



REVOLUSTATIK

DOD ZA POSLOVE GRADITELJSTVA

REVOLUSTATIK d.o.o., Varaždin, Ive Mikaca 2/c

MB 4619897, od 21.10.2016., OIB 83590452963

direktor: Igor Prišlić dipl.ing.građ.

e: igor_prislic@yahoo.com m: 091 725 75 94

Investitor: **IVANČICA d.d., Petra Preradovića 12, Ivanec**
OIB : 53925646045

Naručitelj projekta: **E.ON Solar d.o.o., Capraška ulica 6, 10000 Zagreb**
OIB : 40213547555

Građevina: **IVANČICA d.d. - povećanje energetske učinkovitosti i korištenja obnovljivih izvora energije**

Lokacija: **k.č.br. 185/2, k.o. Ivanec**

Z.O.P. : **20-02**

Br.teh.dn. : **01-IP/2021**

GRAĐEVINSKI PROJEKT - FOTONAPONSKA ELEKTRANA IVANČICA 1

MAPA 2

Glavni projektant: **TOMISLAV FIŠTREK dipl.ing.el.**
E 2074

Projektant: **IGOR PRIŠLIĆ dipl.ing.građ.**
G 4102

Direktor: **IGOR PRIŠLIĆ dipl.ing.građ.**

Varaždin, siječanj, 2021.

HRVATSKA KOMORA INŽENJERA GRADITELJSTVA
Igor Prišlić
dipl.ing.građ.
Ovlašteni inženjer građevinarstva
G 4102

REVOLUSTATIK d.o.o.
Ive Mikaca 2/c
VARAŽDIN

POPIS MAPA GLAVNOG PROJEKTA:

GLAVNI PROJEKT - zajednička oznaka projekta: 20-02

*Glavni projektant: Tomislav Fištrek, ~~dipl.ing.el.~~
ovlašteni inženjer elektrotehnike E2074*

MAPA 1

ELEKTROTEHNIČKI PROJEKT

FOTONAPONSKA ELEKTRANA IVANČICA 1

(Podaktivnost 1, Mjera 1)

Tomislav Fištrek, ~~dipl.ing.el.~~, br. E2074

E.ON Solar d.o.o., Zagreb

MAPA 2

GRAĐEVINSKI PROJEKT

FOTONAPONSKA ELEKTRANA IVANČICA 1

Igor Prišlič, ~~dipl.ing.građ.~~, br. G 4102

~~Revolustatik d.o.o., Varaždin~~

MAPA 3

ELABORAT UŠTEDA

Tomislav Fištrek, ~~dipl.ing.el.~~, br. E2074

E.ON Solar d.o.o., Zagreb



INVESTITOR:
GRADEVINA:
PROJEKTANT:

IVANČICA d.d., Petra Preradovića 12, Ivanec
FOTONAPONSKA ELEKTRANA IVANČICA 1
IGOR PRIŠLIĆ dipl.ing.građ.


Z.O.P. 20-02
BR.TEHN.DNEV. :
DATUM:

01-IP/2021
siječanj, 2021.

NARUČITELJ :	E.ON Solar d.o.o., Capraška ulica 6, 10000 Zagreb
GRADEVINA :	FOTONAPONSKA ELEKTRANA IVANČICA 1
MJESTO GRADNJE :	k.č.br. 185/2, k.o. Ivanec
BR.TEH.DN. :	01-IP/2021
DATUM:	siječanj, 2021.
PROJEKTANT :	IGOR PRIŠLIĆ dipl.ing.građ.
VRSTA PROJEKTA:	GRAĐEVINSKI PROJEKT - FN ELEKTRANA

SADRŽAJ

OPĆI DIO	str. 1
- Rješenje o osnivanju tvrtke	2 - 4
- Rješenje o imenovanju projektanta građevinskog projekta	5
- Rješenje o upisu u Imenik ovlaštenih inženjera građevinarstva	6
- Izjava projektanta o usklađenosti sa zakonima i propisima	7
- Isprava prema Zakonu o zaštiti od požara (NN br. 92/10)	8
TEHNIČKI DIO	9
- Primjenjeni pravilnici i propisi u projektiranju	10 - 11
- Program kontrole i osiguranja kvalitete	12 - 13
- Elaborat zaštite na radu	14
- Tehnički opis	15
- Proračun mehaničke otpornosti i stabilnosti	16 - 54

	INVESTITOR:	IVANČICA d.d., Petra Preradovića 12, Ivanec	Z.O.P. 20-02	
	GRADEVINA:	FOTONAPONSKA ELEKTRANA IVANČICA 1	BR.TEHN.DNEV. :	01-IP/2021
	PROJEKTANT:	IGOR PRIŠLIĆ dipl.ing.građ.	DATUM:	siječanj, 2021.

NARUČITELJ :	E.ON Solar d.o.o., Capraška ulica 6, 10000 Zagreb
GRADEVINA :	FOTONAPONSKA ELEKTRANA IVANČICA 1
MJESTO GRADNJE :	k.č.br. 185/2, k.o. Ivanec
BR.TEH.DN. :	01-IP/2021
DATUM:	siječanj, 2021.
PROJEKTANT :	IGOR PRIŠLIĆ dipl.ing.građ.
VRSTA PROJEKTA:	GRAĐEVINSKI PROJEKT - FN ELEKTRANA

OPĆI DIO

R J E Š E N J E

Trgovački sud u Varaždinu po višem sudskom savjetniku Ivana Starčević u registarskom predmetu upisa u sudski registar osnivanja društva s ograničenom odgovornošću po prijedlogu predlagatelja REVOLUSTATIK društvo s ograničenom odgovornošću za poslove graditeljstva, Varaždin, Ive Mikaca 2c, 21.10.2016.

r i j e š i o j e

u sudski registar ovog suda upisuje se:

osnivanje društva s ograničenom odgovornošću

pod tvrtkom/nazivom REVOLUSTATIK društvo s ograničenom odgovornošću za poslove graditeljstva, sa sjedištem u Varaždin, Ive Mikaca 2/c, u registarski uložak s MBS 070145069, prema podacima naznačenim u prilogu ovoga rješenja ("Podaci za upis u glavnu knjigu sudskog registra"), koji je njegov sastavni dio.

TRGOVAČKI SUD U VARAŽDINU

U Varaždinu, 21. listopada 2016. godine

Viši sudski savjetnik
Ivana Starčević



Uputa o pravnom lijeku:

Pravo na žalbu protiv rješenja sudskog savjetnika (ovlaštenog registarskog referenta) ima sudionik ili druga osoba koja za to ima pravni interes, a predlagatelj samo kada je zahtjev odbijen ili prijava odbačena. Žalba se podnosi ovom sudu u roku od 8 dana u dva primjerka.

PODACI ZA UPIS U GLAVNU KNJIGU SUDSKOG REGISTRA
(prilog uz rješenje)

Pod brojem upisa 1 za tvrtku REVOLUSTATIK društvo s ograničenom odgovornošću za poslove graditeljstva upisuje se:

SUBJEKT UPISA

TVRTKA:

REVOLUSTATIK društvo s ograničenom odgovornošću za poslove graditeljstva

REVOLUSTATIK d.o.o.

SJEDIŠTE/ADRESA:

Varaždin (Grad Varaždin)
Ive Mikaca 2/c

PRAVNI OBLIK:

društvo s ograničenom odgovornošću

PREDMET POSLOVANJA:

- * - projektiranje i građenje građevina te stručni nadzor građenja
- * - energetske certificiranje, energetski pregled zgrade i redoviti pregled sustava grijanja i sustava hlađenja ili klimatizacije u zgradi
- * - stručni poslovi prostornog uređenja
- * - djelatnosti prostornog uređenja i gradnje
- * - djelatnost projektiranja i/ili stručnog nadzora građenja
- * - djelatnost upravljanja projektom gradnje
- * - djelatnost tehničkog ispitivanja i analize
- * - konzalting i savjetovanje
- * - savjetovanje u vezi s poslovanjem i ostalim upravljanjem
- * - kupnja i prodaja robe
- * - pružanje usluga u trgovini
- * - obavljanje trgovačkog posredovanja na domaćem i inozemnom tržištu
- * - zastupanje inozemnih tvrtki
- * - projektiranje i stručni nadzor izgradnje sustava za plin, vodu, grijanje, hlađenje, infracrveno grijanje, klimatizaciju, ventilaciju
- * - planiranje, koordiniranje i organiziranje građenja
- * - projektiranje, opremanje i izvođenje unutarnjeg i vanjskog uređenja građevina i zaštita okoliša
- * - projektiranje, izgradnja i opremanje objekata za proizvodnju energije na bazi obnovljivih izvora energije
- * - projektiranje, izvođenje, nadzor i savjetovanje za električnu, elektroničku, automatiku i regulaciju, daljinski nadzor i

PODACI ZA UPIS U GLAVNU KNJIGU SUDSKOG REGISTRA
(prilog uz rješenje)

Pod brojem upisa 1 za tvrtku REVOLUSTATIK društvo s ograničenom odgovornošću za poslove graditeljstva upisuje se:

SUBJEKT UPISA

PREDMET POSLOVANJA:

- * - upravljanje, telekomunikacije, informatiku, mjerenja i regulaciju, procesne sustave, računalne sustave, mrežne i telekomunikacijske sustave, protupožarne sustave i sustave protiv provale
- * - djelatnost vještačenja u graditeljstvu i procjena nekretnina

OSNIVAČI/ČLANOVI DRUŠTVA:

Igor Prišlić, OIB: 46304255977
Varaždin, ULICA HRVATSKIH BRANITELJA 7
- jedini osnivač d.o.o.

OSOBE OVLAŠTENE ZA ZASTUPANJE:

Igor Prišlić, OIB: 46304255977
Varaždin, ULICA HRVATSKIH BRANITELJA 7
- direktor
- zastupa društvo pojedinačno i samostalno


TEMELJNI KAPITAL:
20.000,00 kuna

PRAVNI ODNOSI:
Osnivački akt:
Izjava o osnivanju od 19.10.2016.

U Varaždinu, 21. listopada 2016.

Viši sudski savjetnik
Ivana Starčević



	INVESTITOR:	IVANČICA d.d., Petra Preradovića 12, Ivanec	Z.O.P. 20-02	
	GRADEVINA:	FOTONAPONSKA ELEKTRANA IVANČICA 1	BR.TEHN.DNEV. :	01-IP/2021
	PROJEKTANT:	IGOR PRIŠLIĆ dipl.ing.građ.	DATUM:	siječanj, 2021.

NARUČITELJ :	E.ON Solar d.o.o., Capraška ulica 6, 10000 Zagreb
GRADEVINA :	FOTONAPONSKA ELEKTRANA IVANČICA 1
MJESTO GRADNJE :	k.č.br. 185/2, k.o. Ivanec
BR.TEH.DN. :	01-IP/2021
DATUM:	siječanj, 2021.
PROJEKTANT :	IGOR PRIŠLIĆ dipl.ing.građ.
VRSTA PROJEKTA:	GRAĐEVINSKI PROJEKT - FN ELEKTRANA

RJEŠENJE o imenovanju projektanta

IGOR PRIŠLIĆ dipl.ing.građ. upisan u Imenik ovlaštenih inženjera građevinarstva Hrvatske komore arhitekta i inženjera u graditeljstvu rješenjem pod rednim brojem 4102, Klasa: UP/I-360-01/08-01/4102, Ur.broj: 314-02-08-1 od 04.srpnja 2008. godine imenuje se projektantom građevinskog projekta za FOTONAPONSKU ELEKTRANU na krovu AB montažnog objekta (krovne TT-ploče) IVANČICA d.d., Petra Preradovića 12, Ivanec, lokacija k.č.br. 185/2 k.o. Ivanec, naručitelja E.ON Solar d.o.o., Capraška ulica 6, Zagreb.

Imenovana osoba udovoljava odredbama Zakona gradnji (NN 153/13, 20/17, 39/19, 125/19), nosi strukovni naziv ovlašten inženjer te obavlja djelatnost projektiranja Rješenjem o osnivanju društva s ograničenom odgovornošću za poslove graditeljstva pod tvrtkom/nazivom REVOLUSTATIK d.o.o. sa sjedištem u Varaždinu, Ive Mikaca 2/c, sa rješenjem Trgovačkog suda u Varaždinu, i danom upisa u sudski registar 21.listopad 2016. godine, u registarski uložak s MBS 070145069.

DIREKTOR

REVOLUSTATIK d.o.o.
Ive Mikaca 2/c
VARAŽDIN

OVLAŠTENI INŽENJER

IGOR PRIŠLIĆ dipl.ing.građ.

HRVATSKA KOMORA INŽENJERA GRAĐEVINARSTVA
Igor Prišlić
dipl.ing.građ.
Ovlašteni inženjer građevinarstva
G 4102



REPUBLIKA HRVATSKA

HRVATSKA KOMORA ARHITEKATA
I INŽENJERA U GRADITELJSTVU

10000 Zagreb, Ulica grada Vukovara 271

Klasa: UP/I-360-01/08-01/4102
Urbroj: 314-02-08-1
Zagreb, 04. srpnja 2008. 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 nacrt Rješenja Odbora za upis u Imenik ovlaštenih inženjera građevinarstva od 01.07.2008. godine, koji je rješavao po Zahtjevu za upis PRIŠLIĆ IGORA, dipl.ing.građ., VARAŽDIN, UL. HRVATSKIH BRANITELJA 7, predsjednik Hrvatske komore arhitekata i inženjera u graditeljstvu donosi i potpisuje

RJEŠENJE

1. U Imenik ovlaštenih inženjera građevinarstva upisuje se PRIŠLIĆ IGOR, dipl.ing.građ., VARAŽDIN, pod rednim brojem 4102, s danom upisa 01.07.2008. godine.
2. Upisom u Imenik ovlaštenih inženjera građevinarstva, PRIŠLIĆ IGOR, dipl.ing.građ., stječe pravo na uporabu strukovnog naziva "ovlašten 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.

Obrazloženje

PRIŠLIĆ IGOR, 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 01.07.2008. 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 koji je ostavljen na snazi člankom 353. stavkom 2. podstavkom 2. Zakona o prostornom uređenju i gradnji ("Narodne novine", br. 73/07), 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 prema članku 51., 52., 53. i 55. Zakona o gradnji koji su ostavljeni na snazi člankom 353. stavkom 2, podstavkom 2, Zakona o prostornom uređenju i gradnji ("Narodne novine", br. 73/07), obavljati 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. IGOR PRIŠLIĆ, 42000 VARAŽDIN, UL. HRVATSKIH BRANITELJA 7
2. U Zbirku isprava Komore
3. Pismohrana Komore



INVESTITOR:
GRADEVINA:
PROJEKTANT:

IVANČICA d.d., Petra Preradovića 12, Ivanec
FOTONAPONSKA ELEKTRANA IVANČICA 1
IGOR PRIŠLIĆ dipl.ing.građ.

Z.O.P. 20-02
BR.TEH.DNEV. :
DATUM:

01-IP/2021
siječanj, 2021.

NARUČITELJ :	E.ON Solar d.o.o., Capraška ulica 6, 10000 Zagreb
GRADEVINA :	FOTONAPONSKA ELEKTRANA IVANČICA 1
MJESTO GRADNJE :	k.č.br. 185/2, k.o. Ivanec
BR.TEH.DN. :	01-IP/2021
DATUM:	siječanj, 2021.
PROJEKTANT :	IGOR PRIŠLIĆ dipl.ing.građ.
VRSTA PROJEKTA:	GRADEVINSKI PROJEKT - FN ELEKTRANA

Sukladno uvjetima Zakona o gradnji (NN 153/13, 20/17, 39/19, 125/19), Zakona o prostornom uređenju (NN 153/13, 65/17, 114/18, 39/19, 98/19), Zakona o poslovima i djelatnostima prostornog uređenja i gradnje (NN 78/15, 118/18, 110/19) i Pravilnika o obveznom sadržaju i opremanju projekata građevina (NN RH 64/14, 41/15, 105/15, 61/16, 20/17, 118/19) daje se :

IZJAVA

Br. 01 - 01-IP/2021

O USKLAĐENOSTI GLAVNOG PROJEKTA S ODREDBAMA POSEBNIH ZAKONA I DRUGIH PROPISA

Ovaj projekt je usklađen s odredbama sljedećih Zakona i drugih propisa:

1. Zakon o gradnji (NN 153/13, 20/17, 39/19, 125/19)
2. Zakon o prostornom uređenju (NN 153/13, 65/17, 114/18, 39/19, 98/19)
3. Zakon o zaštiti od požara (NN 92/10)
4. Zakon o zaštiti na radu (NN 71/14)
5. Zakon o građevnim proizvodima (NN 76/13, 30/14, 130/17)
6. Tehnički propis za građevinske konstrukcije (NN 17/17)
7. Tehnički propis o građevnim proizvodima (NN 35/18)
8. Tehnički propis o racionalnoj uporabi energije i toplinskoj zaštiti u zgradama (NN 128/15, 70/18, 73/18, 86/18)
9. Zakon o normizaciji (NN 80/13)
10. Pravilnik o hrvatskim normama (NN 22/96)


PROJEKTANT :

IGOR PRIŠLIĆ dipl.ing.građ.

br.upisa u razred ovlaštenih inženjera : 4102

klasa : UP/I-360-01/08-01/4102, Ur.br. 314-02-08-1

HRVATSKA KOMORA INŽENJERA GRAĐEVINARSTVA
Igor Prišlić
dipl.ing.građ.
Ovlašteni inženjer građevinarstva
G 4102

	INVESTITOR:	IVANČICA d.d., Petra Preradovića 12, Ivanec	Z.O.P. 20-02	
	GRADEVINA:	FOTONAPONSKA ELEKTRANA IVANČICA 1	BR.TEHN.DNEV. :	01-IP/2021
	PROJEKTANT:	IGOR PRIŠLIĆ dipl.ing.građ.	DATUM:	siječanj, 2021.

NARUČITELJ :	E.ON Solar d.o.o., Capraška ulica 6, 10000 Zagreb
GRADEVINA :	FOTONAPONSKA ELEKTRANA IVANČICA 1
MJESTO GRADNJE :	k.č.br. 185/2, k.o. Ivanec
BR.TEH.DN. :	01-IP/2021
DATUM:	siječanj, 2021.
PROJEKTANT :	IGOR PRIŠLIĆ dipl.ing.građ.
VRSTA PROJEKTA:	GRAĐEVINSKI PROJEKT - FN ELEKTRANA

Temeljem članka 14. Zakona o zaštiti od požara (NN br. 92/10) i Pravilnika o provjeri tehničke dokumentacije, izdajem :

ISPRAVU

Br. 02 - 01-IP/2021


kojom se potvrđuje da su mjere zaštite od požara primjenjene u glavnom projektu izrađene sukladno sa Zakonom o zaštiti o požara (NN br. 92/10), te tehničkim normativima i normama.

PROJEKTANT

IGOR PRIŠLIĆ dipl.ing.građ.


HRVATSKA KOMORA INŽINJERA GRAĐEVINARSTVA
Igor Prišlić
dipl.ing.građ.
Ovlašteni inženjer građevinarstva
G 4102



	INVESTITOR:	IVANČICA d.d., Petra Preradovića 12, Ivanec	Z.O.P. 20-02	
	GRADEVINA:	FOTONAPONSKA ELEKTRANA IVANČICA 1	BR.TEHN.DNEV. :	01-IP/2021
	PROJEKTANT:	IGOR PRIŠLIĆ dipl.ing.građ.	DATUM:	siječanj, 2021.

NARUČITELJ :	E.ON Solar d.o.o., Capraška ulica 6, 10000 Zagreb
GRADEVINA :	FOTONAPONSKA ELEKTRANA IVANČICA 1
MJESTO GRADNJE :	k.č.br. 185/2, k.o. Ivanec
BR.TEH.DN. :	01-IP/2021
DATUM:	siječanj, 2021.
PROJEKTANT :	IGOR PRIŠLIĆ dipl.ing.građ.
VRSTA PROJEKTA:	GRAĐEVINSKI PROJEKT - FN ELEKTRANA

TEHNIČKI DIO

	INVESTITOR:	IVANČICA d.d., Petra Preradovića 12, Ivanec	Z.O.P. 20-02	
	GRADEVINA:	FOTONAPONSKA ELEKTRANA IVANČICA 1	BR.TEH.N.DNEV. :	01-IP/2021
	PROJEKTANT:	IGOR PRIŠLIĆ dipl.ing.građ.	DATUM:	siječanj, 2021.

NARUČITELJ :	E.ON Solar d.o.o., Capraška ulica 6, 10000 Zagreb
GRADEVINA :	FOTONAPONSKA ELEKTRANA IVANČICA 1
MJESTO GRADNJE :	k.č.br. 185/2, k.o. Ivanec
BR.TEH.DN. :	01-IP/2021
DATUM:	siječanj, 2021.
PROJEKTANT :	IGOR PRIŠLIĆ dipl.ing.građ.
VRSTA PROJEKTA:	GRAĐEVINSKI PROJEKT - FN ELEKTRANA

PRIMJENJENI PRAVILNICI I PROPISI U PROJEKTIRANJU

1. Eurokod 1 : Osnove projektiranja i djelovanja na konstrukcije (niz HRN EN 1991)
2. Eurokod 2 : Projektiranje betonskih konstrukcija (niz HRN EN 1992)
3. Eurokod 7 : Geotehničko projektiranje (niz HRN EN 1997)
4. Eurokod 8 : Projektiranje konstrukcija otpornih na potres (niz HRN EN 1998)
5. Eurokod 3 : Projektiranje čeličnih konstrukcija (niz HRN EN 1993)
6. Eurokod 6 : Projektiranje zidanih konstrukcija (HRN EN 1996)
7. Eurokod 5 : Projektiranje drvenih konstrukcija (niz HRN EN 1995)
8. Tehnički propis za građevinske konstrukcije (NN 17/17)
9. Opća pravila za predgotovljene betonske elemente (HRN EN 13369)
10. Tehnički propis o građevnim proizvodima (NN 35/18)

primjenjeni nacionalni dodaci :


HRN EN 1990:2011/NA:2011 (Eurokod : Osnove projektiranja konstrukcija)

HRN EN 1991-1-1:2012/NA:2012 (Eurokod 1 : Djelovanja na konstrukcije - Dio 1-1: Opća djelovanja-obujamske težine, vlastite težine i uporabna opterećenja za zgrade)

HRN EN 1991-1-2:2012/NA:2012 (Eurokod 1 : Djelovanja na konstrukcije - Dio 1-2: Opća djelovanja-djelovanja na konstrukcije izložene požaru)

HRN EN 1991-1-3:2012/NA:2012 (Eurokod 1 : Djelovanja na konstrukcije - Dio 1-3: Opća djelovanja-opterećenja snijegom)

HRN EN 1991-1-4:2012/NA:2012 (Eurokod 1 : Djelovanja na konstrukcije - Dio 1-4: Opća djelovanja-Djelovanja vjetra)

	INVESTITOR:	E.ON Solar d.o.o., Capraška ulica 6, 10000 Zagreb	Z.O.P. 20-02	
	GRADEVINA:	FOTONAPONSKA ELEKTRANA IVANČICA 1	BR.TEHN.DNEV. :	01-IP/2021
	PROJEKTANT:	IGOR PRIŠLIĆ dipl.ing.građ.	DATUM:	siječanj, 2021.

