

Ured: Ulica Andrije Kačića Miošića 22,
10 000 Zagreb
Tel: +385 (1) 30 20 444
Fax: +385 (1) 30 20 445
E-mail: radionica@statika.hr
MB: 2274167
OIB: 21520453993
IBAN: HR1523600001101986157



**RADIONICA
STATIKE**

NARUČITELJ:	JAVNA USTANOVA NP PLITVIČKA JEZERA Josipa Jovića 19, Plitvička jezera OIB: 91109303119
GRAĐEVINA:	HOTEL BELLEVUE
LOKACIJA:	k.č. 3, k.o. Plitvička jezera,
RAZINA PROJEKTA:	PROJEKT SANACIJE
BROJ PROJEKTA:	068/2019

ANALIZA NOSIVE KONSTRUKCIJE GLEDE MEHANIČKE OTPORNOSTI I STABILNOSTI I GRAĐEVINSKI PROJEKT SANACIJE

PROJEKTANT:	Dr.sc. Josip Galić, dipl.ing.građ.
SURADNICI:	Lara Antulov - Fantulin, mag.ing.aedif.

DIREKTOR:
Branko Galić, dipl.ing.građ.



NARUČITELJ : **Javna ustanova NP Plitvička jezera
Josipa Jovića 19, Plitvička jezera
OIB: 91109303119**

GRAĐEVINA I LOKACIJA: **HOTEL BELLEVUE
k.č. 3, k.o. Plitvička jezera**

RAZINA PROJEKTA : **PROJEKT SANACIJE**

BROJ PROJEKTA : **068/2019**

SADRŽAJ :

A/ OPĆI DOKUMENTI

- A/1. PRESLIKA IZVATKA IZ SUDSKOG REGISTRA
- A/2. RJEŠENJE O IMENOVANJU PROJEKTANTA
- A/3. PRESLIKA RJEŠENJA O UPISU PROJEKTNATA U HKIG
- A/4. IZJAVA O USKLAĐENOSTI ELABORATA SA ZAKONIMA I TEHNIČKOM REGULATIVOM
- A/5. PROJEKTNI ZADATAK

B/ PRIKAZ STANJA NOSIVE KONSTRUKCIJE POSTOJEĆE GRAĐEVINE

- B/1. UVOD
- B/2. TEHNIČKI OPIS NOSIVE KONSTRUKCIJE
- B/3. ANALIZA REZULTATA PROVEDENIH ISTRAŽNIH RADOVA NA NOSIVOJ KONSTRUKCIJI

C/ PRORAČUNSKA ANALIZA NOSIVE KONSTRUKCIJE

- C/1. UVOD
- C/2. ANALIZA OPTEREĆENJA NOSIVE KONSTRUKCIJE SUKLADNO VAŽEĆOJ TEHNIČKOJ REGULATIVI
- C/3. ANALIZA NOSIVOSTI KONSTRUKCIJA SUKLADNO VAŽEĆOJ TEHNIČKOJ REGULATIVI – STAMBENA KRILA
- C/4. ANALIZA NOSIVOSTI POJAČANE KONSTRUKCIJA SUKLADNO VAŽEĆOJ TEHNIČKOJ REGULATIVI – STAMBENA KRILA

D/ SMJERNICE ZA IZRADU PROJEKTA REKONSTRUKCIJE GRAĐEVINE

- D/1. SMJERNICE ZA IZRADU SANACIJE / REKONSTRUKCIJE GRAĐEVINE

E/ GRAFIČKI PRILOZI – SHEMA NOSIVE KONSTRUKCIJE



**RADIONICA
STATIKE**

Ulica Andrije Kačića
Miošića 22, 10000 Zagreb

GRAĐEVINA: **HOTEL BELLEVUE, k.č. 3, k.o. Plitvička jezera**

INVESTITOR: **JAVNA USTANOVA NP PLITVIČKA JEZERA**
Josipa Jovića 19, Plitvička jezera, OIB: 91109303119

Stranica:

2

Datum:

srpanj 2019.

NARUČITELJ : **Javna ustanova NP Plitvička jezera**
Josipa Jovića 19, Plitvička jezera
OIB: 91109303119

GRAĐEVINA I LOKACIJA: **HOTEL BELLEVUE**
k.č. 3, k.o. Plitvička jezera

RAZINA PROJEKTA : **PROJEKT SANACIJE**

BROJ PROJEKTA : **068/2019**

A/ OPĆI DOKUMENTI



RADIONICA STATIKE

Ulica Andrije Kačića
Miošića 22, 10000 Zagreb

GRAĐEVINA: HOTEL BELLEVUE, k.č. 3, k.o. Plitvička jezera

INVESTITOR: JAVNA USTANOVA NP PLITVIČKA JEZERA

Josipa Jovića 19, Plitvička jezera, OIB: 91109303119

Stranica:

3

Datum:

srpanj 2019.

A/1. PRESLIKA IZVATKA IZ SUDSKOG REGISTRA

REPUBLIKA HRVATSKA
JAVNI BILJEŽNIK
Pandža Sanda
Zagreb, Kačićeva 9

IZVADAK IZ SUDSKOG REGISTRA

SUBJEKT UPISA

OSOBNE OVLAŠTENE ZA ZASTUPANJE:

- 5 BRANKO GALIĆ, OIB: 24273726044
Zagreb, STROJARSKA CESTA 28
1 - direktor
1 - zastupa pojedinačno i samostalno

TEMELJNI KAPITAL:

- 1 20.000,00 Kuna

PRAVNI ODNOSI:

Osnivački akt:

- 1 Društveni ugovor o osnivanju RADIONICA STATIKE d.o.o. od 05. rujna 2007. godine.
4 Odlukom članova društva od 22.03.2012. godine Društveni ugovor o osnivanju RADIONICA STATIKE d.o.o. od 05.09.2007. godine zamijenjen je novim aktom pod nazivom Društveni ugovor društva RADIONICA STATIKE d.o.o. od 22.03.2012. godine. Društveni ugovor od 22.03.2012. godine dostavljen u zbirku isprava.

FINANCIJSKA IZVJEŠĆA:

Predano God. Za razdoblje Vrsta izvještaja
eu 24.07.17 2016 01.01.16 - 31.12.16 GFI-POD izvještaj

Upise u glavnu knjigu proveli su:

RBU Tt	Datum	Naziv suda
0001 Tt-07/9996-2	17.09.2007	Trgovački sud u Zagrebu
0002 Tt-09/7666-5	17.07.2009	Trgovački sud u Zagrebu
0003 Tt-10/10710-2	28.09.2010	Trgovački sud u Zagrebu
0004 Tt-12/5004-2	30.03.2012	Trgovački sud u Zagrebu
0005 Tt-15/24559-1	26.08.2015	Trgovački sud u Zagrebu
0006 Tt-15/34737-2	01.12.2015	Trgovački sud u Zagrebu
0007 Tt-18/336-2	12.01.2018	Trgovački sud u Zagrebu
eu /	19.08.2009	elektronički upis
eu /	09.09.2010	elektronički upis
eu /	15.06.2011	elektronički upis
eu /	14.05.2012	elektronički upis
eu /	28.06.2013	elektronički upis
eu /	07.10.2014	elektronički upis
eu /	29.03.2017	elektronički upis
eu /	24.07.2017	elektronički upis

Pristojba:

Nagrada:

JAVNI BILJEŽNIK
Pandža Sanda
Zagreb, Kačićeva 9

Otisnuto: 2018-03-12 12:26:03
Podaci od: 2018-03-12 02:16:30

Stranica: 2 od 2

REPUBLIKA HRVATSKA
JAVNI BILJEŽNIK
Pandža Sanda
Zagreb, Kačićeva 9

IZVADAK IZ SUDSKOG REGISTRA

SUBJEKT UPISA

MBS: 080623760

OIB: 21520453993

TVRKA:

- 1 RADIONICA STATIKE d.o.o. za usluge
1 RADIONICA STATIKE d.o.o.

SJEDIŠTE/ADRESA:

6 Zagreb (Grad Zagreb)
Ulica Andrije Kačića Miošića 22

PRAVNI OBLIK:

- 1 društvo s ograničenom odgovornošću

PREMET POSLOVANJA:

- 1 * - kupnja i prodaja robe
1 * - obavljanje trgovačkog posredovanja na domaćem i inozemnom tržištu
1 * - zastupanje stranih tvrtki
1 * - projektiranje, građenje i nadzor nad građenjem
4 * - savjetovanje u vezi s poslovanjem i upravljanjem
4 * - računalne i srodne djelatnosti
4 * - izrada, održavanje i dizajniranje web stranica i portala
4 * - istraživanje tržišta i ispitivanje javnog mnijenja
4 * - pružanje usluga informacijskog društva
4 * - promicajba (reklama i propaganda)
4 * - poslovanje nekretnostima
4 * - poslovi upravljanja nekretnostima i održavanje nekretnosti
4 * - posredovanje u prometu nekretnosti
4 * - stručni poslovi prostornog uređenja
4 * - stručni poslovi zaštite okoliša
4 * - tehničko ispitivanje i analiza
4 * - turističke usluge u nautičkom turizmu
4 * - turističke usluge u ostalim oblicima turističke ponude
4 * - ostale turističke usluge
4 * - turističke usluge koje uključuju sportsko-rekreativne ili pustolovne aktivnosti
4 * - pružanje usluga smještaja

OSNIVAČI/ČLANOVI DRUŠTVA:

- 5 BRANKO GALIĆ, OIB: 24273726044
Zagreb, STROJARSKA CESTA 28
7 - jedini član d.o.o.

OSOBNE OVLAŠTENE ZA ZASTUPANJE:

Otisnuto: 2018-03-12 12:26:03
Podaci od: 2018-03-12 02:16:30

Stranica: 1 od 2

A/2. RJEŠENJE O IMENOVANJU PROJEKTANTA

Temeljem čl. 49. i čl. 51. Zakona o gradnji (NN 153/13, 20/17, 39/19) i čl. 17. i čl. 22. Zakona o poslovima i djelatnostima prostornog uređenja i gradnje (NN 78/15, 118/18) donosi se sljedeće:

R J E Š E N J E

Br. R-P-068/2019

kojim se imenuje **dr.sc. JOSIP GALIĆ, dipl.ing.građ.**

upisanog u Imenik ovlaštenih inženjera građevinarstva
pod rednim brojem G3853, s danom upisa 23.01.2007. godine

za projektanta **PROJEKTA SANACIJE**

Građevina i lokacija: **HOTEL BELLEVUE**
k.č. 3, k.o. Plitvička jezera

Naručitelj: **JAVNA USTANOVA NP PLITVIČKA JEZERA**
Josipa Jovića 19, Plitvička jezera
OIB: 91109303119

Broj projekta: **068/2019**

Ovo rješenje vrijedi do završetka projektiranja ili do opoziva.

U Zagrebu, srpanj 2019.g.

Direktor:

Branko Galić, dipl.ing.građ.



**RADIONICA
STATIKE**
d.o.o. Ulica Andrije Kačića
Miošića 22, 10 000 Zagreb





A/3. PRESLIKA RJEŠENJE O UPISU PROJEKTANTA U HKIG

2

Obrazloženje

mr.sc. GALIĆ JOSIP, dipl.ing.građ., podnio je Zahtjev za upis u Imenik ovlaštenih inženjera građevinarstva.

Odbor za upis u Imenik ovlaštenih inženjera građevinarstva proveo je na sjednici održanoj 23.01.2007. godine postupak razmatranja dostavljenog potpunog Zahtjeva imenovanog, te je temeljem članka 24. stavka 2. i članka 26. stavka 2. Zakona o Hrvatskoj komori arhitekata i inženjera u graditeljstvu ("Narodne novine", br. 47/98), a u svezi s člankom 5. stavkom 2. i člankom 22. Statuta Hrvatske komore arhitekata i inženjera u graditeljstvu ("Narodne novine", br. 147/05), donio Odluku i nacrt Rješenja o upisu imenovanog u Imenik ovlaštenih inženjera građevinarstva. Nacrt Rješenja dostavljen je na potpis predsjedniku Komore.

Ovlašteni inženjer građevinarstva stekao je pravo na obavljanje poslova projektiranja i/ili stručnog nadzora građenja prema članku 49. Zakona o gradnji ("Narodne novine", br. 175/03 i 100/04) i članku 4. stavku 1. Statuta Hrvatske komore arhitekata i inženjera u graditeljstvu ("Narodne novine", br. 147/05), u svojstvu odgovorne osobe upisom u Imenik ovlaštenih inženjera građevinarstva Hrvatske komore arhitekata i inženjera u graditeljstvu i to pravo mu traje dok traje polica osiguranja od profesionalne odgovornosti, odnosno do izricanja stegovne kazne iz članka 30. Zakona o Hrvatskoj komori arhitekata i inženjera u graditeljstvu ("Narodne novine", br. 47/98), a u svezi s člankom 4. stavkom 4. i 5. Statuta Hrvatske komore arhitekata i inženjera u graditeljstvu ("Narodne novine", br. 147/05).

Ovlašteni inženjer građevinarstva, osim u slučaju mirovanja članstva, dobiva posredstvom Hrvatske komore arhitekata i inženjera u graditeljstvu policu osiguranja od profesionalne odgovornosti od odabranog osiguravatelja. Polica se izdaje za razdoblje od godinu dana i obnavlja svake godine. Premija osiguranja uračunata je u članarinu.

Upisom u Imenik ovlaštenih inženjera građevinarstva imenovani je stekao pravo na "pečat" i "inženjersku iskaznicu" koje mu izdaje Hrvatska komora arhitekata i inženjera u graditeljstvu, a koji su trajno vlasništvo Komore temeljem članka 4. stavka 2. i 3. Statuta Hrvatske komore arhitekata i inženjera u graditeljstvu ("Narodne novine", br. 147/05).

Sva prethodno navedena prava obvezuju ovlaštenog inženjera građevinarstva na redovno i uredno plaćanje članarine u skladu s člankom 31. Statuta Hrvatske komore arhitekata i inženjera u graditeljstvu ("Narodne novine", br. 147/05).

Ovlašteni inženjer građevinarstva može poslove projektiranja i/ili stručnog nadzora građenja samostalno u vlastitom uredu, zajedničkom uredu, projektantskom društvu, odnosno u pravnoj osobi registriranoj za tu djelatnost.

Ovlašteni inženjer građevinarstva dužan je u obavljanju poslova projektiranja i/ili stručnog nadzora građenja poštivati odredbe Zakona o gradnji i posebnih zakona, te osigurati da obavljanje poslova projektiranja i/ili stručnog nadzora bude u skladu s načelima i pravilima struke, koja treba poštivati ovlašteni inženjer građevinarstva.

Na temelju svega prethodno navedenog, riješeno je kao u dispozitivu ovoga Rješenja.

Pouka o pravnom lijeku

Protiv ovog Rješenja žalba nije dopuštena, ali se može pokrenuti upravni spor podnošenjem tužbe Upravnom sudu Republike Hrvatske, u roku od 30 dana od primitka ovog Rješenja.



Dostaviti:

1. JOSIP GALIĆ, 10110 ZAGREB, KUTNJAČKI PUT 8
2. U Zbirku isprava Komore
3. Pismohrana Komore



REPUBLIKA HRVATSKA
HRVATSKA KOMORA ARHITEKATA
I INŽENJERA U GRADITELJSTVU

Klasa: UPII-360-01/07-01/3853
Urbroj: 314-02-07-1
Zagreb, 27. siječnja 2007. godine

Na temelju članka 24. i članka 26. stavka 2. Zakona o Hrvatskoj komori arhitekata i inženjera u graditeljstvu ("Narodne novine", br. 47/98), Statuta Hrvatske komore arhitekata i inženjera u graditeljstvu ("Narodne novine", br. 147/05), te na temelju Odluke i nacrta Rješenja Odbora za upis u Imenik ovlaštenih inženjera građevinarstva od 23.01.2007. godine, koji je rješavao po Zahtjevu za upis mr.sc. GALIĆ JOSIPA, dipl.ing.građ., ZAGREB, KUTNJAČKI PUT 8, predsjednik Hrvatske komore arhitekata i inženjera u graditeljstvu donosi i potpisuje

RJEŠENJE

1. U Imenik ovlaštenih inženjera građevinarstva upisuje se mr.sc. GALIĆ JOSIP, dipl.ing.građ., ZAGREB, pod rednim brojem 3853, s danom upisa 23.01.2007. godine.
2. Upisom u Imenik ovlaštenih inženjera građevinarstva, mr.sc. GALIĆ JOSIP, dipl.ing.građ., stječe pravo na uporabu strukovnog naziva "ovlašteni inženjer građevinarstva" i pravo na obavljanje stručnih poslova temeljem članka 25. Zakona o Hrvatskoj komori arhitekata i inženjera u graditeljstvu, a u svezi s člankom 4. stavkom 1., 4. i 5. Statuta Hrvatske komore arhitekata i inženjera u graditeljstvu, te ostala prava i dužnosti sukladno posebnim propisima.
3. Ovlašteni inženjer građevinarstva poslove iz točke 2. ovoga Rješenja dužan je obavljati stvarno i stalno, te sukladno temeljnim načelima i pravilima struke koje treba poštivati ovlašteni inženjer građevinarstva.
4. Ovlaštenom inženjeru građevinarstva Hrvatska komora arhitekata i inženjera u graditeljstvu izdaje "inženjersku iskaznicu" i "pečat", koji su trajno vlasništvo Komore.
5. Ovlašteni inženjer građevinarstva dobiva posredstvom Hrvatske komore arhitekata i inženjera u graditeljstvu policu osiguranja od profesionalne odgovornosti od odabranog osiguravatelja. Polica se izdaje za razdoblje od godinu dana i obnavlja svake godine. Premija osiguranja uračunata je u članarinu.
6. Ovlašteni inženjer građevinarstva dužan je plaćati Hrvatskoj komori arhitekata i inženjera u graditeljstvu članarinu i ostala davanja koja utvrde tijela Komore i Razreda, osim u slučaju mirovanja članstva, te pri prestanku članstva u Komori podmiriti sve dospjele financijske obveze prema istima.



A/4. IZJAVA O USKLAĐENOSTI PROJEKTA SA ZAKONIMA I TEHNIČKOM REGULATIVOM

NARUČITELJ : **JAVNA USTANOVA NP PLITVIČKA JEZERA**
Josipa Jovića 19, Plitvička jezera
OIB: 91109303119

GRAĐEVINA I LOKACIJA: **HOTEL BELLEVUE**
k.č. 3, k.o. Plitvička jezera

RAZINA PROJEKTA : **PROJEKT SANACIJE**

BROJ PROJEKTA : **068/2019**

U skladu sa Zakonom o gradnji (NN.br. 153/13, 20/17, 39/19) i Pravilnikom o obveznom sadržaju i opremanju projekata građevina (NN.br. 64/14, 41/15, 105/15, 61/16 i 20/17) daje se

IZJAVA PROJEKTANTA

usklađenosti projekta:

PROJEKTA SANACIJE

građevine:

HOTEL BELLEVUE

Ovaj projekt usklađen je sa sljedećim zakonima, tehničkim propisima i pravilnicima:

Zakoni:

- Zakon o prostornom uređenju (NN.br. 153/13, 65/17, 39/19)
- Zakon o gradnji (NN.br. 153/13, 20/17, 39/19)
- Zakon o zaštiti okoliša (NN.br. 80/13, 153/13, 78/15, 12/18, 118/18)
- Zakon o poslovima i djelatnostima prostornog uređenja i gradnje (NN.br. 78/15, 118/18)
- Zakon o komori arhitekata i komorama inženjera u graditeljstvu i prostornom uređenju (NN.br. 78/15, 114/18)
- Zakon o građevinskoj inspekciji (NN.br. 153/13)
- Zakon o zaštiti od požara (NN.br. 92/10)
- Zakon o zaštiti na radu (NN.br. 71/14, 118/14, 154/14, 94/18, 96/18)
- Zakon o tehničkim zahtjevima za proizvode i ocjeni sukladnosti (NN.br. 80/13, 14/14, 32/19)
- Zakon o normizaciji (NN.br. 80/13)
- Zakon o mjeriteljstvu (NN.br. 74/14, 111/18)
- Zakon o mjernim jedinicama (NN.br. 58/93)
- Zakon o građevnim proizvodima (NN.br. 76/13, 30/14, 130/17, 32/19)
- Zakon o općoj sigurnosti proizvoda (NN.br. 30/09, 139/10, 14/14, 32/19)
- Zakon o održivom gospodarenju otpadom (NN.br. 94/13, 73/17, 14/19)
- Zakon o zaštiti i očuvanju kulturnih dobara (NN. br. 69/99, 151/03, 157/03, 100/04, 87/09, 88/10, 61/11, 25/12, 136/12, 157/13, 152/14, 98/15, 44/17, 90/18)
- Zakon o komunalnom gospodarstvu (NN.br. 68/18, 110/18)

 RADIONICA STATIKE Ulica Andrije Kačića Miošića 22, 10000 Zagreb	GRAĐEVINA: HOTEL BELLEVUE , k.č. 3, k.o. Plitvička jezera INVESTITOR: JAVNA USTANOVA NP PLITVIČKA JEZERA Josipa Jovića 19, Plitvička jezera, OIB: 91109303119	Stranica: 7 Datum: srpanj 2019.
---	---	---

Pravilnici:

- Pravilnik o jednostavnim i drugim građevinama i radovima (NN.br. 112/17, 34/18, 36/19)
- Pravilnik o nostrifikaciji projekata (NN.br. 98/99, 29/03, 20/17)
- Pravilnik o kontroli projekata (NN.br. 32/14)
- Pravilnik o razvrstavanju građevina u skupine po zahtijevnosti mjera zaštite od požara (NN.br. 56/12, 61/12)
- Pravilnik o otpornosti na požar i drugim zahtjevima koje građevine moraju zadovoljiti u slučaju požara (NN.br. 29/13, 87/15)
- Pravilnik o ocjenjivanju sukladnosti, ispravama o sukladnosti i označavanju građevinskih proizvoda (NN.br. 103/08, 147/09, 87/10, 129/11)
- Pravilnik o tehničkim dopuštenjima za građevne proizvode (NN.br. 103/08)
- Pravilnik o nadzoru građevnih proizvoda (NN.br. 113/08)
- Pravilnik o hrvatskim normama (NN.br. 22/96)
- Pravilnik o mjernim jedinicama (NN.br. 88/15)
- Pravilnik o obveznom sadržaju i opremanju projekata građevina (NN.br. 64/14, 41/15, 105/15, 61/16, 20/17)
- Pravilnik o održavanju građevina (NN.br. 122/14)
- Pravilnik o gospodarenju građevnim otpadom (NN.br. 38/08)
- Pravilnik o zaštiti na radu za mjesta rada (NN.br. 29/13)

Tehnički propisi:

- Tehnički propis o građevnim proizvodima (NN.br. 35/18)
- Tehnički propis kojim se utvrđuju tehničke specifikacije za građevne proizvode u usklađenom području (NN.br. 04/15, 24/15, 93/15, 133/15, 36/16, 58/16, 104/16, 28/17, 88/17, 29/18)
- Tehnički propisi za održavanje čeličnih konstrukcija za vrijeme eksploatacije (SL.br. 06/65)
- Tehnički propisi za pregled i ispitivanja nosivih čeličnih konstrukcija (SL.br. 06/65)
- Tehnički propis za građevinske konstrukcije (NN.br. 17/17)

U Zagrebu, srpanj 2019.g.

Projektant:

Dr.sc. Josip Galić, dipl.ing.građ.



 RADIONICA STATIKE Ulica Andrije Kačića Miošića 22, 10000 Zagreb	GRAĐEVINA: HOTEL BELLEVUE , k.č. 3, k.o. Plitvička jezera INVESTITOR: JAVNA USTANOVA NP PLITVIČKA JEZERA Josipa Jovića 19, Plitvička jezera, OIB: 91109303119	Stranica: 8 Datum: srpanj 2019.
---	---	---

A/5. PROJEKTNI ZADATAK

Predmet ovog elaborata je analiza nosive konstrukcije građevine hotela Bellevue koji se nalazi u sklopu NP Plitvička jezera. Građevina je u potpunosti izgrađena i u uporabi, ali je radi uočenih nedostataka u pogledu nosive konstrukcije, poput povećih progiba krovnih konstrukcija centralnog dijela i nedovoljne horizontalne stabilnosti potrebno izraditi detaljan elaborat stanja postojeće konstrukcije s prijedlozima potrebnih zahvata radi poboljšanja konstrukcije u pogledu nosivosti, uporabljivosti i stabilnosti. Aktivnosti koje se planiraju provesti u sklopu izrade elaborata su cjeloviti pregled stanja konstrukcije građevine kako bi se moglo pristupiti daljnjim radnjama prethodnog istraživanja, odnosno ispitivanjima i analizama stanja nosive konstrukcije.

Hotel Bellevue se sastoji od tri stambena paviljona koja su povezana na središnji servisni dio hotela s dnevnim boravkom i salonom. Nosiva konstrukcija se sastoji od zidanih zidova od betonskih blokova, armiranobetonskih stropnih konstrukcija, te drvenog krovišta, dok je na dijelu središnjeg servisnog dijela hotela cijela nosiva konstrukcija izvedena kao drvena konstrukcija. Ispitivanja i analize će se provesti za cijelu nosivu konstrukciju građevine hotela.

U Zagrebu, srpanj 2019.g.

Projektant:

Dr.sc. Josip Galić, dipl.ing.građ.





**RADIONICA
STATIKE**

Ulica Andrije Kačića
Miošića 22, 10000 Zagreb

GRAĐEVINA: **HOTEL BELLEVUE, k.č. 3, k.o. Plitvička jezera**

INVESTITOR: **JAVNA USTANOVA NP PLITVIČKA JEZERA**
Josipa Jovića 19, Plitvička jezera, OIB: 91109303119

Stranica:

9

Datum:

srpanj 2019.

NARUČITELJ : **Javna ustanova NP Plitvička jezera**
Josipa Jovića 19, Plitvička jezera
OIB: 91109303119

GRAĐEVINA I LOKACIJA: **HOTEL BELLEVUE**
k.č. 3, k.o. Plitvička jezera

RAZINA PROJEKTA : **PROJEKT SANACIJE**

BROJ PROJEKTA : **068/2019**

B/ PRIKAZ STANJA NOSIVE KONSTRUKCIJE POSTOJEĆE GRAĐEVINE

B/1. UVOD

Na temelju zahtjeva naručitelja, Javne ustanove NP Plitvička jezera, Josipa Jovića 19, Plitvička jezera, izrađen je Elaborat ispitivanja postojećeg stanja konstrukcije građevine hotela Bellevue smještenog u Nacionalnom parku Plitvička jezera. U sklopu ovog elaborata obrađeni su:

a) Provedeni istražni radovi

Istražni radovi provedeni su tijekom svibnja 2019. godine. Na temelju rezultata provedenih istražnih radova pristupilo se izradi ovog elaborata koji sadrži podatke o kvaliteti ugrađenih materijala, te vrsti i položaju oštećenja konstruktivnih elemenata i dijelova koji ugrožavaju mehaničku otpornost i stabilnost, te daje uvid u opće stanje građevine u cjelini ili dijela građevine uz priloženu fotodokumentaciju. Takav služi kao podloga za izradu analize nosive konstrukcije glede mehaničke otpornosti i stabilnosti.

b) Analiza nosive konstrukcije glede mehaničke otpornosti i stabilnosti

Sadrži rezultate pregleda i analize postojeće tehničke dokumentacije predmetne građevine, analizu rezultata provedenih istražnih radova, te numeričku analizu nosive konstrukcije ili dijela nosive konstrukcije glede mehaničke otpornosti i stabilnosti. Rezultat svih analiza predmetnog elaborata je zaključak o stanju nosive konstrukcije, te smjernice za izradu sanacije/rekonstrukcije nosive konstrukcije građevine.

B.1.1. OSNOVNI PODACI O GRAĐEVINI

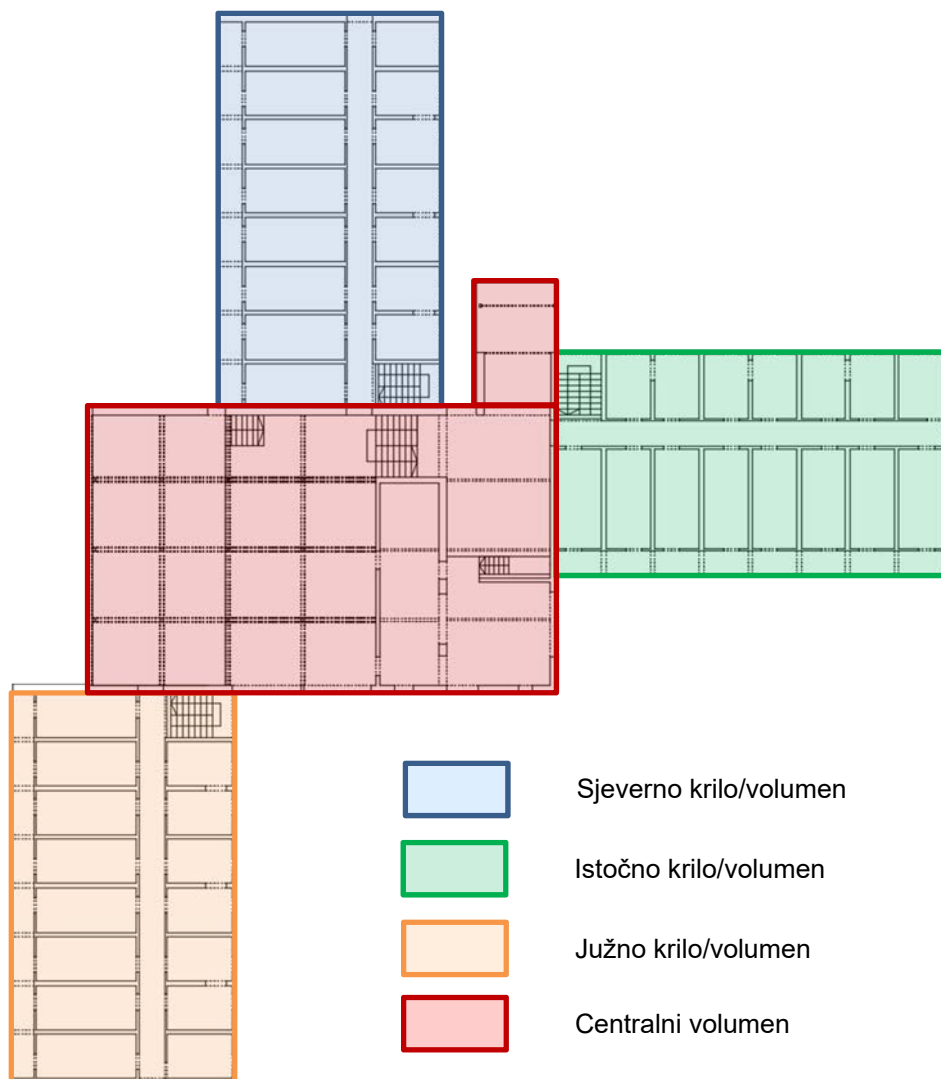
Hotel Bellevue se nalazi u Nacionalnom parku Plitvička jezera sa istočne strane jezera Kozjak u blizini Ulaza 2 u nacionalni park, a prikaz položaja hotela dan je na slici B.1.1.



Hotel Bellevue

Slika B.1.1 Prikaz položaja građevine hotela Bellevue

Hotel Bellevue se sastoji od tri stambena paviljona koji čine 3 volumno odvojena krila građevine, koja se spajaju na centralni servisni dio hotela u kojem su smještene recepcija, restoran i kuhinja. Dva krila građevine se pružaju u smjeru sjever – jug, s tim da je jedno krilo smješteno južno u odnosu na centralni servisni dio hotela, a drugi sjeverno. Treće krilo pruža se u smjeru istok zapad, a smješteno je s istočne strane centralnog servisnog dijela hotela. Na slijedećoj slici dan je tlocrtni prikaz svih volumena od kojih je građevina sastavljena, tj. sjevernog, južnog i istočnog krila, te centralnog volumena.



Slika B.1.2 Tlocrt prizemlja - prikaz volumena građevine

Južno i istočno krilo građevine se sastoje od 2 etaže – prizemlja i kata, dok sjeverno krilo ima jednu etažu više – suteren. Centralni volumen se sastoji samo od prizemlja, nešto veće visine, te se na dijelu tlocrta uz sjeverno krilo nalazi i suteren.

Premda se građevina sastoji od 4 volumena/dijela, pregledom dostupne dokumentacije, tj. arhitektonskih snimaka postojećeg stanja, te prilikom istražnih radova, nije utvrđeno da postoje konstrukcijske dilatacije, nego je kompletna građevina izvedena kao povezana, jedinstvena konstrukcija.

Glede nosive konstrukcije, vertikalni nosivi sustav stambenih paviljona, tj. krila građevine čine zidani zidovi od betonskih blokova postavljeni u oba smjera građevine. Zidovi postavljeni u poprečnom, kraćem smjeru ujedno predstavljaju i pregrade između soba, dok zidovi u uzdužnom, dužem smjeru formiraju pročelja i zidove prema hodniku. Stropne ploče su armiranobetonske ploče nosive u jednom smjeru, a krovovi su drvestrešni nagiba 15,5% s pokrovom od profiliranog lima koji je oslonjen na drvenu krovnu konstrukciju.

Konstrukcija centralnog volumena se u suterenu također sastoji od zidanih zidova sa armiranobetonskom stropnom pločom, dok je u prizemlju cijela nosiva konstrukcija drvena, s obodnim zidanim zidovima. Drvena konstrukcija prizemlja sastoji se od drvenih stupova na koje se oslanjaju podrožnice sa rogovima. Krov je jednostrešni, također nagiba 15,5%, sa pokrovom od profiliranog lima.

