcije,
gde SOP(D180) i rebra od SOP(D160) ploča imaju
funkciju trajno ugradnjene oplate, termičke i PP zaštite

SIMPROLIT SISTEM I DUKTILNOST KONSTRUKCIJE

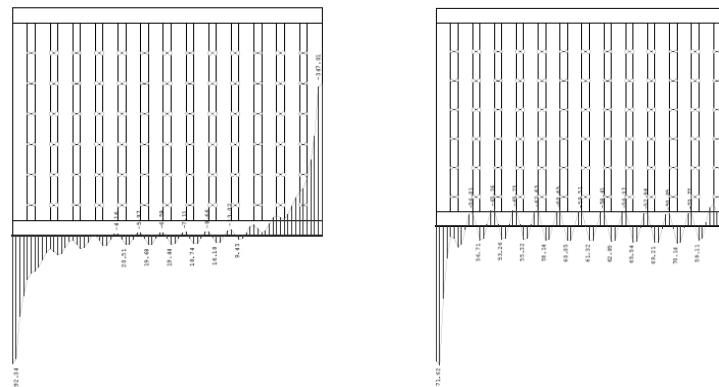
Jedini parametar na koji projektant može uticati (osim razmatranog znatnog smanjenja ukupne težine objekta) je izbor konstruktivnog sistema, što se normativnim dokumentima definiše koeficijentom K_p - koeficijent duktiliteta i prigusenja koji **ZAVISI OD TIPOA KONSTRUKCIJE I ZA SVE SAVREMENE KONSTRUKCIJE =1,0**

Propisima je definisano da je $K_p=1,0$ za sve savremene konstrukcije od armiranog betona, sve celicne konstrukcije, osim za konstrukcije od armiranih zidova i celičnih konstrukcija sa dijagonalama ($K_p=1,3$) i sve savremene drvene konstrukcije, osim za zidane konstrukcije ojacane vertikalnim serklazima od armiranog betona; vrlo visoke i vitke konstrukcije sa malim prigusenjem, kao sto su visoki industrijski dimnjaci, antene, vodotornjevi i dr. ($K_p=1,6$).

Međutim, zidovi objekata gradjenih u Simprolit sistemu poseduju i znatni kapacitet disipacije energije seizmičkog udara, što direktno povećava njihovu stabilnost i seizmičku sigurnost.

U stručnom radu izloženom na kongresu konstruktera u Žabljaku 2010.g. izložen je uporedni proračun otpornosti na seizmičke uticaje dva zida – jednog u Simprolit sistemu i drugog u klasičnom AB sistemu, iz kog se ovde navode samo zaključci tog rada:

„Oba modela zida su visine 3m i širine 4,1m, sa gornje i donje strane uokvirena betonskim serklažima 20x20cm, uklještena donjom ivicom u linijski oslonac i opterećena istim horizontalnim jednakoraspodeljenim opterećenjem u vrhu zida u nivou serklaža na dužini od 20cm sa 500kN/m (ekvivalentno koncentrisanoj sili od 100kN).

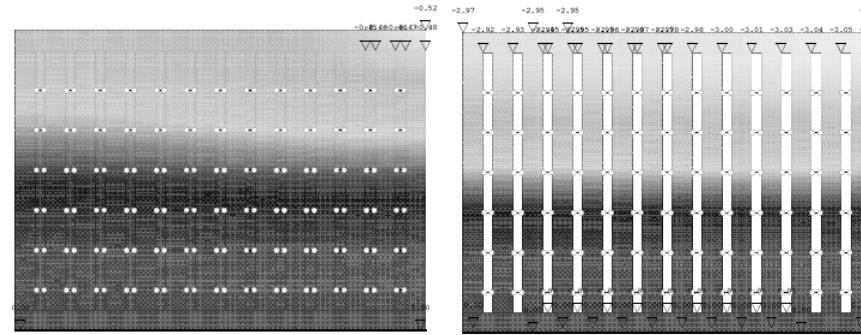


Reakcije linijskog oslonca.

Model levo sa simprolitom max R=347,0 kN, model desno bez simprolita max R=598,8 kN

Uticaji Nx u pločastim elementima

Model sa simprolitom max R=131,4 kN, model bez simprolita max R=598,7 kN)



Horizontalno pomeranje zida

- model levo sa simprolitom max pomeranje 0,52 mm,
- model desno bez simprolita max pomeranje 3,13 mm

Prikazani rezultati reakcija u linijskom osloncu i horizontalnog pomeranja zida, kao i vrednosti unutrašnjeg naprezanja betonskih elemenata Nx jasno ukazuju na doprinos simprolita horizontalnoj seizmičkoj stabilnosti zida - uticaji i pomeranja su skoro tri puta manji!

Duktilnost koju poseduje, uz veliki kapacitet disipacije energije koja se unosi pri seizmičkim dejstvima i znatno umenjenje težine objekta, kao jedina dva faktora na koje može da utiče projektant kod definisanja seizmičkog opterećenja objekta sa aspekta seizmičkih propisa -Simprolit sistem gradnje izdvaja kao najoptimalniji sistem za konstruisanje i izgradnju objekata u seizmički visoko aktivnim područjima.“

Uprošćeno – objekat sa istim parametrima projektovan u Simprolit sistemu najmanje dvostruko je sigurniji na seizmičke uticaje od istog objekta projektovanog u standardnom AB sistemu.