HRN EN 1991-1-6:2012/NA:2012 (Eurokod 1 : Djelovanja na konstrukcije - Dio 1-6: Opća djelovanja-
Djelovanja tijekom izvedbe)

HRN EN 1992-1-1:2013/NA:2013 (Eurokod 2 : Projektiranje betonskih konstrukcija - Dio 1-1: Opća
pravila i pravila za zgrade)

HRN EN 1993-1-1:2008/NA:2013 (Eurokod 3 : Projektiranje čeličnih konstrukcija - Dio 1-1: Opća
pravila i pravila za zgrade)

HRN EN 1993-1-8:2008/NA:2013 (Eurokod 3 : Projektiranje čeličnih konstrukcija - Dio 1-8: Proračun
priključaka)

HRN EN 1996-1-1:2012/NA:2012 (Eurokod 6 : Projektiranje zidanih konstrukcija - Dio 1-1 : Opća
pravila za armirane i nearmirane zidane konstrukcije)

HRN EN 1996-2:2012/NA:2012 (Eurokod 6 : Projektiranje zidanih konstrukcija - 2.dio : Konstruiranje,
odabir materijala i izvedba zida)

HRN EN 1996-3:2012/NA:2012 (Eurokod 6 : Projektiranje zidanih konstrukcija - 3.dio :
Pojednostavnjene proračunske metode za nearmirane zidane konstrukcije)

HRN EN 1997-1:2012/NA:2012 (Eurokod 7: Geotehničko projektiranje 1.dio : Opća pravila)

HRN EN 1998-1:2011/NA:2011 (Eurokod 8 : Projektiranje potresne otpornosti konstrukcije - 1.dio :
Opća pravila, potresna djelovanja i pravila za zgrade)

HRN EN 1998-5:2011/NA:2011 (Eurokod 8 : Projektiranje potresne otpornosti konstrukcije - 5.dio :
Temelji, potporne konstrukcije i geotehnička pitanja)

PROJEKTANT :

IGOR PRIŠLIĆ dipl.ing.građ.

HRVATSKA KOMORA INŽINJERA GRADIVINARSTVA
Igor Prišlić
dipl.ing.građ.
Ovlašteni inženjer građevinarstva
G 4102





INVESTITOR:
IVANČICA d.d., Petra Preradovića 12, Ivanec

GRADEVINA:
FOTONAPONSKA ELEKTRANA IVANČICA 1

PROJEKTANT:
IGOR PRIŠLIĆ dipl.ing.građ.

Z.O.P. 20-02

BR.TEH.DNEV. : 01-IP/2021

DATUM: siječanj, 2021.

NARUČITELJ :	E.ON Solar d.o.o., Capraška ulica 6, 10000 Zagreb
GRADEVINA :	FOTONAPONSKA ELEKTRANA IVANČICA 1
MJESTO GRADNJE :	k.č.br. 185/2, k.o. Ivanec
BR.TEH.DN. :	01-IP/2021
DATUM:	siječanj, 2021.
PROJEKTANT :	IGOR PRIŠLIĆ dipl.ing.građ.
VRSTA PROJEKTA:	GRAĐEVINSKI PROJEKT - FN ELEKTRANA

PROGRAM KONTROLE I OSIGURANJA KVALITETE

Tijekom građenja u svim fazama gradnje potrebno je osigurati kontrolu kvalitete izvedenih radova. Za kontrolu svih ugrađenih materijala i izvedenih dijelova potrebno je probaviti adekvatnu atestnu dokumentaciju kojom se dokazuje da su isti izvedeni sukladno posebnim zakonima.


ZEMLJANI RADOVI

Nakon izvršenih iskopa izvođač radova obavezan je pozvati geotehničara koji upisom u građevinski dnevnik konstatira da li je kategorija i nosivost tla predviđena u geotehničkom elaboratu jednaka stvarnom stanju. Ako je tlo slabije kvalitete u odnosu na predviđenu u statičkom proračunu, to je potrebno upisati u građevinski dnevnik i konzultirati projektanta konstrukcije.

BETONSKI I ARMIRANOBETONSKI RADOVI

Kod izrade betona i kod izvođenja betonskih radova potrebno je vršiti sva potrebna ispitivanja i kontrolu u skladu sa propisima. Proizvođač betona dužan je izraditi plan izvođenja betonske konstrukcije koji mora zadovoljiti zahtjevima projekta konstrukcije i osigurati pravilnu primjenu tehnoloških propisa kod betoniranja. Svi sastojci betona moraju odgovarati propisanim standardima. Nužna je sukladnost izvođenja radova sljedećim normama :

Beton	HRN EN 206-1 ; HRN EN 13670 : 2010
Čelik za armiranje	niz normi nHRN EN 10080
Čelik za prednapinjanje	niz normi nHRN EN 10080
Dodaci betonu	HRN EN 934-2 niz nHRN EN 450 HRN EN 12620 HRN EN 934-4 niz nHRN EN 13263 HRN EN 12878 HRN EN 934-5 nHRN EN 480-14
Predgotovljeni betonski elementi	HRN EN 13369
Konstrukcijski čelik	HRN EN 10021:2008 niz HRN EN 10025 HRN EN 15048-1:2008
Konstrukcijsko drvo	niz HRN EN 14081 niz HRN EN 927
Norme za izvođenje čeličnih konstrukcija	HRN EN 1090-1 HRN EN 1090-2 HRN EN 12944

	INVESTITOR:	IVANČICA d.d., Petra Preradovića 12, Ivanec	Z.O.P. 20-02	
	GRADEVINA:	FOTONAPONSKA ELEKTRANA IVANČICA 1	BR.TEHN.DNEV. :	01-IP/2021
	PROJEKTANT:	IGOR PRIŠLIĆ dipl.ing.građ.	DATUM:	siječanj, 2021.

NARUČITELJ :	E.ON Solar d.o.o., Capraška ulica 6, 10000 Zagreb
GRADEVINA :	FOTONAPONSKA ELEKTRANA IVANČICA 1
MJESTO GRADNJE :	k.č.br. 185/2, k.o. Ivanec
BR.TEH.DN. :	01-IP/2021
DATUM:	siječanj, 2021.
PROJEKTANT :	IGOR PRIŠLIĆ dipl.ing.građ.
VRSTA PROJEKTA:	GRADEVINSKI PROJEKT - FN ELEKTRANA

Dokaz uporabljivosti betonske konstrukcije provodi se sukladno Tehničkog propisa za građevinske konstrukcije (NN 17/17).

Dokaz uporabljivosti predgotovljenog elementa izrađenog prema projektu betonske konstrukcije provodi se prema tom projektu te odredbama Tehničkog propisa za građevinske konstrukcije (NN 17/17) i Tehničkog propisa o građevnim proizvodima (NN 35/18) i uključuje:

Ispitivanje betona - uzimanje uzoraka, priprema ispitnih uzoraka i ispitivanje svojstava svježeg betona provodi se prema normama niza HRN EN 12350, a ispitivanje svojstava očvrstnalog betona prema normama niza HRN EN 12390. Uzimanje uzoraka, priprema ispitnih uzoraka i ispitivanje otpornosti betona na smrzavanje provodi se prema normi HRN U.M1.016, a ispitivanje otpornosti betona na smrzavanje i soli za odmrzavanje prema normi prCEN/TS 12390-9.

Vrši se:

- izvođačeva kontrola izrade i ispitivanje tipa predgotovljenog betonskog elementa
- nadzor proizvodnog pogona i izvođačeva kontrola izrade predgotovljenog elementa
- eksterni nadzor vrši kupac odnosno nadzorni inženjer u skladu sa odredbama Zakona o gradnji (NN 153/13) s tim da mu izvoditelj elemenata treba omogućiti uvid u svu dokumentaciju potrebnu za osiguranje kvalitete.

Izvođenje, održavanje i kontrola čeličnih i drvenih konstrukcija provodi se sukladno važećim normama i Tehničkom propisu za građevinske konstrukcije (NN 17/17). Uporabljivost i izvođenje zidanih konstrukcija osigurati sukladno važećim normama za zidane konstrukcije te Tehničkom propisu za građevinske konstrukcije (NN br. 17/17).

Radnje u okviru održavanja konstrukcije treba provoditi sukladno odredbama Priloga I u Tehničkom propisu za građevinske konstrukcije (NN 17/17) i normama na koje upućuje navedeni prilog te odgovarajućom primjenom odredaba ostalih važećih propisa.

PROJEKTANT :

IGOR PRIŠLIĆ dipl.ing.građ.


 HRVATSKA KOMORA INŽINJERA GRAĐEVINARSTVA
 Igor Prišlić
 dipl.ing.građ.
 Ovlašteni inženjer građevinarstva
 G 4102



INVESTITOR:
GRAĐEVINA:
PROJEKTANT:

IVANČICA d.d., Petra Preradovića 12, Ivanec
FOTONAPONSKA ELEKTRANA IVANČICA 1
IGOR PRIŠLIĆ dipl.ing.građ.

Z.O.P. 20-02
BR.TEH.N.DNEV. :
DATUM:

01-IP/2021
siječanj, 2021.

NARUČITELJ :	E.ON Solar d.o.o., Capraška ulica 6, 10000 Zagreb
GRAĐEVINA :	FOTONAPONSKA ELEKTRANA IVANČICA 1
MJESTO GRADNJE :	k.č.br. 185/2, k.o. Ivanec
BR.TEH.DN. :	01-IP/2021
DATUM:	siječanj, 2021.
PROJEKTANT :	IGOR PRIŠLIĆ dipl.ing.građ.
VRSTA PROJEKTA:	GRAĐEVINSKI PROJEKT - FN ELEKTRANA

PRIKAZ MJERA ZAŠTITE NA RADU primjenjenih u konstrukterskom projektu :

- 1.01 Zakon o zaštiti na radu (NN br. 71/14)
- 1.02 Pravilnik o zaštiti na radu za mjesta rada (NN br. 29/13)
- 1.03 Zakon o gradnji (NN br. 153/13, 20/17, 39/19, 125/19)
- 1.04 Zakon o prostornom uređenju (NN 153/13, 65/17, 114/18, 39/19, 98/19)
- 1.05 Zakon o zaštiti od požara (NN br. 92/10)
- 1.06 Pravilnik o najvišim dopuštenim razinama buke u sredini u kojoj ljudi rade i borave (NN br.145/04)
- 1.07 Zakon o zaštiti od buke (NN br. 30/09, 55/13)
- 1.08 Tehnički propis za građevinske konstrukcije (NN br. 17/17)
- 1.09 Zakon o normizaciji (NN br.80/13)

Projektom dana rješenja u skladu su s namjenom i navedenim propisima o općim mjerama i normativima zaštite na radu. Projektirani materijali i oprema prilagođeni su namjeni i u funkciji su projektirane građevine.

Projektiranjem u skladu s navedenim propisima, zakonima i pravilnicima ostvareni su uvjeti da konstrukcija udovoljava bitnim zahtjevima za građevinu : mehanička otpornost i stabilnost, zaštita od požara, higijena, zdravlje i zaštitu okoliša, sigurnost u korištenju, zaštita od buke te ušteda energije i toplinska zaštita.

PRIKAZ MJERA ZAŠTITE OD POŽARA primjenjenih u konstrukterskom projektu :

- 1.01 Zakon o zaštiti od požara (NN br. 92/10)
- 1.02 Zakon o gradnji (NN 153/13, 20/17, 39/19, 125/19)
- 1.03 Zakon o prostornom uređenju (NN 153/13, 65/17, 114/18, 39/19, 98/19)
- 1.04 Zakon o zaštiti na radu (NN br. 71/14)
- 1.05 Pravilnik o uvjetima za vatrogasne pristupe (NN br. 35/94, 55/94, 142/03)
- 1.06 Pravilnik o vatrogasnim aparatima (NN br. 101/11)
- 1.07 Pravilnik o zaštiti na radu za mjesta rada (NN br. 29/13)
- 1.08 Pravilnik o uvjetima za projektiranje i izgradnju priključaka i prilaza na javnu cestu (NN 119/07)
- 1.09 Tehnički propis za građevinske konstrukcije (NN br. 17/17)

Pridržavanjem odredbi navedenih zakona i pravilnika, osigurano je udovoljavanje građevine bitnim zahtjevima za građevinu, odnosno zahtjevima glede zaštite od požara.

PROJEKTANT :

IGOR PRIŠLIĆ dipl.ing.građ.

HRVATSKA KOMORA INŽENJERA GRAĐEVINARSTVA
Igor Prišlić
dipl.ing.građ.
Ovlašteni inženjer građevinarstva
G 4102



INVESTITOR:
GRAĐEVINA:
PROJEKTANT:

IVANČICA d.d., Petra Preradovića 12, Ivanec
FOTONAPONSKA ELEKTRANA IVANČICA 1
IGOR PRIŠLIĆ dipl.ing.građ.

Z.O.P. 20-02
BR.TEHN.DNEV. :
DATUM:

01-IP/2021
siječanj, 2021.

NARUČITELJ :	E.ON Solar d.o.o., Capraška ulica 6, 10000 Zagreb
GRAĐEVINA :	FOTONAPONSKA ELEKTRANA IVANČICA 1
MJESTO GRADNJE :	k.č.br. 185/2, k.o. Ivanec
BR.TEH.DN. :	01-IP/2021
DATUM:	siječanj, 2021.
PROJEKTANT :	IGOR PRIŠLIĆ dipl.ing.građ.
VRSTA PROJEKTA:	GRAĐEVINSKI PROJEKT - FN ELEKTRANA

TEHNIČKI OPIS

Predmet ovog proračuna je statički proračun krovnih nosača (dvije TT-ploče najdužeg raspona, $L=18.10$ m) za FOTONAPONSKU ELEKTRANU na krovu AB montažnog objekta (prema dispoziciji) IVANČICA d.d., Petra Preradovića 12, Ivanec, lokacija k.č.br. 185/2 k.o. Ivanec, naručitelja E.ON Solar d.o.o., Capraška ulica 6, Zagreb. Predmetna fotonaponska elektrana se montira na krov oslanjanjem sa balastima koji osiguravaju stabilnost elektrane na odižuće djelovanje vjetera. Iznosi STALNOG OPTEREĆENJA krova te presjek, klasa betona i armatura krovnih TT-ploča preuzeti su iz GLAVNOG PROJEKTA - GRAĐEVINSKOG PROJEKTA : PROJEKTA KONSTRUKCIJE, Mapa 2, br.t.d. P-030/18-MC, Z.O.P: 666-2018, travanj 2018., investitora IVANČICA d.d., Petra Preradovića 12, izrađenog od strane IPC-inženjering d.o.o., Dr.Đure Arnolda 6, 42240 Ivanec, kojim je provjerena nosivost i uporabivost krovne TT-ploče objekta na koje se montira predviđena nova fotonaponska elektrana, a na novi teret od rashladne komore i pripadne čelične podkonstrukcije.

Raspon mjerodavne TT-ploče od 18.10 m odgovara i GLAVNOM ARHITEKTONSKOM PROJEKTU od CONING d.d. Varaždin, br.t.d. 4416/94, travanj 1994., za Rekonstrukciju postojeće građevine i izgradnju nove proizvodne građevine "IVANČICA" Ivanec.

Potrebna količina balasta (30,6 kg ispod svakog pojedinog panela) dobije se kao razlika odižućeg djelovanja vjetera i suprotno djelujuće vlastite težine panela sunčane elektrane, uključujući podkonstrukciju i instalacije. Podkonstrukciju sunčane elektrane (nosači panela sa svim potrebnim pričvrstnim materijalom) tipa kao "K2" ili "NIKA" osigurava izvođač sa svim potrebnim atestima i dokazima nosivosti i uporabivosti, te se vrši montaža predmetne elektrane na krov prema standardnom tipskom rješenju proizvođača.

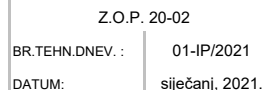
Ovim projektom je izvršena provjera nosivosti i uporabivosti mjerodavnih krovnih TT-ploča montažnog AB objekta (TT ploče najvećeg raspona, $L=18.10$ m, i to sukladno dispoziciji elektrane, sa punim opterećenjem elektrane sa balastima te sa djelomičnim opterećenjem FNE sa balastima te dodatnim opterećenjem od postojeće krovne opreme tj. uređaja), te je pokazano da predmetna montaža elektrane sa ukupnim dodatnim stalnim teretom na krovu od elektrane u iznosu $0,30 \text{ kN/m}^2$ (30 kg/m^2) nema bitan utjecaj na mehaničku otpornosti i stabilnost predmetnih krovnih nosača (zadovoljena granična stanja nosivosti i uporabivosti) niti ostatka konstrukcije jer je povećanje reakcija na glavne krovne nosače od TT-ploča i to samo od stalnog opterećenja ($G_v.t.+ dG$) jednako $9,5\% < 10\%$, što je sukladno Članku 24., stavak (4) Tehničkog propisa za građevinske konstrukcije (NN 17/2017) za dopuštene promjene masa, reznih sila, krutosti itd. na postojećim konstrukcijama a vezano na nove (dodatne) zahvate na njima.

Gledajući povećanje sila (masa) od stalnog tereta na stupove, i pošto je za glavne nosače povećanje $9,5\% < 10\%$ pa je uzevši u obzir i $G_v.t.$ glavnih nosača povećanje stalnog krovnog tereta za stupove i manje od navedenog odnosa, zadovoljeno je i stanje seizmičke otpornosti (za seizmičku analizu ulazno opterećenje je stalni teret) a vezano na gore navedeni članak iz Tehničkog propisa za građevinske konstrukcije (NN 17/2017), dok gledajući maksimalna opterećenja od krova na ostatak zgrade (stalno+snijeg+vjetar) te uz to još i međukat, povećanje opterećenja zbog fotonaponske elektrane sa balastima je znatno manje od $6,5\%$ ili jednako $6,5\%$, što zadovoljava ($< 10\%$).

HRVATSKA KOMISIJA INŽENJERA GRAĐEVINARSTVA
Igor Prišlić
dipl.ing.građ.
Ovlašteni inženjer građevinarstva
G 4102

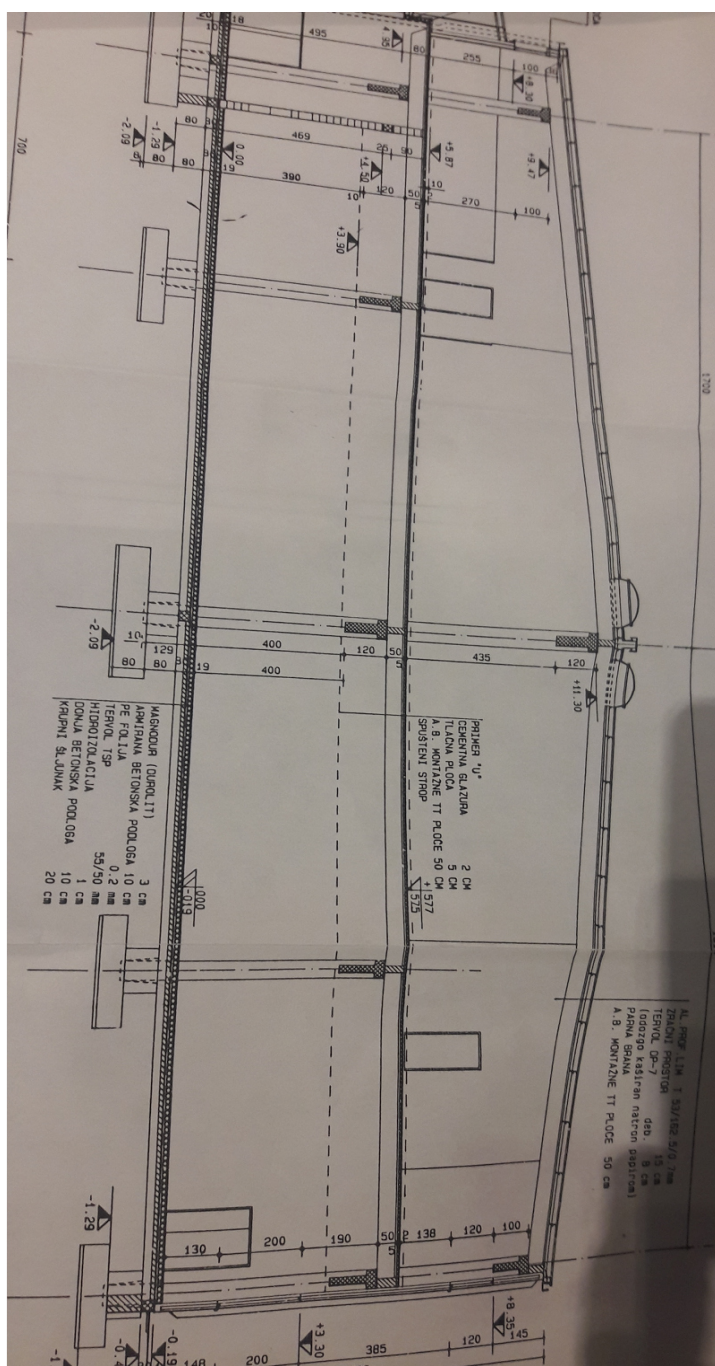
PROJEKTANT :

IGOR PRIŠLIĆ dipl.ing.građ.



NARUČITELJ :	E.ON Solar d.o.o., Capraška ulica 6, 10000 Zagreb
GRAĐEVINA :	FOTONAPONSKA ELEKTRANA IVANČICA 1
MJESTO GRADNJE :	k.č.br. 185/2, k.o. Ivanec
BR.TEH.DN. :	01-IP/2021
DATUM:	siječanj, 2021.
PROJEKTANT :	IGOR PRIŠLIĆ dipl.ing.građ.
VRSTA PROJEKTA:	GRAĐEVINSKI PROJEKT - FN ELEKTRANA

PRORAČUN MEHANIČKE OTPORNOSTI I STABILNOSTI



*Poprečni presjek
građevine - izvadak iz
GLAVNOG
ARHITEKTONSKOG
PROJEKTA od CONING
d.d. Varaždin, br.t.d.
4416/94, travanj 1994.,
za Rekonstrukciju
postojeće građevine i
izgradnju nove
proizvodne građevine
"IVANČICA" Ivanec*

Ovaj crtež i svi podaci na njemu vlastitlivo su poduzeća E.ON Solar d.o.o. Korštenje u nedovoljenoj mjeri povlači obvezu obeštećenja. Sva prava pridržana.