Na slikama B.1.3. prikazane su fotografije hotela Bellevue.



a) Poprečno pročelje stambenog krila hotela



b) Uzdužno pročelje stambenog krila hotela



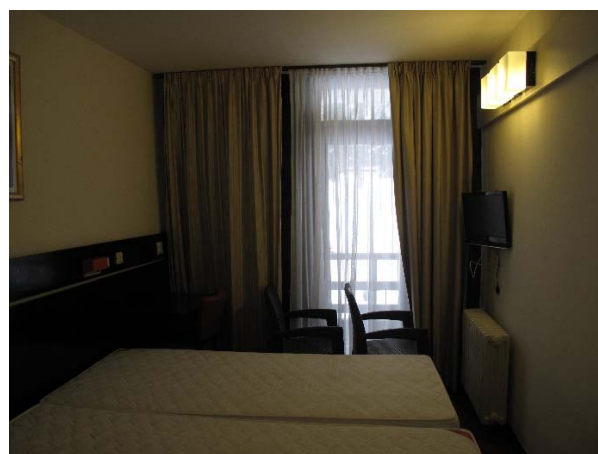
c) Glavni ulaz u hotel



d) Centralni servisni volumen hotela



e) hodnik stambenih krila hotela



f) soba hotela

Slika B.1.3 Izgled hotela Bellevue

Točniji opis analiziranih reprezentativnih dijelova nosive konstrukcije dan je u poglavlju B.2.

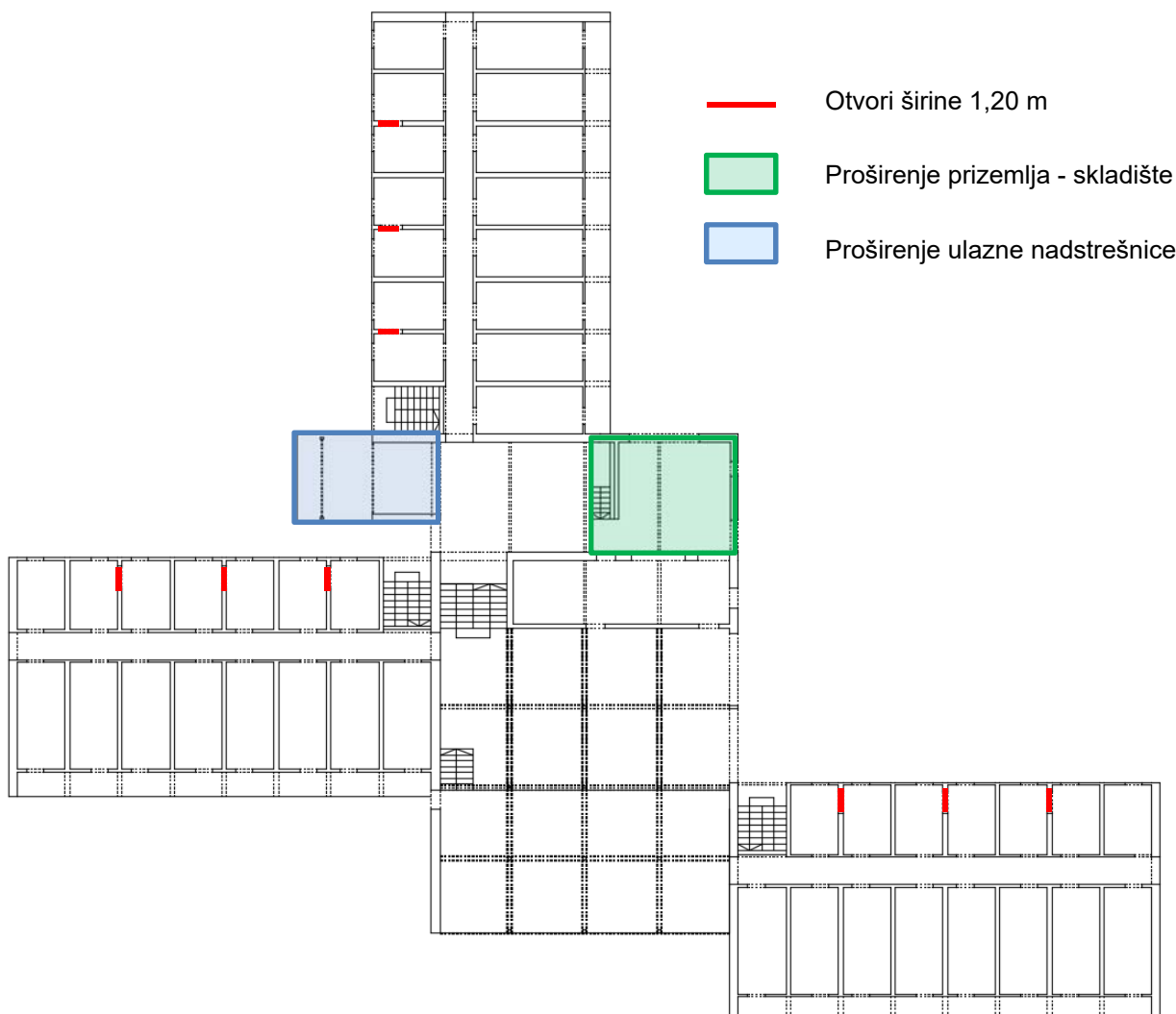
B.1.2. KRATKI POVIJESNI PRIKAZ PROJEKTIRANJA I IZGRADNJE HOTELA

Radi boljeg razumijevanja stanja postojeće konstrukcije, u ovom poglavlju dan je kratki povijesni prikaz projektiranja i izgradnje građevine. Glavni izvor informacija povijesnog prikaza je bila prikupljena dokumentacija iz vremena projektiranja predmetnih građevina. Od dokumentacije pronađen je projekt rekonstrukcije hotela iz 1988. godine koji se sastoji od snimka tadašnjeg postojećeg stanja, izvedbenog projekta arhitektonsko-građevinskog dijela i projekta konstrukcije.

Pronađenu dokumentaciju izradio je Građevno projektni zavod Rijeka, a glavni projektant arhitektonskog dijela bio je Zdravko Bregovac, dipl. ing. arh. koji je bio i glavni projektant izvornog projekta iz 1963., prema kojem je građevina tada i izgrađena.

Usporedbom snimka postojećeg stanja, tj. izvornog oblika konstrukcije, sa rekonstrukcijskim zahvatima koji su izvedeni 1988. godine, može se ustvrditi da se radilo o minimalnim građevinskim zahvatima, kojima se nije značajno zadiralo u nosivu konstrukciju. Rekonstrukcija se uglavnom temeljila na obnovi unutrašnjeg uređenja, te su se zadržali svi otvori i izgled fasada.

Građevinski zahvati rekonstrukcije obuhvaćali su proširenje nadstrešnice nad ulazom u građevinu koja je izvedena kao laka konstrukcija od čeličnih nosača i drvenih rogova te izgradnju novog prizemnog dijela za skladište u sklopu centralnog volumena tlocrtne površine $a \times b = 6,0 \times 8,0$ m. Nadalje, u nekoliko poprečnih zidova stambenih krila građevine probijeni su otvori širine 1,20 m, što nije značajno utjecalo na izvorna tehnička svojstva nosive konstrukcije s obzirom na količinu poprečnih zidova u svakom krilu građevine. Na slijedećoj slici prikazani su položaji zahvata na tlocrtu građevine.



Slika B.2.1 Zahvati u rekonstrukciji iz 1988. godine

 RADIONICA STATIKE Ulica Andrije Kačića Miošića 22, 10000 Zagreb	GRAĐEVINA: HOTEL BELLEVUE , k.č. 3, k.o. Plitvička jezera INVESTITOR: JAVNA USTANOVA NP PLITVIČKA JEZERA Josipa Jovića 19, Plitvička jezera, OIB: 91109303119	Stranica: 14 Datum: srpanj 2019.
---	---	--

Izvorni proračun konstrukcije nije pronađen, dok proračun konstrukcije u sklopu projekta rekonstrukcije sadrži samo proračun nadograđivanih dijelova, te proračun nadvoja novoformiranih otvora u poprečnim zidovima. Na temelju oblikovanja konstrukcije može se zaključiti da je nosiva konstrukcija stambenih krila dosta konzervativna, relativno malih raspona od svega 2,80 m, male visine etaža, te značajnog broja zidova u poprečnom smjeru.

Od uočenih nepravilnosti u oblikovanju konstrukcije valja naglasiti da je nosiva konstrukcija cijele građevine izvedena kao jedna dilatacija, usprkos tome što se jasno da razdijeliti na zasebne dijelove stambenih krila i centralnog volumena. Ukoliko se u budućnosti bude izvodila rekonstrukcija građevine, svakako je u sklopu nje potrebno izvesti dilatacijske reške između svih stambenih krila građevine i centralnog volumena, kako bi građevina imala pravilnu konstrukcijsku strukturu sukladno danas važećoj tehničkoj regulativi.

Nadalje, građevina je izvedena 1963. godine u periodu kada nije bilo ozbiljnijih seizmičkih propisa po kojima su se građevine trebale projektirati, što potvrđuje i činjenica da ukrute u uzdužnom smjeru stambenih krila osiguravaju izrazito tanki zidani zidovi. Ti zidovi zasigurno nemaju dovoljnu krutost na horizontalna djelovanja i ne zadovoljavaju današnje propise, te u budućoj rekonstrukciji treba izvesti nove armiranobetonske zidove po pročeljima i duž hodnika stambenih krila.

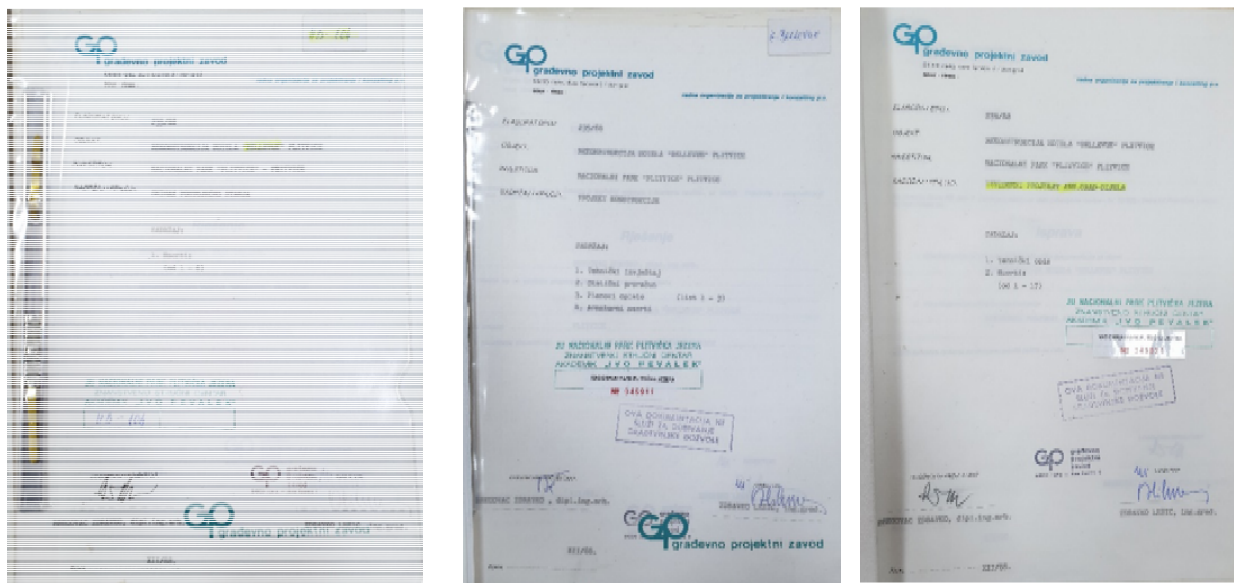
B.1.3. SVRHA I OPSEG IZRADE ELABORATA O STANJU NOSIVE KONSTRUKCIJE

U skorije vrijeme planira se rekonstrukcija predmetne građevine i to u vidu uređenja interijera i prenamjene/povećanja dijela prostorija objekata, proširenja soba, itd. Kako bi se ti radovi mogli adekvatno provesti, potrebno je utvrditi u kojoj mjeri se u postojeću konstrukciju može zadirati bez da se značajno naruše njena svojstva, koji zahvati su potrebni kako bi ona zadovoljila današnje propise u pogledu mehaničke otpornosti i stabilnosti, te da li postoje oštećenja konstrukcije koja je potrebno sanirati. U proteklih se 56 godine, tj. od kada je građevina sagrađena, više puta promijenila tehnička regulativa u svim područjima arhitekture i građevinarstva, pa samim tim i regulativa glede mehaničke otpornosti i stabilnosti nosive konstrukcije. Tehnički propis za građevinske konstrukcije (NN 17/17) u članku 24. stavak 5. izričito zahtjeva da se prilikom rekonstrukcije građevine javne namjene izgrađene prije 8. listopada 1964. g. mora zadovoljiti danas važeće propise u pogledu mehaničke otpornosti i stabilnosti građevine.

Sukladno pravilima struke i projektnom zadatku u opsegu ovog elaborata provedeno je sljedeće:

1. Prije bilo kakvih radova proveden je preliminarni pregled građevine s ciljem da se dobije vizualni dojam o stanju građevine i opsegu oštećenja postojeće nosive konstrukcije.
2. Nakon toga se pristupilo pregledu i analizi dostupne/relevantne projektne dokumentacije. Što se tiče postojeće relevantne tehničke dokumentacije prikupljen je samo projekt rekonstrukcije iz 1988. godine koji je izradio Građevinsko projektni zavod Rijeka, a izvorna projektna dokumentacija nije pronađena. Na slici B.1.10 prikazana je fotografija naslovnih strana dijelova projekta rekonstrukcije koji se sastoji od snimka tadašnjeg postojećeg stranja, izvedbenog arhitektonsko-građevinskog projekta, te projekta konstrukcije. Valja napomenuti kako projekt konstrukcije sadrži samo proračun novih nosivih konstrukcija koje su se izvele u sklopu rekonstrukcije, te proračun nadvoja nad novim otvorima u poprečnim zidovima. Izvorni proračun cijele konstrukcije nije pronađen, te se ne zna koji su bili ulazni podaci prilikom proračuna.

Projektne dokumentacija je pregledana na način da su pročitani, pregledani i analizirani: tehnički opisi i nacrti bez kojih ne bi bilo moguće izraditi numeričke modele i analizu nosivosti postojeće konstrukcije. Pregledan je i projekt konstrukcije koji je izgrađen u sklopu projekta rekonstrukcije, kako bi se dobio okvirni dojam o opterećenjima i ugrađenim materijalima.



Slika B.1.5 Fotografija naslovnica projekata rekonstrukcije

3. Nakon toga, proveli su se istražni radovi i specijalistički pregled koji su uključivali izmjeru glavnih konstrukcijskih elemenata, vizualni pregled kompletne nosive konstrukcije građevine s priručnom opremom, utvrđivanje kvalitete i vrste materijala, te armiranost betonske konstrukcije. Cilj specijalističkog pregleda je bio i evidentirati stanje i vidljiva oštećenja na nosivoj konstrukciji. Istražni radovi su podloga za provedbu numeričkih analiza i ispravnu ocjenu stanja nosive konstrukcije i sastavni su dio ovog elaborata.
4. Nakon analize postojeće dokumentacije i provedbe istražnih radova, pristupilo se analizi nosive konstrukcije građevine. Numerički modeli su izrađeni s ciljem da se provede analiza i proračun nosive konstrukcije u skladu s danas važećom tehničkom regulativom kako bi se utvrdila razina pouzdanosti postojeće nosive konstrukcije u odnosu na zahtjeve određene važećom tehničkom regulativom. Napravljena je analiza djelovanja u skladu s važećom tehničkom regulativom, te proračun konstrukcijskih elemenata. Na temelju te analize utvrđeni su kritični elementi nosive konstrukcije. Pored navedenog je provedena i numerička analiza koja uključuje nužne mjere pojačanja nosive konstrukcije, kako bi se osigurala zahtjevana pouzdanost nosive konstrukcije građevine u skladu s danas važećom tehničkom regulativom.
5. Na kraju su, nakon provedenih istražnih radova i numeričkih analiza, u poglavlju D. dane su smjernice za izradu sanacije/rekonstrukcije građevine. Pri tome je važno napomenuti da navedene smjernice svakako nisu obvezujuće za izradu budućeg projekta sanacije/rekonstrukcije, ali da bi ih bilo poželjno primijeniti jer njihova primjena osigurava zahtjevanu pouzdanost građevine. Naravno, zahtjevana pouzdanost se može postići i drugim postupcima pojačanja i drugačijim provođenjem radova, ali predloženi način svakako je optimalno rješenje.



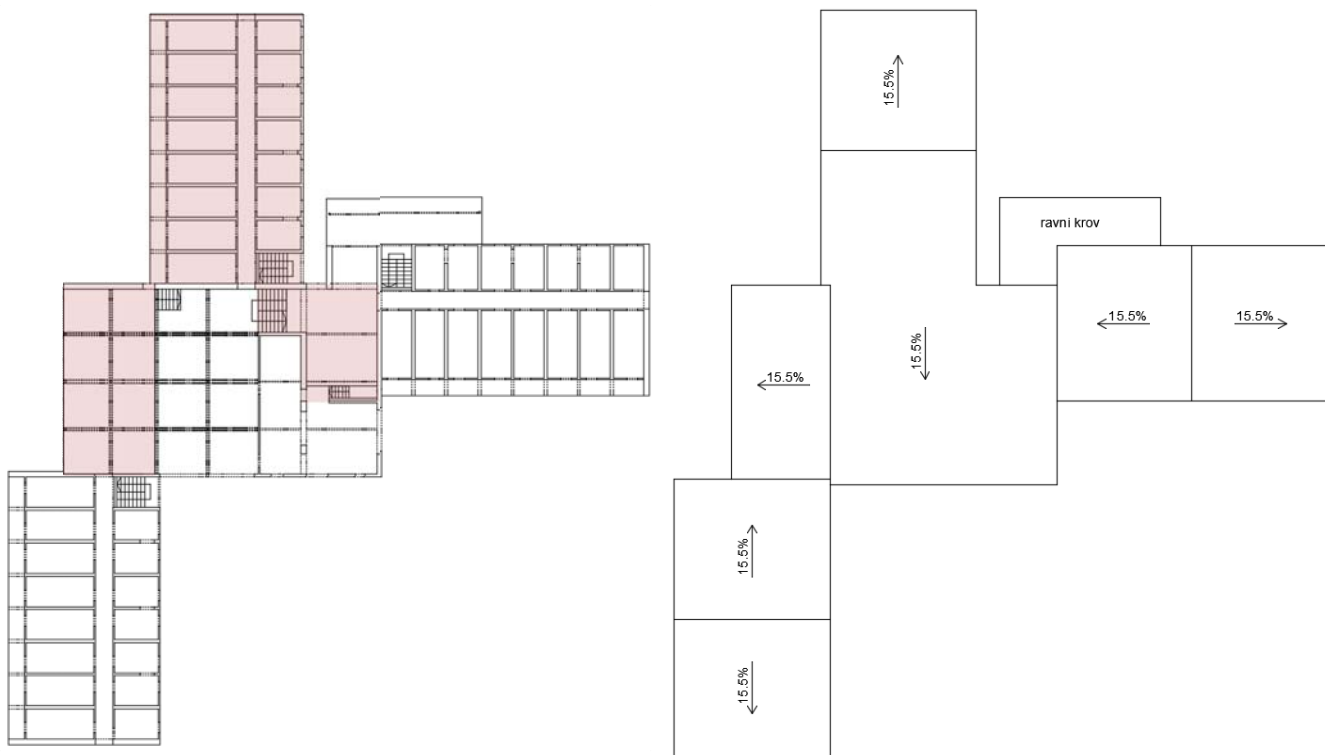
B/2. TEHNIČKI OPIS NOSIVE KONSTRUKCIJE

Hotel Bellevue nalazi se u Nacionalnom parku Plitvička jezera, u blizini Ulaza 2, istočno od jezera Kozjak, ukupne je bruto površine od oko 2715 m², a sastoji se 3 stambenih krila i centralnog servisnog volumena na kojeg se sva krila nadovezuju. Sjeverno i južno krilo pružaju se u smjeru sjever-jug, dok se istočno krilo pruža u smjeru istok-zapad. Glavni ulaz se nalazi na sjevernom pročelju centralnog volumena, između sjevernog i istočnog volumena, recepcija, spremište i kuhinja su smješteni odmah uz ulaz na istočnoj strani centralnog volumena, dok je na zapadnoj strani, između sjevernog i južnog volumena, smješten restoran.

Svi volumeni građevine su pravokutnog tlocrta, te zajedno čine jednu cjelinu, tj. građevinu koja je izvedena kao jedinstvena dilatacija. Volumeni stambenih krila su jednakih tlocrtnih dimenzija $a \times b = 12,8 \times 22,6$ m, dok je centralni volumen dimenzija $a \times b = 16,4 \times 26,8$ m sa ulaznom nadstrešnicom dimenzija cca. $a \times b = 4,0 \times 13,2$. Južni i istočni stambeni volumeni se sastoje od dvije etaže – prizemlja i 1. kata, dok sjeverni stambeni volumen ima dodatno još i suteran. Centralni volumen se sastoji od prizemlja, te se samo na dijelu tlocrta izvodi i etaža sutarena u dva zasebna dijela, jednog na zapadnoj strani centralnog volumena u kojem su smještene sobe i drugog na istočnoj strani u kojem su smješteni sanitarni čvorovi.

Krov svih stambenih krila građevine koncipiran je na isti način, kao dvostrešni krov nagiba 15,5% sa sljemenom koje se pruža u kraćem, poprečnom smjeru. Krov centralnog volumena sastoji se od 3 dijela, dva jednostrešna krova nagiba 15,5% te ravnog krova nadstrešnice nad ulazom. Jednostrešni krov na zapadnoj strani centralnog volumena pruža se u smjeru istok-zapad, dok se jednostrešni krov na istočnoj strani, pruža u smjeru sjever-jug kao nastavak krovne plohe sjevernog stambenog krila.

Na slici B.2.1 dan je prikaz površina na tlocrtu prizemlja pod kojima se nalazi etaža suterena, te prikaz krovnih ploha na tlocrtu.



a) tlocrt prizemlja – dio pod kojim je suteran

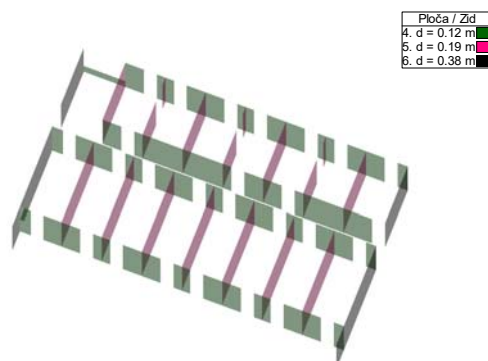
b) krovne plohe

Slika B.2.1 Pozicija suterena i krovne plohe



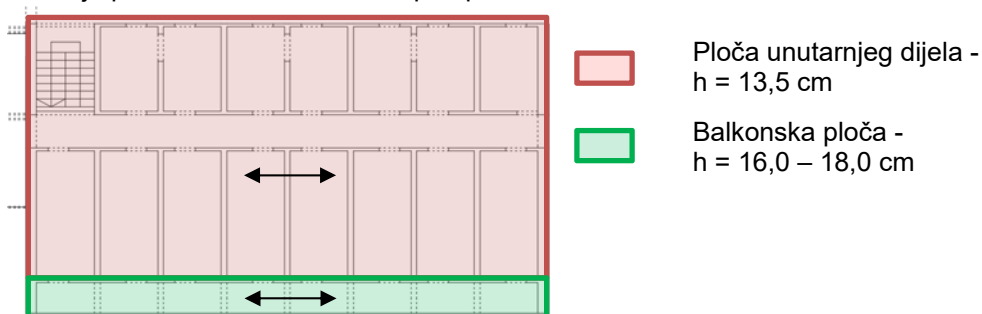
Stambena krila građevine

Glavnu nosivu konstrukciju stambenih krila građevine čine zidani zidovi od betonskih blokova debljine $d = 19$ cm koji su postavljeni u poprečnom, kraćem smjeru svakog krila. Poprečni zidovi ujedino predstavljaju i pregrade među sobama, a izvedeni su na razmacima cca. $e = 2,80$ m. Fasadni, tj. rubni poprečni zidovi su debljine $d = 38$ cm, tj. izvedeni su od dva reda betonskih blokova debljine $d = 19$ cm. U uzdužnom, dužem smjeru svakog krila su na pročeljima i uz hodnike izvedeni pregradni zidani zidovi, također od betonskih blokova, debljine $d = 12$ cm. Zidovi poprečnog smjera osim vertikalne nosivosti osiguravaju i horizontalnu stabilnost konstrukcije u poprečnom smjeru, dok tanki zidovi uzdužnog smjera služe samo kao ukrute za osiguravanje horizontalne stabilnosti u uzdužnom smjeru. Na slijedećoj slici dan je 3D prikaz vertikalnog nosivog sustava južnog stambenog krila, dok su i ostala krila koncipirana na isti način.



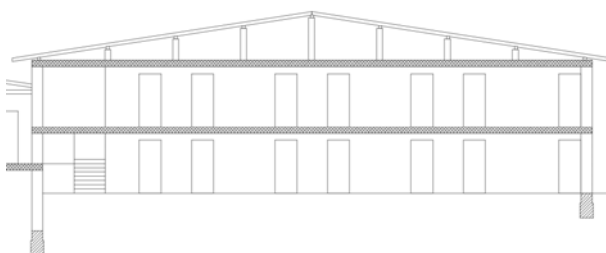
Slika B.2.2 Zidani zidovi stambenih krila

Stropne konstrukcije su izvedene kao tanke armiranobetonske ploče nosive u jednom smjeru na rasponima od $L = 2,80$ m, tj. oslanjaju se na zidove poprečnog smjera. Stropne ploče su u unutarnjem, zatvorenom dijelu debljine $d = 13,5$ cm, a na vanjskom dijelu balkona debljine $d = 16-18$ cm. Na balkonskom dijelu u ravninama poprečnih zidova izvedene su armiranobetonske kontra-grede poprečnog presjeka $b/h = 19/32$ cm, te služe za oslanjanje balkonskih ploča. Na slijedećoj slici dan je prikaz karakteristične stropne ploče.



Slika B.2.3 Karakteristična stropna konstrukcija

Krovna konstrukcija se sastoji od drvenih rogova na pravilnom rasteru oslonjenih na drvene nazidnice. Nazidnice su izvedene po glavnim poprečnim zidovima, tj. na rasteru $e = 280$ cm, što su ujedno rasponi drvenih rogova.



Slika B.2.4 Uzdužni presjek – prikaz krovne konstrukcije

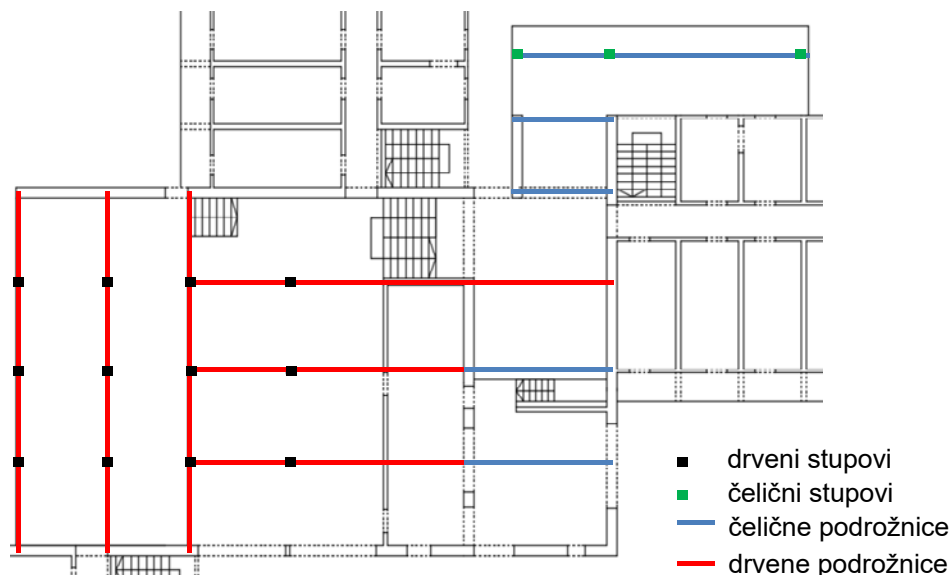
Temeljna konstrukcija se sastoji od trakastih temelja poprečnog presjeka $b/h = 48/60$ cm, s nadtemeljnima zidovima visine $h = 40$ cm. Temelji su izvedeni ispod svih nosivih poprečnih zidova i ukrutnih uzdužnih zidova i to od nearmiranog betona.



Centralni volumen građevine

Nosiva konstrukcija centralnog volumena se sastoji od nosive konstrukcije suterena koja je koncipirana i izvedena na isti način kao i nosiva konstrukcija stambenih krila hotela, tj. od zidanih zidova od betonskih blokova i armiranobetonskih stropnih ploča. Nosiva konstrukcija prizemlja može se razdijeliti na tri dijela – nosivi sustav na zapadnoj strani centralnog volumena, nosivi sustav na istočnoj strani centralnog volumena, te na nosivi sustav dograđenih dijelova ulazne nadstrešnice i spremišta u rekonstrukciji iz 1988. godine.

Nosivi sustav na zapadnoj strani izveden je kao u potpunosti drvena konstrukcija koja se sastoji od drvenih stupova na koje se oslanjaju podrožnice sa rogovima postavljenim na pravilnom rasteru, te obodnih zidanih zidova od betonskih blokova položenih u uzdužnom smjeru. Nosivi sustav na istočnoj strani sastoji se od zidanih zidova od betonskih blokova na koje se oslanjaju podrožnice sa rogovima postavljenim na pravilnom rasteru, a nosivi sustav dograđenih dijelova se sastoji od čeličnih podrožnica sa drvenim rogovima. Stupovi nadograđenog dijela ulazne nadstrešnice su čelični stupovi šupljeg pravokutnog poprečnog presjeka. Na slijedećoj slici dan je prikaz nosivog sustava krovne konstrukcije centralnog volumena na tlocrtu prizemlja.



Slika B.2.4 Uzdužni presjek – prikaz krovne konstrukcije

Drveni stupovi postavljeni su na pravilnim razmacima od cca. $e = 4,0$ m u poprečnom smjeru, te na razmacima od $e = 3,85$ m u prva dva polja gledano od zapadnog pročelja prema istoku, te $e = 4,30$ m u slijedeća dva polja uzdužnog smjera. Rasponi podrožnica su na tom dijelu jednaki razmacima stupova, dok je najveći raspon podrožnica na krajnjem istočnom polju konstrukcije centralnog volumena i iznosi cca. $e = 5,90$ m, sa podrožnicama dograđenim 1988. godine izvedenim kao čelične grede.

B.2.1. KVALITETA MATERIJALA

Kvaliteta materijala koja se koristila u proračunu preuzeta je iz projekta konstrukcije koji je napravljen u sklopu projekta rekonstrukcije iz 1988. godine. Za drvene rogove navodi se da su četinari II. klase, što odgovara današnjoj klasi drva C24, za betonske elemente da su od betona MB20, što odgovara današnjoj klasi C16/20, a za armiranje se koristila glatka armatura GA 240/360. Korišteni materijali su uobičajeni materijali koji su se koristili prilikom izgradnje jednostavnih konstrukcija, te će se i ovaj proračun provesti za te klase materijala. Istražnim radovima utvrđeno je da su zidani zidovi igradeni od betonskih blokova debljine $d = 19 \text{ cm}$ i $d = 12 \text{ cm}$, što odgovara, tada korištenim betonskim blokovima oznaka NBB-20 i PBB-12.

Kvaliteta materijala uzeta u ovom elaboratu je:

a) Drvo

Svi drveni nosivi elementi: C 24

b) Beton

Svi betonski elementi: C16/20

c) Armatura

Armatura stopnih ploča: GA 240/360

d) Zid

Svi zidani zidovi: betonski blokovi

B.2.2. OPTEREĆENJA

U analizi pouzdanosti građevine glede mehaničke otpornosti i stabilnosti nosive konstrukcije prema danas važećoj tehničkoj regulativi korišteni su slijedeći ulazni parametri.

Vertikalno opterećenje na građevinu je određeno u skladu s normama za opterećenja HRN EN 1991-1-1:2012, HRN EN 1991-1-3:2012 i ustanovljenim slojevima predmetnih građevina. Prema normi HRN EN 1991-1-3:2012 i nacionalnom dodatku HRN EN 1991-1-3:2012/NA:2012, građevina se nalazi u 4. snježnom području (Plitvička jezera, gorska Hrvatska).

Horizontalno opterećenje na građevinu uzeto je u skladu s normom za seizmiku HRN EN 1998-1:2011 i nacionalnim dodatkom HRN EN 1998-1:2011/NA:2011, te normom za opterećenje vjetrom HRN EN 1991-1-4:2012 i nacionalnim dodatkom HRN EN 1991-1-4:2012/NA:2012. Prema normi HRN EN 1998-1:2011 i nacionalnom dodatku HRN EN 1998-1:2011/NA:2011 građevina se nalazi u području s ubrzanjem tla $a_g R = 0,123 \times g$, a prema normi HRN EN 1991-1-4:2012 i nacionalnom dodatku HRN EN 1991-1-4:2012/NA:2012 osnovna brzina vjetra je $v_b = 20,0 \text{ m/s}$.

B.2.3 OPĆE NAPOMENE

Proračun je napravljen uz pomoć programskih paketa Tower 7, Frilo, Office paketa i uz pomoć tablica i izraza iz literature. Proračun je napravljen poštujući sva pravila proračuna unutarnjih sila konstrukcije prema teoriji linearne elastičnosti i dimenzionirajući je prema graničnim stanjima definiranim važećim *Tehničkim propisom za građevinske konstrukcije* (NN. br. 17/17).

Analiza provedena u elaboratu napravljena je na način da su za nosive elemente konstrukcije napravljeni ravninski i prostorni numerički modeli, ovisno o vrsti konstrukcijskog elementa i proveden je proračun u skladu s važećom tehničkom regulativom. Nakon toga su provedene minimalne intervencije na numeričkim modelima u cilju poboljšanja stanja konstrukcije kako bi se vidio doprinos mogućih najjednostavnijih intervencija u cilju zadovoljenja pouzdanosti određene važećom tehničkom regulativom. Statički proračun i dimenzioniranje je provedeno uzimajući u obzir kriterij za krajnje granično stanje konstrukcije te uzimajući u obzir zadovoljenje horizontalnih pomaka građevine.

B/3. ANALIZA REZULTATA PROVEDENIH ISTRAŽNIH RADOVA NA NOSIVOJ KONSTRUKCIJI

U ovom poglavlju će se dati osvrt na provedene istražne radove. Istražni radovi obuhvaćali su vizualni pregled postojeće nosive konstrukcije, s ciljem utvrđivanja općeg stanja konstrukcije, te vrste i položaja oštećenja koja bi mogla ugroziti mehaničku otpornost i stabilnost nosive konstrukcije. Predmet ovog elaborata je ukupna nosiva konstrukcija hotela Bellevue, a u nastavku će se dati osvrt na stanje konstrukcije.

U sklopu istražnih radova ustvrdile su se dimenzije temeljnih traka stambenih krila objekta, vrsta ugrađene armature u stropnim pločama, te debljine i vrsta zidanih zidova. Određeno je da su temeljne trake izvedene od nearmiranog betona, poprečnog presjeka $b/h = 48/60$ cm, sa nadozidima visine $h = 40$ cm, da je ugrađena armatura od glatkih šipki GA 240/360, te da su zidani zidovi izgrađeni od betonskih blokova.



a) iskop kod temelja



b) određivanje armature



c) određivanje zidnih elemenata

Slika B.4.2 Fotografije istražnih radova

Glede nosive konstrukcije građevina se može razdvojiti na nosivi sustav stambenih krila građevine i suterena cijelog objekta koji su izvedeni kao zidana konstrukcija od betonskih blokova i nosive konstrukcije prizemlja centralnog volumena koje je većim dijelom izvedeno kao drvena nosiva konstrukcija sa nekoliko zidanih zidova.

Glede oštećenosti nosive konstrukcije može se zaključiti da je zidana konstrukcija stambenih krila građevine generalno u dobrom stanju. Cijela građevina je u potpunosti izgrađena, prostori su kontinuirano u uporabi od izgradnje, te se redovno održavaju. Nosive konstrukcije su zaštićene od atmosferilija, a prethodnom rekonstrukcijom nije se značajno zadiralo u nosivu konstrukciju, te je ona gotovo pa jednaka izvorno projektiranoj konstrukciji. Na nosivoj konstrukciji stambenih krila hotela nisu uočena neka veća oštećenja, nego su vidljiva samo vlaženja nosivih zidova, pukotine na pločama balkona što je uobičajeno kod građevina izgrađenih prije 50 godina, te se na temelju toga može zaključiti da neophodni zahvati na nosivoj konstrukciji stambenih krila u cilju hitne sanacije i sl. nisu potrebni.

Međutim, predmetna građevina je projektirana i izgrađena 1963. godine, tj. u periodu kada nije bilo ozbiljnih seizmičkih propisa po kojima su se građevine trebale projektirati, što je rezultiralo time da ukutu svih krila građevine u uzdužnom smjeru osiguravaju pregradni zidovi debljine $d = 12$ cm. Prema Tehničkom propisu za građevinske konstrukcije (NN 17/17) u članku 24. stavak 5. izričito se zahtjeva da se prilikom rekonstrukcija građevina javne namjene koje su izgrađene prije 8.10. 1964. godine moraju zadovoljiti danas važeći propisi u pogledu mehaničke otpornosti i stabilnosti. Dakle, u budućoj rekonstrukciji zacjelo će biti potrebno izvesti pojačanja građevine u uzdužnom smjeru uklanjanjem dijela tankih zidanih zidova i zamjenom armiranobetonskim zidovima kroz punu visinu svih krila građevine.

Nadalje, krila građevine imaju izrazito konzervativnu konstrukciju malih raspona i male visine etaža za današnje standarde, pogotovo kad se uzme u obzir da se radi o hotelu. Stropne konstrukcije su jednosmjerni stropovi raspona svega $L = 280$ cm, koji se oslanjaju na glavne nosive poprečne zidane zidove. To znači da nije moguće jednostavno uklanjanje glavnih poprečnih zidova između sada malih i uskih soba u cilju povezivanja dviju soba u jednu. Moguća je jedino jednostavna izvedba manjih otvora širine oko $L = 100$ cm (vrata). U slučaju uklanjanja cijelih pojedinih poprečnih zidova između soba svakako treba predvidjeti izvedbu stupova u tim osima i greda ispod ploča, koje bi zamijenile postojeće zidne oslonce stropnih konstrukcija. To svakako rezultira činjenicom da će ispod postojećeg stropa u osima poprečnih zidova, koji se uklanjaju, biti grede, što je problem budući da su sada svijetle visine etaža izrazito male i iznose svega $h = 249$ cm. Izvedbom greda u tim osima bi se visina dodatno smanjila za minimalno 25-30 cm pa bi visine na tim prolazima bile svega $h \approx 220-225$ cm.



Kod postojeće drvene konstrukcije prizemlja centralnog volumena uočeni s veći problemi, koji nastaju u zimskim mjesecima, kada su snježne padaline učestale i značajne, što i ne iznenađuje s obzirom da se Plitvička jezera, i predmetna građevina, nalaze u gorskoj hrvatskoj, na nadmorskoj visini od oko 600 m. Tada je i opterećenje koje djeluje na konstrukciju značajno, a utjecaj velikog opterećenja se najviše „osjeti“ na drvenoj krovnoj konstrukciji centralnog volumena, u vidu povećih progiba konstrukcije, te se povremeno čuje popuštanje elemenata, radi čega se nosiva konstrukcija tada podupire dodatnim stupovima. S obzirom da oštećenja u vidu truljenja nosivih elemenata nisu uočena, može se zaključiti da je konstrukcija centralnog volumena poddimenzionirana. Sanacija u vidu pojačanja nosive konstrukcije nije optimalna jer se praktički radi o pojačanju kompletne drvene konstrukcije prizemlja, te se predlaže da se drvena konstrukcija ukloni te da se izvede nova konstrukcija. Novu konstrukciju potrebno je proračunati prema trenutno važećim propisima uzimajući u obzir značajno opterećenje snijegom koje vrijedi za položaj građevine. Radi navedenog, u sklopu ovog elaborata, neće se analizirati nosivost postojeće konstrukcije, jer je očito da ona ne zadovoljava.



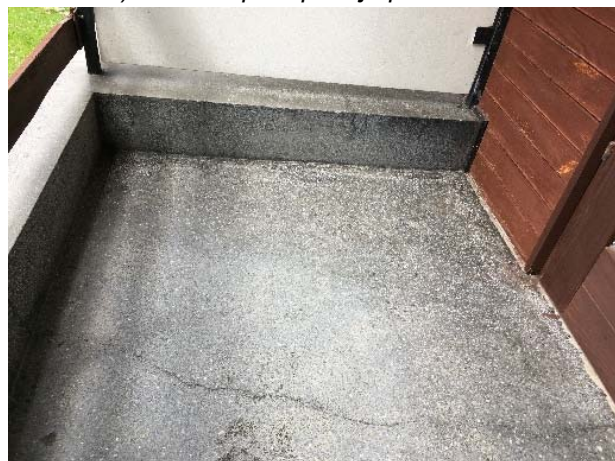
a) dodatno podupiranje podrožnica



b) dodatno podupiranje podrožnica



c) pukotine u zidanom zidu



d) pukotine u pločama balkona

Slika B.4.1 Fotografije stanja nosive konstrukcije hotela

Važno je napomenuti da je, prilikom pregleda nosive konstrukcije i postojećih nacrti, utvrđeno da je postojeća konstrukcija izvedena u potpunosti kao jedinstvena građevina, tj. da nema izvedenih dilatacijskih reški između stambenih krila građevine i centralnog servisnog dijela hotela. U budućoj rekonstrukciji svakako treba predvidjeti odvajanje, tj. izvedbu dilatacijskih reški između paviljona i središnjeg dijela kako bi građevina imala pravilnu konstrukcijsku strukturu sukladno danas važećoj tehničkoj regulativi.

 RADIONICA STATIKE Ulica Andrije Kačića Miošića 22, 10000 Zagreb	GRAĐEVINA: HOTEL BELLEVUE , k.č. 3, k.o. Plitvička jezera INVESTITOR: JAVNA USTANOVA NP PLITVIČKA JEZERA Josipa Jovića 19, Plitvička jezera, OIB: 91109303119	Stranica: 22 Datum: srpanj 2019.
---	---	--

Zaključak:

Na temelju iskustva s rekonstrukcijama sličnih hotela preporučuje se da se, ukoliko građevina nije pojedinačno zaštićeno kulturno dobro, razmotri varijanta da se predmetna građevina ukloni u cijelosti i izvede nova, umjesto provedbe rekonstrukcije postojeće građevine. Građevina je stara preko 50 godina, te je prošao njeni projektirani vijek uporabe. Ima izrazito konzervativnu nosivu konstrukciju malih raspona, s nedovoljnim ukrutama u uzdužnom smjeru. Nadalje, visine etaža su izrazito male za današnje standarde. Ozbiljnija rekonstrukcija, koja bi uključivala spajanje dviju soba, bi rezultirala značajnim zahvatima na nosivoj konstrukciji. Bez obzira na veličinu zahvata u nosivoj konstrukciji svejedno bi bili dosta ograničavajući u pogledu arhitektonskog oblikovanja. Za sve zahvate na nosivoj konstrukciji potrebno je dosta ručnog rada, koji je spor i skup. U konačnici cijena radova na nosivoj konstrukciji u rekonstrukciji ne bi bila puno manja u odnosu na cijenu uklanjanja i izvedbe nove suvremene konstrukcije u skladu s modernim arhitektonskim oblikovanjem. Danas se investitori u Hrvatskoj, a pogotovo vani, u ovakvim situacijama uvijek odlučuju na uklanjanje i izvedbu novih građevina, jer su u konačnici te izvedbe brže i kvalitetnije.

U Zagrebu, srpanj 2019.g.

Projektant:

Dr.sc. Josip Galić, dipl.ing.građ.





**RADIONICA
STATIKE**

Ulica Andrije Kačića
Miošića 22, 10000 Zagreb

GRAĐEVINA: **HOTEL BELLEVUE**, k.č. 3, k.o. Plitvička jezera

INVESTITOR: **JAVNA USTANOVA NP PLITVIČKA JEZERA**
Josipa Jovića 19, Plitvička jezera, OIB: 91109303119

Stranica:

23

Datum:

srpanj 2019.

NARUČITELJ : **Javna ustanova NP Plitvička jezera**
Josipa Jovića 19, Plitvička jezera
OIB: 91109303119

GRAĐEVINA I LOKACIJA: **HOTEL BELLEVUE**
k.č. 3, k.o. Plitvička jezera

RAZINA PROJEKTA : **PROJEKT SANACIJE**

BROJ PROJEKTA : **068/2019**

C/ PRORAČUNSKA ANALIZA NOSIVE KONSTRUKCIJE

 RADIONICA STATIKE Ulica Andrije Kačića Miošića 22, 10000 Zagreb	GRAĐEVINA: HOTEL BELLEVUE , k.č. 3, k.o. Plitvička jezera INVESTITOR: JAVNA USTANOVA NP PLITVIČKA JEZERA Josipa Jovića 19, Plitvička jezera, OIB: 91109303119	Stranica: 24 Datum: srpanj 2019.
---	---	--

C/1. UVOD

U ovom poglavlju provesti će se numerička analiza mehaničke otpornosti i stabilnosti karakterističnog stambenog krila građevine, tj. južnog stambenog krila hotela Bellevue.

Numerička analiza nosive konstrukcije stambenog krila građevine provedena je zasebno za krovnu drvenu konstrukciju i zasebno za nosivu konstrukciju prizemlja i prvog kata. Analiza krovne konstrukcije, koja se sastoji od drvenih rogova provedena je na ravninskim numeričkim modelima, a analiza konstrukcije prizemlja i prvog kata, koja se sastoji od zidanih zidova od betonskih blokova i armiranobetonskih stropnih ploča i greda, provedena je u prostornom numeričkom modelu. Sve analize napravljene su u skladu s podlogama, provedenim istražnim radovima i pregledanom projektnom dokumentacijom. Provedeni su proračuni u skladu s danas važećom tehničkom regulativom, tj. geometrija, opterećenja i dimenzioniranje je upisano i provedeno u skladu s Tehničkim propisima za građevinske konstrukcije (NN 17/17) i normama na koje se poziva.

Proračun konstrukcija u skladu s važećom tehničkom regulativom je proveden za klasu betona C16/20, a dimenzioniranje je provedeno za glatku armaturu GA 240/360. Bez obzira na malu katnost građevine, radi jako tankih zidova koji se pružaju u uzdužnom smjeru građevine, provedena je i seizmička analiza konstrukcije. U sklopu analize konstrukcije na horizontalna djelovanja provedena je kontrola krutosti konstrukcije, tj. analiza horizontalnih pomaka u skladu s važećom tehničkom regulativom, te kontrola nosivosti zidanih zidova na posmične sile. Na temelju te analize utvrđeno je da je konstrukciju potrebno globalno ojačati u uzdužnom, dužem, smjeru svih stambenih krila.

Zatim je napravljen dodatni 3D numerički modeli, kako bi se utvrdilo ponašanje i učinkovitost logično odabrane intervencije, u cilju pojačanja konstrukcije u njenom dužem smjeru. U modelu su dodani ukrutni armiranobetonski zidovi, koji se izvode na oba fasadna zida i oba zida hodnika, u svim stambenim krilima građevine. Armiranobetonski zidovi izvode se na mjestima postojećih zidanih zidova, koje je potrebno ukloniti, u skladu s nacrtima danim u poglavlju E ovog elaborata. Proračun novih zidova je proveden za klasu betona C25/30, a dimenzioniranje za rebrastu armaturu B500B, na način da novi zidovi preuzimaju sve posmične sile od seizmičkog djelovanja u dužem smjeru građevine. Na taj se način se postiže dostatna sigurnost građevine na seizmičko djelovanje.

Dodatno, proveden je proračun greda koje bi se izvodile na mjestima poprečnih zidova, ukoliko bi se u sklopu rekonstrukcije uklanjao dio poprečnih zidovi u punoj dužini. Ova analiza je napravljena radi malih visina etaža, te u budućoj rekonstrukciji treba voditi računa o visini greda nad potencijalnim novim otvorima, tj. maksimalnoj visini koja se može postići na mjestima uklanjanja postojećih zidova poprečnog, kraćeg smjera stambenih krila.



C/2. ANALIZA OPTEREĆENJA NOSIVE KONSTRUKCIJE SUKLADNO VAŽEĆOJ TEHNIČKOJ REGULATIVI

C.2.1. ANALIZA VERTIKALNOG DJELOVANJA NA KONSTRUKCIJU

STALNO DJELOVANJE NA KONSTRUKCIJU

- Vlastita težina pojedinih elemenata konstrukcije se generira kompjutorskim programom na temelju dimenzija elemenata i zapreminske težine pojedinih konstrukcijskih elemenata.
- Težina slojeva u proračunu se uzima u skladu sa slojevima definiranim u Arhitektonskom projektu te u skladu s normom HRN EN 1991-1-1:2012: Eurokod 1: Djelovanja na konstrukcije – Dio 1-1: Opća djelovanja – Obujamske težine, vlastita težina i uporabna opterećenja za zgrade (EN 1991-1-1:2002/AC:2009).

UPORABNO OPTEREĆENJE NA KONSTRUKCIJU

- Korisno opterećenje u proračunu se uzima u skladu s normom HRN EN 1991-1-1:2012: Eurokod 1: Djelovanja na konstrukcije – Dio 1-1: Opća djelovanja – Obujamske težine, vlastita težina i uporabna opterećenja za zgrade (EN 1991-1-1:2002/AC:2009) ovisno o kategoriji namjene prostora. Vidi detaljni prikaz vertikalnog opterećenja na pojedine stropove.

Poz. 300 – Krov

Stalno opterećenje

- lim i ljepenka.....	≈	0,08	kN/m^2
- daščana oplata	≈	0,20	kN/m^2
- termoizolacija	≈	0,18	kN/m^2
- letve	≈	0,06	kN/m^2
- rogovi.....	≈	0,16	kN/m^2
- podgled.....	≈	0,32	kN/m^2
		$\Delta g \approx$	1,00 kN/m^2

Pokretno opterećenje

- kategorija H	≈	0,60	kN/m^2
----------------------	---	------	----------

Poz. 200 – Strop 1. kata

- težina AB konstrukcije - program uzima sam
- težina zidova od betonskih blokova d = 19,0 cm ≈ 2,70·h kN/m'

Poz. 100 – Strop prizemlja

Stalno opterećenje

- estrih (6,0 cm)	≈	1,32	kN/m^2
- prešano drvo (1,0 cm)	≈	0,08	kN/m^2
- težina AB konstrukcije - program uzima sam			
- podgled.....	≈	0,60	kN/m^2
		$\Delta g \approx$	2,00 kN/m^2
		Odabrano: $\Delta g \approx$	2,00 kN/m^2

Pokretno opterećenje

- kategorija A2 + prgrade.....	≈	2,00	kN/m^2
--------------------------------	---	------	----------



DJELOVANJE SNIJEGA NA NOSIVU KONSTRUKCIJU

Prema HRN EN 1991-1-3:2012 i HRN EN 1991-1-3:2012/NA:2012 građevina se nalazi u 4. snježnom području (Plitvička jezera, gorska Hrvatska).



Tablica 1(HR) – Opterećenje snijegom za snježna područja i pripadajuće nadmorske visine

Nadmorska visina do [m]	1. područje – priobalje i otoci [kN/m ²]	2. područje – zaleđe Dalmacije, Primorja i Istre [kN/m ²]	3. područje – kontinentalna Hrvatska [kN/m ²]	4. područje – gorska Hrvatska [kN/m ²]
100	0,50	0,75	1,00	1,25
200	0,50	0,75	1,25	1,50
300	0,50	0,75	1,50	1,75
400	0,50	1,00	1,75	2,00
500	0,50	1,25	2,00	2,50
600	0,50	1,50	2,25	3,00
700	0,50	2,00	2,50	3,50
800	0,50	2,50	2,75	4,00
900	1,00	3,00	3,00	4,50
1 000	2,00	4,00	3,50	5,00
1 100	3,00	5,00	4,00	5,50
1 200	4,00	6,00	4,50	6,00
1 300	5,00	7,00		7,00
1 400	6,00	8,00		8,00
1 500		9,00		9,00
1 600		10,00		10,00
1 700		11,00		11,00
1 800		12,00		

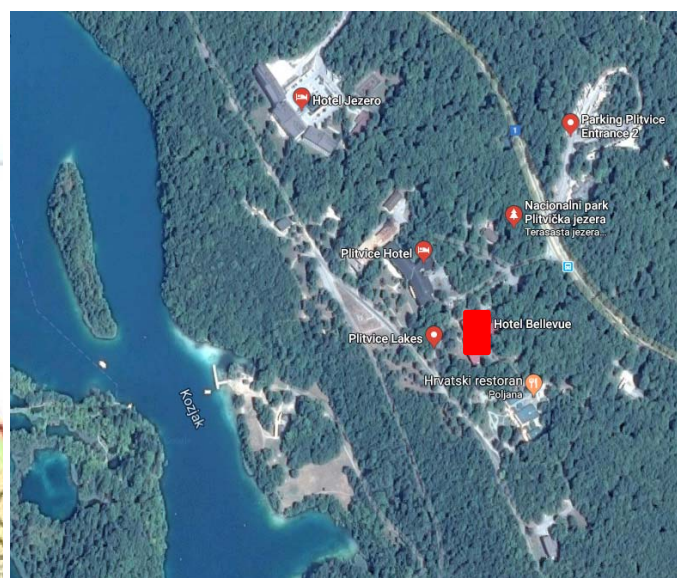
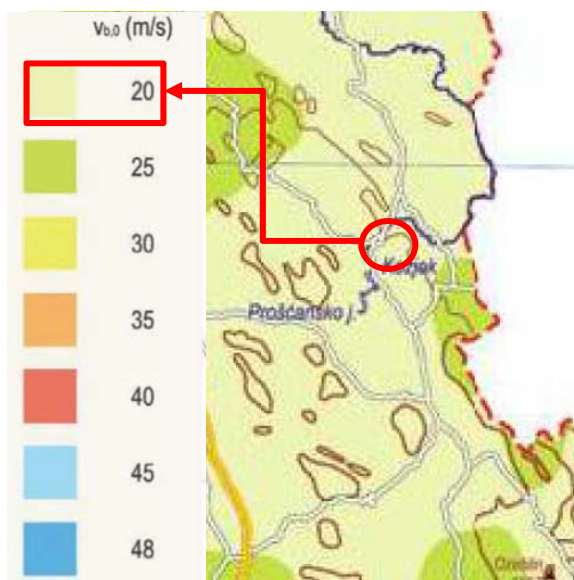
Za nadmorsku visinu $H \approx 600$ m.n.m. karakteristično opterećenje snijegom na tlu iznosi: $s_k = 3,00 \text{ kN} / \text{m}^2$.

Za kose krovne plohe nagiba $8,81^\circ$ karakteristična vrijednost opterećenja snijegom iznosi:

$$s = \mu_i \cdot C_e \cdot C_t \cdot s_k = 0,8 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 3,00 = 2,40 \text{ kN} / \text{m}^2$$

C.2.2. ANALIZA HORIZONTALNOG DJELOVANJA NA KONSTRUKCIJU

DJELOVANJE VJETRA NA NOSIVU KONSTRUKCIJU



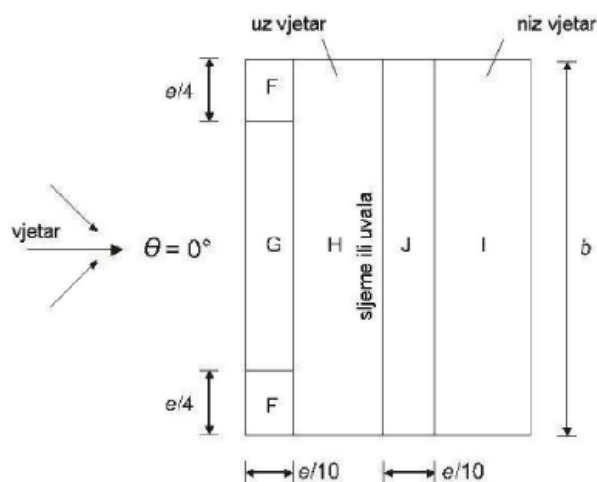
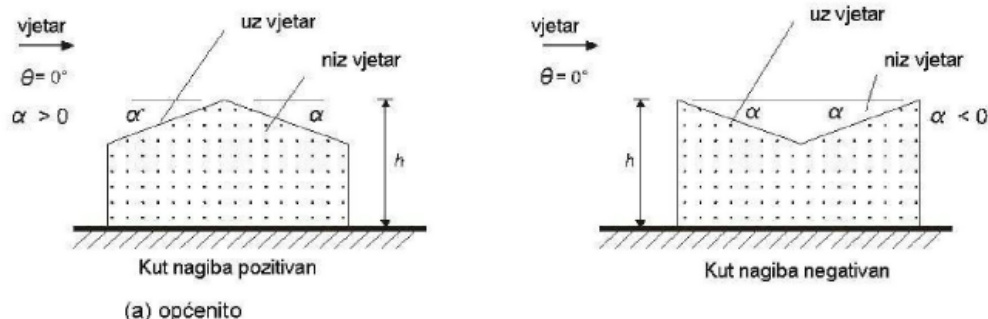


Prema HRN EN 1991-1-4:2012 i HRN EN 1991-1-4:2012/NA:2012 za područje Plitvičkih jezera vrijedi:

- Osnovna brzina vjetra iznosi: $v_b = 20,0 \text{ m/s}$
- Maksimalna visina građevine: $H = 7,50 \text{ m}$
- Referentna visina građevine: $z = 7,50 \text{ m}$
- Kategorija terena: III (stalna šuma)
- Referentna duljina hrapavosti: $z_{0,II} = 0,05 \text{ m}$
- Duljina hrapavosti terena: $z_0 = 0,30 \text{ m}$
- Faktor orografije: $c_o(z) = 1,0$
- Faktor terena: $k_r = 0,19 \cdot \left(\frac{0,30}{0,05}\right)^{0,07} = 0,22$
- Koeficijent hrapavosti: $c_r(z) = 0,17 \cdot \ln\left(\frac{7,50}{0,30}\right) = 0,69$
- Srednja brzina vjetra: $v_m(z) = 1,0 \cdot 0,69 \cdot 20,0 = 13,87 \text{ m/s}$
- Faktor turbulencije: $k_l = 1,0$
- Intenzitet turbulencije: $I_v(z) = \frac{1,0}{1,0 \cdot \ln\left(\frac{7,50}{0,30}\right)} = 0,31$
- Tlak pri osnovnoj brzini: $q_b = \frac{1}{2} \cdot 1,25 \cdot 20^2 = 250 \text{ N/mm}^2 = 0,25 \text{ kN/mm}^2$
- Tlak pri vršnoj brzini: $q_p(z) = [1 + 7 \cdot 0,31] \cdot \frac{1}{2} \cdot 1,25 \cdot 13,87^2 \cdot 10^{-3} = 0,38 \text{ kN/m}^2$

a) Koeficijenti vanjskog tlaka za zakošene dvostrešne krovove i ravne krovove

Koeficijenti vanjskog tlaka za područja „F“, „G“, „H“, „I“, i „J“ smjer vjetra $\Theta = 0^\circ$ su dobiveni na temelju tablice 7.4(N)a HRN EN 1991-1-4:2012/NA za dvostrešne krovove.



(b) smjer vjetra $\theta=0^\circ$

$e=b$ ili $2h$,
odabire se manja vrijednost

b : dimenzija okomito na vjetar



Tablica 7.4a(N) – Preporučene vrijednosti koeficijenata vanjskog tlaka za dvostrešne krovove

Nagib α	Područje za smjer vjetra $\theta = 0^\circ$									
	F		G		H		I		J	
	$c_{pe,10}$	$c_{pe,1}$	$c_{pe,10}$	$c_{pe,1}$	$c_{pe,10}$	$c_{pe,1}$	$c_{pe,10}$	$c_{pe,1}$	$c_{pe,10}$	$c_{pe,1}$
-45°	-0,6		-0,6		-0,8		-0,7		-1,0	-1,5
-30°	-1,1	-2,0	-0,8	-1,5	-0,8		-0,6		-0,8	-1,4
-15°	-2,5	-2,8	-1,3	-2,0	-0,9	-1,2	-0,5		-0,7	-1,2
-5°	-2,3	-2,5	-1,2	-2,0	-0,8	-1,2	+0,2		+0,2	
							-0,6		-0,6	
5°	-1,7	-2,5	-1,2	-2,0	-0,6	-1,2	-0,6		+0,2	
	+0,0		+0,0		+0,0				-0,6	
15°	-0,9	-2,0	-0,8	-1,5	-0,3		-0,4		-1,0	-1,5
	+0,2		+0,2		+0,2		+0,0		+0,0	+0,0
30°	-0,5	-1,5	-0,5	-1,5	-0,2		-0,4		-0,5	
	+0,7		+0,7		+0,4		+0,0		+0,0	
45°	-0,0		-0,0		-0,0		-0,2		-0,3	
	+0,7		+0,7		+0,6		+0,0		+0,0	
60°	+0,7		+0,7		+0,7		-0,2		-0,3	
75°	+0,8		+0,8		+0,8		-0,2		-0,3	

NAPOMENA 1: Pri $\theta = 0^\circ$ tlak se naglo mijenja između pozitivnih i negativnih vrijednosti na strani uz vjetar oko kuta $\alpha = -5^\circ$ do $+45^\circ$, stoga su navedene i pozitivne i negativne vrijednosti. Za takve krovove treba uzeti u obzir četiri slučaja gdje su najmanje vrijednosti svih područja F, G i H kombinirane s najvećim ili najmanjim vrijednostima područja I i J. Nije dopušteno miješanje pozitivnih i negativnih vrijednosti na istom pročelju.

NAPOMENA 2: Smije se upotrebljavati linearna interpolacija vrijednosti istog predznaka za međuvrijednosti kutova nagiba istog predznaka. (Ne interpolira se za kutove između $\alpha = -5^\circ$ i $\alpha = +5^\circ$ već se upotrebljavaju podaci za ravne krovove iz točke 7.2.3). Vrijednosti 0,0 dane su za potrebe interpolacije.

Područje G: $c_{pe} = +0,07$ $w_e = q_p(z_e) \cdot c_{pe} = 0,38 \cdot 0,07 = 0,03 \text{ kN/m}^2$

Područje G: $c_{pe} = -1,06$ $w_e = q_p(z_e) \cdot c_{pe} = 0,38 \cdot (-1,06) = -0,40 \text{ kN/m}^2$

Područje H: $c_{pe} = +0,07$ $w_e = q_p(z_e) \cdot c_{pe} = 0,38 \cdot 0,07 = 0,03 \text{ kN/m}^2$

Područje H: $c_{pe} = -0,50$ $w_e = q_p(z_e) \cdot c_{pe} = 0,38 \cdot (-0,50) = -0,19 \text{ kN/m}^2$

Područje I: $c_{pe} = -0,53$ $w_e = q_p(z_e) \cdot c_{pe} = 0,38 \cdot (-0,53) = -0,20 \text{ kN/m}^2$

Područje J: $c_{pe} = -0,74$ $w_e = q_p(z_e) \cdot c_{pe} = 0,38 \cdot (-0,74) = -0,28 \text{ kN/m}^2$

b) Unutarnji pritisak vjetra:

- Građevina je predviđena s otvorima koji mogu biti nasumično otvorene. Stoga se za koeficijente unutarnjeg tlaka usvaja vrijednost $c_{pi} = \pm 0,25$.

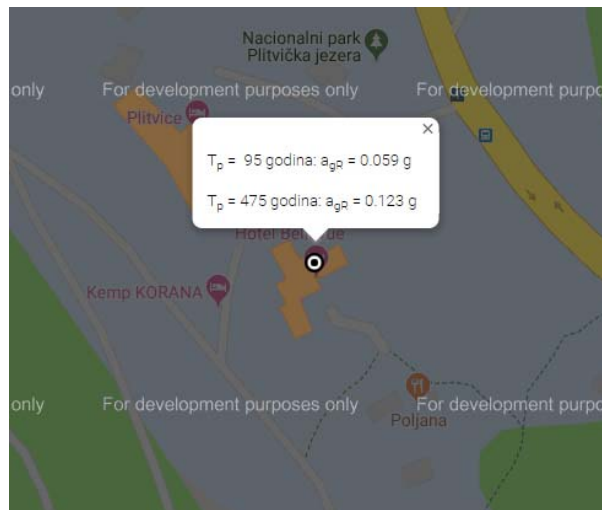
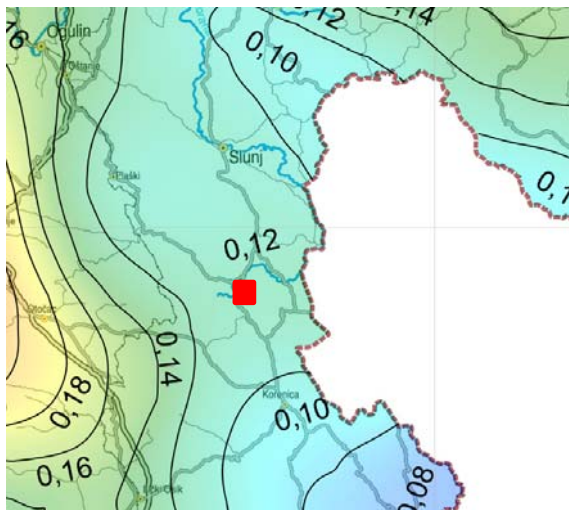
$$c_{pi} = \pm 0,25 \quad w_i = q_p(z_e) \cdot c_{pi} = 0,38 \cdot (\pm 0,25) = (\pm 0,10) \text{ kN/m}^2$$



SEIZMIČKO DJELOVANJE NA NOSIVU KONSTRUKCIJU

- Proračun seizmičkog djelovanja provodi se prema HRN EN 1998-1:2011 i HRN EN 1998-1:2011/NA:2011.
Horizontalnu stabilnost građevine na seizmičko djelovanje osiguravaju AB zidovi.

1. LOKACIJA: - NP Plitvička jezera, $a_{gR}/g = 0,123$ ($T_{NCR} = 475$ g.), $a_{gR}/g = 0,059$ ($T_{NCR} = 95$ g.),



2. FAKTOR VAŽNOSTI GRAĐEVINE:

- Građevina razreda važnosti II. – Obični objekt $\rightarrow \gamma_I = 1,0$

3. TEMELJNO TLO:

- Tlo kategorije B
- $S = 1,20$; $T_B = 0,15$ s; $T_C = 0,50$ s; $T_D = 2,00$ s

4. FAKTOR PONAŠANJA:

a) Smjer X

- nearmirano zide
- $q = 1,5$ - faktor ponašanja koji se usvaja

b) Smjer Y

- nearmirano zide
- $q = 1,5$ - faktor ponašanja koji se usvaja

Prethodno prikazani ulazni podaci za proračunski spektar će se koristiti kod kvazistatičkog proračuna građevine (metoda bočnih sila).

KOMBINCIJE OPTEREĆENJA

Kombinacije opterećenja su određene u skladu s normom HRN EN 1990:2011 i nacionalnim dodatkom HRN EN 1990:2011/NA:2011.