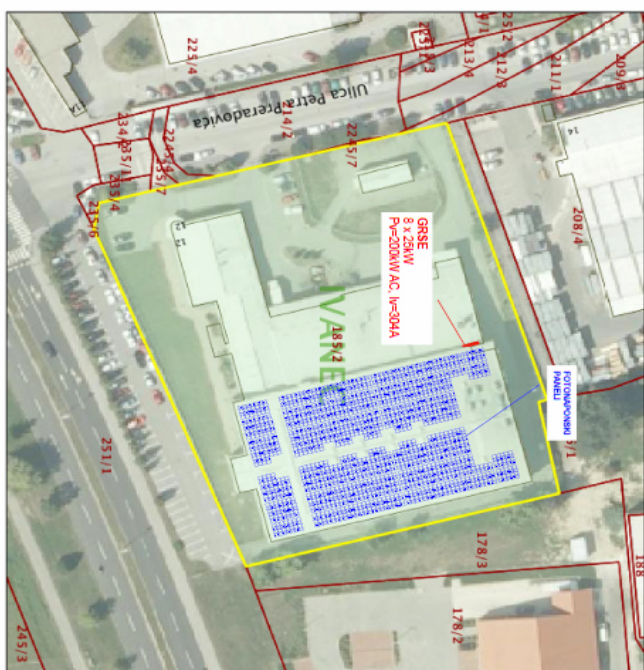
This drawing and all the information contained in it are the copyright of E.ON Solar Ltd.
Any unauthorized usage empowers E.ON Solar d.o.o. to indemnification. All rights reserved.

Zajednički informacijski sustav zemljišnih knjiga i katastra - javna aplikacija

**NESLUŽBENA VERZIJA**

IZVOD IZ KATASTARSKOG PLANA

Približno mjerilo ispisa 1 : 1000



REZINE TENZOČIŠKOG POSEBNOSTE
 RABITE = 680 x 330mm = 250 x 60mm DC,
 INVERTERA = 8 x 25kW AC = 200kW AC
 Vrhovni Izdavač knjiga elektrotehnike P=200kW AC

Datum ispisa: 28.01.2020

[illegible]

KROV GRAĐEVINE (dvostrešni krov)

VJETAR :

ANALIZA ODIŽUĆEG VJETROVNOG OPTEREĆENJA (sukladno normi HRN EN 1991-1-4) ZA ODREĐIVANJE POTREBNIH BALASTA za FNE

III kategorija terena ;

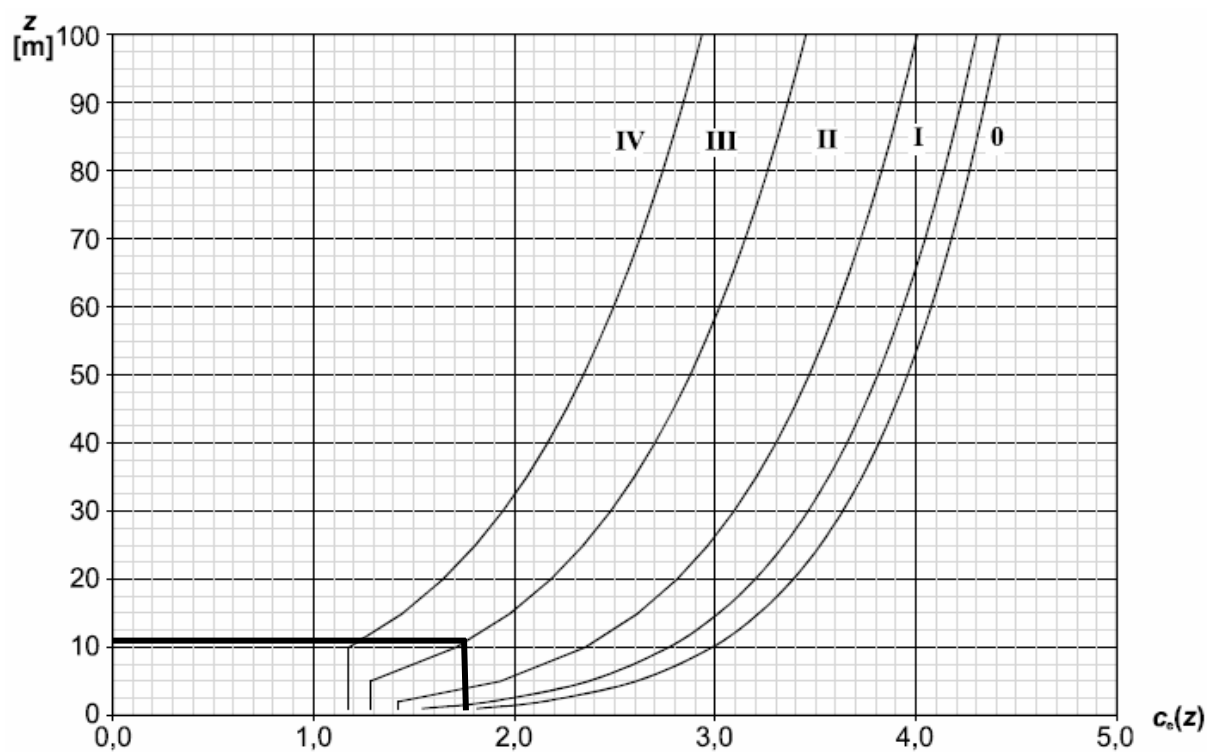
$H_{max} = 11.0 \text{ m}$ (dvostrešni krov nagiba 10% tj. 6°)

gustoća zraka : $\rho_{zrak} = 1,25 \text{ kg/m}^3$

referentna 10-min. brzina vjetra : $v_b = 20 \text{ m/s}$

$$q_b = 0,5 \cdot \rho_{zrak} \cdot v_b^2 = 0,250 \text{ kN/m}^2$$

koeficijent položaja visine za $H=11.0 \text{ m}$ i kategoriju terena III: $C_e(Z_e) = 1.75$



$$q_b(Z_e) = q_b \cdot C_e(Z_e) = 0,250 \text{ kN/m}^2 \cdot 1,75 = 0,4375 \text{ kN/m}^2$$

Slijedi očitavanje koeficijenta pritiska za referentnu 10-min. brzinu vjetra (za dvostrešni krov) :

$$C_{pe,10} = -0,70 \text{ (odizanje)}$$

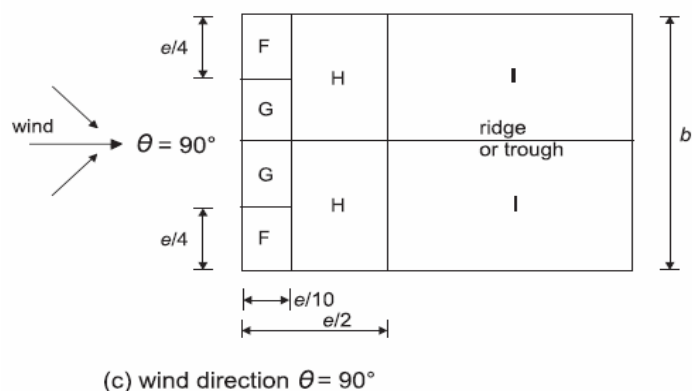
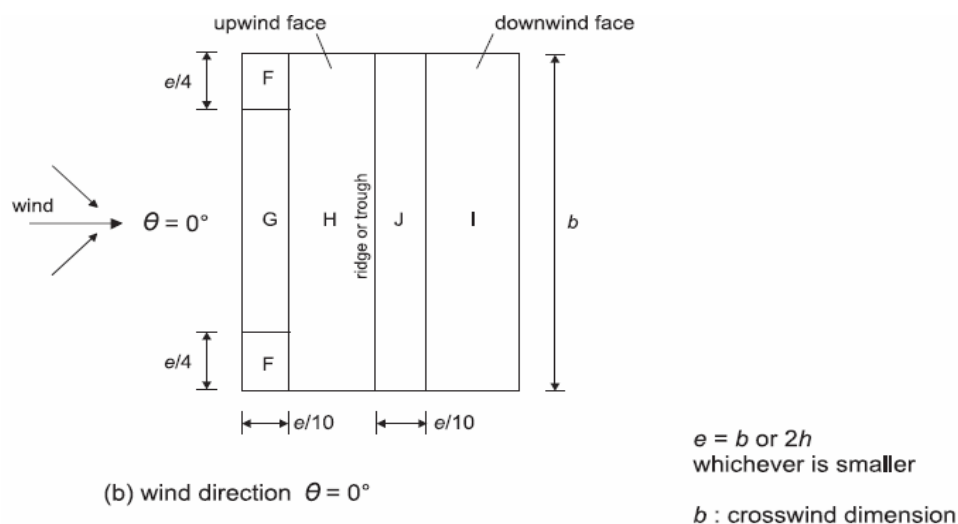


Figure 7.8 — Key for duopitch roofs

Pitch angle α	Zone for wind direction $\theta = 90^\circ$							
	F		G		H		I	
	$C_{pe,10}$	$C_{pe,1}$	$C_{pe,10}$	$C_{pe,1}$	$C_{pe,10}$	$C_{pe,1}$	$C_{pe,10}$	$C_{pe,1}$
-45°	-1,4	-2,0	-1,2	-2,0	-1,0	-1,3	-0,9	-1,2
-30°	-1,5	-2,1	-1,2	-2,0	-1,0	-1,3	-0,9	-1,2
-15°	-1,9	-2,5	-1,2	-2,0	-0,8	-1,2	-0,8	-1,2
-5°	-1,8	-2,5	-1,2	-2,0	-0,7	-1,2	-0,6	-1,2
5°	-1,6	-2,2	-1,3	-2,0	-0,7	-1,2	-0,6	
15°	-1,3	-2,0	-1,3	-2,0	-0,6	-1,2	-0,5	
30°	-1,1	-1,5	-1,4	-2,0	-0,8	-1,2	-0,5	
45°	-1,1	-1,5	-1,4	-2,0	-0,9	-1,2	-0,5	
60°	-1,1	-1,5	-1,2	-2,0	-0,8	-1,0	-0,5	
75°	-1,1	-1,5	-1,2	-2,0	-0,8	-1,0	-0,5	

Pitch Angle α	Zone for wind direction $\Theta = 0^\circ$									
	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		-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	

Odižuće djelovanje vjetra iznosi :

$$w = q_b(z_e) \cdot C_{pe,10} = 0,4375 \text{ kN/m}^2 \cdot (-0,70) = -0,30 \text{ kN/m}^2$$

Izračun potrebnih balasta ispod montiranih sunčanih panela na krovu radi sprječavanja vjetrovnog odizanja sunčane elektrane (uz usvojenu vlastitu težinu sunčanih panela + podkonstrukcija + instalacije = 12 kg/m² tj. 0,12 kN/m²) :

$$G_{balasti} = 0,30 \text{ kN/m}^2 - 0,12 \text{ kN/m}^2 = 0,18 \text{ kN/m}^2$$

Potrebno je 0,18 kN/m² odnosno 18,0 kg/m² balasta ispod svakog 1m² površine projekcije sunčanih panela elektrane.

Svedeno na mjeru 1 panela sunčane elektrane (1 panel \approx 1,70 m²) potrebni balasti su :

$$G_{balasti} = 18,0 \text{ kg/m}^2 \cdot 1,70 \text{ m}^2 = 30,6 \text{ kg}$$

→ Potrebno je 30,6 kg balasta ispod svakog pojedinog panela sunčane elektrane !

NAPOMENA : POTREBNO JE POZICIONIRATI PANELE TLOCRTNO NA KROVU TAKO DA SU OD RUBOVA KROVA ODMAKNUTI cca 2,0 m (= e/10 = 2·h/10) !

HALA (NAGIB DVOSTREŠNOG KROVA 6° - dvostrešni krov, 10%)

ANALIZA OPTEREĆENJA za krovne TT-ploče

Iznosi STALNOG OPTEREĆENJA krova te presjek, klasa betona i armatura krovnih TT-ploča preuzeti su iz GLAVNOG PROJEKTA - GRAĐEVINSKOG PROJEKTA : PROJEKTA KONSTRUKCIJE, Mapa 2, br.t.d. P-030/18-MC, Z.O.P: 666-2018, travanj 2018., investitora IVANČICA d.d., Petra Preadovića 12, izrađenog od strane IPC-inženjering d.o.o., Dr.Đure Arnolda 6, 42240 Ivanec, kojim je provjerena nosivost i uporabivost krovne TT-ploče objekta na koje se montira predviđena nova fotonaponska elektrana, a na novi teret od rashladne komore i pripadne čelične podkonstrukcije. Raspon mjerodavne TT-ploče od 18.10 m odgovara i GLAVNOM ARHITEKTONSKOM PROJEKTU od CONING d.d. Varaždin, br.t.d. 4416/94, travanj 1994., za Rekonstrukciju postojeće građevine i izgradnju nove proizvodne građevine "IVANČICA" Ivanec.

Vlastita težina nosača uzeta automatski u proračunu.

1) STALNO , G : _____ pokrov krova (lim, instalacije, slojevi)

$$G = 0.32 \text{ kN/m}^2 \quad (\text{hala})$$

1a) DODATNO STALNO : **dG = 0.30 kN/m²** (FN elektrana + balasti)

2) SNIJEG , s : _____

$$\rightarrow s = \mu_i \cdot C_e \cdot C_t \cdot S_k$$

$$S_k = 1.50 \text{ kN/m}^2 \quad (\text{za } 235 \text{ m.n.v.})$$

$$C_e = C_t = 1.0$$

$$\mu_i = 0.8 \quad (\text{za nagib krova } \alpha = 6^\circ)$$

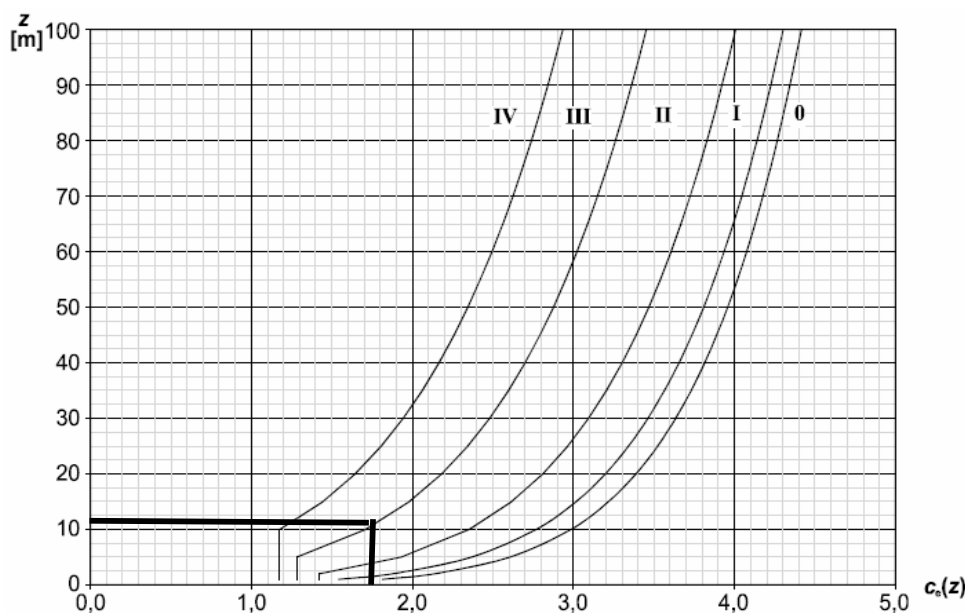
$$\text{snijeg.... } s = 1.20 \text{ kN/m}^2$$

3) VJETAR (pritisak na krovne TT ploče), wp : _____

III kategorija terena ; hala : Hmax = 11.0 m (dvostrešni krov nagiba 6°)

gustoća zraka : $\rho_{\text{zrak}} = 1.25 \text{ kg/m}^3$ referentna 10-min. brzina vjetra : $v_b = 20 \text{ m/s}$

$$q_b = 0.5 \cdot \rho_{\text{zrak}} \cdot v_b^2 = 0.250 \text{ kN/m}^2$$



koeficijent položaja visine za $H=11.0$ m i kategoriju terena III: $C_e(Z_e) = 1.75$

$$q_b(Z_e) = q_b \cdot C_e(Z_e) = 0,250 \text{ kN/m}^2 \cdot 1,75 = 0,4375 \text{ kN/m}^2$$

Slijedi očitavanje koeficijenta pritiska za referentnu 10-min. brzinu vjetra (za dvostrešni krov tj. halu) :

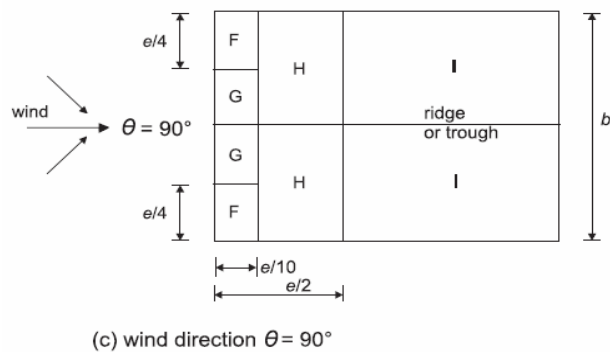
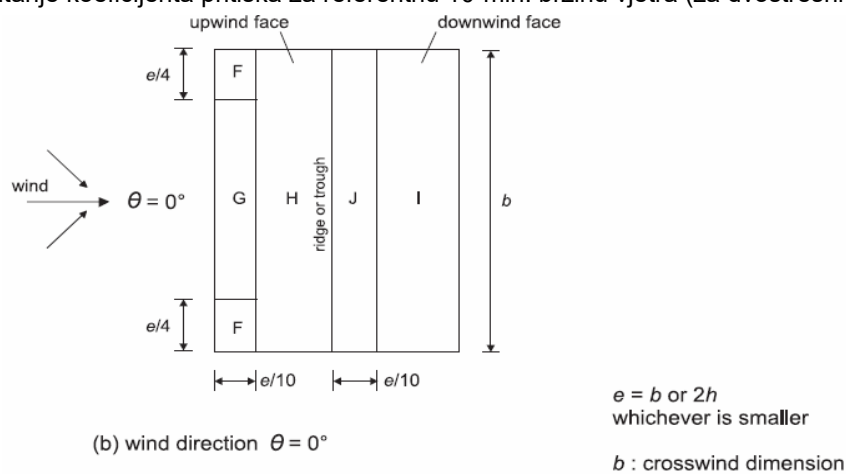


Figure 7.8 — Key for duopitch roofs

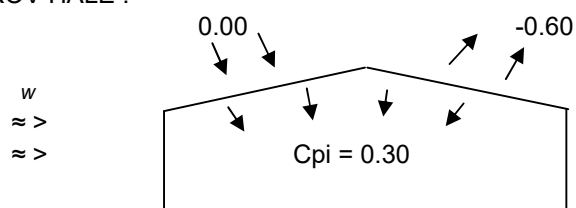
Pitch Angle α	Zone for wind direction $\theta = 0^\circ$									
	F		G		H		I		J	
	$C_{pe,10}$	$C_{pe,1}$	$C_{pe,10}$	$C_{pe,1}$	$C_{pe,10}$	$C_{pe,1}$	$C_{pe,10}$	$C_{pe,1}$	$C_{pe,10}$	$C_{pe,1}$
-45°	-0,6		-0,6		-0,8		-0,7		-1,0	-1,5
-30°	-1,1	-2,0	-0,8	-1,5	-0,8		-0,6		-0,8	-1,4
-15°	-2,5	-2,8	-1,3	-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				-0,6	
15°	-0,9	-2,0	-0,8	-1,5	-0,3		-0,4		-1,0	-1,5
					+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		+0,0		+0,0	
45°	-0,0		-0,0		-0,0		-0,2		-0,3	
					+0,7		+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	

Pitch angle α	Zone for wind direction $\theta = 90^\circ$							
	F		G		H		I	
	$C_{pe,10}$	$C_{pe,1}$	$C_{pe,10}$	$C_{pe,1}$	$C_{pe,10}$	$C_{pe,1}$	$C_{pe,10}$	$C_{pe,1}$
-45°	-1,4	-2,0	-1,2	-2,0	-1,0	-1,3	-0,9	-1,2
-30°	-1,5	-2,1	-1,2	-2,0	-1,0	-1,3	-0,9	-1,2
-15°	-1,9	-2,5	-1,2	-2,0	-0,8	-1,2	-0,8	-1,2
-5°	-1,8	-2,5	-1,2	-2,0	-0,7	-1,2	-0,6	-1,2
5°	-1,6	-2,2	-1,3	-2,0	-0,7	-1,2	-0,6	
15°	-1,3	-2,0	-1,3	-2,0	-0,6	-1,2	-0,5	
30°	-1,1	-1,5	-1,4	-2,0	-0,8	-1,2	-0,5	
45°	-1,1	-1,5	-1,4	-2,0	-0,9	-1,2	-0,5	
60°	-1,1	-1,5	-1,2	-2,0	-0,8	-1,0	-0,5	
75°	-1,1	-1,5	-1,2	-2,0	-0,8	-1,0	-0,5	

$C_{pe,10} = 0,0$

Djelovanje pritiskajućeg vjetra iznosi :

KROV HALE :

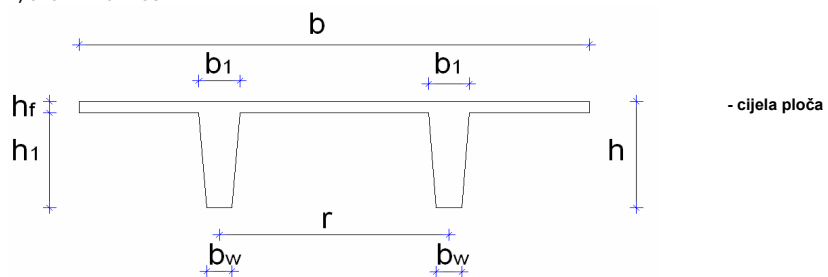


$$w_{\text{prit}} = q_b(z_e) \cdot C_{e,10} = 0,4375 \text{ kN/m}^2 \cdot (0.0 + 0.30) = 0,13 \text{ kN/m}^2$$

* Pritiskajući vjetar se kombinira u kombinaciji promjenjivog krovnog opterećenja sa snijegom množenjem sa koef.kombinacije $\psi = 0.6$

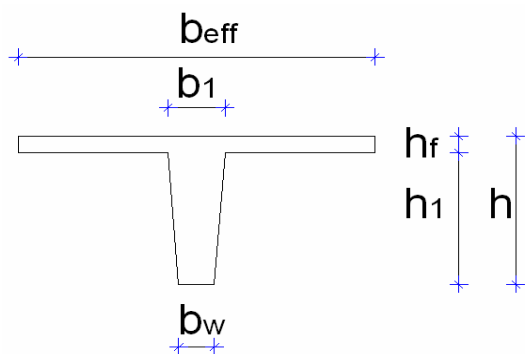
1) GEOMETRIJA NOSAČA

TT ploče + FNE (balasti)



$h = 50.00 \text{ cm}$ $Luk = 1810.00 \text{ cm}$ $b = 240.00 \text{ cm}$ $r = 90.00 \text{ cm}$

MODEL :