PARCIJALNI FAKTORI SIGURNOSTI

ψ faktori

ψ faktori su određeni u skladu s tablicom A1.1:

Djelovanja (opterećenja)	ψ_0	ψ_1	ψ_2
Snijeg za $H \leq 1000$ m.n.m.	0,50	0,20	0,00
Vjetar	0,60	0,20	0,00

Proračunske vrijednosti djelovanja za EQU

Trajne i prolazne proračunske situacije	Stalna djelovanja		Vodeće promjenjivo djelovanje		Prateća promjenjiva djelovanja	
	nepovoljno	povoljno	nepovoljno	povoljno	nepovoljno	povoljno
(Eq. 6.10)	$1,10 \times G_{k1,sup}$ $1,50 \times G_{k1,sup}$	$0,90 \times G_{k1,inf}$ $0,00 \times G_{k2,inf}$	$1,50 \times Q_{k,1}$	$0,00 \times Q_{k,1}$	$1,50 \times \psi_{0,i} \times Q_{k,i}$	$0,00 \times \psi_{0,i} \times Q_{k,i}$

Proračunske vrijednosti djelovanja za STR

Trajne i prolazne proračunske situacije	Stalna djelovanja		Vodeće promjenjivo djelovanje		Prateća promjenjiva djelovanja	
	nepovoljno	povoljno	nepovoljno	povoljno	nepovoljno	povoljno
(Eq. 6.10)	$1,35 \times G_{k1,sup}$ $1,50 \times G_{k2,sup}$	$1,00 \times G_{k1,inf}$ $0,00 \times G_{k2,inf}$	$1,50 \times Q_{k,1}$	$0,00 \times Q_{k,1}$	$1,50 \times \psi_{0,i} \times Q_{k,i}$	$0,00 \times \psi_{0,i} \times Q_{k,i}$

Proračunske vrijednosti djelovanja za SLS (granično stanje uporabljivosti)

Kombinacija	Stalna djelovanja		Vodeće promjenjivo djelovanje	Prateća promjenjiva djelovanja
	nepovoljno	povoljno		
Karakteristična	$G_{kj,sup}$	$G_{kj,inf}$	$Q_{k,1}$	$\psi_{0,i} \times Q_{k,i}$

Osnovne vrste opterećenja:

Oznaka pojedinog tipa opterećenja	Opis	Vrsta opterećenja
G	Vlastita težina + dodatno stalno	Stalno
S	Snijeg	Promjenjivo
W	Vjetar	Promjenjivo

OSNOVNE NAPOMENE GLEDE PRORAČUNA

Krajnje granično stanje - Ultimate Limit State (ULS)

Svi elementi će se dimenzionirati radi jednostavnosti na najnepovoljniju kombinaciju opterećenja određene u skladu s jednadžbom (Eq. 6.10) - za EQU i STR i jednadžbom (Eq. 6.12b) - za seizmičko opterećenje.

Granično stanje uporabljivosti - Serviceability Limit State (SLS)

Deformacija konstrukcije će se analizirati za sve kombinacije definirane za SLS.

Kod kontrole vertikalnih deformacija primjenjuju se slijedeća ograničenja vertikalnih progiba:

Krovn nosiva konstrukcije – trenutni progibi: $L/300$
 Stropna nosiva konstrukcije – konačni progibi: $L/250$

Za horizontalne deformacije primjenjuje se slijedeće ograničenje:

Maksimalni dopušteni relativni pomak etaže: $H/300$ - prizemne građevine



C.2.3. ANALIZA POŽARNE OTPORNOSTI NOSIVE KONSTRUKCIJE GRAĐEVINE

S obzirom na vrijeme izrade projekta i izvedbe građevine uobičajeno je bilo da se ne zahtjeva analiza požarne otpornosti nosive konstrukcije. Međutim sukladno danas važećoj tehničkoj regulativi obvezno je provesti i dokaz požarne otpornosti nosive konstrukcije.

Stoga će se u ovom poglavlju provesti skraćeni dokaz mehaničke otpornosti i stabilnosti nosive konstrukcije na temelju dimenzija konstrukcijskih elemenata i projektiranih i utvrđenih zaštitnih slojeva armiranobetonske konstrukcije. Sukladno utvrđenim zaštitnim slojevima na temelju provedenih istraživanja može se usvojiti da zaštitni sloj betona ploča iznosi $c = 1,5-2,0$ cm. Sukladno geometriji konstrukcijskih elemenata i utvrđenom zaštitnom sloju proračunata je maksimalna požarna otpornost.

Armiranobetonska konstrukcija

Dokaz požarne otpornosti armiranobetonskih konstrukcijskih elemenata provesti će se sukladno normi HRN EN 1992-1-2:2013: Eurokod 2: Projektiranje betonskih konstrukcija -- Dio 1-2: Opća pravila -- Projektiranje konstrukcija na djelovanje požara (EN 1992-1-2:2004/AC:2008), primjenom propisanih pravila i tabličnom kontrolom potrebnih zaštitnih slojeva i minimalnih dimenzija armiranobetonskih konstrukcijskih elemenata. Za svaki pojedini tip nosive konstrukcije će se odrediti minimalna izmjera poprečnog presjeka i minimalni zaštitni sloj koji nosivi element mora zadovoljavati, te je provedena usporedba s utvrđenim zaštitnim slojevima i geometrijom elemenata.

Ploče

Tablica 5.8: U tablici 5.8. iz EN 1992-1-2:2004 dane su najmanje debljine ploča i udaljenost od težišta armature do ruba za slobodno oslonjene armiranobetonske i prednapete ploče nosive u jednom i dva smjera.

Normirana požarna otpornost	Najmanje dimenzije [mm]			
	Debljina ploče h , [mm]	Nosive u jednom smjeru	Osni razmak a	
			Nosive u dva smjera	
			$l_y/l_x \leq 1,5$	$1,5 < l_y/l_x \leq 2$
1	2	3	4	5
REI 30	60	10*	10*	10*
REI 60	80	20	10*	15*
REI 90	100	30	15*	20
REI 120	120	40	20	25
REI 180	150	55	30	40
REI 240	175	65	40	50

l_x i l_y su rasponi ploča koje su nosive u dva smjera pod pravim kutovima, pri čemu je l_y dulji raspon.
Za prednapete grede, treba u obzir uzeti povećanje osnog razmaka u skladu s točkom 5.2(5).
Osni razmak a u stupcima 4 i 5 odnosi se na ploče oslonjene na sva četiri ruba. Inače ih treba obraditi kao ploče koje nose u jednom smjeru.
* Obično će biti mjerodavan zaštitni sloj zahtijevan prema normi EN 1992-1-1.

Minimalne debljine ploča nosivih u dva smjera i njihovih zaštitnih slojeva iznose:

Požarna otpornost	Minimalne debljine ploča (cm)	Minimalni zaštitni sloj betona (mm)
R 60	$h_{min} = 8$ cm	$c_{nom} \geq 20 - 10/2 = 15$ mm → utvrđeno je 15 mm
R 90	$h_{min} = 10$ cm	$c_{nom} \geq 30 - 10/2 = 25$ mm → utvrđeno je 15 mm

Iz predmetne usporedbe može se zaključiti da sve ploče s minimalnom dimenzijom $b = 13,5$ cm i utvrđenim zaštitnim slojem armature u iznosu od 15 mm zadovoljavaju požarnu otpornost R60.



CLASSIFICATION OF USED ACTIONS

acc

consequence class CC2, $k_{Fi}=1.0$

no.	load cases	γ_{sup}	γ_{inf}	ψ_0	ψ_1	ψ_2	ldc
99: g	Permanent loads	1.35	1.00				permanent
10: SOA	Snow loads <1000m	1.50	0.00	0.50	0.20	0.00	short
9: WIL	Wind loads	1.50	0.00	0.60	0.20	0.00	gemittelt
110: WIR	wind f.ri.	1.50	0.00	0.60	0.20	0.00	gemittelt
8: VLH	Roof (f.Ex. man ..	1.50	0.00	0.00	0.00	0.00	short

decisive COMBINATIONS

for ultimate limit states

persistent, transient situation

K1 $1.35 \cdot g$ (kmod = 0.60)

K2 $1.35 \cdot g + 1.5 \cdot s$ (kmod = 0.90)

K3 $1.35 \cdot g + 1.5 \cdot w_{le}$ (kmod = 1.00)

K4 $1.35 \cdot g + 1.5 \cdot w_{ri}$ (kmod = 1.00)

K5 $1.35 \cdot g + 1.5 \cdot s + 1.5 \cdot 0.6 \cdot w_{le}$ (kmod = 1.00)

K9 $1.35 \cdot g + 1.5 \cdot F_{m1}$ (kmod = 0.90)

K10 $1.35 \cdot g + 1.5 \cdot s + 1.5 \cdot s_{e,le}$ (kmod = 0.90)

K13 $1.35 \cdot g + 1.5 \cdot s + 1.5 \cdot s_{e,le} + 1.5 \cdot 0.6 \cdot w_{ri}$ (kmod = 1.00)

for serviceability limit states

characteristic (rare) situation

K19 $1 \cdot g + 1 \cdot s + 1 \cdot 0.6 \cdot w_{le}$ (kmod = 1.00)

K27 $1 \cdot g + 1 \cdot w_{ri} + 1 \cdot 0.5 \cdot s + 1 \cdot 0.5 \cdot s_{e,le}$ (kmod = 1.00)

quasi-permanent situation

K28 $1 \cdot g$ (kmod = 0.60)

legend:

g = dead load, s = snow load, sA = snow bag, s_e = snow at eave,

w = wind load

$\sim le$ = left, $\sim ri$ = right, $\sim gb$ = gable sided, $\sim (A)$ = accidental

$F_{m[Nr]}$ = man's load at beam [Nr]

BUCKLING LENGTH

rafter left

buckling in plane: from eigen-value but max. $0.90 \cdot \text{length of beam}$

buckling out of plane: contin. supported

lateral torsional buck..contin. supported

bar	sky[m]	skz[m]	sB[m]	in case of fire		
				sky[m]	skz[m]	sB[m]
1		0.00	0.00	2.93	1.01	1.01
2		0.00	0.00	2.93	2.93	2.93

calculated with BemHo (9.0.4.6)



RAFTER (le) 10 / 14 e = 80 cm

C24, service class 2, $\gamma_{M,PT} = 1.3$, values in [N/mm²]

$$E_{0,mean} = 11000E_{0,05} = 7333 \quad G_{mean} = 690 \quad G_{05} = 460$$

$$f_{m,y,k} = 24.00 \quad f_{v,k} = 4.00 \quad f_{c,0,k} = 21.00 \quad f_{t,0,k} = 14.50$$

$$k_{cr} = 0.50$$

ultimate limit states acc DIN EN 1995-1-1/NA:2013-08,
design-values [N/mm²]

based on EN 1995-1-1/A2:2014

Proofs for persistent and transient situation

		$\sigma_{myd,bez}$		f_{myd}	η
K2	PT stress (span)	9.74	<	16.85	0.58
K9	PT stress (column)	10.21	<	17.68	0.58
Nachweis für Querschnitt 10/14					
K2	PT stability	10.35	<	17.68	0.59

		τ_d		f_{vd}	η
K10	PT shear stress	1.74*	<	2.77	0.63

* $k_{cr} = 0.50$

serviceability limit state acc.to DIN EN 1995-1-1/NA:2013-08, deflection [cm]
based on EN 1995-1-1/A2:2014

			w_{exists}		$w_{perm.}$	L/..	η
K28	w_{net}	local	0.39	<	0.98	300	0.40
		total	0.39	<	0.98	300	0.40
K19	w_{fin}	local	0.92	<	1.47	200	0.63
		total	0.92	<	1.47	200	0.63
K19	$w_{inst,rare}$	local	0.75	<	0.98	300	0.77
		total	0.75	<	0.98	300	0.77
K19	w_{max}	local	0.92				
		total	0.92				
deflection at cantilever							
K27	w_{fin}	total	0.06	<	1.01	100	0.06
K27	$w_{inst,rare}$	total	0.06	<	0.67	150	0.08
K27	w_{max}	total	0.06				

partially deflections in [cm]

		dead load		charact. situation		permanent situation	
combination		$w_{G,inst}$	$w_{G,fin}$	$w_{Q,inst}$	$w_{Q,fin}$	$w_{Q,inst}$	$w_{Q,fin}$
K28	loc	0.22	0.39	0.00	0.00	0.00	0.00
	tot	0.22	0.39	0.00	0.00	0.00	0.00
K19	loc	0.22	0.39	0.53	0.53	0.00	0.00
	tot	0.22	0.39	0.53	0.53	0.00	0.00

support reactions[kN/m], charakteristic values

		COLUMN 1		COLUMN 2	
act		max	min	max	min
g	V	2.65	2.65	1.30	1.30
	H	0.03	0.03	-0.03	-0.03
SOA	V	6.31	0.03	3.08	-0.01
	H	0.06	0.00	0.00	-0.06
WIL	V	-0.28	-0.28	0.09	0.09
	H	-0.04	-0.04	0.01	0.01
WIR	V	-0.14	-0.14	-0.05	-0.05
	H	-0.02	-0.02	-0.01	-0.01



MAX/MIN SUPPORT REACTIONS design values [kN/m]

in persistent and transient situation

support	V_{max}	$H_{rel,combi}$	V_{rel}	$H_{max,combi}$
1	13.05	0.13 K10	13.05	0.13 K10
2	6.45	-0.12 K5	1.88	-0.01 K3

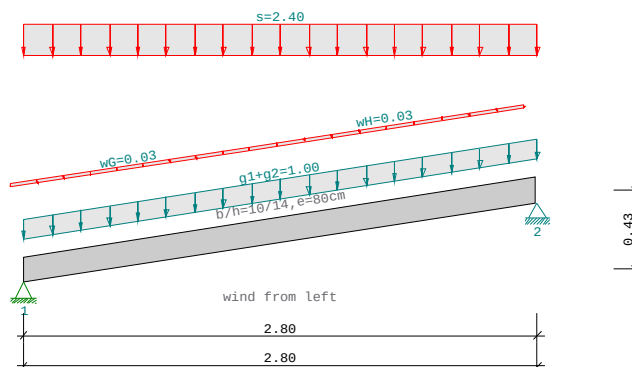
min. support reactions are not valid for the proof against upload

persistent and transient situation

support	V_{min}	$H_{rel,combi}$	V_{rel}	$H_{min,combi}$
1	3.16	-0.03 K3	3.16	-0.03 K3
2	1.67	-0.05 K4	6.31	-0.14 K13

SREDIŠNJA POLJE

Material Softwood C24 (EN 338:2016)
class 2



SYSTEM continuous rafter

b.ar. = base area , r.ar. = area of roof

rafter span	length b.ar.	length r.ar. (m)			
1	2.80	2.83	left	8.8 degree	10/14
definitions of supports of rafter					
No	Cx[kN/cm]	Cz[kN/cm]	tv[cm]		
1	-1	-1	3.0		
2	-1	-1	3.0		

LOADS

RAFTER					
roofing	g1 =	1.00	kN/m ² r.ac.	Act	99
man load rafter	P =	1.00	kN	EN 1991-1-1:2010-12	Act 8
snow loads acc EN 1991-1-3:2010-12					
wind load acc.to EN 1991-1-4:2010-12					
height of building	h =	7.50	m		
width of wind attack b	=	13.00	m	angle of wind θ =	0 degr.
ordin.snow load	sk =	3.00	kN/m ² b.ac.	Act	10
snow load left	si =	2.40	kN/m ² ($\mu_1=0.80$)		
wind imp.press.	q =	0.38	kN/m ²	Act	9
aerodyn. zones according to EN 1991-1-4:2010-12					
aerodyn. zones referring eaves					
wind from left					
wind load	wG=	0.03	kN/m ²		
wind load	wH=	0.03	kN/m ²		
	e/10 =	1.30	m		
	e(90)/4 =	0.70	m		
* = user setting, otherwise acc code					



CLASSIFICATION OF USED ACTIONS

acc

consequence class CC2, $k_{Fi} = 1.0$

no.	load cases	γ_{sup}	γ_{inf}	ψ_0	ψ_1	ψ_2	ldc
99: g	Permanent loads	1.35	1.00				permanent
10: SOA	Snow loads <1000m	1.50	0.00	0.50	0.20	0.00	short
9: WIL	Wind loads	1.50	0.00	0.60	0.20	0.00	gemittelt
110: WIR	wind f.ri.	1.50	0.00	0.60	0.20	0.00	gemittelt

decisive COMBINATIONS

for ultimate limit states

persistent, transient situation

K1 $1.35 \cdot g$ ($k_{mod} = 0.60$)

K2 $1.35 \cdot g + 1.5 \cdot s$ ($k_{mod} = 0.90$)

K3 $1.35 \cdot g + 1.5 \cdot w_{le}$ ($k_{mod} = 1.00$)

K4 $1.35 \cdot g + 1.5 \cdot w_{ri}$ ($k_{mod} = 1.00$)

K5 $1.35 \cdot g + 1.5 \cdot s + 1.5 \cdot 0.6 \cdot w_{le}$ ($k_{mod} = 1.00$)

for serviceability limit states

characteristic (rare) situation

K13 $1 \cdot g + 1 \cdot s + 1 \cdot 0.6 \cdot w_{le}$ ($k_{mod} = 1.00$)

quasi-permanent situation

K17 $1 \cdot g$ ($k_{mod} = 0.60$)

legend:

g = dead load, s = snow load, s_A = snow bag, s_e = snow at eave,

w = wind load

$\sim le$ = left, $\sim ri$ = right, $\sim gb$ = gable sided, $\sim (A)$ = accidental

$F_m[Nr]$ = man's load at beam $[Nr]$

BUCKLING LENGTH

rafter left

buckling in plane: from eigen-value but max. $0.90 \cdot$ length of beam

buckling out of plane: contin. supported

lateral torsional buck..contin. supported

bar	sky[m]	skz[m]	sB[m]	in case of fire		
	sky[m]	skz[m]	sB[m]	sky[m]	skz[m]	sB[m]
1		0.00	0.00	2.83	2.83	2.83

calculated with BemHo (9.0.4.6)

RAFTER (le) 10 / 14 e = 80 cm

C24, service class 2, $\gamma_{M,PT} = 1.3$, values in $[N/mm^2]$

$E_{0,mean} = 11000 E_{0,05} = 7333$ $G_{mean} = 690$ $G_{05} = 460$

$f_{m,y,k} = 24.00$ $f_{v,k} = 4.00$ $f_{c,0,k} = 21.00$ $f_{t,0,k} = 14.50$

$k_{cr} = 0.50$

ultimate limit states acc DIN EN 1995-1-1/NA:2013-08,
design-values $[N/mm^2]$

based on EN 1995-1-1/A2:2014

Proofs for persistent and transient situation

		$\sigma_{myd,bez}$		f_{myd}	η
K2	PT stress (span)	11.92	<	16.85	0.71
K2	PT stress (column)	0.13	<	17.68	0.01
K2	PT stability	12.62	<	17.68	0.71
		τ_d		f_{vd}	η
K2	PT shear stress	1.50*	<	2.77	0.54

* $k_{cr} = 0.50$



serviceability limit state acc.to DIN EN 1995-1-1/NA:2013-08, deflection [cm]
based on EN 1995-1-1/A2:2014

			w_{exists}	$w_{perm.}$	$L/..$	η
K17	w_{net}	local	0.47 <	0.94	300	0.50
		total	0.47 <	0.94	300	0.50
K13	w_{fin}	local	1.10 <	1.42	200	0.78
		total	1.10 <	1.42	200	0.78
K13	$w_{inst,rare}$	local	0.89 <	0.94	300	0.95
		total	0.89 <	0.94	300	0.95
K13	w_{max}	local	1.10			
		total	1.10			

partially deflections in [cm]

		dead load		charact. situation		permanent situation	
combination		$w_{G,inst}$	$w_{G,fin}$	$w_{Q,inst}$	$w_{Q,fin}$	$w_{Q,inst}$	$w_{Q,fin}$
K17	loc	0.26	0.47	0.00	0.00	0.00	0.00
	tot	0.26	0.47	0.00	0.00	0.00	0.00
K13	loc	0.26	0.47	0.63	0.63	0.00	0.00
	tot	0.26	0.47	0.63	0.63	0.00	0.00

support reactions[kN/m], characteristic values

		COLUMN 1		COLUMN 2	
act		max	min	max	min
g	V	1.42	1.42	1.42	1.42
	H	0.00	0.00	0.00	0.00
SOA	V	3.36	3.36	3.36	3.36
	H	0.00	0.00	0.00	0.00
WIL	V	0.04	0.04	0.04	0.04
	H	0.01	0.01	0.01	0.01
WIR	V	-0.20	-0.20	-0.03	-0.03
	H	-0.03	-0.03	-0.01	-0.01

MAX/MIN SUPPORT REACTIONSdesign values [kN/m]

in persistent and transient situation						
support	V_{max}	$H_{rel,combi}$		V_{rel}	$H_{max,combi}$	
1	6.99	0.01	K5	1.97	0.01	K3
2	6.99	0.01	K5	1.97	0.01	K3

min. support reactions are not valid for the proof against upload

persistent and transient situation						
support	V_{min}	$H_{rel,combi}$		V_{rel}	$H_{min,combi}$	
1	1.61	-0.05	K4	1.61	-0.05	K4
2	1.86	-0.01	K4	1.86	-0.01	K4

Zaključak:

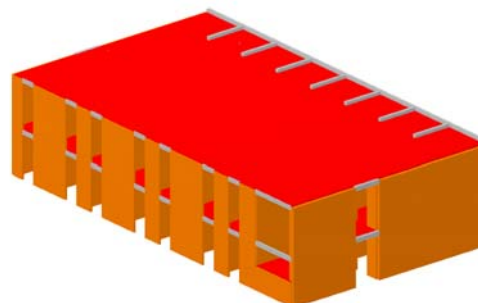
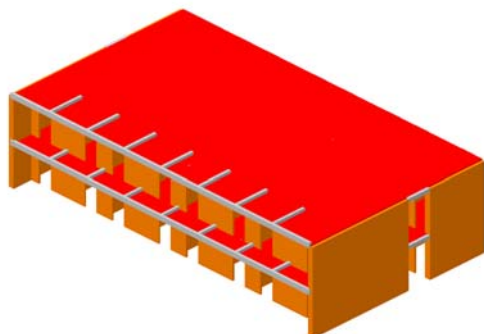
Proračun rogova proveden je za drvene grede poprečnog presjeka $b/h = 10/14$ cm, klase drva C24. Prilikom istražnih radova nije bilo moguće utvrditi dimenzije postojećih drvenih rogova, te je potrebno prilikom rekonstrukcije utvrditi da li dimenzije odgovaraju dimenzijama utvrđenim proračunom. Međutim, prilikom istražnih radova nisu utvrđeni nikakvi problemi glede krovne konstrukcije, poput prekomjernih progiba ili oštećenja greda, te se može zaključiti da postojeća konstrukcija zadovoljava i da ju nije potrebno mijenjati, ni u slučaju da su rogovi manjeg poprečnog presjeka. Ustvrdi li se da su grede lokalno oštećene, tj. da je došlo do prekomjernog vlaženja i truljenja drva, potrebno je sanirati oštećenja, tj. izvršiti zamjenu postojećih greda novima, istog poprečnog presjeka.



C.3.2. ZIDANA KONSTRUKCIJA STAMBENIH KRILA GRAĐEVINE

C.3.2.1 PRIKAZ GEOMETRIJE NUMERIČKOG MODELA

3D PRIKAZ NUMERIČKOG MODELA KONSTRUKCIJE



Prikaz upisanih nivoa u model i karakteristika plošnih i štapnih elemenata

Schema nivoa

Naziv	z [m]	h [m]
Poz. 200 - Strop 1. kata	5.60	2.90
Poz. 100 - Strop prizemlja	2.70	1.35
P1	1.35	1.35
Poz. 000 - Temelji	0.00	

Tabela materijala

No	Naziv materijala	E[kN/m ²]	μ	γ[kN/m ³]	αt[1/C]	Em[kN/m ²]	μm
1	C 16/20	2.900e+7	0.20	25.00	1.000e-5	2.900e+7	0.20
2	Betonski blokovi	5.000e+6	0.25	14.00	1.000e-5	5.000e+6	0.25

Setovi ploča

No	d[m]	e[m]	Materijal	Tip proračuna	Ortotropija	E2[kN/m ²]	G[kN/m ²]	α
<1>	0.135	0.068	1	Tanka ploča	Anizotropna	0.000e+0	0.000e+0	0.00
<2>	0.135	0.068	1	Tanka ploča	Anizotropna	0.000e+0	0.000e+0	90.00
<3>	0.170	0.085	1	Tanka ploča	Anizotropna	0.000e+0	0.000e+0	0.00
<4>	0.120	0.060	2	Opeka/Blokovi	Izotropna			
ST: Em x 1, E x 1, γ x 1; SE: Em x 0.1, E x 1, γ x 1;								
<5>	0.190	0.095	2	Opeka/Blokovi	Izotropna			
ST: Em x 1, E x 1, γ x 1; SE: Em x 0.1, E x 1, γ x 1;								
<6>	0.380	0.190	2	Opeka/Blokovi	Izotropna			
ST: Em x 1, E x 1, γ x 1; SE: Em x 0.1, E x 1, γ x 1;								

Setovi linijskih ležajeva

Set	K,R1	K,R2	K,R3	K,M1	Tlo [m]
1	1.000e+10	1.000e+10	1.000e+10		

Slijedi prikaz geometrije i upisanog opterećenja na nosivu konstrukciju.

U ispisu horizontalnih konstrukcijskih elemenata, crtkana linija u ispisu geometrija predstavlja zid IZNAD ploče, a puna linija zid ISPOD ploče.

U ispisu vertikalnih konstrukcijskih elemenata, crtkana linija u ispisu geometrije predstavlja zid ISPRED promatranog okvira, a puna linija zid IZA promatranog okvira.



**RADIONICA
STATIKE**

Ulica Andrije Kačića
Miošića 22, 10000 Zagreb

GRAĐEVINA: **HOTEL BELLEVUE**, k.č. 3, k.o. Plitvička jezera

INVESTITOR: **JAVNA USTANOVA NP PLITVIČKA JEZERA**

Josipa Jovića 19, Plitvička jezera, OIB: 91109303119

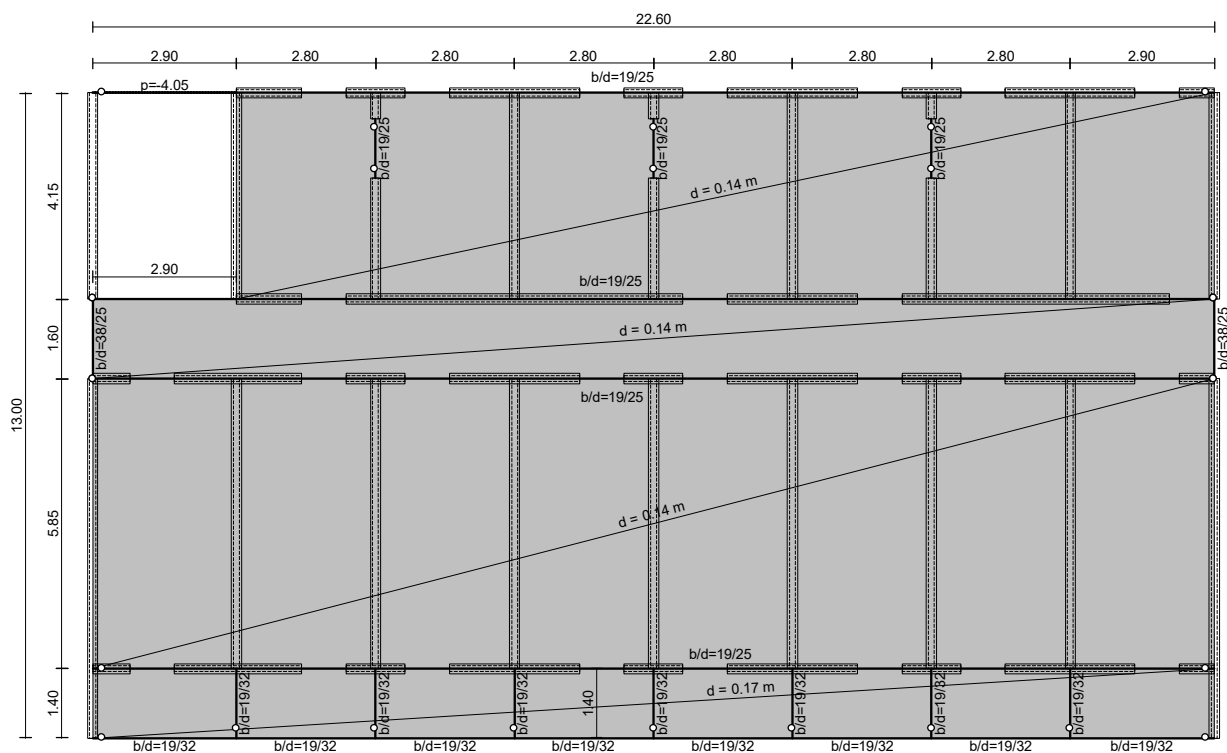
Stranica:

39

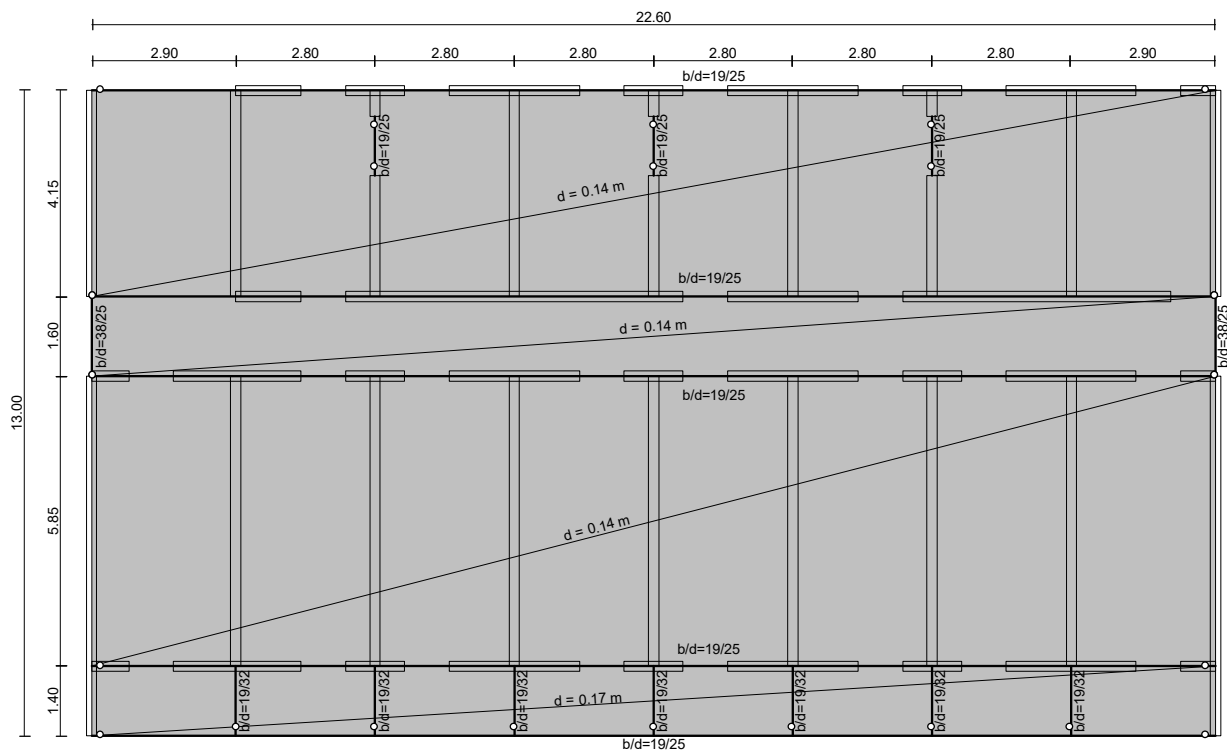
Datum:

srpanj 2019.

Prikaz geometrije horizontalnih konstrukcijskih elemenata



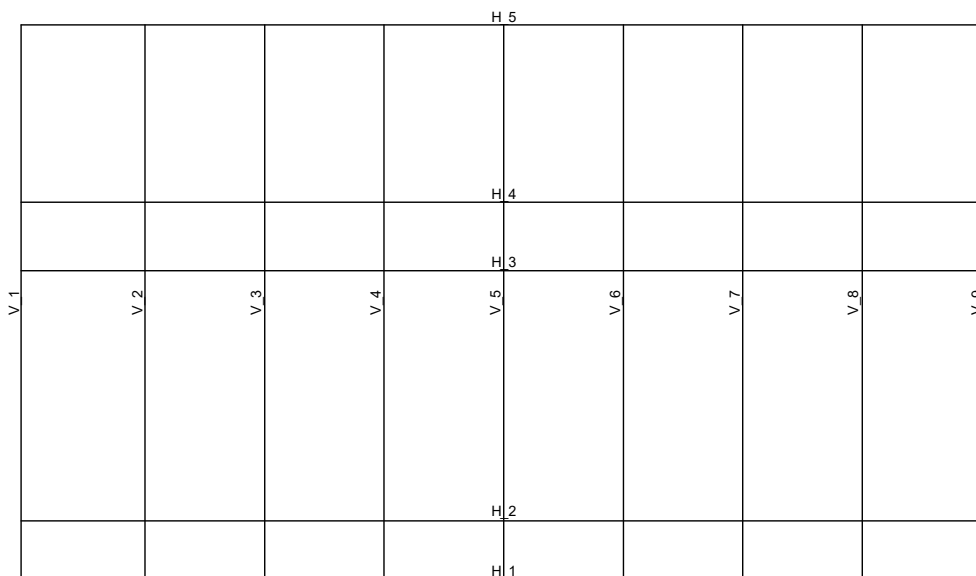
Nivo: Poz. 100 - Strop prizemlja [2.70 m]



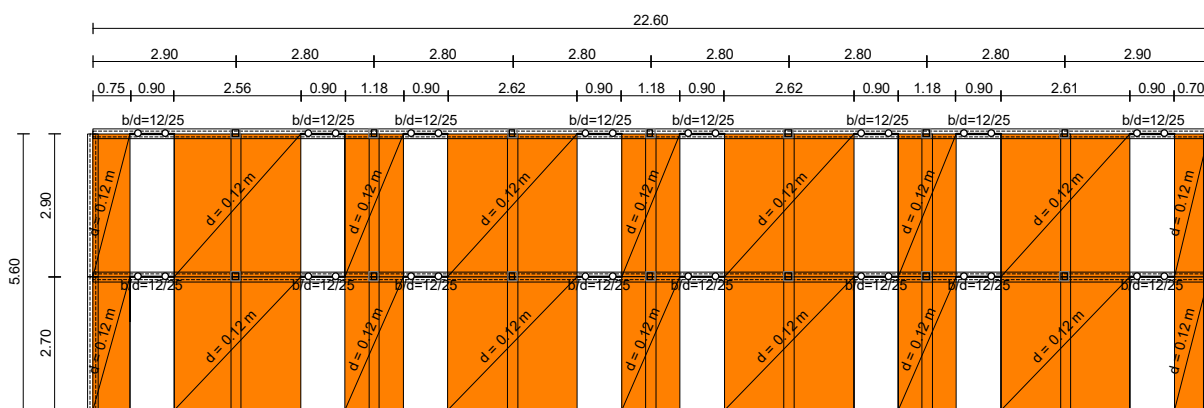
Nivo: Poz. 200 - Strop 1. kata [5.60 m]



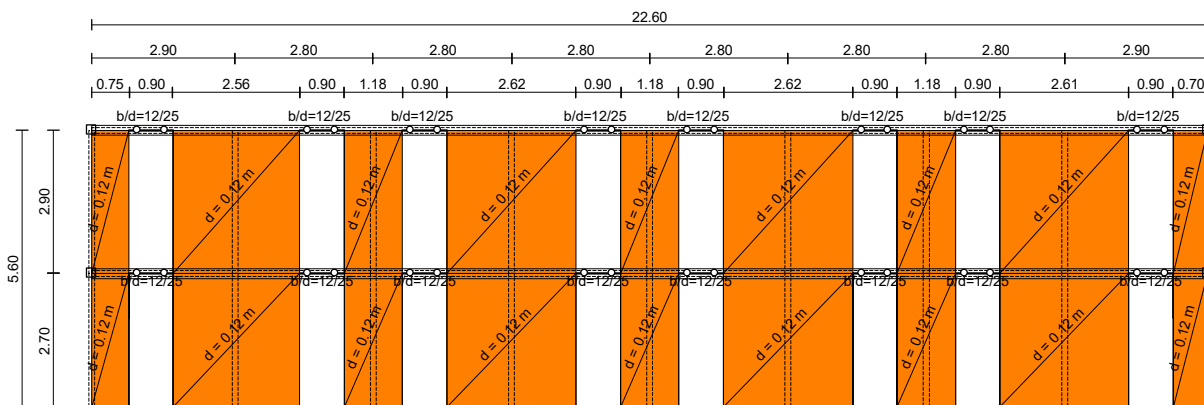
Prikaz geometrije vertikalnih konstrukcijskih elemenata



Dispozicija okvira



Okvir: H_2



Okvir: H_3



**RADIONICA
STATIKE**

Ulica Andrije Kačića
Miošića 22, 10000 Zagreb

GRAĐEVINA: **HOTEL BELLEVUE**, k.č. 3, k.o. Plitvička jezera

INVESTITOR: **JAVNA USTANOVA NP PLITVIČKA JEZERA**

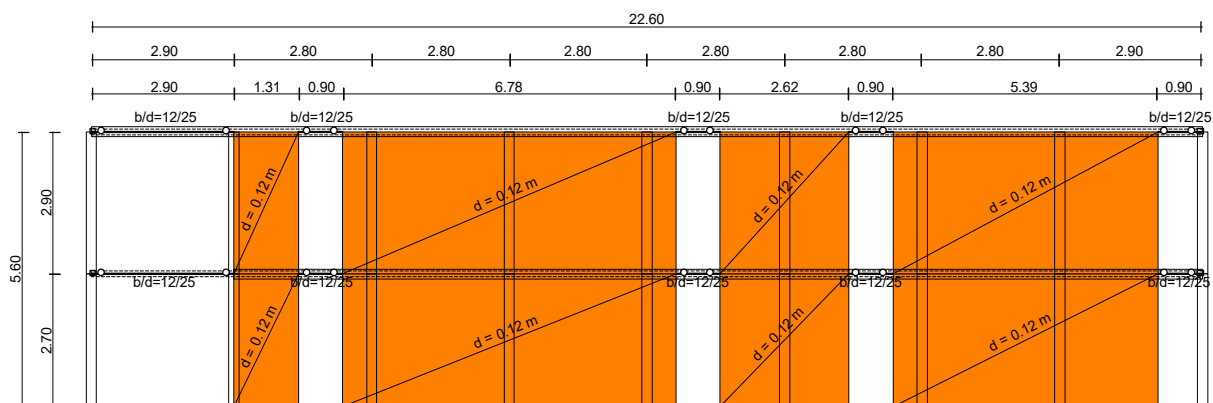
Josipa Jovića 19, Plitvička jezera, OIB: 91109303119

Stranica:

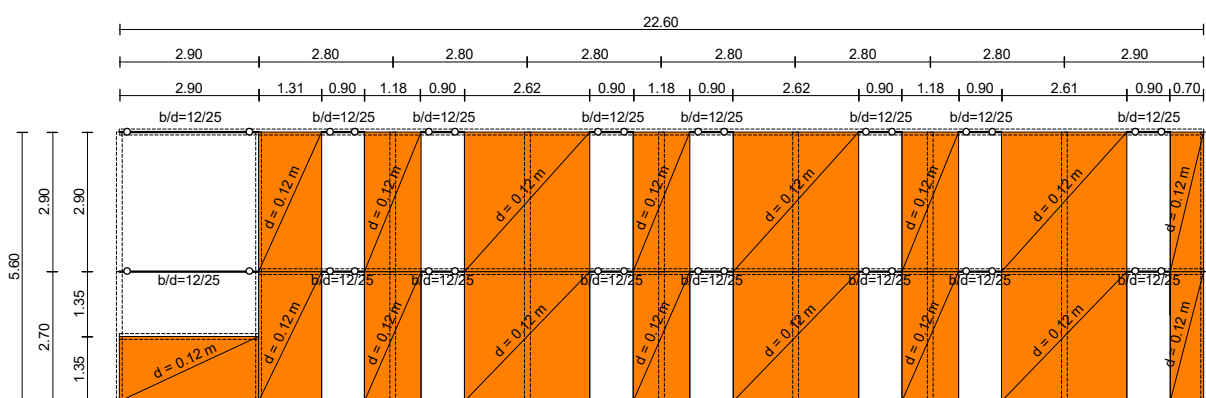
41

Datum:

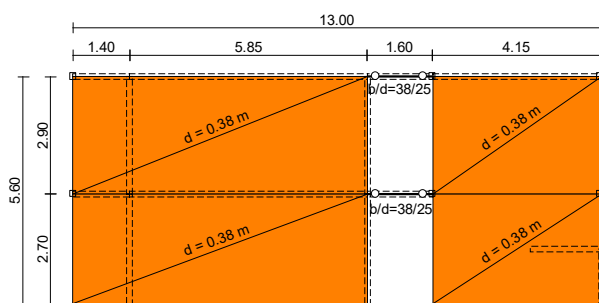
srpanj 2019.



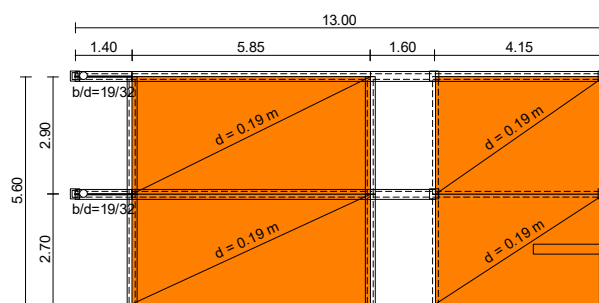
Okvir: H_4



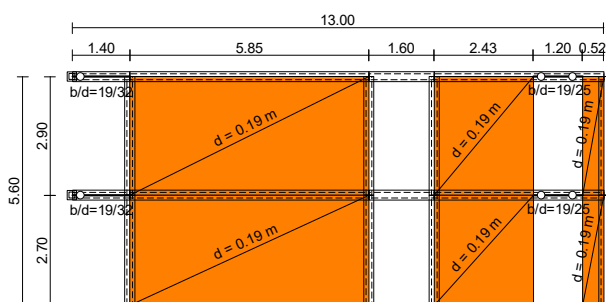
Okvir: H_5



Okvir: V_1 i V_9



Okvir: V_2, V_4, V_6 i V_8



Okvir: V_3, V_5 i V_7



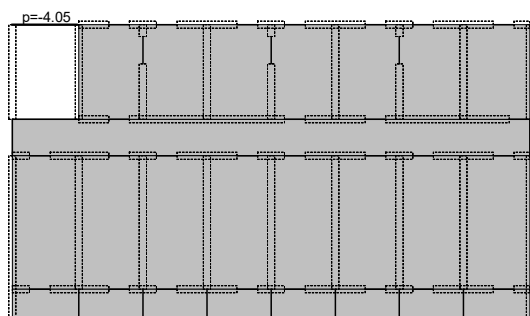
C.3.2.2 PRIKAZ POLOŽAJA I IZNOSA OPTEREĆENJA

Lista slučajeva opterećenja

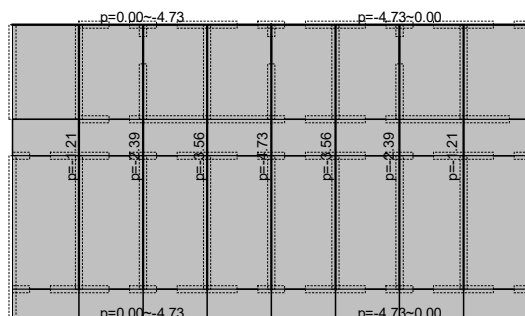
LC	Naziv
1	G1 - Vlastita težina konstrukcije (g)
2	G2 - Dodatno stalno opterećenje
3	Q - Uporabno opterećenje
4	Aex - Potres X
5	Aey - Potres Y
6	Komb.: I+II+1.35xIII+1.5xIII
7	Komb.: I+II+0.3xIII+IV
8	Komb.: I+II+0.3xIII+V
9	Komb.: I+II
10	Komb.: I+II+III

VERTIKALNO OPTEREĆENJE

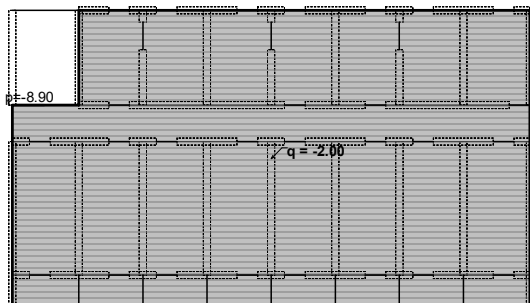
Opt. 1: G1 - Vlastita težina konstrukcije (g)



Opt. 1: G1 - Vlastita težina konstrukcije (g)



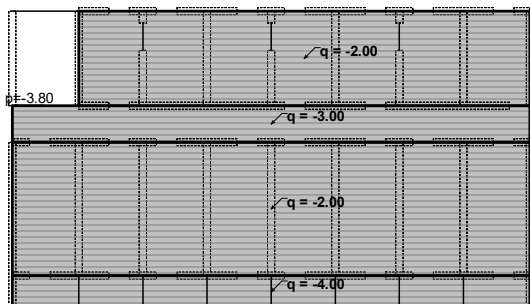
Opt. 2: G2 - Dodatno stalno opterećenje
Nivo: Poz. 100 - Strop prizemlja [2.70 m]



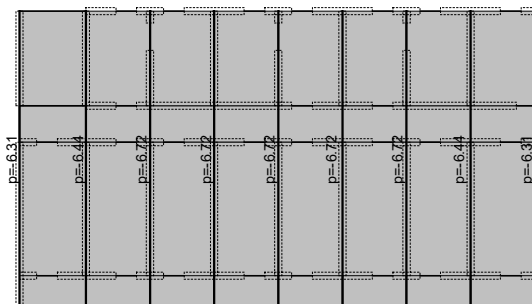
Opt. 2: G2 - Dodatno stalno opterećenje
Nivo: Poz. 200 - Strop 1. kata [5.60 m]



Opt. 3: Q - Uporabno opterećenje
Nivo: Poz. 100 - Strop prizemlja [2.70 m]



Opt. 3: Q - Uporabno opterećenje
Nivo: Poz. 200 - Strop 1. kata [5.60 m]



Nivo: Poz. 100 - Strop prizemlja [2.70 m]

Nivo: Poz. 200 - Strop 1. kata [5.60 m]

HORIZONTALNO OPTEREĆENJE

HORIZONTALNO OPTEREĆENJE VJETROM

Prema HRN EN 1991-1-4:2012 i HRN EN 1991-1-4:2012/NA:2012 za područje Plitvičkih jezera osnovna brzina vjetra iznosi: $v_b = 20,0 \text{ m/s}$. U poglavlju C.2.1 provedena je detaljna analiza opterećenja vjetrom. Opterećenje vjetrom se neće uzeti u obzir kod proračuna nosive zidane konstrukcije jer je mjerodavno horizontalno opterećenje seizmičko opterećenje.

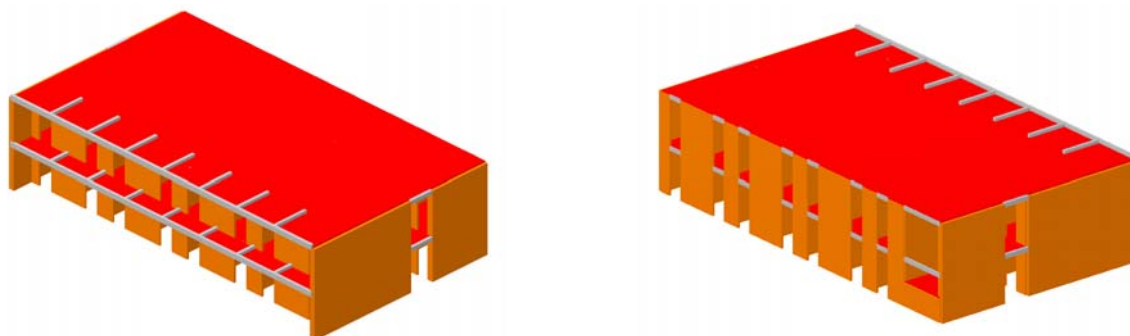
SEIZMIČKO OPTEREĆENJE NA GRAĐEVINU

Prema normi HRN EN 1998-1:2011: Eurokod 8: Projektiranje konstrukcija otpornih na potres -- 1. dio: Opća pravila, potresna djelovanja i pravila za zgrade (EN 1998-1:2004/AC:2009) i odgovarajućem nacionalnom aneksu građevina se nalazi u potresnom području s ubrzanjem $a_{gR} = 0,123 \times g$ pri čemu faktor važnosti građevine iznosi $\gamma_I = 1,0$. Ulazni podaci za proračun su dani u poglavlju C.2.2.

Proračun građevine na seizmičko opterećenje provodi se metodom bočnih sila (kvazistatički proračun). Slijedi prikaz rezultata modalne analize da se dobije raspored masa po točno upisanim razinama i proračun sila koje je su unešene u model.

Modalna analiza konstrukcije

Modalna analiza provedena je na prostornom modelu gdje je upisana cijela nosiva zidana konstrukcija građevine kako bi se što točnije utvrdilo ponašanje konstrukcije kao i zbroj efektivnih modalnih masa za razmatrane vlastite oblike osciliranja. Prikaz prostornog modela kao i rezultati modalne analize prikazani su ispod.



Prikaz modela nosive konstrukcije na kojem je provedena modalna analiza i proračun

Svi zidovi su modelirani s opcijom da u seizmičkom proračunu imaju umanjenu uzdužnu krutost u ravnini za 90 %, a ploče i grede su modelirane s opcijom da u seizmičkom proračunu imaju umanjenu krutost na savijanje 50 %, sukladno zahtjevu normi HRN EN 1998-1:2011 i HRN EN 1998-1:2011/NA:2011.

Također u rubnim uvjetima na spoju između zidova te zidova i stropnih ploča oslobođeno je savijanje okomito na ravninu kako bi se spriječila upetost tih elemenata jednih u druge.

Svi AB elementi konstrukcije upisani su i proračunati s betonom razreda MB20, tj. C16/20.

Proračun je pooden na beskonačno krutim osloncima. Vidi ispis geometrije osnovnog proračunskog prostornog modela.

Rezultati modalne analize na prostornom modelu

Napredne opcije seizmičkog proračuna:

Mase grupirane u nivoima izabranih ploča	
Ploče - redukcija krutosti na savijanje:	0.500
Grede - redukcija krutosti na savijanje:	0.500
Stupovi - redukcija krutosti na savijanje:	0.500
Spriječeno osciliranje u Z pravcu	

Faktori opterećenja za proračun masa

No	Naziv	Koeficijent
1	G1 - Vlastita težina konstrukcije (g)	1.00
2	G2 - Dodatno stalno opterećenje	1.00
3	Q - Uporabno opterećenje	0.30



Raspored masa po visini objekta

Nivo	Z [m]	X [m]	Y [m]	Masa [T]	T/m²
Poz. 200 - Strop 1. kata	5.60	11.32	6.48	276.50	0.94
Poz. 100 - Strop prizemlja	2.70	11.30	6.49	312.89	1.11
Poz. 000 - Temelji	0.00	11.34	6.89	51.68	
Ukupno:	3.73	11.31	6.52	641.07	

Položaj centara krutosti po visini objekta (približna metoda)

Nivo	Z [m]	X [m]	Y [m]
Poz. 200 - Strop 1. kata	5.60	11.30	8.19
Poz. 100 - Strop prizemlja	2.70	11.30	8.19
Poz. 000 - Temelji	0.00	11.30	8.35

Ekscentricitet po visini objekta (približna metoda)

Nivo	Z [m]	eox [m]	eoy [m]
Poz. 200 - Strop 1. kata	5.60	0.02	1.72
Poz. 100 - Strop prizemlja	2.70	0.00	1.70
Poz. 000 - Temelji	0.00	0.04	1.46

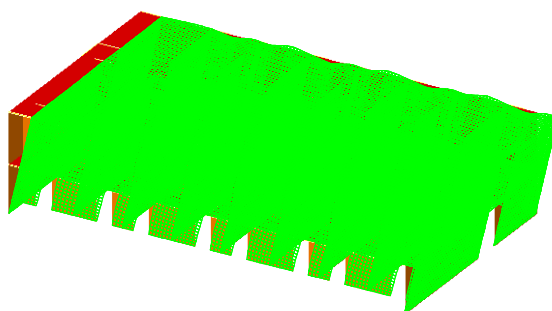
Periodi osciliranja konstrukcije

No	T [s]	f [Hz]
1	0.3696	2.7058
2	0.1912	5.2302
3	0.1781	5.6158

Glede ponašanja nosive konstrukcije pregledom oblika osciliranja može se zaključiti da je prvi ton translatorno osciliranje konstrukcije u uzdužnom (X) smjeru, drugi ton translatorno osciliranje građevine u poprečnom (Y) smjeru, dok je treći ton je torzijsko osciliranje.

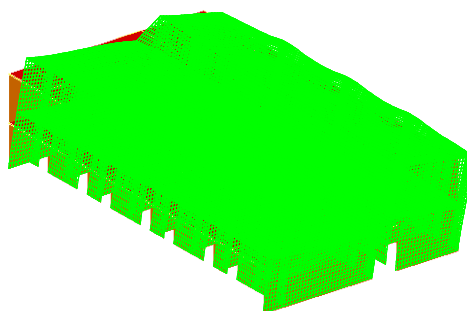
Slijedi prikaz prva tri osnovna tona osciliranja.

- Prikaz deformacije za 1. ton osciliranja ($T_1 = 0,3696$ s) – translacija u X smjeru



Izometrija
Forma osciliranja: 1/3 [$T=0.3696$ sec / $f=2.71$ Hz]

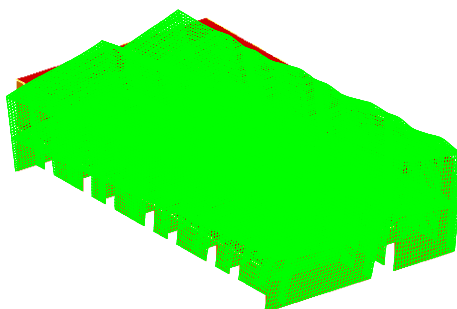
- Prikaz deformacije za 2. ton osciliranja ($T_1 = 0,1912$ s) – translacija u Y smjeru



Izometrija
Forma osciliranja: 2/3 [$T=0.1912$ sec / $f=5.23$ Hz]



- Prikaz deformacije za 3. ton osciliranja ($T_1 = 0,1781$ s) – rotacija



Izometrija
Forma osciliranja: 3/3 [$T=0.1781$ sec / $f=5.62$ Hz]

Za faktor ponašanja je usvojena vrijednost $q_x = 1,50$ i $q_y = 1,50$.

Slijedi ispis kvazistatičkog proračuna.

Seizmički proračun: EC8 (EN 1998) (Metoda poprečnih sila)

Razred tla: B
Razred važnosti: II ($\gamma=1.0$)
Odnos a_g/g : 0.12
Kota upetosti: $Z_d = 0.00$ m

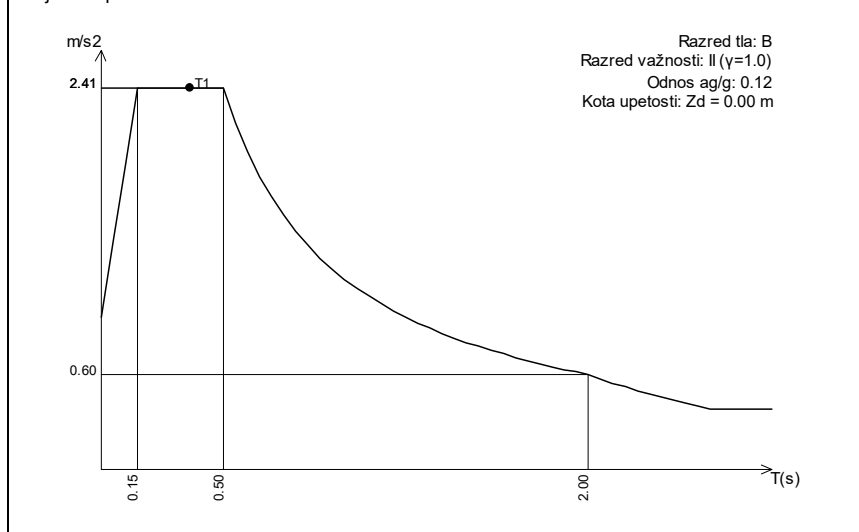
Kut djelovanja potresa:

Naziv	T [sec]	α [°]	Faktor P.
Aex - Potres X	0.370	0.00	1.50
Aey - Potres Y	0.191	90.00	1.50

Tip spektra

Naziv	S	Tb	Tc	Td
Aex - Potres X	1.200	0.150	0.500	2.000
Aey - Potres Y	1.200	0.150	0.500	2.000

Projektni spektar



Aex - Potres X

Raspored seizmičkih sila po visini objekta (Aex - Potres X)

Nivo	Z [m]	S [kN]
Poz. 200 - Strop 1. kata	5.60	920.02
Poz. 100 - Strop prizemlja	2.70	501.96
P1	1.35	0.00
Poz. 000 - Temelji	0.00	0.00
Σ=		1422.0

Aey - Potres Y

Raspored seizmičkih sila po visini objekta (Aey - Potres Y)

Nivo	Z [m]	S [kN]
Poz. 200 - Strop 1. kata	5.60	920.02
Poz. 100 - Strop prizemlja	2.70	501.96
P1	1.35	0.00
Poz. 000 - Temelji	0.00	0.00
Σ=		1422.0

Raspored masa po visini objekta

Nivo	Z [m]	X [m]	Y [m]	Masa [T]	T/m²
Poz. 200 - Strop 1. kata	5.60	11.32	6.48	276.50	0.94
Poz. 100 - Strop prizemlja	2.70	11.30	6.49	312.89	1.11
Poz. 000 - Temelji	0.00	11.34	6.89	51.68	
Ukupno:	3.73	11.31	6.52	641.07	

C.3.2.3 ANALIZA KRUTOSTI KONSTRUKCIJE

- PRORAČUN FAKTORA REDUKCIJE - ν -

- Za poredbeno povratno razdoblje potresa $T_{NCR} = 475$ godina $\rightarrow a_{gR}/g = 0,123$,
- Za poredbeno povratno razdoblje potresa $T_{NCR} = 95$ godina $\rightarrow a_{gR}/g = 0,059$,
- Faktor redukcije kojim se uzima u obzir kraći povratni period seizmičkog djelovanja koje se odnosi na granično stanje uporabljivosti:

$$\nu = 0,059 / 0,123 = 0,48$$

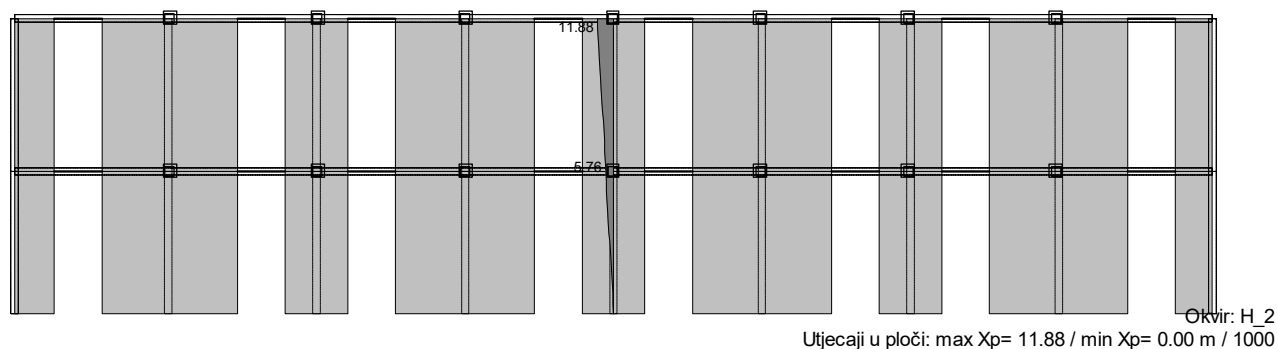
- Prema HRN EN 1998-1:2011 za građevine razreda važnosti II može se usvojiti faktor redukcije u iznosu : $\nu = 0,50$
- Daljnja analiza ograničenja horizontalnog pomaka provesti će se za vrijednost $\nu = 0,50$ čime je proračun na strani sigurnosti.

- KONTROLA HORIZONTALNOG POMAKA GRAĐEVINE -

U građevini je predviđena fasada od krutih materijala koji su vezani na glavnu nosivu konstrukciju građevine.

Stoga se za kontrolu relativnog katnog pomaka primjenjuje izraz: $d_r \times \nu \leq 0,005 \times h \rightarrow d_r \leq 0,01 \times h$

Opt. 4: Aex - Potres X



- Kontrola relativnog katnog pomaka -

Relativni horizontalni pomak podruma: $d_{x,e} = 5,76 \times 1,5 = 8,64$ mm $< 0,01 \times 2700 = 27,00$ mm

- Kontrola ukupnog horizontalnog pomaka vrha građevine -

Maksimalni elastični horizontalni pomak vrha zgrade iznosi:

$$\Delta_x = 11,88 \text{ mm} > H/500 = 5600/500 = 11,20 \text{ mm}$$

Maksimalni ukupni horizontalni pomak vrha zgrade iznosi:

$$\Delta_x = 11,88 \times 1,5 = 17,82 \text{ mm} < H/150 = 5600/150 = 37,33 \text{ mm}$$

Zaključak:

Provedena je kontrola horizontalnih pomaka građevine za seizmičko djelovanje u uzdužnom smjeru građevine, u kojem stabilnost i krutost konstrukcije na horizontalna djelovanja osiguravaju zidani zidovi od betonskih blokova debljine $d = 12$ cm. Za postojeću konstrukciju utvrđeno je da maksimalni elastični horizontalni pomak vrha zgrade prekoračuje granične vrijednosti, te da konstrukcija nema potrebnu krutost u uzdužnom smjeru. Postojeću konstrukciju je potrebno pojačati, te je kasnije u tekstu dan prijedlog pojačanja konstrukcije s ciljem da se postigne dovoljna krutost konstrukcije kako bi zadovoljila današnje propise. U modelu pojačane konstrukcije ponovo je provedena kontrola horizontalnih pomaka.

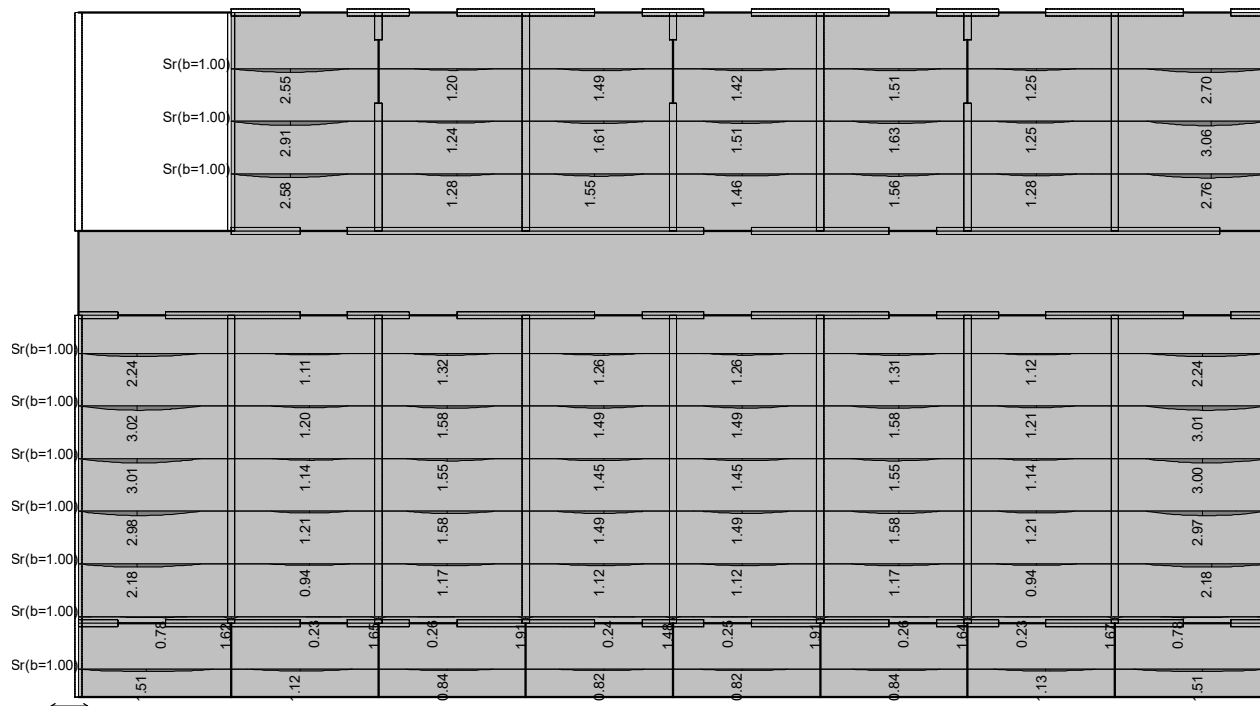
Aa - d.zona - Pravac 1 - max Aa1,d = cm²/m



POTREBNA ARMATURA PLOČE - DONJA ZONA - SMJER X - PROSJEČNO

Mjerodavno opterećenje: $1.35xI+1.35xII+1.50xIII$

EC 2 (EN 1992-1-1:2004), C 16, B 240, $a=2.00$ cm

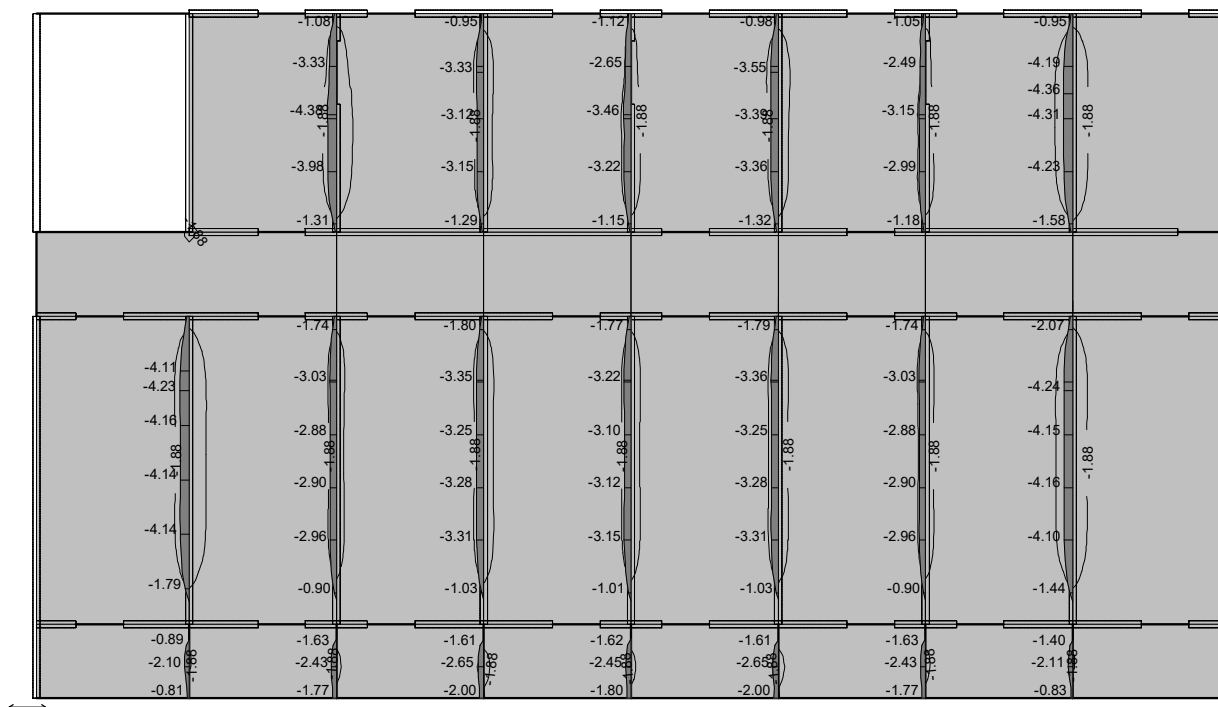


Nivo: Poz. 100 - Strop prizemlja [2.70 m]
Aa - d.zona - Pravac 1 - max $Aa1, d = \text{cm}^2/\text{m}$