$beff \text{ (cm)} = 120.00$

$b1 \text{ (cm)} = 18.00$

$bw \text{ (cm)} = 16.00$

$hf \text{ (cm)} = 5.00$

$h1 \text{ (cm)} = 45.00$

	H (cm)	h1 (hw)	A (cm2)	yTd (cm)	I (cm ⁴)	u (cm)
za x = 0.00	50.00	45.00	1365.00	33.74	333007.55	338.02
za x = 0.50	50.00	45.00	1365.00	33.74	333007.55	338.02
za x = 1.00	50.00	45.00	1365.00	33.74	333007.55	338.02
za x = 1.50	50.00	45.00	1365.00	33.74	333007.55	338.02
za x = 2.00	50.00	45.00	1365.00	33.74	333007.55	338.02
za x = 2.50	50.00	45.00	1365.00	33.74	333007.55	338.02
za x = 3.00	50.00	45.00	1365.00	33.74	333007.55	338.02
za x = 3.50	50.00	45.00	1365.00	33.74	333007.55	338.02
za x = 4.00	50.00	45.00	1365.00	33.74	333007.55	338.02
za x = 4.50	50.00	45.00	1365.00	33.74	333007.55	338.02
za x = 5.00	50.00	45.00	1365.00	33.74	333007.55	338.02
za x = 5.50	50.00	45.00	1365.00	33.74	333007.55	338.02
za x = 6.00	50.00	45.00	1365.00	33.74	333007.55	338.02
za x = 6.50	50.00	45.00	1365.00	33.74	333007.55	338.02
za x = 7.00	50.00	45.00	1365.00	33.74	333007.55	338.02
za x = 7.50	50.00	45.00	1365.00	33.74	333007.55	338.02
za x = 8.00	50.00	45.00	1365.00	33.74	333007.55	338.02
za x = 8.50	50.00	45.00	1365.00	33.74	333007.55	338.02
za x = 9.00	50.00	45.00	1365.00	33.74	333007.55	338.02
za x = 9.05	50.00	45.00	1365.00	33.74	333007.55	338.02
za x = 9.50	50.00	45.00	1365.00	33.74	333007.55	338.02
za x = 10.00	50.00	45.00	1365.00	33.74	333007.55	338.02
za x = 10.50	50.00	45.00	1365.00	33.74	333007.55	338.02
za x = 11.00	50.00	45.00	1365.00	33.74	333007.55	338.02
za x = 11.50	50.00	45.00	1365.00	33.74	333007.55	338.02
za x = 12.00	50.00	45.00	1365.00	33.74	333007.55	338.02
za x = 12.50	50.00	45.00	1365.00	33.74	333007.55	338.02
za x = 13.00	50.00	45.00	1365.00	33.74	333007.55	338.02
za x = 13.50	50.00	45.00	1365.00	33.74	333007.55	338.02
za x = 14.00	50.00	45.00	1365.00	33.74	333007.55	338.02
za x = 14.50	50.00	45.00	1365.00	33.74	333007.55	338.02
za x = 15.00	50.00	45.00	1365.00	33.74	333007.55	338.02
za x = 15.50	50.00	45.00	1365.00	33.74	333007.55	338.02
za x = 16.00	50.00	45.00	1365.00	33.74	333007.55	338.02
za x = 16.50	50.00	45.00	1365.00	33.74	333007.55	338.02
za x = 17.00	50.00	45.00	1365.00	33.74	333007.55	338.02
za x = 17.50	50.00	45.00	1365.00	33.74	333007.55	338.02
za x = 18.00	50.00	45.00	1365.00	33.74	333007.55	338.02
za x = 18.10	50.00	45.00	1365.00	33.74	333007.55	338.02

broj točaka podjele : 39

2) OPTEREĆENJA :

g v.t. = 3.41 kN/m' (automatski uzeto u proračun)

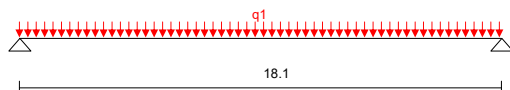
KONCENTRIRANE SILE	Fi	JEDNOLIKA OPTEREĆENJA	qi	KONCENTRIRANI MOMENTI	Mi
		G(kN/m)	Q(kN/m)	poč.(m)	kraj (m)
q 1	0.744	1.53	0	18.1	

dG (slojevi krova) = 0,32 kN/m2

dG (FNE + balasti) = 0,30 kN/m2

s = 1,20 kN/m2

wprit = 0,13 kN/m2 (kombinira se sa snijegom sa koef.komb. $\Psi = 0.6$)



REAKCIJE LIJEVO :
 RG = 37.62 kN
 RQ = 13.85 kN

REAKCIJE DESNO :
 RG = 37.62 kN
 RQ = 13.85 kN

ψ RIJETKA 0.6 ČESTA 0.2 KVZ.-STAL. 0

3) MOMENTI (kNm) od vanjskog opterećenja i pripadne kombinacije (za KROVNI NOSAČ - VLASTITA TEŽINA, DODATNO STALNO, SNIJEG + VJETAR)

x (m)	Mg v.t.	Mg	Mo	Msd 1,35 · G + 1,5 · Q	M rijetka komb. 1,0 · G + 0,6 · Q	M česta komb. 1,0 · G + 0,2 · Q	M kvazi-stalna komb. 1,0 · G + 0,0 · Q
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.50	15.02	3.27	6.73	34.79	22.33	19.64	18.29
1.00	29.18	6.36	13.08	67.60	43.39	38.15	35.54
1.50	42.49	9.26	19.05	98.43	63.18	55.56	51.75
2.00	54.94	11.98	24.63	127.29	81.70	71.85	66.92
2.50	66.54	14.51	29.84	154.17	98.95	87.02	81.05
3.00	77.29	16.85	34.65	179.08	114.94	101.08	94.14
3.50	87.19	19.01	39.09	202.01	129.65	114.02	106.20
4.00	96.23	20.98	43.15	222.96	143.10	125.84	117.21
4.50	104.42	22.77	46.82	241.93	155.28	136.55	127.19
5.00	111.76	24.37	50.11	258.93	166.19	146.15	136.13
5.50	118.24	25.78	53.01	273.95	175.83	154.63	144.02
6.00	123.87	27.01	55.54	287.00	184.20	161.99	150.88
6.50	128.65	28.05	57.68	298.07	191.31	168.24	156.70
7.00	132.58	28.90	59.44	307.16	197.14	173.37	161.48
7.50	135.65	29.57	60.82	314.27	201.71	177.38	165.22
8.00	137.87	30.06	61.81	319.41	205.01	180.29	167.92
8.50	139.23	30.36	62.42	322.58	207.04	182.07	169.59
9.00	139.74	30.47	62.65	323.76	207.80	182.74	170.21
9.05	139.75	30.47	62.66	323.77	207.81	182.74	170.21
9.50	139.40	30.39	62.50	322.97	207.29	182.29	169.79
10.00	138.21	30.13	61.97	320.20	205.52	180.73	168.34
10.50	136.16	29.69	61.05	315.46	202.47	178.05	165.84
11.00	133.26	29.05	59.75	308.74	198.16	174.26	162.31
11.50	129.50	28.23	58.06	300.04	192.58	169.35	157.74
12.00	124.90	27.23	56.00	289.37	185.73	163.33	152.13
12.50	119.44	26.04	53.55	276.72	177.61	156.19	145.48
13.00	113.12	24.66	50.72	262.09	168.22	147.93	137.79
13.50	105.96	23.10	47.51	245.49	157.56	138.56	129.06
14.00	97.94	21.35	43.91	226.91	145.64	128.07	119.29
14.50	89.07	19.42	39.93	206.35	132.44	116.47	108.48
15.00	79.34	17.30	35.57	183.82	117.98	103.75	96.64
15.50	68.76	14.99	30.83	159.31	102.25	89.92	83.75
16.00	57.33	12.50	25.70	132.83	85.25	74.97	69.83
16.50	45.05	9.82	20.20	104.36	66.98	58.91	54.87
17.00	31.91	6.96	14.31	73.92	47.45	41.72	38.86
17.50	17.92	3.91	8.03	41.51	26.64	23.43	21.82
18.00	3.07	0.67	1.38	7.12	4.57	4.02	3.74
18.10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

beton : C 50/60 ; fck = 50 N / mm² ; XC1 ; c = 25.0 mm

fcd = fck / γc = 50 / 1,5 = 33.33 N / mm² Ec = 36773.33 N / mm²

čelik za armiranje B 500 B : fyk = 500 N / mm²

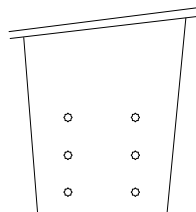
fyd = fyk / γs = 500 / 1,15 = 434.78 N / mm² Es = 200000.00 N / mm²

čelik za prednapinjanje : Y 1860 S7 , 15.2 mm A natega : 1.4 cm² Es = 200000.00 N / mm²

f p0.1k : 1670 N / mm² α = Es / Ecm : 5.44
fpk : 1860 N / mm² klasa relaksacije : 2

ukupno natega = 6 raspoređenih u 3 reda

RED	KOM.	od dolje (cm)	napon (N / mm ²)	isključ. sajli	lijevi kraj (m)	desni kraj (m)
1.	2	6	1175	0	0	0
2.	2	11	1175	0	0	0
3.	2	16	1175	0	0	0



UKUPNA SILA PREDNAPINJANJA = 987 kN ; sila / 1 natega = 165 kN ; težište natega od dolje = 11.00 cm

ČVRSTOĆA BETONA PRI OTPUŠTANJU NATEGA : 1.5 · σc,max (min 25 N / mm²) USVOJENO : 43.5 N/mm²

4) slijedi ispis UKUPNIH GUBITAKA SILE PREDNAPINJANJA :

iz presjeka x (m) = 9.05

Mg v.t. = 139.75 kNm
MG = 30.47 kNm
MQ = 62.66 kNm

$$\sigma_{p0} \leq \begin{cases} 0,80 \cdot f_{pk} = 1488 \text{ N/mm}^2 \\ 0,90 \cdot f_{p0.1k} = 1503 \text{ N/mm}^2 \end{cases} \quad 1175 < 1488 \text{ N/mm}^2$$

TRENUTNI GUBICI (elastična deformacija betona i početna relaksacija čelika za prednapinjanje)

1) ELASTIČNA DEFORM. BETONA

$$\Delta P_c = \sigma_{c0} \cdot \frac{\alpha}{1 + \rho_1 \cdot \alpha} \cdot A_p$$

$$\sigma_{c0} = P_o \cdot \rho_1 / A_c \quad ; \quad \rho_1 = 1 + (A_c / I_c) \cdot y_{cp}^2$$

$$\Delta P_c = -5.74 \text{ kN}$$

$$\text{gubitak napona } \Delta P_c / A_p = -6.83 \text{ N/mm}^2$$

2) GUBITAK ZBOG POČETNE RELAKSACIJE ČELIKA

$$\text{- ovisno o } \sigma_p / f_{pk} \quad ; \quad \sigma_p \approx 0,85 \cdot \sigma_{pgo}$$

$$\sigma_{pgo} = \frac{P_o - \Delta P_c}{A_p} = 116.82 \text{ kN/cm}^2$$

$$\frac{\sigma_p}{f_{pk}} = \frac{0,85 \cdot 116.82}{186.0} = 0.53 = 53 \%$$

$$\text{očitano } 1.0 \% \text{ od } \sigma_p \rightarrow 0.99 \text{ kN/cm}^2$$

$$\Delta P_{ir} = 0.99 \cdot A_p = -8.34 \text{ kN}$$

$$\text{gubitak napona } \Delta P_{ir} / A_p = -9.93 \text{ N/mm}^2$$

SILA PREDNAPINJANJA NAKON POČETNIH GUBITAKA (za t = 0) :

$$P_{mo} = P_o + \Delta P_c + \Delta P_{ir} = 972.92 \text{ kN}$$

$$\text{napon } \rightarrow \sigma_{pm,o} = P_{mo} / A_p = 1158.24 \text{ N/mm}^2$$

$$\sigma_{pm0} \leq \begin{cases} 0,75 \cdot f_{pk} = 1395 \text{ N/mm}^2 \\ 0,85 \cdot f_{p0.1k} = 1420 \text{ N/mm}^2 \end{cases} \quad 1158 < 1395 \text{ N/mm}^2$$

DUGOTRAJNI GUBICI (puzanje, skupljanje i relaksacija)

SKUPLJANJE :

$t - t_s$ - stvarno trajanje skupljanja u danima

$h_o = 2 \cdot A_c / u$ - srednji polumjer presjeka (mm)

$$\beta_s(t-t_s) = \left[\frac{t - t_s}{0,035 \cdot h_o^2 + t - t_s} \right]^{0.5} \quad - \text{koef. kojim se opisuje vremenska promjene skupljanja}$$

RH - relativna vlažnost okoliša u %

$$\beta_{RH} = 1 - (RH / 100)^3 \quad - \text{koef. učinka vlažnosti zraka na osnovno skupljanje}$$

$$\beta_{RH} = -1,55 \cdot \beta_{RH} \quad - \text{za relativnu vlažnost } 40\% \leq RH \leq 90\%$$

$$f_{cm} = f_{ck} + 8 \quad - \text{tlačna čvrstoća betona starog 28 dana (N / mm²)}$$

$$\beta_{sc} = 5 \quad - \text{za cement s normalnim stvrdnjavanjem}$$

$$\epsilon_s(f_{cm}) = (160 + \beta_{sc} \cdot (90 - f_{cm})) \cdot 10^{-6} \quad - \text{ovisnost o betonu i cementu}$$

$$\epsilon_{cso} = \epsilon_s(f_{cm}) \cdot \beta_{RH} \quad - \text{osnovna vrijednost koef.skupljanja}$$

$$\text{koeficijent skupljanja : } \epsilon_{cs}(t, t_s) = \epsilon_{cso} \cdot \beta_s(t - t_s)$$

PUZANJE :

$t - t_o$ - vrijeme trajanja djelovnja opterećenja

$$\beta_H = 1,5 \cdot [1 + (0,012 \cdot RH)^{18}] \cdot h_o + 250 \leq 1500$$

$$\beta_c(t-t_o) = \left[\frac{t - t_o}{\beta_H + t - t_o} \right]^{0.3} \quad - \text{koef. kojim se opisuje vremenski tijek puzanja pod opterećenjem}$$

$$\beta(t_o) = \frac{1}{0,1 + t_o^{0.2}} \quad - \text{koef. kojim se uzima u obzir utjecaj starosti betona na početku djelovanja opterećenja}$$

$$f_{cm} = f_{ck} + 8 \quad - \text{tlačna čvrstoća betona starog 28 dana (N / mm²)}$$

$$\beta(f_{cm}) = \frac{16,8}{\sqrt{f_{cm}}} \quad - \text{koef.kojim se uzima u obzir učinak čvrstoće betona}$$

$h_o = 2 \cdot A_c / u$ - srednji polumjer presjeka (mm)

RH - relativna vlažnost okoliša u %

$$\phi_{RH} = 1 + \frac{1 - RH / 100}{0,1 \cdot \sqrt[3]{h_o}} \quad - \text{koef.kojim se uzima u obzira relativna vlažnost zraka}$$

$$\phi_o = \phi_{RH} \cdot \beta(f_{cm}) \cdot \beta(t_o) \quad - \text{osnovna vrijednost koef.puzanja}$$

$$\text{koeficijent puzanja : } \phi(t, t_o) = \phi_o \cdot \beta_c(t - t_o)$$

	starost betona (u danima)				
	4	28	60	90	∞
skupljanje $\varepsilon_{cs}(t, t_s)$	-0.00005695038	-0.00013385608	-0.00015216998	-0.00014790727	-0.00042952919
puzanje $\varphi(t, t_0)$	0.57207849801	1.01079597083	0.94698832561	0.86059070312	0.72689774641

$$\Delta\sigma_{p,c+s+r} = \frac{\varepsilon_s(t, t_0) \cdot E_p + \Delta\sigma_{pr} + \alpha \cdot \varphi(t, t_0) \cdot (\sigma_{cg} + \sigma_{cpo})}{1 + \alpha \cdot \frac{A_p}{A_c} \cdot \left(1 + y_{cp}^2 \cdot \frac{A_c}{I_c} \right) \cdot (1 + 0,8 \cdot \varphi(t, t_0))}$$

NAKON 4 DANA :

$\Delta\sigma_{pr}$ ovisi o omjeru $\sigma_p / f_{pk} \rightarrow$

$$\sigma_p = 0,85 \cdot \sigma_{pgo}$$

$$\sigma_{pgo} = \frac{P_o - \sum \Delta P_i}{A_p} - \alpha \cdot \frac{P_o - \sum \Delta P_i}{A_c} - \alpha \cdot \frac{P_o - \sum \Delta P_i}{I_c} \cdot y_{cp}^2 + \alpha \cdot \sigma_{cg}$$

$$\sigma_{pgo} = \frac{P_o - \sum \Delta P_i}{A_p} - \alpha \cdot \frac{P_o - \sum \Delta P_i}{A_c} - \alpha \cdot \frac{P_o - \sum \Delta P_i}{I_c} \cdot y_{cp}^2 + \alpha \cdot \frac{M_G \cdot y_{cp}}{I_c}$$

$$\sigma_{pgo} = 108.92 \quad \text{kN/cm}^2$$

$$\sigma_p / f_{pk} = 0.50 = 49.78 \quad \%$$

$$\text{očitano : } 1.0 \quad \% \text{ od } \sigma_p \text{ tj. } \Delta\sigma_{pr} = -0.93 \quad \text{kN/cm}^2$$

$$\sigma_{cg} = \frac{M_G \cdot y_{cp}}{I_c} = 0.95 \quad \text{kN/cm}^2$$

$$\sigma_{cpo} = \frac{P_o - \sum \Delta P_i}{A_c} \cdot \left(1 + \frac{A_c \cdot y_{cp}^2}{I_c} \right) = -2.22 \quad \text{kN/cm}^2$$

$$\Delta\sigma_{p,c+s+r} (4) = -5.22 \quad \text{kN/cm}^2 \rightarrow \Delta P (4) = -43.84 \quad \text{kN}$$

NAKON 28 DANA :

$\Delta\sigma_{pr}$ ovisi o omjeru $\sigma_p / f_{pk} \rightarrow$

$$\sigma_p = 0,85 \cdot \sigma_{pgo}$$

$$\sigma_{pgo} = \frac{P_o - \sum \Delta P_i}{A_p} - \alpha \cdot \frac{P_o - \sum \Delta P_i}{A_c} - \alpha \cdot \frac{P_o - \sum \Delta P_i}{I_c} \cdot y_{cp}^2 + \alpha \cdot \sigma_{cg}$$

$$\sigma_{pgo} = \frac{P_o - \sum \Delta P_i}{A_p} - \alpha \cdot \frac{P_o - \sum \Delta P_i}{A_c} - \alpha \cdot \frac{P_o - \sum \Delta P_i}{I_c} \cdot y_{cp}^2 + \alpha \cdot \frac{M_G \cdot y_{cp}}{I_c}$$

$$\sigma_{pgo} = 105.38 \quad \text{kN/cm}^2$$

$$\sigma_p / f_{pk} = 0.48 = 48.16 \quad \%$$

$$\text{očitano : } 1.0 \quad \% \text{ od } \sigma_p \text{ tj. } \Delta\sigma_{pr} = -0.90 \quad \text{kN/cm}^2$$

$$\sigma_{cg} = \frac{MG \cdot y_{cp}}{I_c} = 1.16 \text{ kN/cm}^2$$

$$\sigma_{cpo} = \frac{Po - \sum \Delta P_i}{A_c} \cdot \left(1 + \frac{A_c \cdot y_{cp}^2}{I_c} \right) = -2.12 \text{ kN/cm}^2$$

$$\Delta \sigma_{p,c+s+r} (28) = -7.45 \text{ kN/cm}^2 \rightarrow \Delta P (28) = -62.57 \text{ kN}$$

NAKON 60 DANA :

$\Delta \sigma_{pr}$ ovisi o omjeru $\sigma_p / f_{pk} \rightarrow$

$$\sigma_p = 0,85 \cdot \sigma_{pgo}$$

$$\sigma_{pgo} = \frac{Po - \sum \Delta P_i}{A_p} - \alpha \cdot \frac{Po - \sum \Delta P_i}{A_c} - \alpha \cdot \frac{Po - \sum \Delta P_i}{I_c} \cdot y_{cp}^2 + \alpha \cdot \sigma_{cg}$$

$$\sigma_{pgo} = \frac{Po - \sum \Delta P_i}{A_p} - \alpha \cdot \frac{Po - \sum \Delta P_i}{A_c} - \alpha \cdot \frac{Po - \sum \Delta P_i}{I_c} \cdot y_{cp}^2 + \alpha \cdot \frac{MG \cdot y_{cp}}{I_c}$$

$$\sigma_{pgo} = 98.71 \text{ kN/cm}^2$$

$$\sigma_p / f_{pk} = 0.45 = 45.11 \%$$

$$o\check{c}itano : 1.0 \% \text{ od } \sigma_p \text{ tj. } \Delta \sigma_{pr} = -0.84 \text{ kN/cm}^2$$

$$\sigma_{cg} = \frac{MG \cdot y_{cp}}{I_c} = 1.16 \text{ kN/cm}^2$$

$$\sigma_{cpo} = \frac{Po - \sum \Delta P_i}{A_c} \cdot \left(1 + \frac{A_c \cdot y_{cp}^2}{I_c} \right) = -1.98 \text{ kN/cm}^2$$

$$\Delta \sigma_{p,c+s+r} (60) = -6.84 \text{ kN/cm}^2 \rightarrow \Delta P (60) = -57.45 \text{ kN}$$

NAKON 90 DANA :

$\Delta \sigma_{pr}$ ovisi o omjeru $\sigma_p / f_{pk} \rightarrow$

$$\sigma_p = 0,85 \cdot \sigma_{pgo}$$

$$\sigma_{pgo} = \frac{Po - \sum \Delta P_i}{A_p} - \alpha \cdot \frac{Po - \sum \Delta P_i}{A_c} - \alpha \cdot \frac{Po - \sum \Delta P_i}{I_c} \cdot y_{cp}^2 + \alpha \cdot \sigma_{cg}$$

$$\sigma_{pgo} = \frac{Po - \sum \Delta P_i}{A_p} - \alpha \cdot \frac{Po - \sum \Delta P_i}{A_c} - \alpha \cdot \frac{Po - \sum \Delta P_i}{I_c} \cdot y_{cp}^2 + \alpha \cdot \frac{MG \cdot y_{cp}}{I_c}$$

$$\sigma_{pgo} = 92.58 \text{ kN/cm}^2$$

$$\sigma_p / f_{pk} = 0.42 = 42.31 \%$$

$$o\check{c}itano : 1.0 \% \text{ od } \sigma_p \text{ tj. } \Delta \sigma_{pr} = -0.79 \text{ kN/cm}^2$$

$$\sigma_{cg} = \frac{MG \cdot y_{cp}}{I_c} = 1.16 \text{ kN/cm}^2$$

$$\sigma_{cpo} = \frac{Po - \sum \Delta P_i}{A_c} \cdot \left(1 + \frac{A_c \cdot y_{cp}^2}{I_c} \right) = -1.85 \text{ kN/cm}^2$$

$$\Delta \sigma_{p,c+s+r} (90) = -5.92 \text{ kN/cm}^2 \rightarrow \Delta P (90) = -49.69 \text{ kN}$$

ZA $t = \infty$:

$\Delta\sigma_{pr}$ ovisi o omjeru $\sigma_p / f_{pk} \rightarrow$

$$\sigma_p = 0,85 \cdot \sigma_{pgo}$$

$$\sigma_{pgo} = \frac{P_o - \sum \Delta P_i}{A_p} - \alpha \cdot \frac{P_o - \sum \Delta P_i}{A_c} - \alpha \cdot \frac{P_o - \sum \Delta P_i}{I_c} \cdot y_{cp}^2 + \alpha \cdot \sigma_{cg}$$

$$\sigma_{pgo} = \frac{P_o - \sum \Delta P_i}{A_p} - \alpha \cdot \frac{P_o - \sum \Delta P_i}{A_c} - \alpha \cdot \frac{P_o - \sum \Delta P_i}{I_c} \cdot y_{cp}^2 + \alpha \cdot \frac{M_G \cdot y_{cp}}{I_c}$$

$$\sigma_{pgo} = 87.29 \text{ kN/cm}^2$$

$$\sigma_p / f_{pk} = 0.40 = 39.89 \%$$

$$\text{očitano : } 1.0 \% \text{ od } \sigma_p \text{ tj. } \Delta\sigma_{pr} = -0.74 \text{ kN/cm}^2$$

$$\sigma_{cg} = \frac{M_G \cdot y_{cp}}{I_c} = 1.16 \text{ kN/cm}^2$$

$$\sigma_{cpo} = \frac{P_o - \sum \Delta P_i}{A_c} \cdot \left(1 + \frac{A_c \cdot y_{cp}^2}{I_c} \right) = -1.74 \text{ kN/cm}^2$$

$$\Delta\sigma_{p,c+s+r}(\infty) = -9.95 \text{ kN/cm}^2 \rightarrow \Delta P(\infty) = -83.62 \text{ kN}$$

SILA PREDNAPINJANJA NAKON SVIH GUBITAKA :

$$(P_{m,0} = 972.92 \text{ kN})$$

$$\text{nakon 4 dana : } P_{m,4} = P_o - \Delta P_c - \Delta P_{ir} - \Delta P(4) = 929.08 \text{ kN}$$

$$\text{nakon 28 dana : } P_{m,28} = P_o - \Delta P_c - \Delta P_{ir} - \Delta P(4) - \Delta P(28) = 866.52 \text{ kN}$$

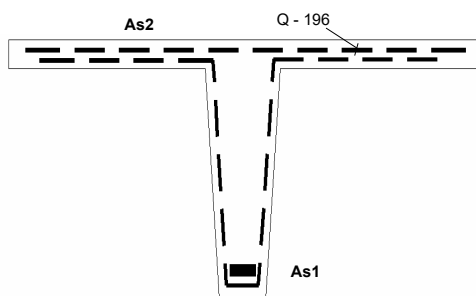
$$\text{nakon 60 dana : } P_{m,60} = P_o - \Delta P_c - \Delta P_{ir} - \Delta P(4) - \Delta P(28) - \Delta P(60) = 809.07 \text{ kN}$$

$$\text{nakon 90 dana : } P_{m,90} = P_o - \Delta P_c - \Delta P_{ir} - \Delta P(4) - \Delta P(28) - \Delta P(60) - \Delta P(90) = 759.38 \text{ kN}$$

$$\text{nakon } \infty : P_{m,\infty} = P_o - \Delta P_c - \Delta P_{ir} - \Delta P(4) - \Delta P(28) - \Delta P(60) - \Delta P(90) - \Delta P(\infty) = 675.76 \text{ kN}$$

$$\text{gubitak u postotku od početne sile prednapinjanja : } 31.53 \%$$

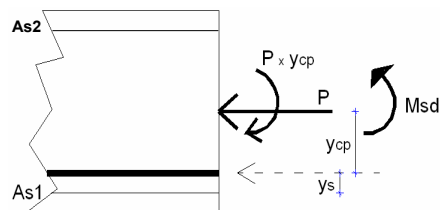
$$\text{naprezanje u prednapeton čeliku za } t = \infty \text{ treba biti } \sigma_p \leq 0,75 \cdot f_{pk} : 804.47 < 1395 \text{ N/mm}^2$$



Odabrana armatura As1 : **2** \emptyset **16**
(4.02 cm²)

Odabrana armatura As2 : **7** \emptyset **6**
(1.96 cm²)

x (m)	H (cm)	yTd (cm)	Mg v.t.	Mg	Mq	ycp (cm)	Mp 0	Mp ∞
0.00	50.00	33.74	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.50	50.00	33.74	15.02	3.27	6.73	22.74	-221.21	-153.64
1.00	50.00	33.74	29.18	6.36	13.08	22.74	-221.21	-153.64
1.50	50.00	33.74	42.49	9.26	19.05	22.74	-221.21	-153.64
2.00	50.00	33.74	54.94	11.98	24.63	22.74	-221.21	-153.64
2.50	50.00	33.74	66.54	14.51	29.84	22.74	-221.21	-153.64
3.00	50.00	33.74	77.29	16.85	34.65	22.74	-221.21	-153.64
3.50	50.00	33.74	87.19	19.01	39.09	22.74	-221.21	-153.64
4.00	50.00	33.74	96.23	20.98	43.15	22.74	-221.21	-153.64
4.50	50.00	33.74	104.42	22.77	46.82	22.74	-221.21	-153.64
5.00	50.00	33.74	111.76	24.37	50.11	22.74	-221.21	-153.64
5.50	50.00	33.74	118.24	25.78	53.01	22.74	-221.21	-153.64
6.00	50.00	33.74	123.87	27.01	55.54	22.74	-221.21	-153.64
6.50	50.00	33.74	128.65	28.05	57.68	22.74	-221.21	-153.64
7.00	50.00	33.74	132.58	28.90	59.44	22.74	-221.21	-153.64
7.50	50.00	33.74	135.65	29.57	60.82	22.74	-221.21	-153.64
8.00	50.00	33.74	137.87	30.06	61.81	22.74	-221.21	-153.64
8.50	50.00	33.74	139.23	30.36	62.42	22.74	-221.21	-153.64
9.00	50.00	33.74	139.74	30.47	62.65	22.74	-221.21	-153.64
9.05	50.00	33.74	139.75	30.47	62.66	22.74	-221.21	-153.64
9.50	50.00	33.74	139.40	30.39	62.50	22.74	-221.21	-153.64
10.00	50.00	33.74	138.21	30.13	61.97	22.74	-221.21	-153.64
10.50	50.00	33.74	136.16	29.69	61.05	22.74	-221.21	-153.64
11.00	50.00	33.74	133.26	29.05	59.75	22.74	-221.21	-153.64
11.50	50.00	33.74	129.50	28.23	58.06	22.74	-221.21	-153.64
12.00	50.00	33.74	124.90	27.23	56.00	22.74	-221.21	-153.64
12.50	50.00	33.74	119.44	26.04	53.55	22.74	-221.21	-153.64
13.00	50.00	33.74	113.12	24.66	50.72	22.74	-221.21	-153.64
13.50	50.00	33.74	105.96	23.10	47.51	22.74	-221.21	-153.64
14.00	50.00	33.74	97.94	21.35	43.91	22.74	-221.21	-153.64
14.50	50.00	33.74	89.07	19.42	39.93	22.74	-221.21	-153.64
15.00	50.00	33.74	79.34	17.30	35.57	22.74	-221.21	-153.64
15.50	50.00	33.74	68.76	14.99	30.83	22.74	-221.21	-153.64
16.00	50.00	33.74	57.33	12.50	25.70	22.74	-221.21	-153.64
16.50	50.00	33.74	45.05	9.82	20.20	22.74	-221.21	-153.64
17.00	50.00	33.74	31.91	6.96	14.31	22.74	-221.21	-153.64
17.50	50.00	33.74	17.92	3.91	8.03	22.74	-221.21	-153.64
18.00	50.00	33.74	3.07	0.67	1.38	22.74	-143.78	-99.87
18.10	50.00	33.74	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00



$$P_{m0} \cdot y_{cp} = M_{p0}$$

$$P_{m\infty} \cdot y_{cp} = M_{p\infty}$$

5) NAPREZANJA U BETONU (N / mm²) :

za t = 0 :

(+ tlak , - vlak)

GORE :

$$\sigma_c = \frac{P_{m0}}{0,95 \cdot A_c} - \frac{P_{m0} \cdot y_{cp}}{0,95 \cdot W_G} + \frac{M_{sd}}{0,95 \cdot W_G}$$

DOLJE :

$$\sigma_c = \frac{P_{m0}}{0,95 \cdot A_c} + \frac{P_{m0} \cdot y_{cp}}{0,95 \cdot W_D} - \frac{M_{sd}}{0,95 \cdot W_D}$$

za t = ∞ :

GORE :

$$\sigma_c = \frac{P_{m\infty}}{A_c} - \frac{P_{m\infty} \cdot y_{cp}}{W_G} + \frac{M_{sd}}{W_G}$$

DOLJE :

$$\sigma_c = \frac{P_{m\infty}}{A_c} + \frac{P_{m\infty} \cdot y_{cp}}{W_D} - \frac{M_{sd}}{W_D}$$

x(m)	1,0 · G v.t. + P		1,0 · G v.t. + 1,0 · ΔG + 1,0 · Q + P		RIJETKA 1,0-G v.t. + 1,0-ΔG + 0,6-Q + P		ČESTA 1,0-G v.t. + 1,0-ΔG + 0,2-Q + P		KVAZI-STALNA 1,0-G v.t. + 1,0-ΔG + 0,0 · Q + P		+ tlak - vlak
	t = 0 (nakon prednap.)		t = beskon.		t = beskon.		t = beskon.		t = beskon.		
	GORE	DOLJE	GORE	DOLJE	GORE	DOLJE	GORE	DOLJE	GORE	DOLJE	
0.50	-1.74	18.61	-0.44	10.80	-0.57	11.07	-0.70	11.35	-0.77	11.48	
1.00	-2.37	27.98	-0.18	15.59	-0.43	16.12	-0.69	16.65	-0.82	16.92	
1.50	-1.69	26.56	0.90	13.34	0.53	14.12	0.16	14.89	-0.03	15.27	
2.00	-1.04	25.23	1.92	11.24	1.44	12.24	0.96	13.24	0.72	13.74	
2.50	-0.45	24.00	2.86	9.28	2.28	10.49	1.70	11.70	1.41	12.30	
3.00	0.10	22.85	3.74	7.47	3.06	8.87	2.38	10.28	2.04	10.98	
3.50	0.61	21.79	4.54	5.80	3.78	7.38	3.02	8.96	2.63	9.76	
4.00	1.08	20.83	5.28	4.27	4.44	6.02	3.59	7.77	3.17	8.64	
4.50	1.50	19.96	5.95	2.89	5.03	4.78	4.12	6.68	3.66	7.63	
5.00	1.88	19.17	6.54	1.65	5.56	3.68	4.58	5.71	4.10	6.73	
5.50	2.21	18.48	7.07	0.55	6.03	2.70	5.00	4.85	4.48	5.93	
6.00	2.50	17.88	7.53	-0.40	6.44	1.85	5.36	4.11	4.82	5.23	
6.50	2.74	17.37	7.92	-1.20	6.79	1.13	5.66	3.47	5.10	4.64	
7.00	2.95	16.95	8.24	-1.87	7.08	0.54	5.91	2.95	5.33	4.16	
7.50	3.10	16.63	8.49	-2.38	7.30	0.08	6.11	2.55	5.52	3.78	
8.00	3.22	16.39	8.67	-2.76	7.46	-0.25	6.25	2.25	5.65	3.50	
8.50	3.29	16.24	8.78	-2.99	7.56	-0.46	6.34	2.07	5.73	3.34	
9.00	3.31	16.19	8.82	-3.07	7.60	-0.54	6.37	2.00	5.76	3.27	
9.05	3.31	16.19	8.82	-3.08	7.60	-0.54	6.37	2.00	5.76	3.27	
9.50	3.30	16.23	8.79	-3.02	7.57	-0.48	6.35	2.05	5.74	3.31	
10.00	3.24	16.35	8.69	-2.82	7.48	-0.30	6.27	2.21	5.67	3.46	
10.50	3.13	16.57	8.53	-2.47	7.34	0.00	6.14	2.48	5.55	3.71	
11.00	2.98	16.88	8.29	-1.98	7.12	0.44	5.96	2.86	5.37	4.07	
11.50	2.79	17.28	7.99	-1.35	6.85	1.01	5.72	3.36	5.15	4.54	
12.00	2.55	17.77	7.61	-0.57	6.52	1.70	5.42	3.97	4.88	5.10	
12.50	2.27	18.36	7.17	0.35	6.12	2.52	5.07	4.69	4.55	5.78	
13.00	1.95	19.03	6.65	1.42	5.66	3.47	4.67	5.53	4.18	6.56	
13.50	1.58	19.79	6.07	2.63	5.14	4.55	4.21	6.48	3.75	7.44	
14.00	1.17	20.65	5.42	3.98	4.56	5.76	3.70	7.54	3.27	8.43	
14.50	0.71	21.59	4.70	5.48	3.92	7.10	3.14	8.72	2.75	9.53	
15.00	0.21	22.63	3.90	7.12	3.21	8.56	2.51	10.00	2.17	10.73	
15.50	-0.33	23.76	3.04	8.91	2.44	10.16	1.84	11.41	1.54	12.03	
16.00	-0.92	24.98	2.11	10.84	1.61	11.88	1.11	12.92	0.86	13.44	
16.50	-1.55	26.29	1.11	12.91	0.72	13.73	0.32	14.55	0.13	14.96	
17.00	-2.23	27.69	0.04	15.13	-0.24	15.71	-0.52	16.29	-0.66	16.58	
17.50	-2.95	29.18	-1.10	17.49	-1.25	17.82	-1.41	18.14	-1.49	18.31	
18.00	-2.36	19.88	-1.41	12.82	-1.44	12.87	-1.46	12.93	-1.48	12.96	

provjera uvjeta GSU :

rijetka kombinacija opterećenja : $\sigma_c \leq 0,6 \cdot f_{ck} \rightarrow 17.82 < 30.00 \text{ N / mm}^2$

nazovistalna kombinacija opterećenja : $\sigma_c \leq 0,45 \cdot f_{ck} \rightarrow 18.31 < 22.50 \text{ N / mm}^2$

6) NAPREZANJA U ČELIKU (N / mm²) :

(+ vlak , - tlak)

$$\sigma_1 = \frac{Msd \cdot (ycp + ys)}{Ic} \cdot \alpha - \frac{P}{Ac} \cdot \alpha - \frac{P \cdot ycp \cdot (ycp + ys)}{Ic} \cdot \alpha$$

$$\sigma_2 = - \frac{Msd \cdot (ycp + ys)}{Ic} \cdot \alpha - \frac{P}{Ac} \cdot \alpha + \frac{P \cdot ycp \cdot (ycp + ys)}{Ic} \cdot \alpha$$

x (m)	1,0 · G v.t. + P			1,0 · G v.t. + 1,0 · ΔG + 1,0 · Q + P			RIJETKA 1,0·G v.t. + 1,0·ΔG + 0,6·Q + P			ČESTA 1,0·G v.t. + 1,0·ΔG + 0,2·Q + P			KVAZI-STALNA 1,0·G v.t. + 1,0·ΔG + 0,0 · Q + P			+ vlak - tlak
	t = 0 (nakon prednap.)			t = beskon.			t = beskon.			t = beskon.			t = beskon.			
	Msd	σs1	σs2	Msd	σs1	σs2	Msd	σs1	σs2	Msd	σs1	σs2	Msd	σs1	σs2	
0.50	15.02	-87.74	3.75	25.02	-53.85	-0.68	22.33	-55.16	-0.07	19.64	-56.47	0.53	18.29	-57.12	0.84	
1.00	29.18	-132.03	4.40	48.62	-77.93	-3.32	43.39	-80.47	-2.14	38.15	-83.01	-0.96	35.54	-84.28	-0.38	
1.50	42.49	-125.56	1.41	70.80	-67.16	-8.30	63.18	-70.86	-6.59	55.56	-74.56	-4.88	51.75	-76.41	-4.02	
2.00	54.94	-119.51	-1.39	91.55	-57.08	-12.97	81.70	-61.86	-10.75	71.85	-66.65	-8.54	66.92	-69.04	-7.43	
2.50	66.54	-113.88	-4.00	110.89	-47.69	-17.31	98.95	-53.49	-14.63	87.02	-59.28	-11.95	81.05	-62.18	-10.61	
3.00	77.29	-108.66	-6.41	128.80	-38.99	-21.34	114.94	-45.72	-18.22	101.08	-52.45	-15.11	94.14	-55.82	-13.55	
3.50	87.19	-103.85	-8.64	145.29	-30.98	-25.05	129.65	-38.58	-21.53	114.02	-46.17	-18.02	106.20	-49.97	-16.26	
4.00	96.23	-99.46	-10.67	160.36	-23.66	-28.43	143.10	-32.04	-24.56	125.84	-40.43	-20.68	117.21	-44.62	-18.74	
4.50	104.42	-95.48	-12.51	174.01	-17.03	-31.50	155.28	-26.13	-27.29	136.55	-35.22	-23.08	127.19	-39.77	-20.98	
5.00	111.76	-91.92	-14.16	186.23	-11.10	-34.25	166.19	-20.83	-29.75	146.15	-30.57	-25.24	136.13	-35.43	-22.99	
5.50	118.24	-88.77	-15.62	197.04	-5.85	-36.68	175.83	-16.15	-31.91	154.63	-26.45	-27.15	144.02	-31.60	-24.76	
6.00	123.87	-86.04	-16.89	206.42	-1.29	-38.79	184.20	-12.08	-33.80	161.99	-22.87	-28.80	150.88	-28.27	-26.30	
6.50	128.65	-83.72	-17.96	214.38	2.57	-40.58	191.31	-8.63	-35.39	168.24	-19.84	-30.21	156.70	-25.44	-27.61	
7.00	132.58	-81.81	-18.84	220.92	5.75	-42.05	197.14	-5.80	-36.70	173.37	-17.35	-31.36	161.48	-23.12	-28.69	
7.50	135.65	-80.32	-19.53	226.04	8.23	-43.20	201.71	-3.58	-37.73	177.38	-15.39	-32.26	165.22	-21.30	-29.53	
8.00	137.87	-79.24	-20.03	229.73	10.03	-44.03	205.01	-1.98	-38.47	180.29	-13.99	-32.91	167.92	-19.99	-30.14	
8.50	139.23	-78.58	-20.34	232.01	11.13	-44.54	207.04	-0.99	-38.93	182.07	-13.12	-33.32	169.59	-19.18	-30.51	
9.00	139.74	-78.33	-20.45	232.86	11.55	-44.73	207.80	-0.62	-39.10	182.74	-12.79	-33.47	170.21	-18.88	-30.65	
9.05	139.75	-78.33	-20.45	232.87	11.55	-44.73	207.81	-0.62	-39.10	182.74	-12.79	-33.47	170.21	-18.88	-30.65	
9.50	139.40	-78.49	-20.38	232.29	11.27	-44.61	207.29	-0.87	-38.99	182.29	-13.01	-33.37	169.79	-19.08	-30.56	
10.00	138.21	-79.07	-20.11	230.30	10.31	-44.16	205.52	-1.73	-38.59	180.73	-13.77	-33.01	168.34	-19.79	-30.23	
10.50	136.16	-80.07	-19.65	226.89	8.65	-43.39	202.47	-3.21	-37.90	178.05	-15.07	-32.41	165.84	-21.00	-29.67	
11.00	133.26	-81.48	-19.00	222.06	6.30	-42.30	198.16	-5.31	-36.93	174.26	-16.91	-31.56	162.31	-22.71	-28.87	
11.50	129.50	-83.30	-18.15	215.80	3.26	-40.90	192.58	-8.02	-35.68	169.35	-19.30	-30.46	157.74	-24.94	-27.85	
12.00	124.90	-85.54	-17.12	208.13	-0.46	-39.17	185.73	-11.34	-34.14	163.33	-22.22	-29.10	152.13	-27.66	-26.58	
12.50	119.44	-88.19	-15.89	199.03	-4.88	-37.13	177.61	-15.29	-32.31	156.19	-25.69	-27.50	145.48	-30.89	-25.09	
13.00	113.12	-91.26	-14.47	188.51	-9.99	-34.76	168.22	-19.85	-30.20	147.93	-29.70	-25.64	137.79	-34.62	-23.36	
13.50	105.96	-94.74	-12.86	176.57	-15.79	-32.08	157.56	-25.02	-27.81	138.56	-34.25	-23.53	129.06	-38.86	-21.40	
14.00	97.94	-98.63	-11.06	163.20	-22.28	-29.07	145.64	-30.81	-25.13	128.07	-39.34	-21.18	119.29	-43.61	-19.20	
14.50	89.07	-102.94	-9.06	148.42	-29.46	-25.75	132.44	-37.22	-22.16	116.47	-44.98	-18.57	108.48	-48.86	-16.77	
15.00	79.34	-107.66	-6.88	132.21	-37.33	-22.11	117.98	-44.24	-18.91	103.75	-51.15	-15.71	96.64	-54.61	-14.11	
15.50	68.76	-112.80	-4.50	114.58	-45.89	-18.14	102.25	-51.88	-15.37	89.92	-57.87	-12.60	83.75	-60.87	-11.21	
16.00	57.33	-118.35	-1.93	95.53	-55.15	-13.86	85.25	-60.14	-11.55	74.97	-65.13	-9.24	69.83	-67.63	-8.08	
16.50	45.05	-124.32	0.83	75.06	-65.09	-9.26	66.98	-69.01	-7.44	58.91	-72.93	-5.63	54.87	-74.90	-4.72	
17.00	31.91	-130.70	3.79	53.17	-75.72	-4.34	47.45	-78.50	-3.05	41.72	-81.28	-1.77	38.86	-82.67	-1.12	
17.50	17.92	-137.49	6.93	29.85	-87.04	0.90	26.64	-88.60	1.62	23.43	-90.16	2.35	21.82	-90.94	2.71	
18.00	3.07	-93.54	6.43	5.12	-63.52	3.80	4.57	-63.78	3.92	4.02	-64.05	4.05	3.74	-64.19	4.11	

provjera uvjeta GSU :

rijetka kombinacija opterećenja :	σs ≤ 0,8 · fyk	→	400.00	N / mm ²
	σs = -88.60	<	400.00	N / mm ²
	σs = 3.92	<	400.00	N / mm ²