POTREBNA ARMATURA PLOČE - GORNJA ZONA - SMJER X

Mjerodavno opterećenje: $1.35xI+1.35xII+1.50xIII$

EC 2 (EN 1992-1-1:2004), C 16, B 240, $a=2.00$ cm



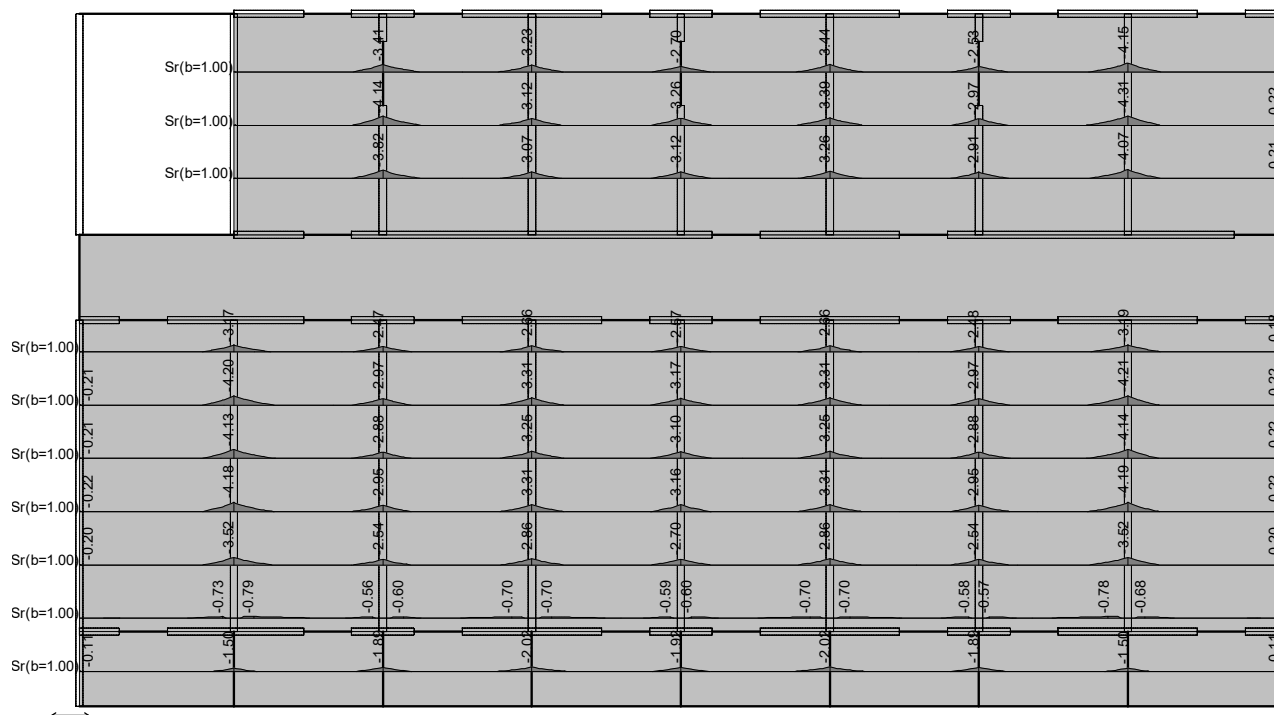
Nivo: Poz. 100 - Strop prizemlja [2.70 m]
Aa - g.zona - Pravac 1 - max $Aa1, g = \text{cm}^2/\text{m}$



POTREBNA ARMATURA PLOČE - GORNJA ZONA - SMJER X - PROSJEČNO

Mjerodavno opterećenje: 1.35xI+1.35xII+1.50xIII

EC 2 (EN 1992-1-1:2004), C 16, B 240, a=2.00 cm



Nivo: Poz. 100 - Strop prizemlja [2.70 m]
Aa - g.zona - Pravac 1 - max Aa1.g= cm²/m

Zaključak:

Stropne ploče stambenih krila su tanke armiranobetonske ploče debljine $h = 13,5$ cm, nosive su u jednom smjeru, na relativno malim rasponima od $L = 2,8$ m u središnjim poljima, te $L = 2,9$ m u rubnim poljima. Stropne ploče se oslanjaju na zidane zidove poprečnog smjera, te prilikom istražnih radova nisu uočeni nikakvi problemi glede nosive konstrukcije. Može se zaključiti da postojeće stropne ploče nije potrebno pojačavati, te da zadovoljavaju današnje propise.



C.3.2.4 PRORAČUN ZIDANIH ZIDOVA

KARAKTERISTIKE MATERIJALA

modul posmika za seizmiku	$G = E/6 =$	833.333	N/mm^2		83.33	kN/cm^2	(tbl.3.10 "Z.Sorić")
modul elastičnosti	$E =$	5000	N/mm^2	=	500.0	kN/cm^2	
površina zida	$A = dxL$						
	$G/E =$	0.167					
karakteristična posmična čvrstoća	$f_{vk0} =$	0.2	N/mm^2	=	0.007	kN/cm^2	(tbl.3.8 "Z.Sorić") (tbl.2.7 "Z.Sorić")
	MORT M5	$f_m =$	5.00	N/mm^2	=	0.50	kN/cm^2 (tbl.3.10 "Z.Sorić")
- Sljubenice morta moraju u potpunosti ispunjene biti ispunjene! (horizontalne i vertikalne)							

karakteristična tlačna čvrstoća:

$$f_k = 0.400 \text{ kN/cm}^2$$

Kategorija proizvodnje zidnih blokova: **II**

Razred izvedbe: **C**

'Parcijalni koeficijenti sigurnosti za svojstva materijala γ_M :

Parcijalni koeficijent sigurnosti za zide (izvanredna djelovanja)

(HRN ENV 1996 2.3.3.2)

γ_M		KATEGORIJA PROVJERE IZVEDBE		
		A	B	C
KATEGORIJA PROVJERE PROIZVODNJE	I	1.7	2.2	2.7
	II	2.0	2.5	3.0

(HRN ENV 1998-1-3, tbl.5.3)

γ_M		KATEGORIJA PROVJERE IZVEDBE		
		A	B	C
KATEGORIJA PROVJERE PROIZVODNJE	I	1.2	1.5	1.8
	II	1.4	1.7	2.0

za stalna i promijenljiva djelovanja:

$$\gamma_M = 3.0$$

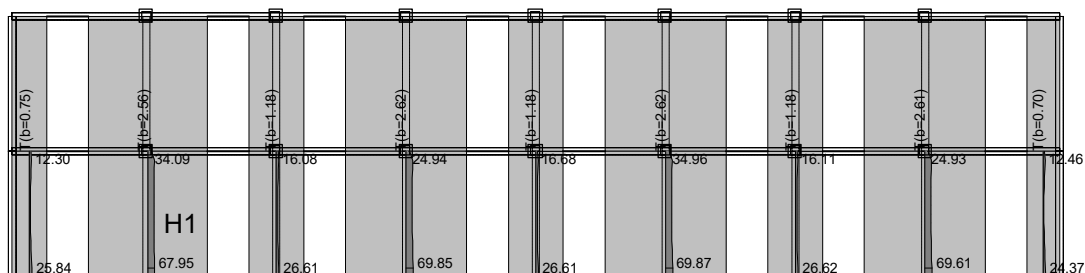
za izvanredna djelovanja:

$$\gamma_M = 2.0$$



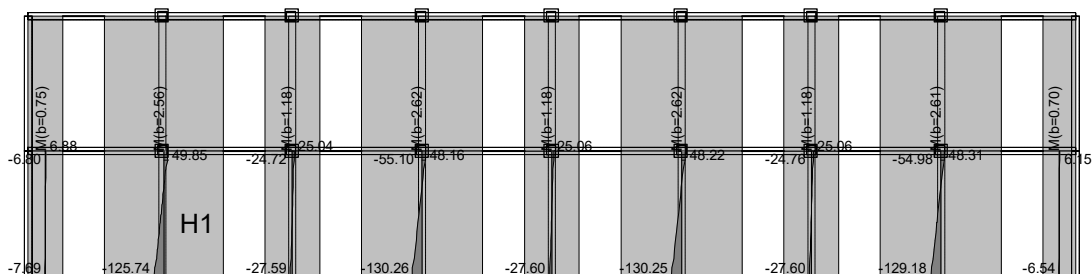
UNUTARNJE SILE

Opt. 4: Aex - Potres X



Okrir: H_2
Vektorski presjeci: Nns

Opt. 4: Aex - Potres X



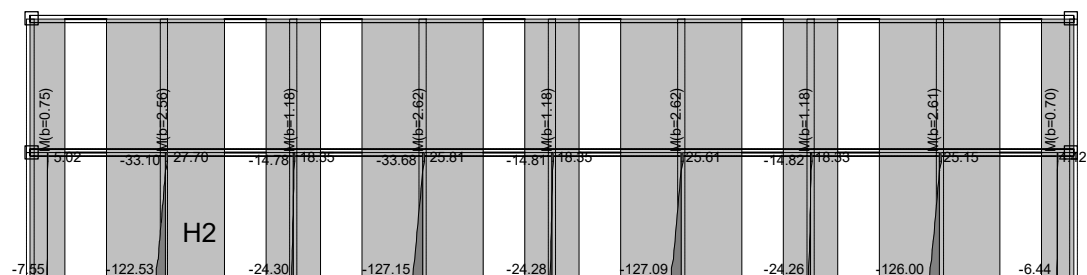
Okrir: H_2
Vektorski presjeci: Ns

Opt. 4: Aex - Potres X



Okrir: H_3
Vektorski presjeci: Nns

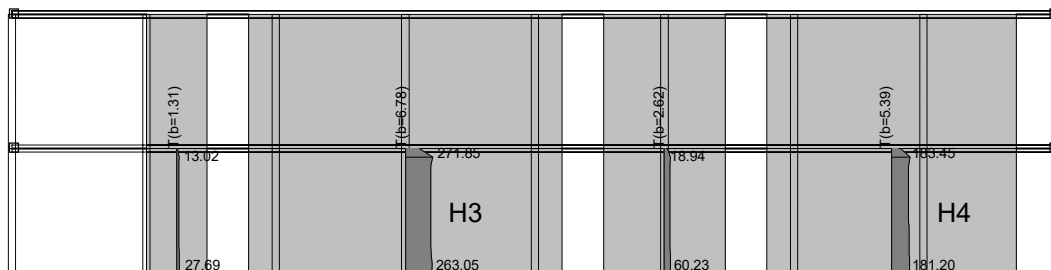
Opt. 4: Aex - Potres X



Okrir: H_3
Vektorski presjeci: Ns

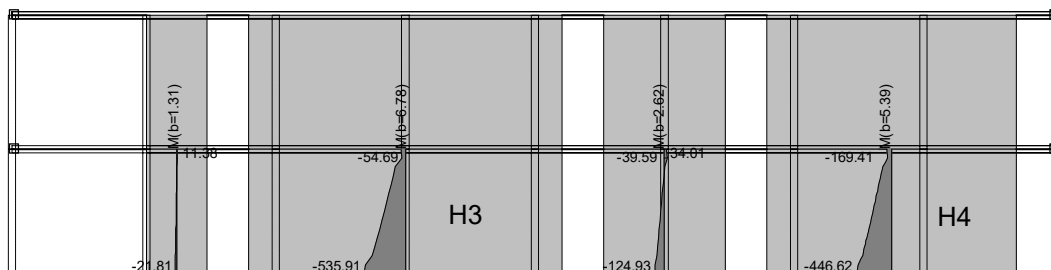


Opt. 4: Aex - Potres X



Okvir: H_4
Vektorski presjeci: Nns

Opt. 4: Aex - Potres X



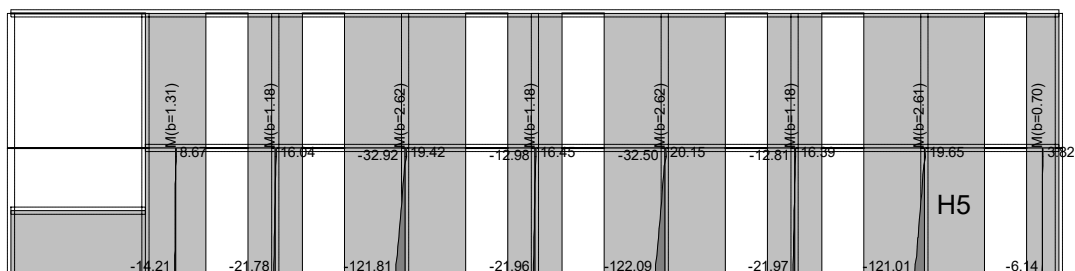
Okvir: H_4
Vektorski presjeci: Ns

Opt. 4: Aex - Potres X



Okvir: H_5
Vektorski presjeci: Nns

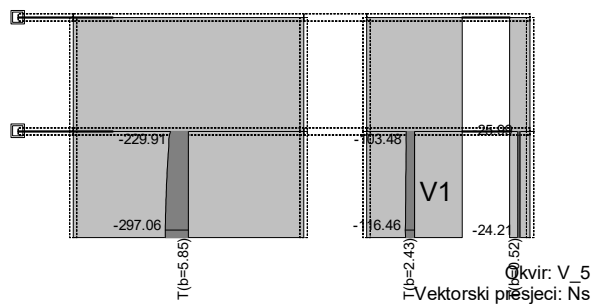
Opt. 4: Aex - Potres X



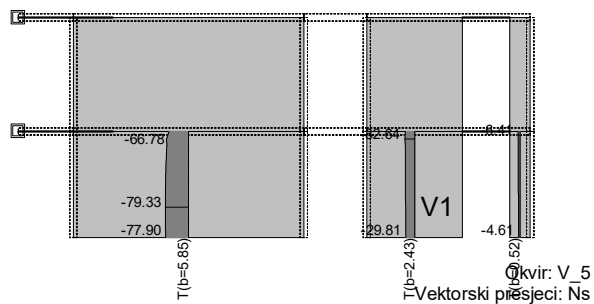
Okvir: H_5
Vektorski presjeci: Ns



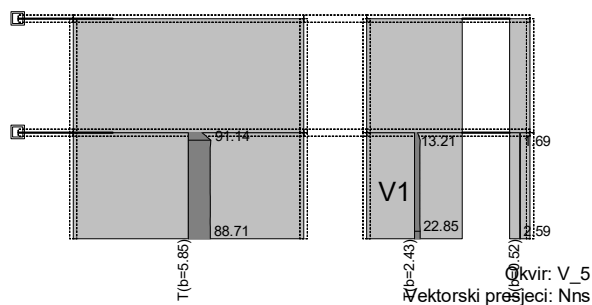
Opt. 7: I+II



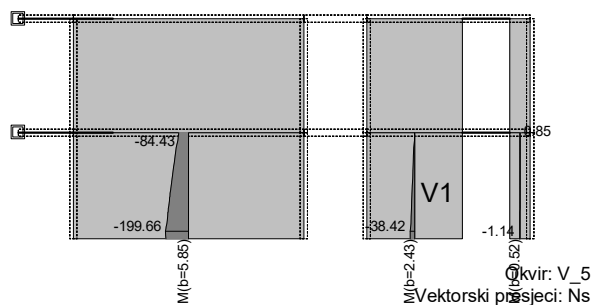
Opt. 3: Q - Uporabno opterećenje



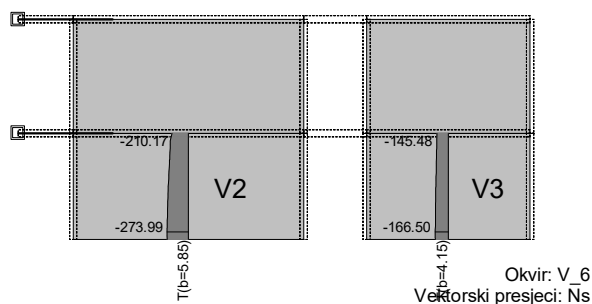
Opt. 5: Aey - Potres Y



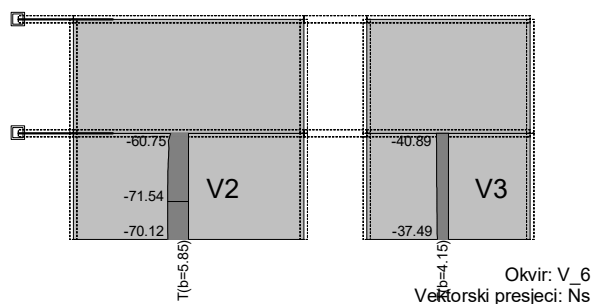
Opt. 5: Aey - Potres Y



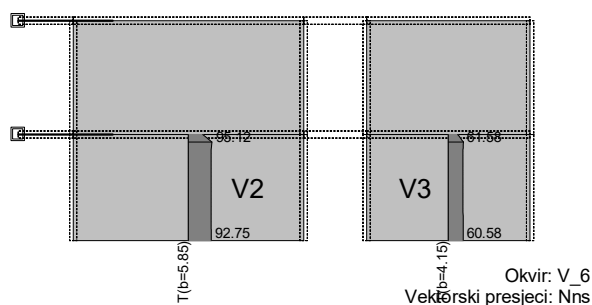
Opt. 7: I+II



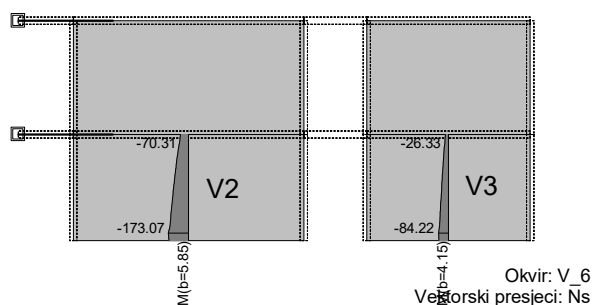
Opt. 3: Q - Uporabno opterećenje



Opt. 5: Aey - Potres Y



Opt. 5: Aey - Potres Y





ULAZNI PODACI

X - uzdužni smjer

	ZID	d	L	h	$A_i = d \cdot \frac{L}{L}$	ρn	h_f	Φ
rubni	H1	12	256	270	3072.0	1	270	0.293
srednji	H2	12	256	270	3072.0	0.75	202.5	0.537
srednji	H3	12	678	270	8136.0	0.75	202.5	0.537
srednji	H4	12	539	270	6468.0	0.75	202.5	0.537
rubni	H5	12	261	270	3132.0	1	270	0.293

Y - poprečni smjer

	ZID	d	L	h	$A_i = d \cdot \frac{L}{L}$	ρn	h_f	Φ
srednji	V1	19	243	270	4617.0	0.75	202.5	0.725
srednji	V2	19	585	270	11115.0	0.75	202.5	0.725
srednji	V3	19	415	270	7885.0	0.75	202.5	0.725

KONTROLA NOSIVOSTI NA VERTIKALNO OPTEREĆENJE

Proračunska vertikalna nosivost:

$$N_{Rd} = \Phi \times f_k \times A / \gamma_M$$

**Y - poprečni
smjer**

UVJET NOSIVOSTI

ZID	N_g	N_p	N_{sd}	N_{Rd}	$N_{Rd} > N_{sd}$	N_{sd}/N_{Rd}
H_1	116.00	79.00	275.10	446.34	ZADOVOLJAVA	62%
H_2	274.00	72.00	477.90	1074.52	ZADOVOLJAVA	44%
H_3	167.00	37.00	280.95	762.27	ZADOVOLJAVA	37%



KONTROLA NOSIVOSTI NA POPREČNE SILE

Proračunska nosivost na poprečnu silu za nearmirano zid:

$$V_{RD} = f_{vk} \times d \times L_c / \gamma_M$$

Kada nema serklaža

$$L_c = 3 \times (L/2 - MEd/N_{ed}) / \leq L$$

X - uzdužni smjer

UVJET NOSIVOSTI

ZID	M_{Sd}	V_{Sd}	L_c	$L_c < L$	V_{RD}	VRD > VSD	V_{Sd}/V_{Rd}
H1	126.00	68.00		256.0	30.72	NE ZADOVOLJAVA	221%
H2	123.00	57.00		256.0	30.72	NE ZADOVOLJAVA	186%
H3	536.00	263.00		678.0	81.36	NE ZADOVOLJAVA	323%
H4	446.00	181.00		539.0	64.68	NE ZADOVOLJAVA	280%
H5	121.00	55.00		261.0	31.32	NE ZADOVOLJAVA	176%

Y - poprečni smjer

UVJET NOSIVOSTI

ZID	M_{Sd}	V_{Sd}	L_c	$L_c (< L)$	V_{RD}	VRD > VSD	V_{Sd}/V_{Rd}
V1	38.00	23.00	306.04	243	69.37	ZADOVOLJAVA	33%
V2	173.00	93.00	727.50	585	165.95	ZADOVOLJAVA	56%
V3	84.00	61.00	498.97	415	112.25	ZADOVOLJAVA	54%

Zaključak:

Provedena je kontrola nosivosti zidanih zidova od betonskih blokova na vertikalno opterećenje i na horizontalno seizmičko opterećenje. Tanki zidani zidovi uzdužnog smjera, su pregradni zidani zidovi, te su u modelu zadani na način da ne preuzimaju vertikalna opterećenja, te služe isključivo kao ukrute u uzdužnom smjeru. Provedena je kontrola nosivosti tih zidova na poprečne seizmičke sile i utvrđeno je da nemaju dovoljnu nosivost, te je konstrukciju potrebno pojačati u tom smjeru. Stabilnost u poprečnom smjeru građevine osigurava veliki broj glavnih nosivih zidova debljine $d = 19$ cm, te konstrukcija zadovoljava u pogledu nosivosti i stabilnosti u tom smjeru građevine.

U nastavku je dan proračun pojačane konstrukcije, u kojoj se dio tankih zidova zamjenjuje armiranobetonskim zidovima debljine $d = 16$ cm, koji su proračunati tako da preuzimaju sva horizontalna seizmička djelovanja u uzdužnom smjeru građevine.



C.3.2.5 PRORAČUN GREDA NA MJESTIMA UKLANJANJA POPREČNIH ZIDOVA



Prikaz upisanih niova u model i karakteristika plošnih i štapnih elemenata

Tabela materijala

No	Naziv materijala	E[kN/m ²]	μ	γ [kN/m ³]	α [1/C]	E_m [kN/m ²]	μ_m
1	C 25/30	3.100e+7	0.20	25.00	1.000e-5	3.100e+7	0.20

Setovi točkastih ležajeva

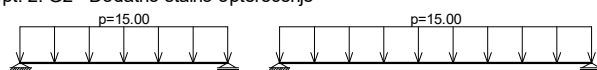
	K,R1	K,R2	K,R3	K,M1	K,M2	K,M3
1	1.000e+10	1.000e+10	1.000e+10			
2			1.000e+10			

Prikaz položaja i iznosa opterećenja

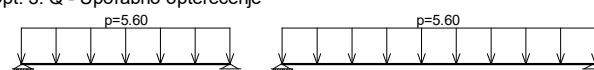
Lista slučajeva opterećenja

LC	Naziv
1	G1 - Vlastita težina konstrukcije (g)
2	G2 - Dodatno stalno opterećenje
3	Q - Uporabno opterećenje
4	Komb.: 1.35xI+1.35xII+1.5xIII
5	Komb.: I+II+III

Opt. 2: G2 - Dodatno stalno opterećenje

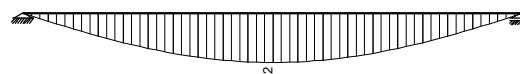


Opt. 3: Q - Uporabno opterećenje



Kontrola progiba

Opt. 5: I+II+III



Utjecaji u gredi: max $Z_p = -0.00$ / min $Z_p = -6.42$ m / 1000

A - $\delta = 3,59 \times 3,5 = 12,57$ mm < $4000 / 250 = 16,00$ mm - PROGIB ZADOVOLJAVA

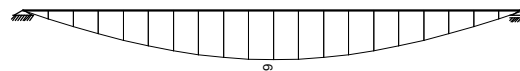
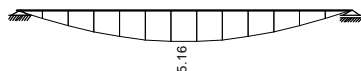
B - $\delta = 6,42 \times 3,5 = 22,47$ mm < $6000 / 250 = 24,00$ mm - PROGIB ZADOVOLJAVA

Prikaz potrebne armature greda

UZDUŽNA ARMATURA GREDA

Mjerodavno opterećenje: 1.35xI+1.35xII+1.50xIII

EC 2 (EN 1992-1-1:2004), C 25, B 500B

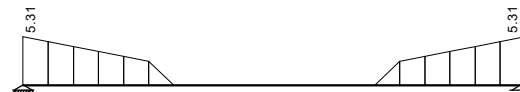
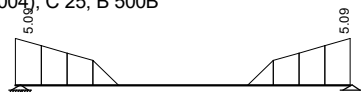


Armatura u gredama: max $A_{a2}/A_{a1} = \text{cm}^2$

POPREČNA ARMATURA GREDA

Mjerodavno opterećenje: 1.35xI+1.35xII+1.50xIII

EC 2 (EN 1992-1-1:2004), C 25, B 500B



Armatura u gredama: max $A_{sw} = \text{cm}^2$

Zaključak:

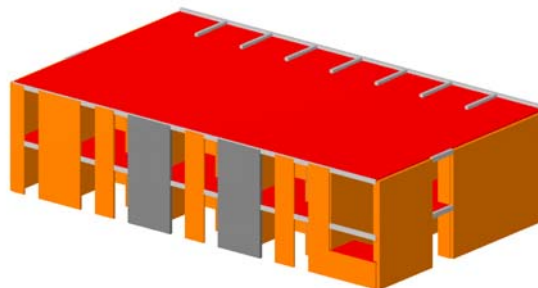
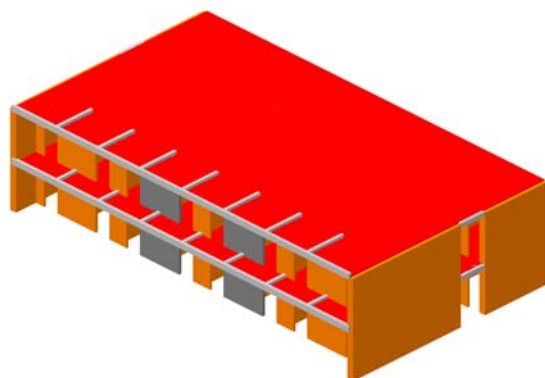
Na mjestu uklanjanja poprečnog zida duljine $L = 4,0$ m potrebno je izvesti gredu visine $h = 35$ cm, što rezultira sa svjetlim visinama u osima greda od $h \approx 2,15$ m. Na mjestu uklanjanja zida duljine $L = 6,0$ m potrebno je izvesti gredu visine $h = 50$ cm, što rezultira sa svjetlim visinama u osima greda od $h \approx 2,0$ m.



C/4. ANALIZA NOSIVOSTI POJAČANE KONSTRUKCIJE SUKLADNO VAŽEĆOJ TEHNIČKOJ REGULATIVI – STAMBENA KRILA

C.4.1. POJAČANJE ZIDANE KONSTRUKCIJE STAMBENIH KRILA GRAĐEVINE

C.4.1.1 PRIKAZ GEOMETRIJE NUMERIČKOG MODELA



Izometrija

Izometrija

Prikaz upisanih nivoa u model i karakteristika plošnih i štapnih elemenata

Schema nivoa

Naziv	z [m]	h [m]
Poz. 200 - Strop 1. kata	5.60	2.90
Poz. 100 - Strop prizemlja	2.70	1.35
P1	1.35	1.35
Poz. 000 - Temelji	0.00	

Tabela materijala

No	Naziv materijala	E[kN/m ²]	μ	γ [kN/m ³]	α [1/C]	Em[kN/m ²]	μ_m
1	C 16/20	2.900e+7	0.20	25.00	1.000e-5	2.900e+7	0.20
2	Betonski blokovi	5.000e+6	0.25	14.00	1.000e-5	5.000e+6	0.25
3	C 25/30	3.100e+7	0.20	25.00	1.000e-5	3.100e+7	0.20

Setovi ploča

No	d[m]	e[m]	Materijal	Tip proračuna	Ortotropija	E2[kN/m ²]	G[kN/m ²]	α
<1>	0.135	0.068	1	Tanka ploča	Anizotropna	0.000e+0	0.000e+0	0.00
<2>	0.135	0.068	1	Tanka ploča	Anizotropna	0.000e+0	0.000e+0	90.00
<3>	0.170	0.085	1	Tanka ploča	Anizotropna	0.000e+0	0.000e+0	0.00
<4>	0.120	0.060	2	Opeka/Blokovi	Izotropna			
ST: Em x 0.1, E x 0.1, γ x 1; SE: Em x 0.001, E x 0.001, γ x 1;								
<5>	0.190	0.095	2	Opeka/Blokovi	Izotropna			
ST: Em x 1, E x 1, γ x 1; SE: Em x 0.1, E x 1, γ x 1;								
<6>	0.380	0.190	2	Opeka/Blokovi	Izotropna			
ST: Em x 1, E x 1, γ x 1; SE: Em x 0.1, E x 1, γ x 1;								
<7>	0.160	0.080	3	Tanka ploča	Izotropna			
ST: Em x 1, E x 1, γ x 1; SE: Em x 0.5, E x 1, γ x 1;								

Setovi linijskih ležajeva

Set	K.R1	K.R2	K.R3	K.M1	Tlo [m]
1	1.000e+10	1.000e+10	1.000e+10		

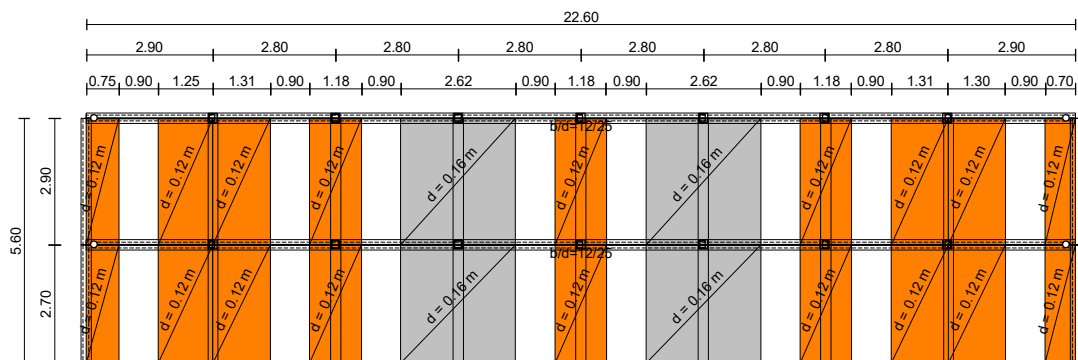
Slijedi prikaz geometrije i upisanog opterećenja na nosivu konstrukciju.

U ispisu horizontalnih konstrukcijskih elemenata, crkana linija u ispisu geometrija predstavlja zid IZNAD ploče, a puna linija zid ISPOD ploče.

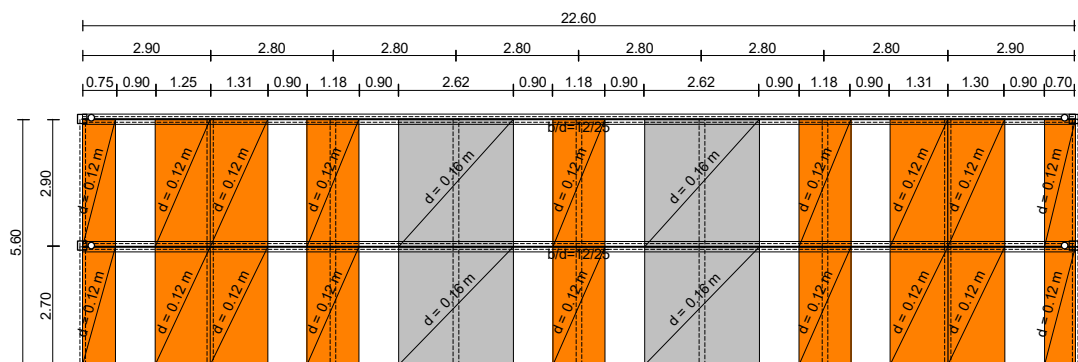
U ispisu vertikalnih konstrukcijskih elemenata, crkana linija u ispisu geometrije predstavlja zid ISPRED promatranog okvira, a puna linija zid IZA promatranog okvira.