7) POPREČNA ARMATURA (VILICE):

$$R_G^L \text{ (kN)} = 37.62$$

$$R_G^D \text{ (kN)} = 37.62$$

$$R_Q^L \text{ (kN)} = 13.85$$

$$R_Q^D \text{ (kN)} = 13.85$$

Proračunska nosivost na poprečnu silu **VRd1** :

$$VRd1 = (\tau_{Rd} \cdot k \cdot (1,2 + 40 \cdot \rho_1) + 0,15 \cdot \sigma_{cp}) \cdot b_w \cdot d$$

$$\tau_{Rd} = 0.48 \quad N / mm^2$$

$$k = 1,6 - d \geq 1 \quad ; \quad d(m)$$

$$\rho_1 = A_{s1} / (b_w \cdot d) \leq 0,02$$

$$\sigma_{cp} = N_{sd} / A_c = \gamma_p \cdot P_{m\infty} / A_c$$

ako je $VRd1 < V_{sd} < VRd2$ provjera najveće nosivosti tlačnih štapova betona iznosi :

$$VRd2 = 0,50 \cdot v \cdot f_{cd} \cdot b_w \cdot 0,9 \cdot d$$

$$v = 0,7 \cdot f_{ck} / 200 \geq 0,50$$

x (m)	Vsd (kN) (abs.)	VRd1	VRd2	sw (cm)	
				pretp. Ø	m =
0.50	67.60	----	< VRd2	Ø 6	/ 30.00 cm
1.00	63.65	----	< VRd2	Ø 6	/ 30.00 cm
1.50	59.69	----	< VRd2	Ø 6	/ 30.00 cm
2.00	55.74	----	< VRd2	Ø 6	/ 30.00 cm
2.50	51.79	----	< VRd2	Ø 6	/ 30.00 cm
3.00	47.83	----	< VRd2	Ø 6	/ 30.00 cm
3.50	43.88	----	< VRd2	Ø 6	/ 30.00 cm
4.00	39.93	----	< VRd2	Ø 6	/ 30.00 cm
4.50	35.97	----	< VRd2	Ø 6	/ 30.00 cm
5.00	32.02	----	< VRd2	Ø 6	/ 30.00 cm
5.50	28.07	----	< VRd2	Ø 6	/ 30.00 cm
6.00	24.11	----	< VRd2	Ø 6	/ 30.00 cm
6.50	20.16	----	< VRd2	Ø 6	/ 30.00 cm
7.00	16.21	----	< VRd2	Ø 6	/ 30.00 cm
7.50	12.25	----	< VRd2	Ø 6	/ 30.00 cm
8.00	8.30	----	< VRd2	Ø 6	/ 30.00 cm
8.50	4.35	----	< VRd2	Ø 6	/ 30.00 cm
9.00	2.17	----	< VRd2	Ø 6	/ 30.00 cm
9.05	1.58	----	< VRd2	Ø 6	/ 30.00 cm
9.50	3.76	----	< VRd2	Ø 6	/ 30.00 cm
10.00	7.51	----	< VRd2	Ø 6	/ 30.00 cm
10.50	11.46	----	< VRd2	Ø 6	/ 30.00 cm
11.00	15.42	----	< VRd2	Ø 6	/ 30.00 cm
11.50	19.37	----	< VRd2	Ø 6	/ 30.00 cm
12.00	23.32	----	< VRd2	Ø 6	/ 30.00 cm
12.50	27.28	----	< VRd2	Ø 6	/ 30.00 cm
13.00	31.23	----	< VRd2	Ø 6	/ 30.00 cm
13.50	35.18	----	< VRd2	Ø 6	/ 30.00 cm
14.00	39.14	----	< VRd2	Ø 6	/ 30.00 cm
14.50	43.09	----	< VRd2	Ø 6	/ 30.00 cm
15.00	47.04	----	< VRd2	Ø 6	/ 30.00 cm
15.50	51.00	----	< VRd2	Ø 6	/ 30.00 cm
16.00	54.95	----	< VRd2	Ø 6	/ 30.00 cm
16.50	58.90	----	< VRd2	Ø 6	/ 30.00 cm
17.00	62.85	----	< VRd2	Ø 6	/ 30.00 cm
17.50	66.81	----	< VRd2	Ø 6	/ 30.00 cm
18.00	69.18	----	< VRd2	Ø 6	/ 30.00 cm

$$A_{sw} = 0.56 \quad cm^2$$

a) STANDARDNA METODA :

$$sw = \frac{A_{sw} \cdot z \cdot f_{ydw}}{V_{sd} - VRd1}$$

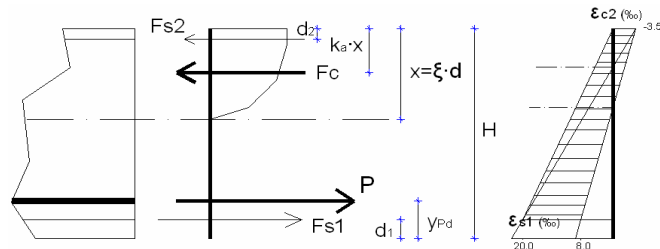
b) METODA SLOBODNOG ODABIRA TLAČNIH ŠTAPOVA ($\theta = 39^\circ$) :

$$sw = \frac{A_{sw} \cdot z \cdot f_{ydw} \cdot ctg\theta}{V_{sd}}$$

c) GSU - RAZMAK VILICA ZA OGRANIČENJE KOSIH PUKOTINA :

$$za \quad \frac{V_{sd} - 3 \cdot VRd1}{p_w \cdot b_w \cdot d} \quad očitati \quad sw$$

8) provjera NOSIVOSTI (SLOM) - GSN :



$$\Sigma x = 0 : F_c + F_{s2} = P + F_{s1} = P + A_{s1} \cdot f_{yd}$$

$$\text{iz } \Sigma M \text{ na nivo od } A_{s1} : M_{Rd} = F_c \cdot (H - d_1 - k_a \cdot x) + F_{s2} \cdot (H - d_1 - d_2) - P \cdot (y_{Pd} - d_1)$$

$$\text{faza eksploatacije : } \left. \begin{array}{l} P = 675.76 \text{ kN} \\ F_{s1} = A_{s1} / f_{yd} \text{ kN} \end{array} \right\} F_{s1} = F_c + F_{s2} - P$$

$$F_{s2} = \text{ - ovisi o } \epsilon_{c2}$$

ϵ_{s1} je usvojen sa 20 ‰ a ϵ_{c2} je u rasponu od 0 do -3,50 ‰ u prvom koraku dok u drugom ϵ_{s1} ide od 20 ‰ do 6,5 ‰, a ϵ_{c2} je -3,50 ‰ (moment nosivosti dosegnut pri potpunom iskorištenju čelika tj. čelika i betona), zatim se određuju pripadni položaj neutralne osi, F_c i F_{s2} te na kraju i F_{s1} uz potvrdu odabrane površine A_{s1} .

$$F_c^* = \alpha_v \cdot x \cdot (\alpha \cdot f_{cd}) \cdot b = \alpha_v \cdot \xi \cdot d \cdot (0.85 \cdot f_{cd}) \cdot b$$

$$\xi = \frac{\epsilon_{c2}}{\epsilon_{c2} + \epsilon_{s1}}$$

$$\alpha_v = \frac{0 < \epsilon_{c2} \leq 2,0 \text{ ‰}}{\epsilon_{c2} \cdot (6 - \epsilon_{c2}) / 12}$$

$$k_a = \frac{8 - \epsilon_{c2}}{4 \cdot (6 - \epsilon_{c2})}$$

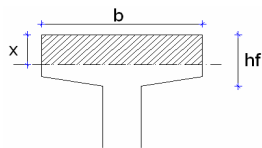
$$2 < \epsilon_{c2} \leq 3,5 \text{ ‰}$$

$$\alpha_v = \frac{3 \cdot \epsilon_{c2} - 2}{3 \cdot \epsilon_{c2}}$$

$$k_a = \frac{\epsilon_{c2} \cdot (3 \cdot \epsilon_{c2} - 4) + 2}{2 \cdot \epsilon_{c2} \cdot (3 \cdot \epsilon_{c2} - 2)}$$

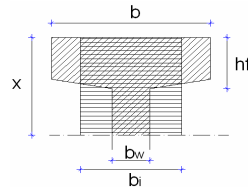
$$x = \xi \cdot d \leq h_f$$

$$F_c = \alpha_v \cdot \xi \cdot d \cdot (0.85 \cdot f_{cd}) \cdot b$$



$$x = \xi \cdot d > h_f$$

$$F_c = \alpha_v \cdot \xi \cdot d \cdot (0.85 \cdot f_{cd}) \cdot b_i$$



Msd (kNm)	x (m)	H (cm)
323.77	9.05	50.00

ϵ_{s1} (‰)	ϵ_{c2} (‰)	x	ϵ_p (‰)	σ_p	F_p (kN)	ϵ_{s2} (‰)	F_c (kN)	F_{s2} (kN)	F_{s1} (kN)	MRd (kNm)
20.00	2.70	5.47	16.55	1504.19	1263.52	-1.22	1385.27	47.81	169.56	538.78

$$M_{sd} < M_{Rd}$$

9) GSU - PRORAČUN ŠIRINE PUKOTINA (mm) :

$$w_k < w_g = 0,20 \text{ mm}$$

$$w_k = s_{r,max} \cdot (\epsilon_{sm} - \epsilon_{cm})$$

$$\text{najveći razmak pukotina} \rightarrow s_{r,max} = k_3 \cdot c + k_1 k_2 k_4 \cdot \Phi / \rho_{r,eff}$$

$$\begin{aligned} k_1 &= 0.80 && \text{- za rebrastu armaturu} \\ &= 1.60 && \text{- za natege (kabeli)} \\ k_2 &= 0.50 && \text{- za savijanje} \\ &= 1.00 && \text{- za čisti vlak} \\ k_3, k_4 &= 3.4 ; 0.425 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \Phi &\text{ - promjer šipke ili srednji profil za više šipki (mm)} \\ \Phi_{eq} &= (n_1 \cdot \Phi_1^2 + n_2 \cdot \Phi_2^2) / (n_1 \cdot \Phi_1 + n_2 \cdot \Phi_2) \end{aligned}$$

$$\text{razlika srednje deformacije armature i} \rightarrow \epsilon_{sm} - \epsilon_{cm} = \frac{\sigma_s - K_t \cdot (f_{ct,eff} / \rho_{r,eff}) \cdot (1 + \alpha_e \cdot \rho_{r,eff})}{E_s}$$

$$\begin{aligned} \rho_{r,eff} &= (A_s + \xi_1^2 \cdot A_p) / A_{c,eff} \quad \text{gdje je } \xi_1 = \sqrt{\xi \cdot \sigma_s / \sigma_p} ; \xi = 0.6 \\ K_t &= 0.4 \text{ ili } 0.6 \quad \text{- za dugotrajno ili kratkotrajno opterećenje} \\ \alpha_e &= E_s / E_{cm} \end{aligned}$$

σ_s - naprezanje u vlačnoj armaturi pri raspucalom popreč. presjeku

- za SVE komb.optereć.

x (m)	wk (dolje)	wk (gore)	(mm)
0.00	----	----	
0.50	----	----	
1.00	----	----	
1.50	----	----	
2.00	----	----	
2.50	----	----	
3.00	----	----	
3.50	----	----	
4.00	----	----	
4.50	----	----	
5.00	----	----	
5.50	----	----	
6.00	----	----	
6.50	----	----	
7.00	----	----	
7.50	----	----	
8.00	----	----	
8.50	----	----	
9.00	----	----	
9.05	----	----	
9.50	----	----	
10.00	----	----	
10.50	----	----	
11.00	----	----	
11.50	----	----	
12.00	----	----	
12.50	----	----	
13.00	----	----	
13.50	----	----	
14.00	----	----	
14.50	----	----	
15.00	----	----	
15.50	----	----	
16.00	----	----	
16.50	----	----	
17.00	----	----	
17.50	----	----	
18.00	----	----	
18.10	----	----	

10) GSU - PRORAČUN PROGIBA (cm) :

$$E_{c,eff} = E_{cm} / (1.0 + \varphi(t^{\infty}, t_0))$$

$$\frac{1}{r_I} = \frac{M_{sd}}{E_{c,eff} \cdot I_I}$$

$$\frac{1}{r_{II}} = \frac{\varepsilon_{sI}}{d - y_{IIg}}$$

$$\frac{1}{r_{csI}} = \frac{\varepsilon_{cs\infty} \cdot \alpha \cdot S_I}{I_I}$$

$$\frac{1}{r_{csII}} = \frac{\varepsilon_{cs\infty} \cdot \alpha \cdot S_{II}}{I_{II}}$$

srednja zakrivljenost od opterećenja i puzanja :

$$\frac{1}{r_m} = (1 - \zeta) \cdot \frac{1}{r_I} + \zeta \cdot \frac{1}{r_{II}}$$

1 / r_I - zakrivljenost u naponskom stanju I

1 / r_{II} - zakrivljenost u naponskom stanju II

ζ - koeficijent raspodjele zakrivljenosti (ζ = 0 za neraspucali presjek)

srednja zakrivljenost od skupljanja betona :

$$\frac{1}{r_{csm}} = (1 - \zeta) \cdot \frac{1}{r_{csI}} + \zeta \cdot \frac{1}{r_{csII}}$$

1 / r_{csI} - zakrivljenost u naponskom stanju I

1 / r_{csII} - zakrivljenost u naponskom stanju II

ζ - koeficijent raspodjele zakrivljenosti (ζ = 0 za neraspucali presjek)

ukupna zakrivljenost zbog opterećenja, puzanja i skupljanja betona

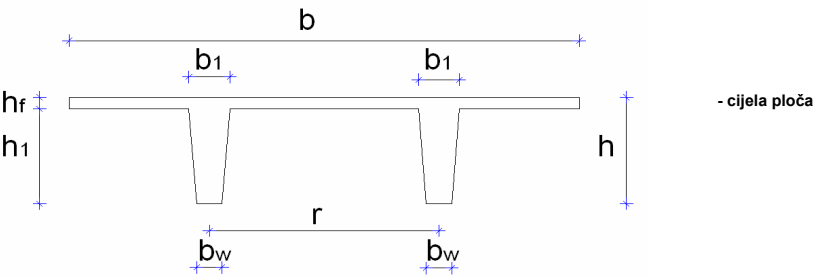
$$\frac{1}{r_{tot}} = \frac{1}{r_m} + \frac{1}{r_{csm}}$$

$$\text{progib } v_{tot} = k \cdot L^2 \cdot 1/r_{tot}$$

x (m)	t=0 (Gv.t. + P)	t = ∞ (Gv.t. + ΔG + Q + P)	t = ∞ RIJETKA (ΣG + 0,6·Q + P)	t = ∞ ČESTA (ΣG + 0,2·Q + P)	t = ∞ KVAZI-ST. (ΣG + 0,0·Q + P)
0.00	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
0.50	-0.027	-0.017	-0.018	-0.018	-0.018
1.00	-0.102	-0.056	-0.059	-0.062	-0.063
1.50	-0.213	-0.096	-0.106	-0.116	-0.121
2.00	-0.352	-0.122	-0.145	-0.169	-0.180
2.50	-0.512	-0.120	-0.164	-0.208	-0.230
3.00	-0.685	-0.079	-0.152	-0.225	-0.262
3.50	-0.868	0.011	-0.101	-0.213	-0.269
4.00	-1.057	0.156	-0.006	-0.168	-0.249
4.50	-1.249	0.360	0.138	-0.085	-0.196
5.00	-1.443	0.624	0.330	0.036	-0.111
5.50	-1.642	0.947	0.570	0.194	0.006
6.00	-1.846	1.325	0.856	0.386	0.152
6.50	-2.058	1.752	1.180	0.608	0.322
7.00	-2.284	2.220	1.537	0.853	0.511
7.50	-2.530	2.717	1.915	1.112	0.710
8.00	-2.803	3.231	2.302	1.374	0.910
8.50	-3.112	3.743	2.685	1.627	1.098
9.00	-3.466	4.237	3.046	1.855	1.260
9.05	-3.505	4.285	3.081	1.876	1.274
9.50	-3.179	3.844	2.760	1.675	1.133
10.00	-2.862	3.334	2.380	1.426	0.949
10.50	-2.582	2.819	1.992	1.164	0.751
11.00	-2.332	2.318	1.611	0.904	0.551
11.50	-2.102	1.843	1.249	0.656	0.359
12.00	-1.887	1.407	0.918	0.429	0.184
12.50	-1.682	1.018	0.624	0.230	0.033
13.00	-1.483	0.684	0.374	0.065	-0.090
13.50	-1.287	0.408	0.172	-0.064	-0.182
14.00	-1.095	0.192	0.019	-0.154	-0.241
14.50	-0.905	0.036	-0.086	-0.207	-0.268
15.00	-0.721	-0.065	-0.145	-0.225	-0.265
15.50	-0.546	-0.115	-0.164	-0.213	-0.238
16.00	-0.383	-0.125	-0.151	-0.178	-0.191
16.50	-0.239	-0.103	-0.115	-0.127	-0.133
17.00	-0.121	-0.064	-0.068	-0.072	-0.074
17.50	-0.039	-0.024	-0.025	-0.025	-0.026
18.00	-0.001	0.000	-0.001	-0.001	-0.001
18.10	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000

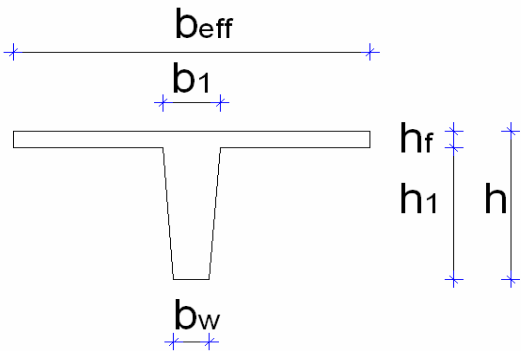
1) GEOMETRIJA NOSAČA

TT ploče + djelomično FNE (balasti) + klima komora(postojeća oprema)



$h = 50.00 \text{ cm}$ $Luk = 1810.00 \text{ cm}$ $b = 240.00 \text{ cm}$ $r = 90.00 \text{ cm}$

MODEL :



$b_{eff} \text{ (cm)} = 120.00$
 $b_1 \text{ (cm)} = 18.00$
 $b_w \text{ (cm)} = 16.00$
 $h_f \text{ (cm)} = 5.00$
 $h_1 \text{ (cm)} = 45.00$

	H (cm)	h1 (hw)	A (cm2)	yTd (cm)	I (cm ⁴)	u (cm)
za x = 0.00	50.00	45.00	1365.00	33.74	333007.55	338.02
za x = 0.50	50.00	45.00	1365.00	33.74	333007.55	338.02
za x = 1.00	50.00	45.00	1365.00	33.74	333007.55	338.02
za x = 1.50	50.00	45.00	1365.00	33.74	333007.55	338.02
za x = 2.00	50.00	45.00	1365.00	33.74	333007.55	338.02
za x = 2.50	50.00	45.00	1365.00	33.74	333007.55	338.02
za x = 3.00	50.00	45.00	1365.00	33.74	333007.55	338.02
za x = 3.50	50.00	45.00	1365.00	33.74	333007.55	338.02
za x = 4.00	50.00	45.00	1365.00	33.74	333007.55	338.02
za x = 4.50	50.00	45.00	1365.00	33.74	333007.55	338.02
za x = 5.00	50.00	45.00	1365.00	33.74	333007.55	338.02
za x = 5.50	50.00	45.00	1365.00	33.74	333007.55	338.02
za x = 6.00	50.00	45.00	1365.00	33.74	333007.55	338.02
za x = 6.50	50.00	45.00	1365.00	33.74	333007.55	338.02
za x = 7.00	50.00	45.00	1365.00	33.74	333007.55	338.02
za x = 7.50	50.00	45.00	1365.00	33.74	333007.55	338.02
za x = 8.00	50.00	45.00	1365.00	33.74	333007.55	338.02
za x = 8.50	50.00	45.00	1365.00	33.74	333007.55	338.02
za x = 9.00	50.00	45.00	1365.00	33.74	333007.55	338.02
za x = 9.05	50.00	45.00	1365.00	33.74	333007.55	338.02
za x = 9.50	50.00	45.00	1365.00	33.74	333007.55	338.02
za x = 10.00	50.00	45.00	1365.00	33.74	333007.55	338.02
za x = 10.50	50.00	45.00	1365.00	33.74	333007.55	338.02
za x = 11.00	50.00	45.00	1365.00	33.74	333007.55	338.02
za x = 11.50	50.00	45.00	1365.00	33.74	333007.55	338.02
za x = 12.00	50.00	45.00	1365.00	33.74	333007.55	338.02
za x = 12.50	50.00	45.00	1365.00	33.74	333007.55	338.02
za x = 13.00	50.00	45.00	1365.00	33.74	333007.55	338.02
za x = 13.50	50.00	45.00	1365.00	33.74	333007.55	338.02
za x = 14.00	50.00	45.00	1365.00	33.74	333007.55	338.02
za x = 14.50	50.00	45.00	1365.00	33.74	333007.55	338.02
za x = 15.00	50.00	45.00	1365.00	33.74	333007.55	338.02
za x = 15.50	50.00	45.00	1365.00	33.74	333007.55	338.02
za x = 16.00	50.00	45.00	1365.00	33.74	333007.55	338.02
za x = 16.50	50.00	45.00	1365.00	33.74	333007.55	338.02
za x = 17.00	50.00	45.00	1365.00	33.74	333007.55	338.02
za x = 17.50	50.00	45.00	1365.00	33.74	333007.55	338.02
za x = 18.00	50.00	45.00	1365.00	33.74	333007.55	338.02
za x = 18.10	50.00	45.00	1365.00	33.74	333007.55	338.02

broj točaka podjele : 39

2) OPTEREĆENJA :

g v.t. = 3.41 kN/m' (automatski uzeto u proračun)

KONCENTRIRANE SILE				JEDNOLIKA OPTEREĆENJA			
	od LR (m)	G (kN)	Q (kN)		G(kN/m)	Q(kN/m)	poč.(m)
F 1	2.50	7.00	0.00	q 1	0.38	1.53	0
F 2	4.75	7.00	0.00	q 2	0.74	1.53	11.3

KONCENTRIRANI MOMENTI Mi

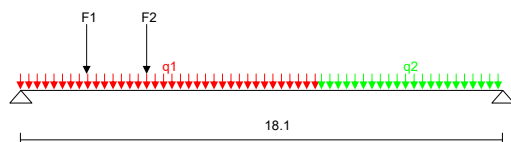
F1, F2 - od krovne opreme (klima komora, projekt od IPC inženjering d.o.o.)

dG (slojevi krova) = 0,32 kN/m2

dG (FNE + balasti) = 0,30 kN/m2 (samo na dijelu TT - ploče , duž 6.8 m)

s = 1,20 kN/m2

wprit = 0,13 kN/m2



REAKCIJE LIJEVO : RG = 45.98 kN

RQ = 13.85 kN

REAKCIJE DESNO : RG = 39.11 kN

RQ = 13.85 kN

ψ RIJETKA 0.6 ČESTA 0.2 KVZ-STAL. 0

3) MOMENTI (kNm) od vanjskog opterećenja i pripadne kombinacije (za KROVNI NOSAČ - VLASTITA TEŽINA, DODATNO STALNO, SNIJEG + VJETAR)

x (m)	Mg v.t.	Mg	Mo	Msd 1,35 · G + 1,5 · Q	M rijetka komb. 1,0 · G + 0,6 · Q	M česta komb. 1,0 · G + 0,2 · Q	M kvazi-stalna komb. 1,0 · G + 0,0 · Q
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.50	15.02	7.50	6.73	40.49	26.55	23.86	22.51
1.00	29.18	14.90	13.08	79.13	51.93	46.70	44.08
1.50	42.49	22.21	19.05	115.92	76.13	68.51	64.70
2.00	54.94	29.43	24.63	150.85	99.15	89.30	84.37
2.50	66.54	36.55	29.84	183.93	120.99	109.06	103.09
3.00	77.29	40.07	34.65	210.43	138.16	124.30	117.37
3.50	87.19	43.50	39.09	235.07	154.15	138.51	130.69
4.00	96.23	46.84	43.15	257.87	168.96	151.70	143.07
4.50	104.42	50.08	46.82	278.81	182.59	163.87	154.50
5.00	111.76	51.47	50.11	295.53	193.30	173.26	163.23
5.50	118.24	51.02	53.01	308.03	201.08	179.87	169.27
6.00	123.87	50.48	55.54	318.69	207.68	185.46	174.35
6.50	128.65	49.84	57.68	327.48	213.10	190.03	178.49
7.00	132.58	49.10	59.44	334.43	217.34	193.57	181.68
7.50	135.65	48.27	60.82	339.52	220.41	196.09	183.92
8.00	137.87	47.35	61.81	342.76	222.30	197.58	185.21
8.50	139.23	46.33	62.42	344.14	223.01	198.04	185.56
9.00	139.74	45.21	62.65	343.67	222.55	197.49	184.96
9.05	139.75	45.10	62.66	343.52	222.44	197.38	184.84
9.50	139.40	44.00	62.50	341.35	220.91	195.91	183.41
10.00	138.21	42.70	61.97	337.17	218.09	193.30	180.91
10.50	136.16	41.30	61.05	331.14	214.09	189.67	177.46
11.00	133.26	39.80	59.75	323.25	208.91	185.01	173.06
11.50	129.50	38.21	58.06	313.51	202.55	179.32	167.71
12.00	124.90	36.44	56.00	301.80	194.94	172.54	161.34
12.50	119.44	34.49	53.55	288.13	186.06	164.64	153.93
13.00	113.12	32.35	50.72	272.48	175.91	155.62	145.48
13.50	105.96	30.03	47.51	254.85	164.50	145.49	135.99
14.00	97.94	27.53	43.91	235.25	151.81	134.25	125.47
14.50	89.07	24.84	39.93	213.67	137.86	121.89	113.90
15.00	79.34	21.96	35.57	190.12	122.64	108.42	101.30
15.50	68.76	18.90	30.83	164.59	106.16	93.83	87.66
16.00	57.33	15.65	25.70	137.08	88.41	78.12	72.98
16.50	45.05	12.22	20.20	107.61	69.39	61.31	57.27
17.00	31.91	8.61	14.31	76.15	49.10	43.37	40.51
17.50	17.92	4.81	8.03	42.72	27.54	24.33	22.72
18.00	3.07	0.82	1.38	7.32	4.72	4.17	3.89
18.10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

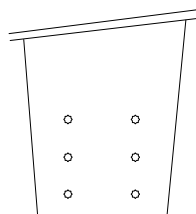
beton : C 50/60 ; fck = 50 N / mm² ; XC1 ; c = 25.0 mm
fcd = fck / γc = 50 / 1,5 = 33.33 N / mm² Ec = 36773.33 N / mm²

čelik za armiranje B 500 B : fyk = 500 N / mm²
fyd = fyk / γs = 500 / 1,15 = 434.78 N / mm² Es = 200000.00 N / mm²

čelik za prednapinjanje : Y 1860 S7 , 15.2 mm A natega : 1.4 cm² Es = 200000.00 N / mm²
f p0.1k : 1670 N / mm² α = Es / Ecm : 5.44
fpk : 1860 N / mm² klasa relaksacije : 2

ukupno natega = 6 raspoređenih u 3 reda

RED	KOM.	od dolje (cm)	napon (N / mm ²)	isključ. sajli	lijevi kraj (m)	desni kraj (m)
1.	2	6	1175	0	0	0
2.	2	11	1175	0	0	0
3.	2	16	1175	0	0	0



UKUPNA SILA PREDNAPINJANJA = 987 kN ; sila / 1 natega = 165 kN ; težište natega od dolje = 11.00 cm

ČVRSTOĆA BETONA PRI OTPUŠTANJU NATEGA : 1.5 · σc,max (min 25 N / mm²) USVOJENO : 43.5 N/mm²

4) slijedi ispis UKUPNIH GUBITAKA SILE PREDNAPINJANJA :

iz presjeka x (m) = 9.05

Mg v.t. = 139.75 kNm
MG = 45.10 kNm
MQ = 62.66 kNm

$$\sigma_{p0} \leq \begin{cases} 0,80 \cdot f_{pk} = 1488 \text{ N/mm}^2 \\ 0,90 \cdot f_{p0.1k} = 1503 \text{ N/mm}^2 \end{cases} \quad 1175 < 1488 \text{ N/mm}^2$$

TRENUTNI GUBICI (elastična deformacija betona i početna relaksacija čelika za prednapinjanje)

1) ELASTIČNA DEFORM. BETONA

$$\Delta P_c = \sigma_{c0} \cdot \frac{\alpha}{1 + \rho_1 \cdot \alpha} \cdot A_p$$

$$\sigma_{c0} = P_o \cdot \rho_1 / A_c \quad ; \quad \rho_1 = 1 + (A_c / I_c) \cdot y_{cp}^2$$

$$\Delta P_c = -5.74 \text{ kN}$$

$$\text{gubitak napona } \Delta P_c / A_p = -6.83 \text{ N/mm}^2$$

2) GUBITAK ZBOG POČETNE RELAKSACIJE ČELIKA

$$\text{- ovisno o } \sigma_p / f_{pk} \quad ; \quad \sigma_p \approx 0,85 \cdot \sigma_{pgo}$$

$$\sigma_{pgo} = \frac{P_o - \Delta P_c}{A_p} = 116.82 \text{ kN/cm}^2$$

$$\frac{\sigma_p}{f_{pk}} = \frac{0,85 \cdot 116.82}{186.0} = 0.53 = 53 \%$$

$$\text{očitano } 1.0 \% \text{ od } \sigma_p \rightarrow 0.99 \text{ kN/cm}^2$$

$$\Delta P_{ir} = 0.99 \cdot A_p = -8.34 \text{ kN}$$

$$\text{gubitak napona } \Delta P_{ir} / A_p = -9.93 \text{ N/mm}^2$$

SILA PREDNAPINJANJA NAKON POČETNIH GUBITAKA (za t = 0) :

$$P_{mo} = P_o + \Delta P_c + \Delta P_{ir} = 972.92 \text{ kN}$$

$$\text{napon } \rightarrow \sigma_{pm,o} = P_{mo} / A_p = 1158.24 \text{ N/mm}^2$$

$$\sigma_{pm0} \leq \begin{cases} 0,75 \cdot f_{pk} = 1395 \text{ N/mm}^2 \\ 0,85 \cdot f_{p0.1k} = 1420 \text{ N/mm}^2 \end{cases} \quad 1158 < 1395 \text{ N/mm}^2$$

DUGOTRAJNI GUBICI (puzanje, skupljanje i relaksacija)

SKUPLJANJE :

$t - t_s$ - stvarno trajanje skupljanja u danima

$h_o = 2 \cdot A_c / u$ - srednji polumjer presjeka (mm)

$$\beta_s(t-t_s) = \left[\frac{t - t_s}{0,035 \cdot h_o^2 + t - t_s} \right]^{0.5} \quad - \text{koef. kojim se opisuje vremenska promjene skupljanja}$$

RH - relativna vlažnost okoliša u %

$$\beta_{sRH} = 1 - (RH / 100)^3 \quad - \text{koef. učinka vlažnosti zraka na osnovno skupljanje}$$

$$\beta_{RH} = 1,55 \cdot \beta_{sRH} \quad - \text{za relativnu vlažnost } 40\% \leq RH \leq 90\%$$

$$f_{cm} = f_{ck} + 8 \quad - \text{tlačna čvrstoća betona starog 28 dana (N / mm²)}$$

$$\beta_{sc} = 5 \quad - \text{za cement s normalnim stvrdnjavanjem}$$

$$\epsilon_s(f_{cm}) = (160 + \beta_{sc} \cdot (90 - f_{cm})) \cdot 10^{-6} \quad - \text{ovisnost o betonu i cementu}$$

$$\epsilon_{cso} = \epsilon_s(f_{cm}) \cdot \beta_{RH} \quad - \text{osnovna vrijednost koef.skupljanja}$$

$$\text{koeficijent skupljanja : } \epsilon_{cs}(t, t_s) = \epsilon_{cso} \cdot \beta_s(t - t_s)$$

PUZANJE :

$t - t_o$ - vrijeme trajanja djelovnja opterećenja

$$\beta_H = 1,5 \cdot [1 + (0,012 \cdot RH)^{18}] \cdot h_o + 250 \leq 1500$$

$$\beta_c(t-t_o) = \left[\frac{t - t_o}{\beta_H + t - t_o} \right]^{0.3} \quad - \text{koef. kojim se opisuje vremenski tijek puzanja pod opterećenjem}$$

$$\beta(t_o) = \frac{1}{0,1 + t_o^{0,2}} \quad - \text{koef. kojim se uzima u obzir utjecaj starosti betona na početku djelovanja opterećenja}$$

$$f_{cm} = f_{ck} + 8 \quad - \text{tlačna čvrstoća betona starog 28 dana (N / mm²)}$$

$$\beta(f_{cm}) = \frac{16,8}{\sqrt{f_{cm}}} \quad - \text{koef.kojim se uzima u obzir učinak čvrstoće betona}$$

$h_o = 2 \cdot A_c / u$ - srednji polumjer presjeka (mm)

RH - relativna vlažnost okoliša u %

$$\phi_{RH} = 1 + \frac{1 - RH / 100}{0,1 \cdot \sqrt[3]{h_o}} \quad - \text{koef.kojim se uzima u obzira relativna vlažnost zraka}$$

$$\phi_o = \phi_{RH} \cdot \beta(f_{cm}) \cdot \beta(t_o) \quad - \text{osnovna vrijednost koef.puzanja}$$

$$\text{koeficijent puzanja : } \phi(t, t_o) = \phi_o \cdot \beta_c(t - t_o)$$

	starost betona (u danima)				
	4	28	60	90	∞
skupljanje $\varepsilon_{cs}(t,ts)$	-0.00005695038	-0.00013385608	-0.00015216998	-0.00014790727	-0.00042952919
puzanje $\varphi(t,t_0)$	0.57207849801	1.01079597083	0.94698832561	0.86059070312	0.72689774641

$$\Delta\sigma_{p,c+s+r} = \frac{\varepsilon_s(t,t_0) \cdot E_p + \Delta\sigma_{pr} + \alpha \cdot \varphi(t,t_0) \cdot (\sigma_{cg} + \sigma_{cpo})}{1 + \alpha \cdot \frac{A_p}{A_c} \cdot \left(1 + y_{cp}^2 \cdot \frac{A_c}{I_c} \right) \cdot (1 + 0,8 \cdot \varphi(t,t_0))}$$

NAKON 4 DANA :

$\Delta\sigma_{pr}$ ovisi o omjeru $\sigma_p / f_{pk} \rightarrow$

$$\sigma_p = 0,85 \cdot \sigma_{pgo}$$

$$\sigma_{pgo} = \frac{P_o - \sum \Delta P_i}{A_p} - \alpha \cdot \frac{P_o - \sum \Delta P_i}{A_c} - \alpha \cdot \frac{P_o - \sum \Delta P_i}{I_c} \cdot y_{cp}^2 + \alpha \cdot \sigma_{cg}$$

$$\sigma_{pgo} = \frac{P_o - \sum \Delta P_i}{A_p} - \alpha \cdot \frac{P_o - \sum \Delta P_i}{A_c} - \alpha \cdot \frac{P_o - \sum \Delta P_i}{I_c} \cdot y_{cp}^2 + \alpha \cdot \frac{M_G \cdot y_{cp}}{I_c}$$

$$\sigma_{pgo} = 108.92 \quad \text{kN/cm}^2$$

$$\sigma_p / f_{pk} = 0.50 = 49.78 \quad \%$$

$$\text{očitano : } 1.0 \quad \% \text{ od } \sigma_p \text{ tj. } \Delta\sigma_{pr} = -0.93 \quad \text{kN/cm}^2$$

$$\sigma_{cg} = \frac{M_G \cdot y_{cp}}{I_c} = 0.95 \quad \text{kN/cm}^2$$

$$\sigma_{cpo} = \frac{P_o - \sum \Delta P_i}{A_c} \cdot \left(1 + \frac{A_c \cdot y_{cp}^2}{I_c} \right) = -2.22 \quad \text{kN/cm}^2$$

$$\Delta\sigma_{p,c+s+r} (4) = -5.22 \quad \text{kN/cm}^2 \rightarrow \Delta P (4) = -43.84 \quad \text{kN}$$

NAKON 28 DANA :

$\Delta\sigma_{pr}$ ovisi o omjeru $\sigma_p / f_{pk} \rightarrow$

$$\sigma_p = 0,85 \cdot \sigma_{pgo}$$

$$\sigma_{pgo} = \frac{P_o - \sum \Delta P_i}{A_p} - \alpha \cdot \frac{P_o - \sum \Delta P_i}{A_c} - \alpha \cdot \frac{P_o - \sum \Delta P_i}{I_c} \cdot y_{cp}^2 + \alpha \cdot \sigma_{cg}$$

$$\sigma_{pgo} = \frac{P_o - \sum \Delta P_i}{A_p} - \alpha \cdot \frac{P_o - \sum \Delta P_i}{A_c} - \alpha \cdot \frac{P_o - \sum \Delta P_i}{I_c} \cdot y_{cp}^2 + \alpha \cdot \frac{M_G \cdot y_{cp}}{I_c}$$

$$\sigma_{pgo} = 105.92 \quad \text{kN/cm}^2$$

$$\sigma_p / f_{pk} = 0.48 = 48.41 \quad \%$$

$$\text{očitano : } 1.0 \quad \% \text{ od } \sigma_p \text{ tj. } \Delta\sigma_{pr} = -0.90 \quad \text{kN/cm}^2$$

$$\sigma_{cg} = \frac{MG \cdot y_{cp}}{I_c} = 1.26 \text{ kN/cm}^2$$

$$\sigma_{cpo} = \frac{Po - \sum \Delta P_i}{A_c} \cdot \left(1 + \frac{A_c \cdot y_{cp}^2}{I_c} \right) = -2.12 \text{ kN/cm}^2$$

$$\Delta \sigma_{p,c+s+r} (28) = -6.99 \text{ kN/cm}^2 \rightarrow \Delta P (28) = -58.72 \text{ kN}$$

NAKON 60 DANA :

$\Delta \sigma_{pr}$ ovisi o omjeru $\sigma_p / f_{pk} \rightarrow$

$$\sigma_p = 0,85 \cdot \sigma_{pgo}$$

$$\sigma_{pgo} = \frac{Po - \sum \Delta P_i}{A_p} - \alpha \cdot \frac{Po - \sum \Delta P_i}{A_c} - \alpha \cdot \frac{Po - \sum \Delta P_i}{I_c} \cdot y_{cp}^2 + \alpha \cdot \sigma_{cg}$$

$$\sigma_{pgo} = \frac{Po - \sum \Delta P_i}{A_p} - \alpha \cdot \frac{Po - \sum \Delta P_i}{A_c} - \alpha \cdot \frac{Po - \sum \Delta P_i}{I_c} \cdot y_{cp}^2 + \alpha \cdot \frac{MG \cdot y_{cp}}{I_c}$$

$$\sigma_{pgo} = 99.66 \text{ kN/cm}^2$$

$$\sigma_p / f_{pk} = 0.46 = 45.54 \%$$

$$o\check{c}itano : 1.0 \% \text{ od } \sigma_p \text{ tj. } \Delta \sigma_{pr} = -0.85 \text{ kN/cm}^2$$

$$\sigma_{cg} = \frac{MG \cdot y_{cp}}{I_c} = 1.26 \text{ kN/cm}^2$$

$$\sigma_{cpo} = \frac{Po - \sum \Delta P_i}{A_c} \cdot \left(1 + \frac{A_c \cdot y_{cp}^2}{I_c} \right) = -1.99 \text{ kN/cm}^2$$

$$\Delta \sigma_{p,c+s+r} (60) = -6.45 \text{ kN/cm}^2 \rightarrow \Delta P (60) = -54.18 \text{ kN}$$

NAKON 90 DANA :

$\Delta \sigma_{pr}$ ovisi o omjeru $\sigma_p / f_{pk} \rightarrow$

$$\sigma_p = 0,85 \cdot \sigma_{pgo}$$

$$\sigma_{pgo} = \frac{Po - \sum \Delta P_i}{A_p} - \alpha \cdot \frac{Po - \sum \Delta P_i}{A_c} - \alpha \cdot \frac{Po - \sum \Delta P_i}{I_c} \cdot y_{cp}^2 + \alpha \cdot \sigma_{cg}$$

$$\sigma_{pgo} = \frac{Po - \sum \Delta P_i}{A_p} - \alpha \cdot \frac{Po - \sum \Delta P_i}{A_c} - \alpha \cdot \frac{Po - \sum \Delta P_i}{I_c} \cdot y_{cp}^2 + \alpha \cdot \frac{MG \cdot y_{cp}}{I_c}$$

$$\sigma_{pgo} = 93.89 \text{ kN/cm}^2$$

$$\sigma_p / f_{pk} = 0.43 = 42.90 \%$$

$$o\check{c}itano : 1.0 \% \text{ od } \sigma_p \text{ tj. } \Delta \sigma_{pr} = -0.80 \text{ kN/cm}^2$$

$$\sigma_{cg} = \frac{MG \cdot y_{cp}}{I_c} = 1.26 \text{ kN/cm}^2$$

$$\sigma_{cpo} = \frac{Po - \sum \Delta P_i}{A_c} \cdot \left(1 + \frac{A_c \cdot y_{cp}^2}{I_c} \right) = -1.86 \text{ kN/cm}^2$$

$$\Delta \sigma_{p,c+s+r} (90) = -5.59 \text{ kN/cm}^2 \rightarrow \Delta P (90) = -46.98 \text{ kN}$$

ZA $t = \infty$:

$\Delta\sigma_{pr}$ ovisi o omjeru $\sigma_p / f_{pk} \rightarrow$

$$\sigma_p = 0,85 \cdot \sigma_{pgo}$$

$$\sigma_{pgo} = \frac{P_o - \sum \Delta P_i}{A_p} - \alpha \cdot \frac{P_o - \sum \Delta P_i}{A_c} - \alpha \cdot \frac{P_o - \sum \Delta P_i}{I_c} \cdot y_{cp}^2 + \alpha \cdot \sigma_{cg}$$

$$\sigma_{pgo} = \frac{P_o - \sum \Delta P_i}{A_p} - \alpha \cdot \frac{P_o - \sum \Delta P_i}{A_c} - \alpha \cdot \frac{P_o - \sum \Delta P_i}{I_c} \cdot y_{cp}^2 + \alpha \cdot \frac{M_G \cdot y_{cp}}{I_c}$$

$$\sigma_{pgo} = 88.88 \text{ kN/cm}^2$$

$$\sigma_p / f_{pk} = 0.41 = 40.62 \%$$

$$\text{očitano : } 1.0 \% \text{ od } \sigma_p \text{ tj. } \Delta\sigma_{pr} = -0.76 \text{ kN/cm}^2$$

$$\sigma_{cg} = \frac{M_G \cdot y_{cp}}{I_c} = 1.26 \text{ kN/cm}^2$$

$$\sigma_{cpo} = \frac{P_o - \sum \Delta P_i}{A_c} \cdot \left(1 + \frac{A_c \cdot y_{cp}^2}{I_c} \right) = -1.76 \text{ kN/cm}^2$$

$$\Delta\sigma_{p,c+s+r}(\infty) = -9.70 \text{ kN/cm}^2 \rightarrow \Delta P(\infty) = -81.51 \text{ kN}$$

SILA PREDNAPINJANJA NAKON SVIH GUBITAKA :

$$(P_{m,0} = 972.92 \text{ kN})$$

$$\text{nakon 4 dana : } P_{m,4} = P_o - \Delta P_c - \Delta P_{ir} - \Delta P(4) = 929.08 \text{ kN}$$

$$\text{nakon 28 dana : } P_{m,28} = P_o - \Delta P_c - \Delta P_{ir} - \Delta P(4) - \Delta P(28) = 870.37 \text{ kN}$$

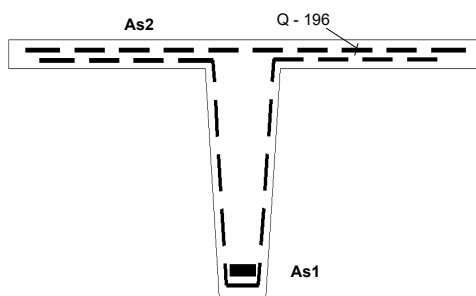
$$\text{nakon 60 dana : } P_{m,60} = P_o - \Delta P_c - \Delta P_{ir} - \Delta P(4) - \Delta P(28) - \Delta P(60) = 816.19 \text{ kN}$$

$$\text{nakon 90 dana : } P_{m,90} = P_o - \Delta P_c - \Delta P_{ir} - \Delta P(4) - \Delta P(28) - \Delta P(60) - \Delta P(90) = 769.21 \text{ kN}$$

$$\text{nakon } \infty : P_{m,\infty} = P_o - \Delta P_c - \Delta P_{ir} - \Delta P(4) - \Delta P(28) - \Delta P(60) - \Delta P(90) - \Delta P(\infty) = 687.70 \text{ kN}$$

$$\text{gubitak u postotku od početne sile prednapinjanja : } 30.32 \%$$

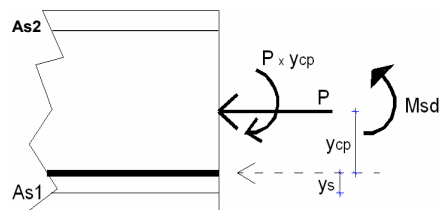
$$\text{naprezanje u prednapeton čeliku za } t = \infty \text{ treba biti } \sigma_p \leq 0,75 \cdot f_{pk} : 818.70 < 1395 \text{ N/mm}^2$$



Odabrana armatura As1 : 2 Ø 16
(4.02 cm²)