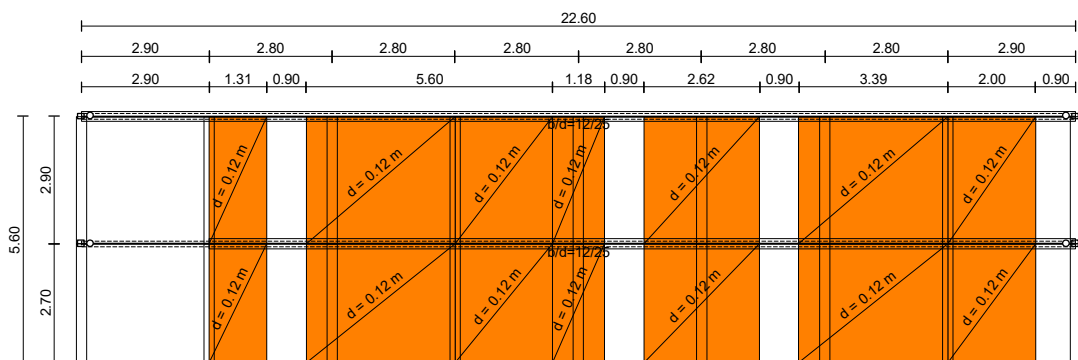
Prikaz geometrije vertikalnih konstrukcijskih elemenata u kojima se izvođe pojačanja



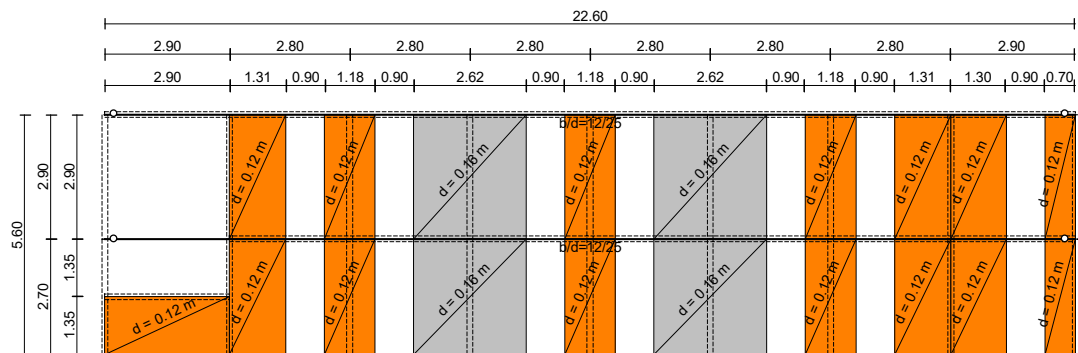
Okvir: H_2



Okvir: H_3



Okvir: H_4



Okvir: H_5

C.4.1.2 PRIKAZ POLOŽAJA I IZNOSA OPTEREĆENJA

HORIZONTALNO OPTEREĆENJE

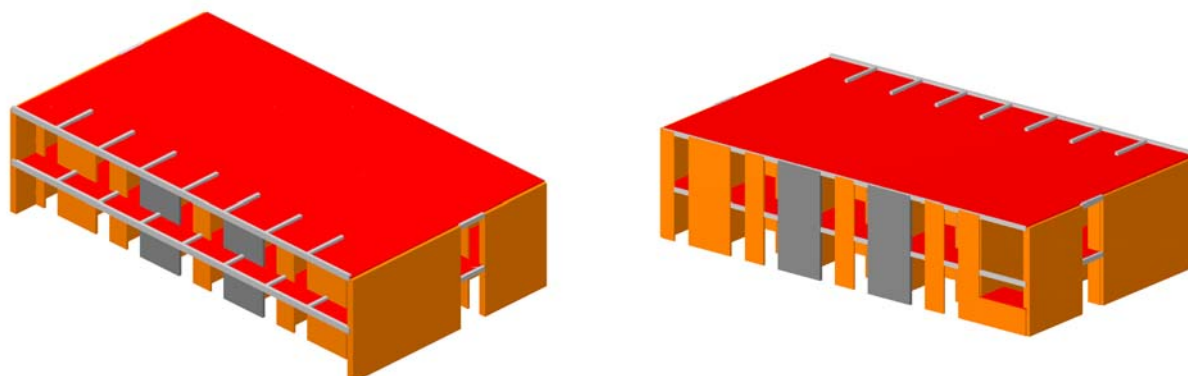
SEIZMIČKO OPTEREĆENJE NA GRAĐEVINU

Prema normi HRN EN 1998-1:2011: Eurokod 8: Projektiranje konstrukcija otpornih na potres -- 1. dio: Opća pravila, potresna djelovanja i pravila za zgrade (EN 1998-1:2004/AC:2009) i odgovarajućem nacionalnom aneksu građevina se nalazi u potresnom području s ubrzanjem $a_{gR} = 0,123 \times g$ pri čemu faktor važnosti građevine iznosi $\gamma_I = 1,0$. Ulazni podaci za proračun su dani u poglavlju C.2.2.

Proračun građevine na seizmičko opterećenje provodi se metodom bočnih sila (kvazistatički proračun). Slijedi prikaz rezultata modalne analize da se dobije raspored masa po točno upisanim razinama i proračun sila koje je su unešene u model.

Modalna analiza konstrukcije

Modalna analiza provedena je na prostornom modelu gdje je upisana cijela nosiva zidana konstrukcija građevine kako bi se što točnije utvrdilo ponašanje konstrukcije kao i zbroj efektivnih modalnih masa za razmatrane vlastite oblike osciliranja. Prikaz prostornog modela kao i rezultati modalne analize prikazani su ispod.



Prikaz modela nosive konstrukcije na kojem je provedena modalna analiza i proračun

Svi zidani zidovi su modelirani s opcijom da u seizmičkom proračunu imaju umanjenu uzdužnu krutost u ravnini za 90 %, a novi armiranobetonski za 50%. Ploče i grede su modelirane s opcijom da u seizmičkom proračunu imaju umanjenu krutost na savijanje 50 %, sukladno zahtjevu normi HRN EN 1998-1:2011 i HRN EN 1998-1:2011/NA:2011.

Također u rubnim uvjetima na spoju između zidova te zidova i stropnih ploča oslobođeno je savijanje okomito na ravninu kako bi se spriječila upetost tih elemenata jednih u druge.

Svi AB elementi postojeće konstrukcije upisani su i proračunati s betonom razreda MB20, tj. C16/20, dok su novi AB zidovi, koji se izvode kao pojačanja postojeće konstrukcije, upisani i proračunati s betonom razreda C25/30.

Proračun je pooden na beskonačno krutim osloncima. Vidi ispis geometrije osnovnog proračunskog prostornog modela.

Rezultati modalne analize na prostornom modelu

Napredne opcije seizmičkog proračuna:

Mase grupirane u nivoima izabranih ploča	
Ploče - redukcija krutosti na savijanje:	0.500
Grede - redukcija krutosti na savijanje:	0.500
Stupovi - redukcija krutosti na savijanje:	0.500
Spriječeno osciliranje u Z pravcu	

Faktori opterećenja za proračun masa

No	Naziv	Koeficijent
1	G1 - Vlastita težina konstrukcije (g)	1.00
2	G2 - Dodatno stalno opterećenje	1.00
3	Q - Uporabno opterećenje	0.30



Raspored masa po visini objekta

Nivo	Z [m]	X [m]	Y [m]	Masa [T]	T/m²
Poz. 200 - Strop 1. kata	5.60	11.33	6.50	286.48	0.98
Poz. 100 - Strop prizemlja	2.70	11.31	6.53	328.32	1.17
Poz. 000 - Temelji	0.00	11.34	6.91	56.32	
Ukupno:	3.71	11.32	6.55	671.11	

Položaj centara krutosti po visini objekta (približna metoda)

Nivo	Z [m]	X [m]	Y [m]
Poz. 200 - Strop 1. kata	5.60	11.30	7.37
Poz. 100 - Strop prizemlja	2.70	11.30	7.37
Poz. 000 - Temelji	0.00	11.30	7.50

Ekscentricitet po visini objekta (približna metoda)

Nivo	Z [m]	eox [m]	eoy [m]
Poz. 200 - Strop 1. kata	5.60	0.03	0.87
Poz. 100 - Strop prizemlja	2.70	0.01	0.84
Poz. 000 - Temelji	0.00	0.04	0.59

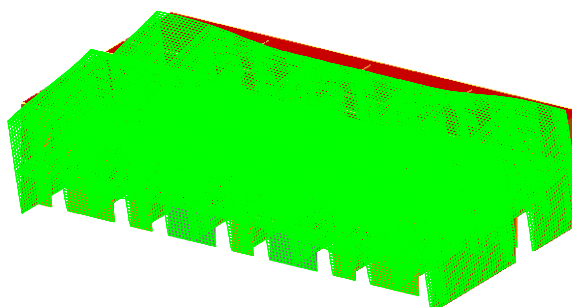
Periodi osciliranja konstrukcije

No	T [s]	f [Hz]
1	0.1992	5.0199
2	0.1915	5.2221
3	0.1660	6.0242

Glede ponašanja nosive konstrukcije pregledom oblika osciliranja može se zaključiti da je prvi ton translatorno osciliranje konstrukcije u uzdužnom (X) smjeru, drugi ton translatorno osciliranje građevine u poprečnom (Y) smjeru, dok je treći ton je torzijsko osciliranje.

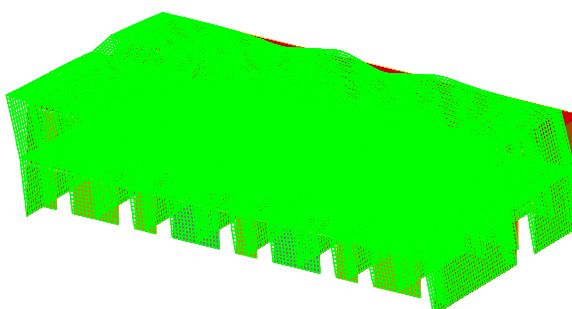
Slijedi prikaz prva tri osnovna tona osciliranja.

- Prikaz deformacije za 1. ton osciliranja ($T_1 = 0,1992$ s) – translacija u Y smjeru



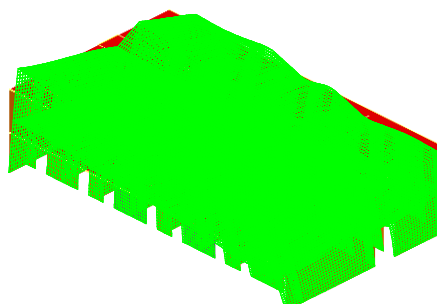
Izometrija
Forma osciliranja: 1/3 [$T=0.1992$ sec / $f=5.02$ Hz]

- Prikaz deformacije za 2. ton osciliranja ($T_1 = 0,1915$ s) – translacija u X smjeru



Izometrija
Forma osciliranja: 2/3 [$T=0.1915$ sec / $f=5.22$ Hz]

- Prikaz deformacije za 3. ton osciliranja ($T_1 = 0,1660$ s) – rotacija



Izometrija
Forma osciliranja: 3/3 [$T=0.1660$ sec / $f=6.02$ Hz]



Za faktor ponašanja je usvojena vrijednost $q_x = 2,00$ i $q_y = 1,50$. Slijedi ispis kvazistatičkog proračuna.

Seizmički proračun: EC8 (EN 1998) (Metoda poprečnih sila)

Razred tla: B
Razred važnosti: II ($\gamma=1.0$)
Odnos a_g/g : 0.12
Kota upetosti: $Z_d = 0.00$ m

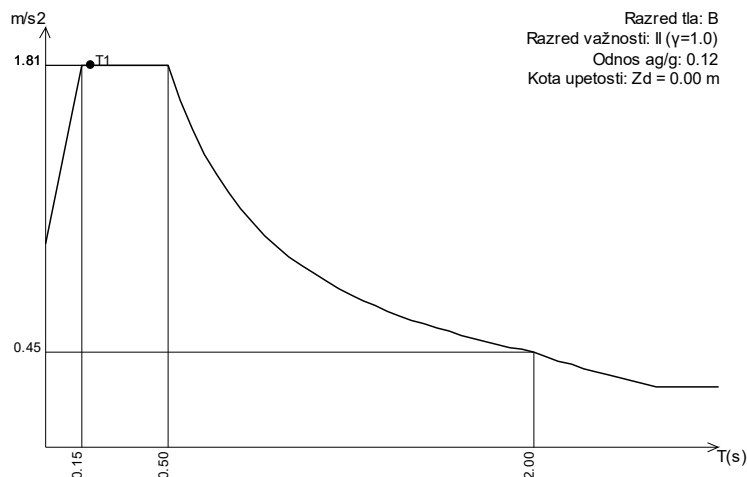
Kut djelovanja potresa:

Naziv	T [sec]	α [°]	Faktor P.
Aex - Potres X	0.191	0.00	2.00
Aey - Potres Y	0.199	90.00	1.50

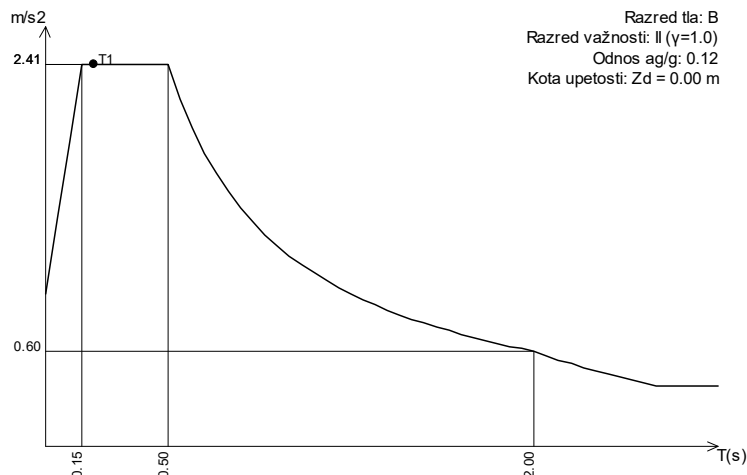
Tip spektra

Naziv	S	T _b	T _c	T _d
Aex - Potres X	1.200	0.150	0.500	2.000
Aey - Potres Y	1.200	0.150	0.500	2.000

Projektni spektar - Aex - Potres X



Projektni spektar - Aey - Potres Y



Aex - Potres X

Raspored seizmičkih sila po visini objekta (Aex - Potres X)

Nivo	Z [m]	S [kN]
Poz. 200 - Strop 1. kata	5.60	716.53
Poz. 100 - Strop prizemlja	2.70	395.92
P1	1.35	0.00
Poz. 000 - Temelji	0.00	0.00
Σ=		1112.5

Aey - Potres Y

Raspored seizmičkih sila po visini objekta (Aey - Potres Y)

Nivo	Z [m]	S [kN]
Poz. 200 - Strop 1. kata	5.60	955.38
Poz. 100 - Strop prizemlja	2.70	527.89
P1	1.35	0.00
Poz. 000 - Temelji	0.00	0.00
Σ=		1483.3

Raspored masa po visini objekta

Nivo	Z [m]	X [m]	Y [m]	Masa [T]	T/m²
Poz. 200 - Strop 1. kata	5.60	11.33	6.50	286.48	0.98
Poz. 100 - Strop prizemlja	2.70	11.31	6.53	328.32	1.17
Poz. 000 - Temelji	0.00	11.34	6.91	56.32	
Ukupno:	3.71	11.32	6.55	671.11	



C.4.1.3 ANALIZA KRUTOSTI KONSTRUKCIJE

- PRORAČUN FAKTORA REDUKCIJE - ν -

- Za poredbeno povratno razdoblje potresa $T_{NCR} = 475$ godina $\rightarrow a_{gR}/g = 0,123$,
- Za poredbeno povratno razdoblje potresa $T_{NCR} = 95$ godina $\rightarrow a_{gR}/g = 0,059$,
- Faktor redukcije kojim se uzima u obzir kraći povratni period seizmičkog djelovanja koje se odnosi na granično stanje uporabljivosti:

$$\nu = 0,059 / 0,123 = 0,48$$

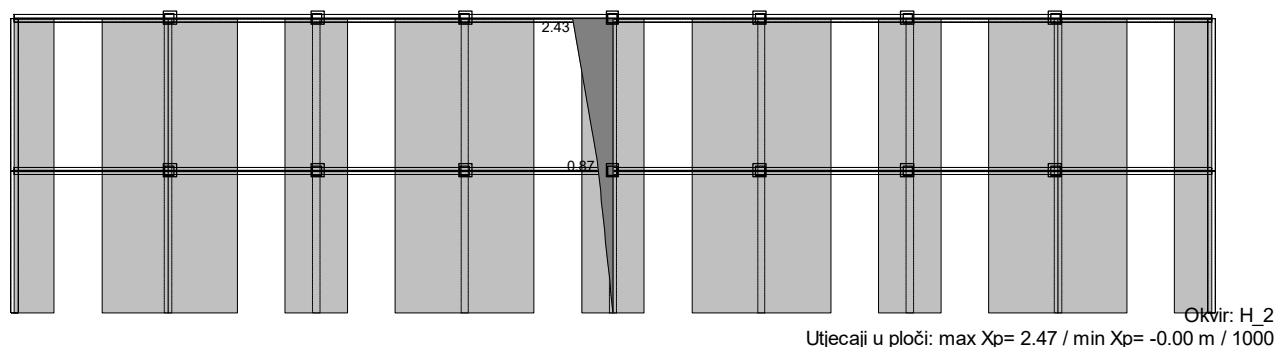
- Prema HRN EN 1998-1:2011 za građevine razreda važnosti II može se usvojiti faktor redukcije u iznosu : $\nu = 0,50$
- Daljnja analiza ograničenja horizontalnog pomaka provesti će se za vrijednost $\nu = 0,50$ čime je proračun na strani sigurnosti.

- KONTROLA HORIZONTALNOG POMAKA GRAĐEVINE -

U građevini je predviđena fasada od krutih materijala koji su vezani na glavnu nosivu konstrukciju građevine.

Stoga se za kontrolu relativnog katnog pomaka primjenjuje izraz: $d_r \times \nu \leq 0,005 \times h \rightarrow d_r \leq 0,01 \times h$

Opt. 4: Aex - Potres X



- Kontrola relativnog katnog pomaka -

Relativni horizontalni pomak podruma: $d_{x,e} = 0,87 \times 2,0 = 1,74 \text{ mm} < 0,01 \times 2700 = 27,00 \text{ mm}$

- Kontrola ukupnog horizontalnog pomaka vrha građevine -

Maksimalni elastični horizontalni pomak vrha zgrade iznosi:

$$\Delta_x = 2,43 \text{ mm} < H/500 = 5600/500 = 11,20 \text{ mm}$$

Maksimalni ukupni horizontalni pomak vrha zgrade iznosi:

$$\Delta_x = 2,43 \times 2,0 = 4,86 \text{ mm} < H/150 = 5600/150 = 37,33 \text{ mm}$$



C.4.1.4 PRORAČUN AB ZIDOVA

Proračun unutarnjih proračunskih sila proveden je na prostornom modelu u programu Tower. U programu će se napraviti automatsko dimenzioniranje uzdužne i posmične armature na temelju proračunskih unutarnjih sila.

Budući da program nema opciju povećanja posmične sile sukladno sukladno normi HRN EN 1998-1:2011, potrebno je u odabiru armature usvojiti 50% veću posmičnu armaturu od proračunate u programu Tower.

Također program nema mogućnost kontrole dimenzija i tlačnih naprezanja kod zidova, stupova i zidnih nosača sukladno normama HRN EN 1992-1-1:2013 i HRN EN 1998-1:2011. Kontrola dimenzija i naprezanja će se provesti ručno na najkritičnijim elementima sukladno izrazima koji su navedeni ispod.

a) Minimalna debljina zidova prema HRN EN 1998-1:2011

- debljina zida: $b_w \geq \max \{15 \text{ cm}, h_{w,eff} / 20\}$

- za zid pridržan gore i dole

$$\rightarrow h_{w,eff} = 1,0 \cdot h_s$$

- za zid pridržan s tri strane

$$\rightarrow h_{w,eff} = \frac{1,0}{1 + \left[\frac{h_s}{3L} \right]^2} \cdot h_s \quad (\text{za } h_s \leq 3,5 \cdot L)$$

$$\rightarrow h_{w,eff} = \frac{1,5 \cdot L}{h_s} \cdot h_s = 1,5 \cdot L \quad (\text{za } h_s > 3,5 \cdot L)$$

- za zid pridržan na sve četiri strane

$$\rightarrow h_{w,eff} = \frac{1,0}{1 + \left[\frac{h_s}{L} \right]^2} \cdot h_s \quad (\text{za } h_s \leq 1,15 \cdot L)$$

$$\rightarrow h_{w,eff} = 0,5 \cdot L \quad (\text{za } h_s > 1,15 \cdot L)$$

b) Kontrola tlačnih naprezanja u zidovima

- kontrola tlačnog naprezanja u zidovima prema HRN EN 1992-1-1:2013: $N_{Ed} \leq 0,85 \cdot f_{cd} \cdot t \cdot L$

- kontrola tlačnog naprezanja u zidovima prema HRN EN 1998-1:2011: $N_{Ed} \leq 0,40 \cdot f_{cd} \cdot t \cdot L$

d) Kontrola posmičnih naprezanja u zidovima i veznim gredama prema HRN EN 1998-1:2011

- Ograničenje maksimalne poprečne sile iznosi: $V_{Ed} \leq V_{Rd,max} = 0,5 \cdot 0,6 \cdot \left[1 - \frac{f_{ck}}{250} \right] \cdot f_{cd} \cdot t \cdot 0,8 \cdot L$

- za beton C25/30 $\rightarrow V_{Rd,max} = 0,36 \cdot t \cdot L \quad (t \text{ i } L \text{ su u cm})$

Pri odabiru armature pojedinih elemenata potrebno je poštivati sljedeće izraze:

c) Minimalna armatura zidova

Vrijedi $4t \leq L$

- Vertikalna armatura:

- prema HRN EN 1992-1-1:2013

$$A_{sv,min} = \pm 0,001 \times A_c [\text{cm}^2]$$

$$A_{sv,max} = \pm 0,02 \times A_c [\text{cm}^2]$$

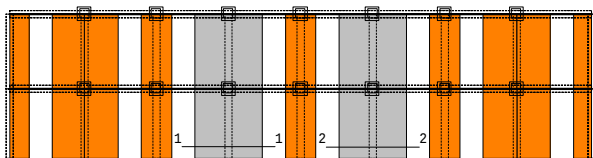
- Horizontalna armatura:

- prema HRN EN 1992-1-1:2013

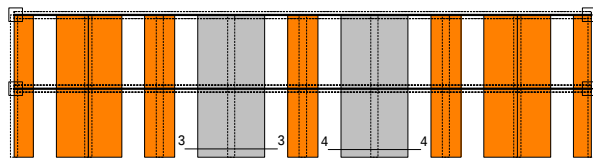
$$A_{sh,min} = \pm 0,25 \times A_{sv,min} \geq \pm 0,0005 \times A_c [\text{cm}^2]$$

- Rubna vertikalna vlačna armatura:

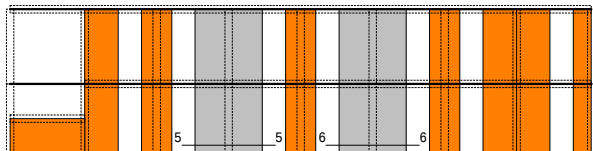
$$A_{s,min} = 0,0015 \times A_c [\text{cm}^2]$$



Okvir: H_2
Dispozicija presjeka

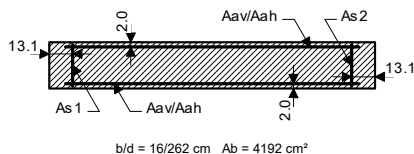


Okvir: H_3
Dispozicija presjeka



Okvir: H_5
Dispozicija presjeka

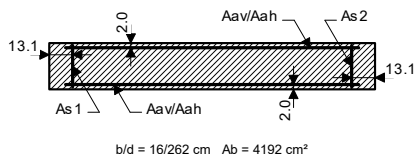
Presjek 1 - 1 (Z=0.45m)
EC 2 (EN 1992-1-1:2004)
C 25 ($\gamma_C = 1.50$, $\gamma_S = 1.15$) [SP]
Kutna armatura B 500B
Uzdužna armatura B 500B
Dimenzioniranje grupe slučajeva opterećenja: 6
-8 (ULS)



Mjerodavna kombinacija za savijanje: I+II+0.30xIII+IV
Mjerodavna kombinacija za posmik: I+II+0.30xIII+IV
Msd = -737.43 kNm
Nsd = -301.90 kN
Vsd = -197.79 kN (Vrd,max = 1679.49 kN)

$\epsilon_b/\epsilon_a = -3.323/25.000 \text{ ‰}$
As1 = 0.74 cm² (min:0.00)
As2 = 0.74 cm² (min:0.00)
Aav = $\pm 1.26 \text{ cm}^2/\text{m}$ (min: ± 0.00)
Aah = $\pm 1.02 \text{ cm}^2/\text{m}$ (min: ± 0.00)

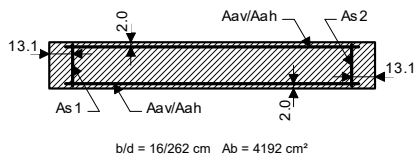
Presjek 2 - 2 (Z=0.43m)
EC 2 (EN 1992-1-1:2004)
C 25 ($\gamma_C = 1.50$, $\gamma_S = 1.15$) [SP]
Kutna armatura B 500B
Uzdužna armatura B 500B
Dimenzioniranje grupe slučajeva opterećenja: 6
-8 (ULS)



Mjerodavna kombinacija za savijanje: I+II+0.30xIII+IV
Mjerodavna kombinacija za posmik: I+II+0.30xIII+IV
Msd = -743.22 kNm
Nsd = -302.28 kN
Vsd = -200.62 kN (Vrd,max = 1679.52 kN)

$\epsilon_b/\epsilon_a = -3.341/25.000 \text{ ‰}$
As1 = 0.76 cm² (min:0.00)
As2 = 0.76 cm² (min:0.00)
Aav = $\pm 1.28 \text{ cm}^2/\text{m}$ (min: ± 0.00)
Aah = $\pm 1.03 \text{ cm}^2/\text{m}$ (min: ± 0.00)

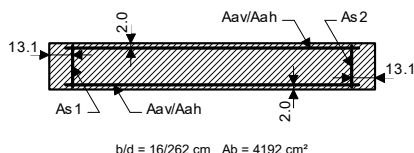
Presjek 3 - 3 (Z=0.32m)
EC 2 (EN 1992-1-1:2004)
C 25 ($\gamma_C = 1.50$, $\gamma_S = 1.15$) [SP]
Kutna armatura B 500B
Uzdužna armatura B 500B
Dimenzioniranje grupe slučajeva opterećenja: 6
-8 (ULS)



Mjerodavna kombinacija za savijanje: I+II+0.30xIII+IV
Mjerodavna kombinacija za posmik: I+II+0.30xIII+IV
Msd = -754.78 kNm
Nsd = -154.63 kN
Vsd = -189.01 kN (Vrd,max = 1646.25 kN)

$\epsilon_b/\epsilon_a = -3.174/25.000 \text{ ‰}$
As1 = 1.12 cm² (min:0.00)
As2 = 1.12 cm² (min:0.00)
Aav = $\pm 1.89 \text{ cm}^2/\text{m}$ (min: ± 0.00)
Aah = $\pm 0.97 \text{ cm}^2/\text{m}$ (min: ± 0.00)

Presjek 4 - 4 (Z=0.30m)
EC 2 (EN 1992-1-1:2004)
C 25 ($\gamma_C = 1.50$, $\gamma_S = 1.15$) [SP]
Kutna armatura B 500B
Uzdužna armatura B 500B
Dimenzioniranje grupe slučajeva opterećenja: 6
-8 (ULS)



Mjerodavna kombinacija za savijanje: I+II+0.30xIII+IV
Mjerodavna kombinacija za posmik: I+II+0.30xIII+IV
Msd = -765.51 kNm
Nsd = -157.58 kN
Vsd = -190.30 kN (Vrd,max = 1646.86 kN)

$\epsilon_b/\epsilon_a = -3.208/25.000 \text{ ‰}$
As1 = 1.13 cm² (min:0.00)
As2 = 1.13 cm² (min:0.00)
Aav = $\pm 1.92 \text{ cm}^2/\text{m}$ (min: ± 0.00)
Aah = $\pm 0.98 \text{ cm}^2/\text{m}$ (min: ± 0.00)



**RADIONICA
STATIKE**

Ulica Andrije Kačića
Miošića 22, 10000 Zagreb

GRAĐEVINA: **HOTEL BELLEVUE**, k.č. 3, k.o. Plitvička jezera

INVESTITOR: **JAVNA USTANOVA NP PLITVIČKA JEZERA**

Josipa Jovića 19, Plitvička jezera, OIB: 91109303119

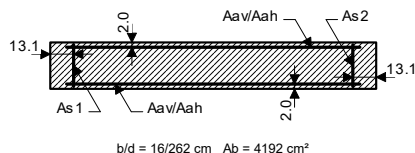
Stranica:

65

Datum:

srpanj 2019.

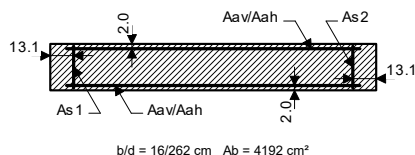
Presjek 5 - 5 (Z=0.32m)
EC 2 (EN 1992-1-1:2004)
C 25 ($\gamma_c = 1.50$, $\gamma_s = 1.15$) [SP]
Kutna armatura B 500B
Uzdužna armatura B 500B
Dimenzioniranje grupe slučajeva opterećenja: 6
-8 (ULS)



Mjerodavna kombinacija za savijanje: I+II+0.30xIII+IV
Mjerodavna kombinacija za posmik: I+II+0.30xIII+IV
Msd = -687.22 kNm
Nsd = -159.84 kN
Vsd = -164.50 kN (Vrd,max = 1647.69 kN)

$\epsilon_b/\epsilon_a = -2.982/25.000 \text{ ‰}$
As1 = 0.96 cm² (min:0.00)
As2 = 0.96 cm² (min:0.00)
Aav = $\pm 1.64 \text{ cm}^2/\text{m}$ (min: ± 0.00)
Aah = $\pm 0.84 \text{ cm}^2/\text{m}$ (min: ± 0.00)

Presjek 6 - 6 (Z=0.32m)
EC 2 (EN 1992-1-1:2004)
C 25 ($\gamma_c = 1.50$, $\gamma_s = 1.15$) [SP]
Kutna armatura B 500B
Uzdužna armatura B 500B
Dimenzioniranje grupe slučajeva opterećenja: 6
-8 (ULS)



Mjerodavna kombinacija za savijanje: I+II+0.30xIII+IV
Mjerodavna kombinacija za posmik: I+II+0.30xIII+IV
Msd = -685.82 kNm
Nsd = -166.58 kN
Vsd = -166.77 kN (Vrd,max = 1649.19 kN)

$\epsilon_b/\epsilon_a = -2.987/25.000 \text{ ‰}$
As1 = 0.95 cm² (min:0.00)
As2 = 0.95 cm² (min:0.00)
Aav = $\pm 1.60 \text{ cm}^2/\text{m}$ (min: ± 0.00)
Aah = $\pm 0.86 \text{ cm}^2/\text{m}$ (min: ± 0.00)

Zaključak:

Provedena je kontrola horizontalnih pomaka pojačane konstrukcije te kontrola dodanih armiranobetonskih zidova na poprečne seizmičke sile. Uzdužni tanki zidani zidovi su pregradni zidovi, te su u modelu upisani na način da ne preuzimaju ni vertikalna ni horizontalna opterećenja, nego djeluju samo kao opterećenje. Prikazani su i radi lakšeg snalaženja, te da se bolje prikaže na kojim dijelovima dolaze armiranobetonski zidovi. Pojačana konstrukcija ima dostatnu krutost i u uzdužnom i u poprečnom smjeru, te zadovoljava danas važeće propise i tehničku regulativu.

U Zagrebu, srpanj 2019.g.

Projektant:

Dr.sc. Josip Galić, dipl.ing.građ.

HRVATSKA KOMORA INŽENJERA GRAĐEVINARSTVA
dr.sc. Josip Galić
dipl.ing.građ.
Ovlašteni inženjer građevinarstva
G 3853



**RADIONICA
STATIKE**

Ulica Andrije Kačića
Miošića 22, 10000 Zagreb

GRAĐEVINA: **HOTEL BELLEVUE, k.č. 3, k.o. Plitvička jezera**

INVESTITOR: **JAVNA USTANOVA NP PLITVIČKA JEZERA**
Josipa Jovića 19, Plitvička jezera, OIB: 91109303119

Stranica:

66

Datum:

srpanj 2019.

NARUČITELJ : **Javna ustanova NP Plitvička jezera**
Josipa Jovića 19, Plitvička jezera
OIB: 91109303119

GRAĐEVINA I LOKACIJA: **HOTEL BELLEVUE**
k.č. 3, k.o. Plitvička jezera

RAZINA PROJEKTA : **PROJEKT SANACIJE**

BROJ PROJEKTA : **068/2019**

D/ TEHNIČKO RJEŠENJE SANACIJE OBJEKTA

D/1. SMJERNICE ZA IZRADU SANACIJE / REKONSTRUKCIJE GRAĐEVINE

U ovom poglavlju će se dati smjernice za izradu planirane rekonstrukcije/sanacije, a koje se odnose na optimalna tehnička rješenja u cilju postizanja pouzdanosti nosive konstrukcije sukladno važećoj tehničkoj regulativi.

Na temelju provedenih istražnih radova, analize postojeće dokumentacije i numeričke analize, može se zaključiti da postojeća nosiva konstrukcija nije pogodna za rekonstrukciju. Postojeća građevina je izgrađena 1963. godine, te je, prema članku 24., stavak 5 Tehničkog propisa za građevinske konstrukcije (NN 17/17), potrebno prilikom buduće rekonstrukcije zadovoljiti danas važeće propise u pogledu mehaničke otpornosti i stabilnosti građevine.

Cijela drvena nosiva konstrukcija prizemlja centralnog volumena je poddimenzionirana, radi čega se predlaže da ju se ukloni i da se izgradi nova. Novu nosivu konstrukciju tog dijela građevine potrebno je proračunati u skladu s novim propisima, te je potrebno uzeti u obzir značajno opterećenje snijegom koje vrijedi za predmetno područje.

Kod nosive konstrukcije stambenih krila građevine nisu uočeni problemi u vidu stanja nosive konstrukcije, osim nedovoljne krutosti konstrukcija u uzdužnom smjeru. Ukoliko se u budućnosti bude provodila rekonstrukcija postojeće građevine potrebno ju je pojačati u uzdužnom smjeru. Glavni problemi u vezi rekonstrukcije stambenih krila postojeće građevine leže u samoj geometriji građevine. Nosiva konstrukcija je izrazito konzervativna, malih raspona i izrazito malih visina etaža za današnje standarde. Ozbiljnija rekonstrukcija koja bi uključivala spajanje dviju soba bi rezultirala ozbiljnim zahvatima na nosivoj konstrukciji, koji i dalje bili dosta ograničavajući u pogledu arhitektonskog oblikovanja. Također svi zahvati na nosivoj konstrukciji su s dosta ručnog rada, koji je spor i skup, tako da u konačnici cijena radova na nosivoj konstrukciji u rekonstrukciji ne bi bila puno manja u odnosu na cijenu uklanjanja i izvedbe nove suvremene konstrukcije u skladu s modernim arhitektonskim oblikovanjem. Danas se investitori u Hrvatskoj, a pogotovo vani, u ovakvim situacijama uvijek odlučuju na uklanjanje i izvedbu novih građevina jer su u konačnici te izvedbe brže i kvalitetnije.

Dakle, opseg nužno potrebnih radova pojačanja postojeće nosive drvene konstrukcije centralnog volumena, kako bi se postiglo da nosiva konstrukcija zadovolji danas važeće tehničke propise i norme, je veliki i skup, a rezultira lošijim stanjem, tj. manjom kvalitetom, nego da se postojeća konstrukcija ukloni i izvede nova.

Opseg nužno potrebnih radova pojačanja postojeće konstrukcije stambenih krila dodavanjem ukrutnih armiranobetonskih zidova u uzdužnom smjeru, je relativno mali i značajno se utječe na poboljšanje trenutnog stanja nosive konstrukcije. Međutim, to vrijedi samo ako se u budućoj rekonstrukciji značajno ne zadire u poprečne zidove. U slučaju da se uklanjaju cijeli poprečni zidovi, kako bi se spojile sobe i povećao koristan prostor, obim zahvata se značajno povećava, što rezultira skupom rekonstrukcijom, a ne rješava glavne probleme, poput male visine etaža i ograničenosti veličina soba. Također, u slučaju uklanjanja dijela poprečnih zidova, vrlo vjerojatno će bit potrebno izvesti pojačanja konstrukcije i u tom smjeru građevine.

U pogledu nosivih konstrukcija zaključeno je sljedeće:

1. Postojeća konstrukcija je izvedena kao jedinstvena dilatacija, te u budućoj rekonstrukciji svakako treba predvidjeti odvajanje, tj. izvedbu dilatacijski reški između stambenih krila građevine i centralnog volumena kako bi građevina imala pravilnu konstrukcijsku strukturu sukladno danas važećoj tehničkoj regulativi.
2. Nosiva drvena konstrukcija prizemlja centralnog volumena koja se sastoji od drvenih stupova, podrožnica i rogova ne zadovoljava ni u pogledu nosivosti, ni u pogledu uporabljivosti. Postojeću konstrukciju je u zimskim mjesecima potrebno podupirati dodatni stupovima kako se ne bi urušila. Radi uočenog stanja konstrukcije, kontrola nosivost tog dijela se u sklopu ovog elaborata nije provodila. Postojeću konstrukciju je potrebno ukloniti jer je očito poddimenzionirana, te nije primjerena za sanaciju u vidu pojačanja konstrukcije. Opseg potrebnih pojačanja, da bi se zadovoljili danas važeći propisi, je takav da bi bilo potrebno pojačati sve nosive elemente konstrukcije. Radi obima posla optimalnije je postojeću konstrukciju ukloniti i izvesti novu konstrukciju koja će biti sigurnija u pogledu nosivosti i stabilnosti, u odnosu na onu koja bi se dobila izvedbom pojačanja na postojećoj konstrukciji.



3. Proračunom je utvrđeno da potrebna visina rogova krovne konstrukcije stambenih krila građevine, koji su postavljeni na razmacima $e = 80$ cm, iznosi $b/h = 10/14$ cm. Prilikom istražnih radova nije bilo moguće pristupiti krovu kako bi se odredile dimenzije rogova, te je prilikom rekonstrukcije potrebno odrediti dimenzije postojećih rogova i utvrditi da li odgovaraju dimenzijama određenih proračunom. Međutim, generalno se može zaključiti da postojeća krovna konstrukcija stambenih krila građevine zadovoljava. Tijekom istražnih radova i tijekom uporabe građevine nisu uočeni nikakvi problemi glede nosive krovne konstrukcije, te zamjena postojećih rogova novima nije potrebna. Međutim, ukoliko se prilikom rekonstrukcije uoče oštećenja rogova u vidu oštećenja poprečnog presjeka od prekomjernog vlaženja i truljenja, potrebno je oštećene robove ukloniti i zamijeniti novima istog poprečnog presjeka i kvalitete drva C24.
4. Stropne konstrukcije su jednosmjerni stropovi raspona svega $L = 280$ cm, koji se oslanjaju na glavne nosive poprečne zidane zidove. To znači da nije moguće jednostavno uklanjanje glavnih poprečnih zidova između sada malih i uskih soba u cilju povezivanja dviju soba u jednu. Moguća je jedino jednostavna izvedba manjih otvora širine oko $L = 100$ cm (vrata). U slučaju uklanjanja pojedinih poprečnih zidova između soba svakako treba predvidjeti izvedbu stupova u tim osima i greda ispod ploča, koje bi zamijenile postojeće zidne oslonce stropnim konstrukcijama. To svakako rezultira činjenicom da će ispod postojećeg stropa u osima poprečnih zidova, koji se uklanjaju, biti grede. Proračunom je utvrđeno da je potrebna visina grede raspona $L = 4,0$ m, tj. na mjestu uklanjanja kraćeg poprečnog zida, iznosi $h = 35$ cm, a potrebna visina grede raspona $L = 6,0$ m, tj. na mjestu uklanjanja dužeg poprečnog zida, $h = 50$ cm. Budući da su sada svijetle visine etaža izrazito male i iznose svega $h = 249$ cm, izvedbom greda u tim osima bi se visina dodatno smanjila, i to na $h = 215$ cm u osi uklanjanja kraćeg zida, i na $h = 200$ cm u osi uklanjanja dužeg zida.
5. Stabilnost stambenih krila građevine u uzdužnom smjeru osiguravaju tanki zidani zidovi debljine $t = 12$ cm. Prema danas važećoj tehničkoj regulativi po kojoj bi trebalo izvesti buduću rekonstrukciju nije dopušteno osiguranje stabilnosti sa zidanim zidovima tanjim od 24 cm. Dio uzdužnih zidova uz hodnike i na pročeljima trebati ukloniti i izvesti armiranobetonske ukrutne zidove debljine $d = 16$ cm. U prilogu E. ovog elaborata dan je prikaz dijelova zidova koji se uklanjaju i umjesto kojih se izvode armiranobetonski zidovi. Tanki zidani zidovi debljine $t = 12$ cm nisu nosivi zidovi za vertikalna opterećenja, tj. to su pregradni zidovi, te se nakon izvođenja ukrutnih AB zidova mogu u potpunosti ukloniti, ukoliko se to bude zahtijevalo u sklopu rekonstrukcije.
6. Poprečni zidani zidovi stambenih krila zadovoljavaju i u pogledu nosivosti na vertikalna opterećenja, te u pogledu dovoljne krutosti i nosivosti na horizontalna seizmička opterećenja, te se radi same količine zidova poprečnog smjera i relativno male iskorištenosti može zanemariti uvjet da nije dopušteno osiguravanje stabilnosti sa zidanim zidovima tanjim od 24 cm. Međutim, ukoliko se u sklopu buduće rekonstrukcije bude uklanjao dio poprečnih zidova, svakako je potrebno provjeriti da li preostali zidovi zadovoljavaju u pogledu nosivosti i stabilnosti na horizontalna opterećenja, te utvrditi da li je potrebno izvesti armiranobetonske ukrutne zidove i u poprečnom smjeru.

U Zagrebu, srpanj 2019.g.

Projektant:

Dr.sc. Josip Galić, dipl.ing.građ.

HRVATSKA KOMORA INŽENJERA GRAĐEVINARSTVA
dr.sc. Josip Galić
dipl.ing.građ.
Ovlašteni inženjer građevinarstva
G 3853



**RADIONICA
STATIKE**

Ulica Andrije Kačića
Miošića 22, 10000 Zagreb

GRAĐEVINA: **HOTEL BELLEVUE, k.č. 3, k.o. Plitvička jezera**

INVESTITOR: **JAVNA USTANOVA NP PLITVIČKA JEZERA**
Josipa Jovića 19, Plitvička jezera, OIB: 91109303119

Stranica:

69

Datum:

srpanj 2019.

NARUČITELJ : **Javna ustanova NP Plitvička jezera**
Josipa Jovića 19, Plitvička jezera
OIB: 91109303119

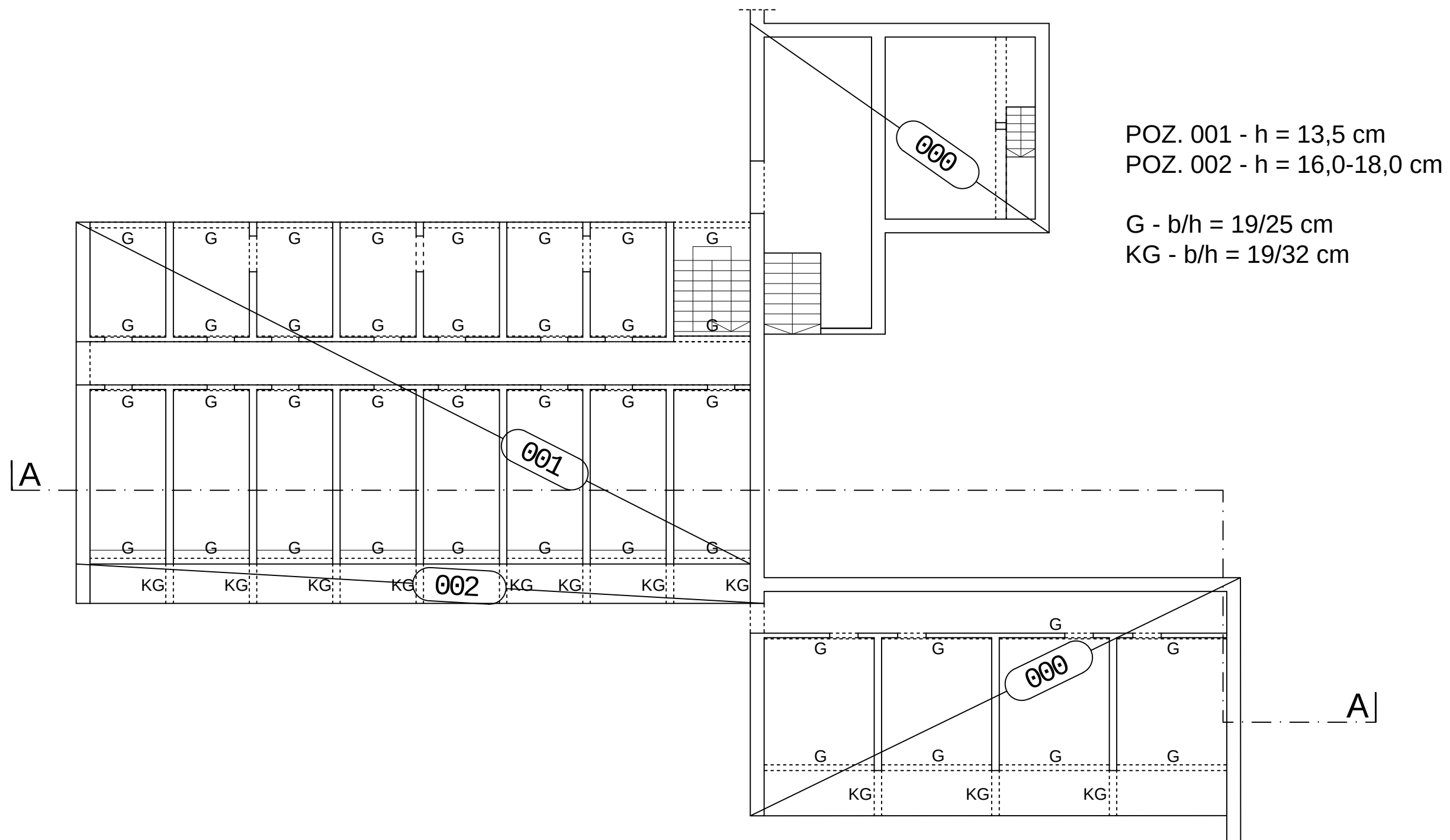
GRAĐEVINA I LOKACIJA: **HOTEL BELLEVUE**
k.č. 3, k.o. Plitvička jezera

RAZINA PROJEKTA : **PROJEKT SANACIJE**

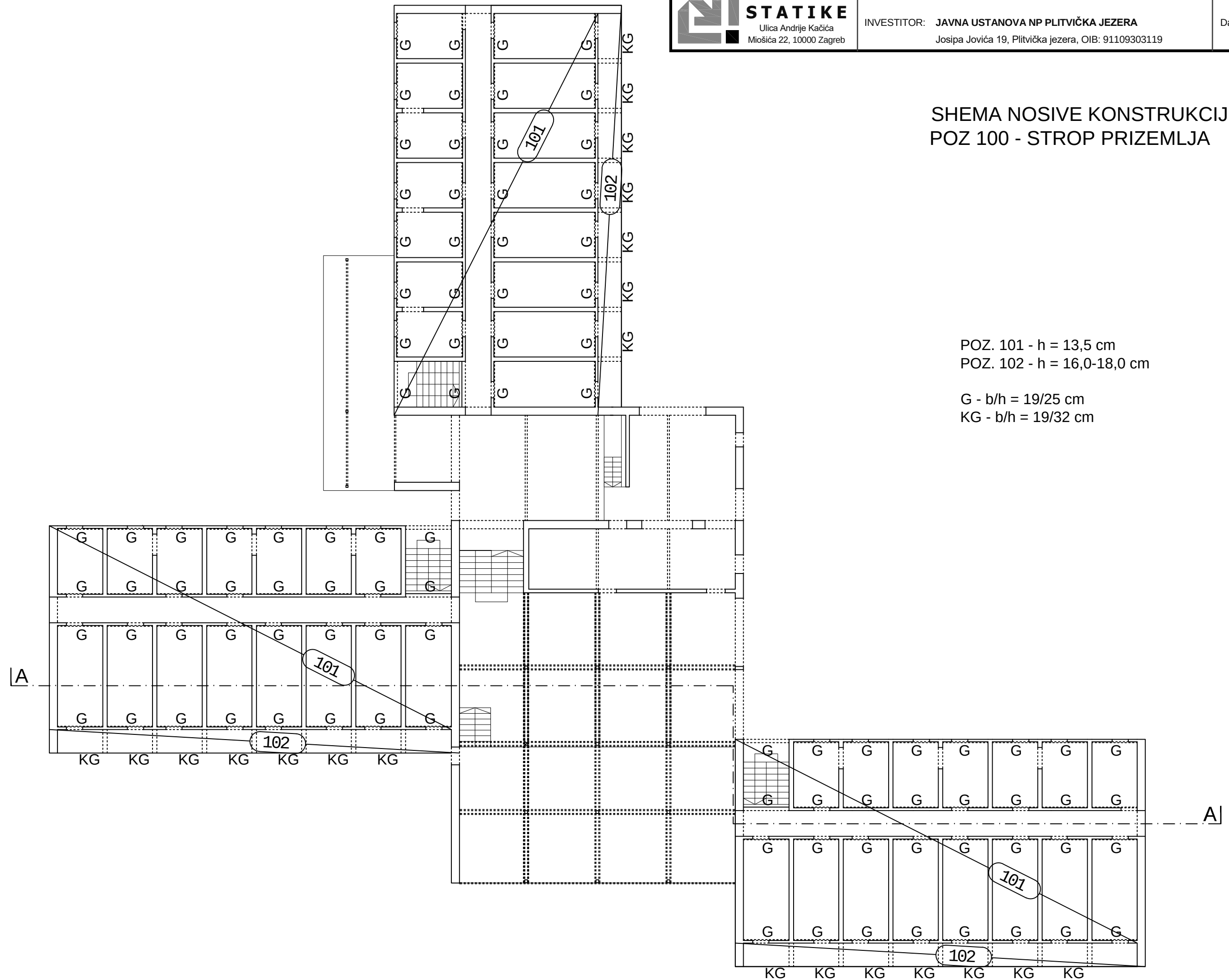
BROJ PROJEKTA : **068/2019**

E/ GRAFIČKI PRILOZI – SHEMA NOSIVE KONSTRUKCIJE

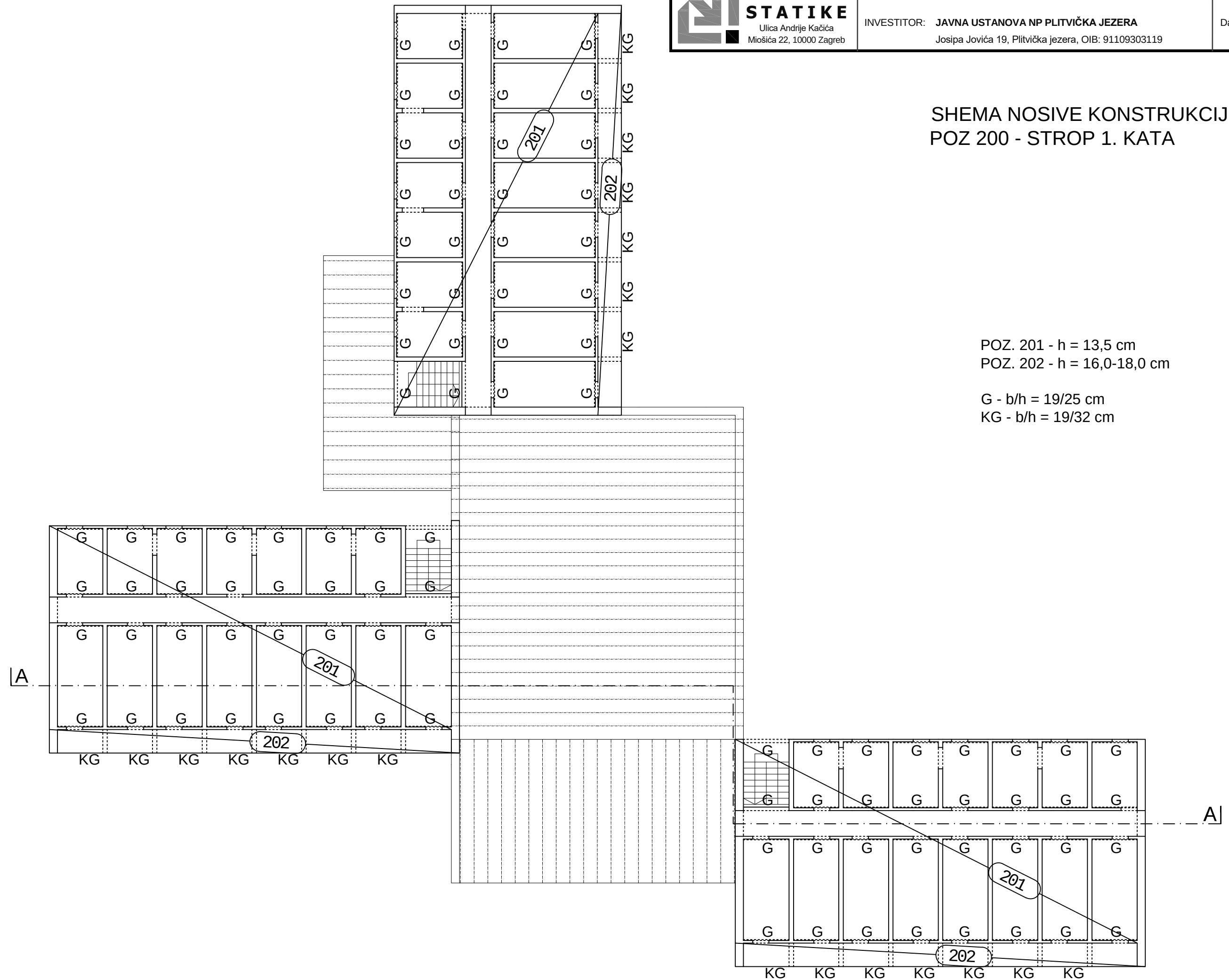
SHEMA NOSIVE KONSTRUKCIJE
POZ. 000 - STROP SUTERENA



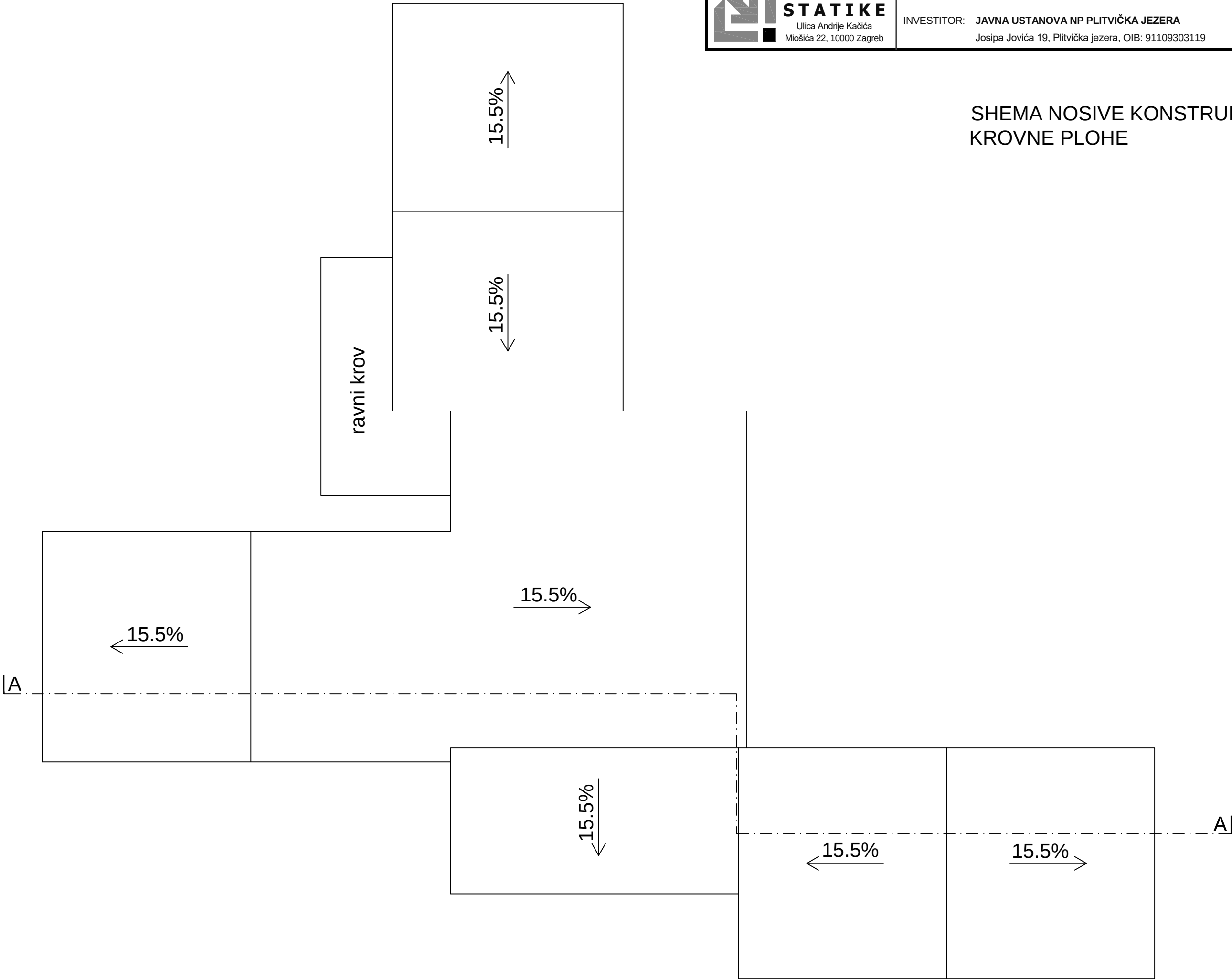
SHEMA NOSIVE KONSTRUKCIJE
POZ 100 - STROP PRIZEMLJA



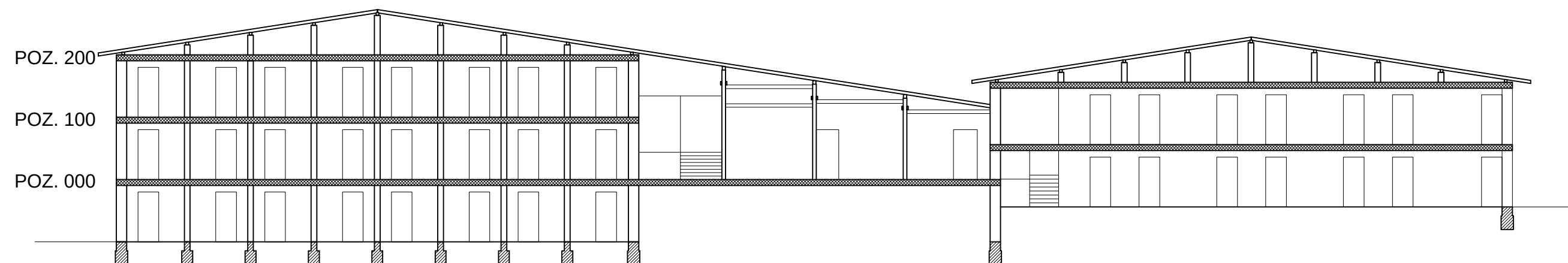
SHEMA NOSIVE KONSTRUKCIJE
POZ 200 - STROP 1. KATA



SHEMA NOSIVE KONSTRUKCIJE
KROVNE PLOHE



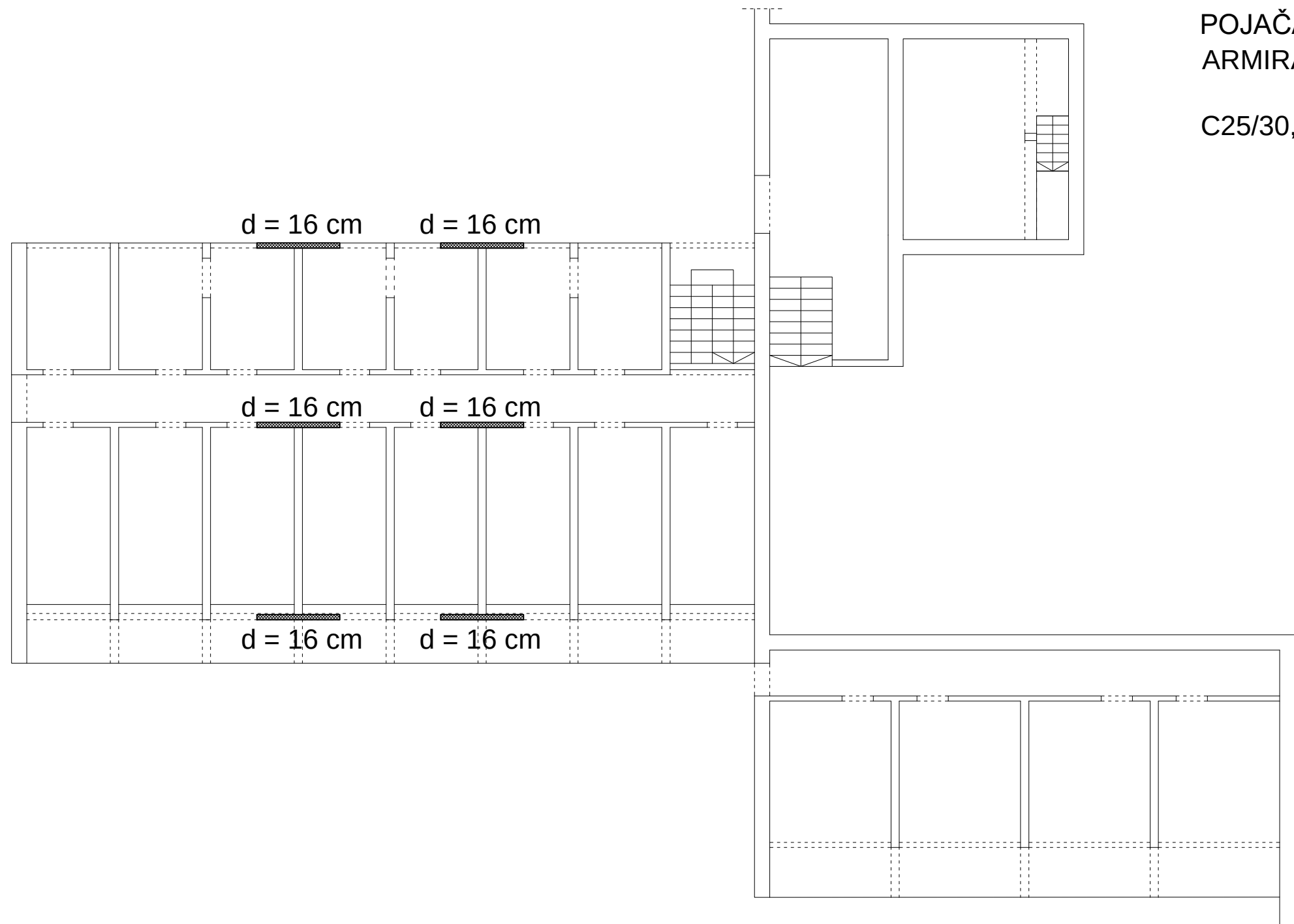
SHEMA NOSIVE KONSTRUKCIJE
PRESJEK A-A

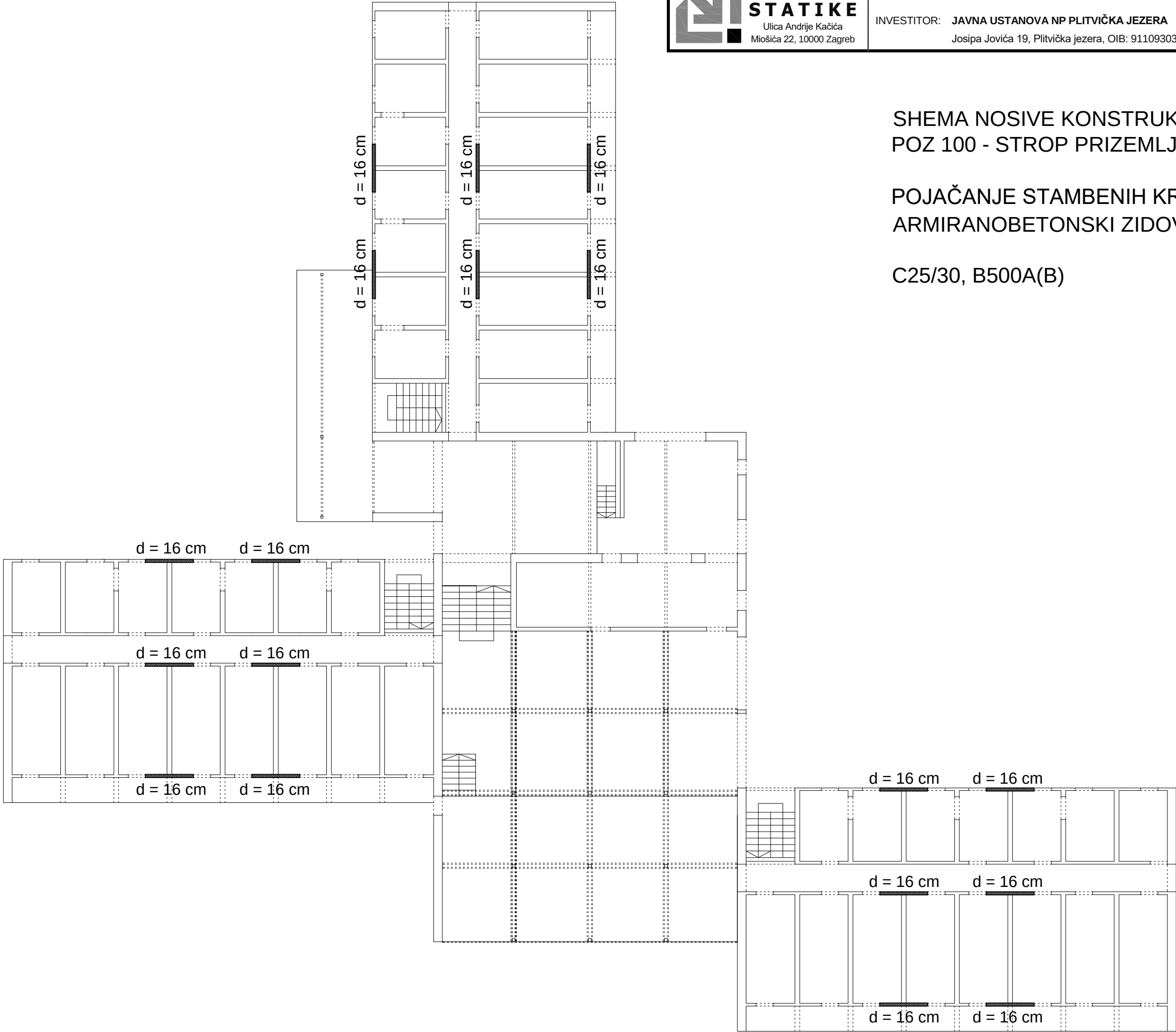


SHEMA NOSIVE KONSTRUKCIJE
POZ. 000 - STROP SUTERENA

POJAČANJE STAMBENIH KRILA -
ARMIRANOBETONSKI ZIDOVI d = 16 cm

C25/30, B500A(B)





**SHEMA NOSIVE KONSTRUKCIJE
POZ 100 - STROP PRIZEMLJA**

**POJAČANJE STAMBENIH KRILA -
ARMIRANOBETONSKI ZIDOVI d = 16 cm**

C25/30, B500A(B)

C25/30, B500A(B)