Odabrana armatura As2 : 7 Ø 6
(1.96 cm²)

x (m)	H (cm)	yTd (cm)	Mg v.t.	Mg	Mq	y _{cp} (cm)	Mp 0	Mp ∞
0.00	50.00	33.74	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.50	50.00	33.74	15.02	7.50	6.73	22.74	-221.21	-156.36
1.00	50.00	33.74	29.18	14.90	13.08	22.74	-221.21	-156.36
1.50	50.00	33.74	42.49	22.21	19.05	22.74	-221.21	-156.36
2.00	50.00	33.74	54.94	29.43	24.63	22.74	-221.21	-156.36
2.50	50.00	33.74	66.54	36.55	29.84	22.74	-221.21	-156.36
3.00	50.00	33.74	77.29	40.07	34.65	22.74	-221.21	-156.36
3.50	50.00	33.74	87.19	43.50	39.09	22.74	-221.21	-156.36
4.00	50.00	33.74	96.23	46.84	43.15	22.74	-221.21	-156.36
4.50	50.00	33.74	104.42	50.08	46.82	22.74	-221.21	-156.36
5.00	50.00	33.74	111.76	51.47	50.11	22.74	-221.21	-156.36
5.50	50.00	33.74	118.24	51.02	53.01	22.74	-221.21	-156.36
6.00	50.00	33.74	123.87	50.48	55.54	22.74	-221.21	-156.36
6.50	50.00	33.74	128.65	49.84	57.68	22.74	-221.21	-156.36
7.00	50.00	33.74	132.58	49.10	59.44	22.74	-221.21	-156.36
7.50	50.00	33.74	135.65	48.27	60.82	22.74	-221.21	-156.36
8.00	50.00	33.74	137.87	47.35	61.81	22.74	-221.21	-156.36
8.50	50.00	33.74	139.23	46.33	62.42	22.74	-221.21	-156.36
9.00	50.00	33.74	139.74	45.21	62.65	22.74	-221.21	-156.36
9.05	50.00	33.74	139.75	45.10	62.66	22.74	-221.21	-156.36
9.50	50.00	33.74	139.40	44.00	62.50	22.74	-221.21	-156.36
10.00	50.00	33.74	138.21	42.70	61.97	22.74	-221.21	-156.36
10.50	50.00	33.74	136.16	41.30	61.05	22.74	-221.21	-156.36
11.00	50.00	33.74	133.26	39.80	59.75	22.74	-221.21	-156.36
11.50	50.00	33.74	129.50	38.21	58.06	22.74	-221.21	-156.36
12.00	50.00	33.74	124.90	36.44	56.00	22.74	-221.21	-156.36
12.50	50.00	33.74	119.44	34.49	53.55	22.74	-221.21	-156.36
13.00	50.00	33.74	113.12	32.35	50.72	22.74	-221.21	-156.36
13.50	50.00	33.74	105.96	30.03	47.51	22.74	-221.21	-156.36
14.00	50.00	33.74	97.94	27.53	43.91	22.74	-221.21	-156.36
14.50	50.00	33.74	89.07	24.84	39.93	22.74	-221.21	-156.36
15.00	50.00	33.74	79.34	21.96	35.57	22.74	-221.21	-156.36
15.50	50.00	33.74	68.76	18.90	30.83	22.74	-221.21	-156.36
16.00	50.00	33.74	57.33	15.65	25.70	22.74	-221.21	-156.36
16.50	50.00	33.74	45.05	12.22	20.20	22.74	-221.21	-156.36
17.00	50.00	33.74	31.91	8.61	14.31	22.74	-221.21	-156.36
17.50	50.00	33.74	17.92	4.81	8.03	22.74	-221.21	-156.36
18.00	50.00	33.74	3.07	0.82	1.38	22.74	-143.78	-101.63
18.10	50.00	33.74	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00



$$P_{m0} \cdot y_{cp} = M_{p0} \quad ; \quad P_{m\infty} \cdot y_{cp} = M_{p\infty}$$

5) NAPREZANJA U BETONU (N / mm²) :

za t = 0 :

(+ tlak , - vlak)

GORE :

$$\sigma_c = \frac{P_{m0}}{0,95 \cdot A_c} - \frac{P_{m0} \cdot y_{cp}}{0,95 \cdot W_G} + \frac{M_{sd}}{0,95 \cdot W_G}$$

DOLJE :

$$\sigma_c = \frac{P_{m0}}{0,95 \cdot A_c} + \frac{P_{m0} \cdot y_{cp}}{0,95 \cdot W_D} - \frac{M_{sd}}{0,95 \cdot W_D}$$

za t = ∞ :

GORE :

$$\sigma_c = \frac{P_{m\infty}}{A_c} - \frac{P_{m\infty} \cdot y_{cp}}{W_G} + \frac{M_{sd}}{W_G}$$

DOLJE :

$$\sigma_c = \frac{P_{m\infty}}{A_c} + \frac{P_{m\infty} \cdot y_{cp}}{W_D} - \frac{M_{sd}}{W_D}$$

x(m)	1,0 · G v.t. + P		1,0 · G v.t. + 1,0 · ΔG + 1,0 · Q + P		RIJETKA 1,0-G v.t. + 1,0-ΔG + 0,6-Q + P		ČESTA 1,0-G v.t. + 1,0-ΔG + 0,2-Q + P		KVAZI-STALNA 1,0-G v.t. + 1,0-ΔG + 0,0 · Q + P		+ tlak - vlak
	t = 0 (nakon prednap.)		t = beskon.		t = beskon.		t = beskon.		t = beskon.		
	GORE	DOLJE	GORE	DOLJE	GORE	DOLJE	GORE	DOLJE	GORE	DOLJE	
0.50	-1.74	18.61	-0.26	10.61	-0.39	10.88	-0.52	11.15	-0.59	11.29	
1.00	-2.37	27.98	0.19	15.09	-0.06	15.62	-0.32	16.15	-0.45	16.41	
1.50	-1.69	26.56	1.49	12.39	1.12	13.17	0.75	13.94	0.56	14.32	
2.00	-1.04	25.23	2.73	9.84	2.24	10.83	1.76	11.83	1.52	12.33	
2.50	-0.45	24.00	3.89	7.41	3.31	8.62	2.73	9.83	2.44	10.43	
3.00	0.10	22.85	4.83	5.48	4.15	6.88	3.47	8.29	3.13	8.99	
3.50	0.61	21.79	5.69	3.68	4.93	5.26	4.17	6.85	3.78	7.64	
4.00	1.08	20.83	6.50	2.01	5.65	3.76	4.81	5.51	4.39	6.38	
4.50	1.50	19.96	7.23	0.48	6.32	2.38	5.40	4.28	4.95	5.23	
5.00	1.88	19.17	7.82	-0.73	6.84	1.30	5.86	3.33	5.37	4.34	
5.50	2.21	18.48	8.26	-1.64	7.22	0.51	6.19	2.66	5.67	3.73	
6.00	2.50	17.88	8.63	-2.41	7.54	-0.16	6.46	2.09	5.92	3.22	
6.50	2.74	17.37	8.94	-3.05	7.81	-0.71	6.68	1.63	6.12	2.80	
7.00	2.95	16.95	9.18	-3.55	8.02	-1.14	6.86	1.27	6.27	2.47	
7.50	3.10	16.63	9.35	-3.92	8.17	-1.45	6.98	1.01	6.38	2.25	
8.00	3.22	16.39	9.47	-4.15	8.26	-1.64	7.05	0.86	6.45	2.11	
8.50	3.29	16.24	9.51	-4.24	8.29	-1.71	7.07	0.81	6.46	2.08	
9.00	3.31	16.19	9.49	-4.21	8.27	-1.67	7.05	0.87	6.43	2.14	
9.05	3.31	16.19	9.49	-4.20	8.27	-1.66	7.04	0.88	6.43	2.15	
9.50	3.30	16.23	9.41	-4.03	8.19	-1.50	6.97	1.03	6.36	2.30	
10.00	3.24	16.35	9.26	-3.73	8.05	-1.22	6.84	1.30	6.24	2.55	
10.50	3.13	16.57	9.05	-3.28	7.86	-0.81	6.66	1.66	6.07	2.90	
11.00	2.98	16.88	8.77	-2.71	7.60	-0.29	6.44	2.14	5.85	3.35	
11.50	2.79	17.28	8.43	-1.99	7.29	0.36	6.16	2.71	5.59	3.89	
12.00	2.55	17.77	8.02	-1.14	6.92	1.13	5.83	3.40	5.28	4.53	
12.50	2.27	18.36	7.53	-0.14	6.49	2.03	5.44	4.20	4.92	5.28	
13.00	1.95	19.03	6.98	1.00	5.99	3.06	5.00	5.11	4.51	6.14	
13.50	1.58	19.79	6.36	2.29	5.44	4.21	4.51	6.14	4.04	7.10	
14.00	1.17	20.65	5.67	3.72	4.82	5.50	3.96	7.28	3.53	8.17	
14.50	0.71	21.59	4.91	5.29	4.13	6.91	3.35	8.53	2.96	9.34	
15.00	0.21	22.63	4.09	7.01	3.39	8.45	2.70	9.90	2.35	10.62	
15.50	-0.33	23.76	3.19	8.87	2.59	10.12	1.98	11.37	1.68	12.00	
16.00	-0.92	24.98	2.22	10.88	1.72	11.92	1.22	12.96	0.97	13.48	
16.50	-1.55	26.29	1.18	13.03	0.79	13.85	0.40	14.67	0.20	15.08	
17.00	-2.23	27.69	0.08	15.32	-0.20	15.90	-0.48	16.48	-0.62	16.77	
17.50	-2.95	29.18	-1.10	17.76	-1.25	18.09	-1.41	18.41	-1.49	18.58	
18.00	-2.36	19.88	-1.43	13.04	-1.46	13.09	-1.49	13.15	-1.50	13.18	

provjera uvjeta GSU :

rijetka kombinacija opterećenja : $\sigma_c \leq 0,6 \cdot f_{ck} \rightarrow 18.09 < 30.00 \text{ N / mm}^2$

nazovistalna kombinacija opterećenja : $\sigma_c \leq 0,45 \cdot f_{ck} \rightarrow 18.58 < 22.50 \text{ N / mm}^2$

6) NAPREZANJA U ČELIKU (N / mm²) :

(+ vlak , - tlak)

$$\sigma_1 = \frac{Msd \cdot (ycp + ys)}{Ic} \cdot \alpha - \frac{P}{Ac} \cdot \alpha - \frac{P \cdot ycp \cdot (ycp + ys)}{Ic} \cdot \alpha$$

$$\sigma_2 = - \frac{Msd \cdot (ycp + ys)}{Ic} \cdot \alpha - \frac{P}{Ac} \cdot \alpha + \frac{P \cdot ycp \cdot (ycp + ys)}{Ic} \cdot \alpha$$

x (m)	1,0 · G v.t. + P			1,0 · G v.t. + 1,0 · ΔG + 1,0 · Q + P			RIJETKA 1,0·G v.t. + 1,0·ΔG + 0,6·Q + P			ČESTA 1,0·G v.t. + 1,0·ΔG + 0,2·Q + P			KVAZI-STALNA 1,0·G v.t. + 1,0·ΔG + 0,0 · Q + P			+ vlak - tlak
	t = 0 (nakon prednap.)			t = beskon.			t = beskon.			t = beskon.			t = beskon.			
	Msd	σs1	σs2	Msd	σs1	σs2	Msd	σs1	σs2	Msd	σs1	σs2	Msd	σs1	σs2	
0.50	15.02	-87.74	3.75	29.25	-52.97	-1.54	26.55	-54.27	-0.93	23.86	-55.58	-0.33	22.51	-56.23	-0.03	
1.00	29.18	-132.03	4.40	57.16	-75.58	-5.10	51.93	-78.12	-3.93	46.70	-80.66	-2.75	44.08	-81.93	-2.16	
1.50	42.49	-125.56	1.41	83.75	-62.66	-11.08	76.13	-66.36	-9.37	68.51	-70.06	-7.65	64.70	-71.92	-6.80	
2.00	54.94	-119.51	-1.39	109.00	-50.40	-16.76	99.15	-55.18	-14.54	89.30	-59.97	-12.33	84.37	-62.36	-11.22	
2.50	66.54	-113.88	-4.00	132.93	-38.78	-22.13	120.99	-44.58	-19.45	109.06	-50.37	-16.77	103.09	-53.27	-15.43	
3.00	77.29	-108.66	-6.41	152.02	-29.51	-26.43	138.16	-36.24	-23.31	124.30	-42.97	-20.19	117.37	-46.34	-18.64	
3.50	87.19	-103.85	-8.64	169.79	-20.88	-30.42	154.15	-28.47	-26.90	138.51	-36.07	-23.39	130.69	-39.86	-21.63	
4.00	96.23	-99.46	-10.67	186.22	-12.90	-34.11	168.96	-21.28	-30.23	151.70	-29.66	-26.35	143.07	-33.85	-24.41	
4.50	104.42	-95.48	-12.51	201.32	-5.56	-37.51	182.59	-14.66	-33.30	163.87	-23.75	-29.09	154.50	-28.30	-26.98	
5.00	111.76	-91.92	-14.16	213.34	0.27	-40.21	193.30	-9.46	-35.70	173.26	-19.19	-31.20	163.23	-24.06	-28.95	
5.50	118.24	-88.77	-15.62	222.28	4.62	-42.22	201.08	-5.68	-37.45	179.87	-15.98	-32.69	169.27	-21.13	-30.30	
6.00	123.87	-86.04	-16.89	229.89	8.31	-43.93	207.68	-2.48	-38.94	185.46	-13.27	-33.94	174.35	-18.66	-31.45	
6.50	128.65	-83.72	-17.96	236.17	11.36	-45.34	213.10	0.16	-40.16	190.03	-11.05	-34.97	178.49	-16.65	-32.38	
7.00	132.58	-81.81	-18.84	241.12	13.76	-46.45	217.34	2.22	-41.11	193.57	-9.33	-35.77	181.68	-15.10	-33.09	
7.50	135.65	-80.32	-19.53	244.74	15.52	-47.27	220.41	3.71	-41.80	196.09	-8.11	-36.33	183.92	-14.01	-33.60	
8.00	137.87	-79.24	-20.03	247.03	16.63	-47.78	222.30	4.63	-42.22	197.58	-7.38	-36.67	185.21	-13.39	-33.89	
8.50	139.23	-78.58	-20.34	247.98	17.10	-48.00	223.01	4.97	-42.38	198.04	-7.16	-36.77	185.56	-13.22	-33.97	
9.00	139.74	-78.33	-20.45	247.61	16.92	-47.91	222.55	4.74	-42.28	197.49	-7.43	-36.65	184.96	-13.51	-33.83	
9.05	139.75	-78.33	-20.45	247.50	16.86	-47.89	222.44	4.69	-42.26	197.38	-7.48	-36.62	184.84	-13.57	-33.80	
9.50	139.40	-78.49	-20.38	245.91	16.09	-47.53	220.91	3.95	-41.91	195.91	-8.19	-36.29	183.41	-14.27	-33.48	
10.00	138.21	-79.07	-20.11	242.87	14.61	-46.85	218.09	2.58	-41.28	193.30	-9.46	-35.70	180.91	-15.48	-32.92	
10.50	136.16	-80.07	-19.65	238.51	12.49	-45.87	214.09	0.64	-40.38	189.67	-11.22	-34.89	177.46	-17.15	-32.14	
11.00	133.26	-81.48	-19.00	232.81	9.73	-44.59	208.91	-1.88	-39.21	185.01	-13.48	-33.84	173.06	-19.29	-31.16	
11.50	129.50	-83.30	-18.15	225.78	6.31	-43.01	202.55	-4.97	-37.78	179.32	-16.25	-32.56	167.71	-21.89	-29.95	
12.00	124.90	-85.54	-17.12	217.34	2.21	-41.11	194.94	-8.66	-36.07	172.54	-19.54	-31.04	161.34	-24.98	-28.52	
12.50	119.44	-88.19	-15.89	207.48	-2.57	-38.89	186.06	-12.98	-34.08	164.64	-23.38	-29.26	153.93	-28.58	-26.85	
13.00	113.12	-91.26	-14.47	196.20	-8.05	-36.36	175.91	-17.91	-31.80	155.62	-27.76	-27.24	145.48	-32.68	-24.96	
13.50	105.96	-94.74	-12.86	183.50	-14.22	-33.50	164.50	-23.45	-29.23	145.49	-32.68	-24.96	135.99	-37.29	-22.82	
14.00	97.94	-98.63	-11.06	169.38	-21.08	-30.33	151.81	-29.61	-26.38	134.25	-38.14	-22.43	125.47	-42.40	-20.46	
14.50	89.07	-102.94	-9.06	153.84	-28.63	-26.83	137.86	-36.38	-23.24	121.89	-44.14	-19.65	113.90	-48.02	-17.86	
15.00	79.34	-107.66	-6.88	136.87	-36.86	-23.02	122.64	-43.77	-19.82	108.42	-50.68	-16.62	101.30	-54.14	-15.02	
15.50	68.76	-112.80	-4.50	118.49	-45.79	-18.89	106.16	-51.78	-16.12	93.83	-57.77	-13.34	87.66	-60.76	-11.96	
16.00	57.33	-118.35	-1.93	98.69	-55.41	-14.44	88.41	-60.40	-12.13	78.12	-65.40	-9.81	72.98	-67.89	-8.66	
16.50	45.05	-124.32	0.83	77.46	-65.72	-9.67	69.39	-69.64	-7.85	61.31	-73.56	-6.03	57.27	-75.53	-5.13	
17.00	31.91	-130.70	3.79	54.82	-76.71	-4.58	49.10	-79.49	-3.29	43.37	-82.27	-2.00	40.51	-83.66	-1.36	
17.50	17.92	-137.49	6.93	30.75	-88.40	0.83	27.54	-89.96	1.56	24.33	-91.52	2.28	22.72	-92.30	2.64	
18.00	3.07	-93.54	6.43	5.27	-64.61	3.85	4.72	-64.88	3.98	4.17	-65.15	4.10	3.89	-65.28	4.16	

provjera uvjeta GSU :

rijetka kombinacija opterećenja :	σs ≤ 0,8 · fyk	→	400.00	N / mm ²
	σs = -89.96	<	400.00	N / mm ²
	σs = 4.97	<	400.00	N / mm ²

7) POPREČNA ARMATURA (VILICE):

$$R_G^L \text{ (kN)} = 45.98$$

$$R_G^D \text{ (kN)} = 39.11$$

$$R_Q^L \text{ (kN)} = 13.85$$

$$R_Q^D \text{ (kN)} = 13.85$$

Proračunska nosivost na poprečnu silu **VRd1** :

$$VRd1 = (\tau_{Rd} \cdot k \cdot (1,2 + 40 \cdot \rho_1) + 0,15 \cdot \sigma_{cp}) \cdot b_w \cdot d$$

$$\tau_{Rd} = 0,48 \text{ N / mm}^2$$

$$k = 1,6 - d \geq 1 \quad ; \quad d(m)$$

$$\rho_1 = A_{s1} / (b_w \cdot d) \leq 0,02$$

$$\sigma_{cp} = N_{sd} / A_c = \gamma_p \cdot P_{m\infty} / A_c$$

ako je $VRd1 < V_{sd} < VRd2$ provjera najveće nosivosti tlačnih štapova betona iznosi :

$$VRd2 = 0,50 \cdot v \cdot f_{cd} \cdot b_w \cdot 0,9 \cdot d$$

$$v = 0,7 \cdot f_{ck} / 200 \geq 0,50$$

x (m)	Vsd (kN) (abs.)	VRd1	VRd2	sw (cm)			
				pretp. Ø	6	m =	2
0.50	79.13	----	< VRd2	Ø 6	/	30.00	cm
1.00	75.43	----	< VRd2	Ø 6	/	30.00	cm
1.50	71.72	----	< VRd2	Ø 6	/	30.00	cm
2.00	68.01	----	< VRd2	Ø 6	/	30.00	cm
2.50	59.58	----	< VRd2	Ø 6	/	30.00	cm
3.00	51.15	----	< VRd2	Ø 6	/	30.00	cm
3.50	47.44	----	< VRd2	Ø 6	/	30.00	cm
4.00	43.73	----	< VRd2	Ø 6	/	30.00	cm
4.50	37.66	----	< VRd2	Ø 6	/	30.00	cm
5.00	29.23	----	< VRd2	Ø 6	/	30.00	cm
5.50	23.16	----	< VRd2	Ø 6	/	30.00	cm
6.00	19.45	----	< VRd2	Ø 6	/	30.00	cm
6.50	15.74	----	< VRd2	Ø 6	/	30.00	cm
7.00	12.04	----	< VRd2	Ø 6	/	30.00	cm
7.50	8.33	----	< VRd2	Ø 6	/	30.00	cm
8.00	4.62	----	< VRd2	Ø 6	/	30.00	cm
8.50	0.91	----	< VRd2	Ø 6	/	30.00	cm
9.00	1.13	----	< VRd2	Ø 6	/	30.00	cm
9.05	4.65	----	< VRd2	Ø 6	/	30.00	cm
9.50	6.69	----	< VRd2	Ø 6	/	30.00	cm
10.00	10.21	----	< VRd2	Ø 6	/	30.00	cm
10.50	13.92	----	< VRd2	Ø 6	/	30.00	cm
11.00	17.63	----	< VRd2	Ø 6	/	30.00	cm
11.50	21.45	----	< VRd2	Ø 6	/	30.00	cm
12.00	25.38	----	< VRd2	Ø 6	/	30.00	cm
12.50	29.33	----	< VRd2	Ø 6	/	30.00	cm
13.00	33.28	----	< VRd2	Ø 6	/	30.00	cm
13.50	37.23	----	< VRd2	Ø 6	/	30.00	cm
14.00	41.18	----	< VRd2	Ø 6	/	30.00	cm
14.50	45.13	----	< VRd2	Ø 6	/	30.00	cm
15.00	49.08	----	< VRd2	Ø 6	/	30.00	cm
15.50	53.03	----	< VRd2	Ø 6	/	30.00	cm
16.00	56.98	----	< VRd2	Ø 6	/	30.00	cm
16.50	60.93	----	< VRd2	Ø 6	/	30.00	cm
17.00	64.88	----	< VRd2	Ø 6	/	30.00	cm
17.50	68.83	----	< VRd2	Ø 6	/	30.00	cm
18.00	71.20	----	< VRd2	Ø 6	/	30.00	cm

$$A_{sw} = 0,56 \text{ cm}^2$$

a) STANDARDNA METODA :

$$sw = \frac{A_{sw} \cdot z \cdot f_{ydw}}{V_{sd} - VRd1}$$

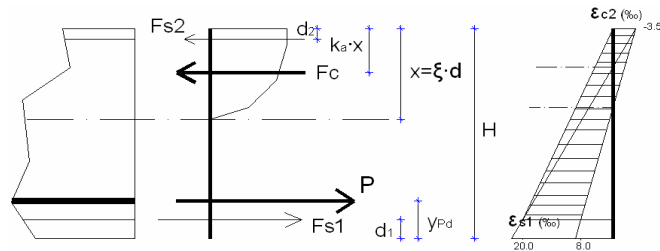
b) METODA SLOBODNOG ODABIRA TLAČNIH ŠTAPOVA ($\theta = 39^\circ$) :

$$sw = \frac{A_{sw} \cdot z \cdot f_{ydw} \cdot ctg\theta}{V_{sd}}$$

c) GSU - RAZMAK VILICA ZA OGRANIČENJE KOSIH PUKOTINA :

$$za \quad \frac{V_{sd} - 3 \cdot VRd1}{p_w \cdot b_w \cdot d} \quad \text{očitati } sw$$

8) provjera NOSIVOSTI (SLOM) - GSN :



$$\Sigma x = 0 : F_c + F_{s2} = P + F_{s1} = P + A_{s1} \cdot f_{yd}$$

$$\text{iz } \Sigma M \text{ na nivo od } A_{s1} : M_{Rd} = F_c \cdot (H - d_1 - k_a \cdot x) + F_{s2} \cdot (H - d_1 - d_2) - P \cdot (y_{Pd} - d_1)$$

$$\text{faza eksploatacije : } \left. \begin{array}{l} P = 687.70 \text{ kN} \\ F_{s1} = A_{s1} / f_{yd} \text{ kN} \end{array} \right\} F_{s1} = F_c + F_{s2} - P$$

$$F_{s2} = \text{ - ovisi o } \epsilon_{c2}$$

ϵ_{s1} je usvojen sa 20 ‰ a ϵ_{c2} je u rasponu od 0 do -3,50 ‰ u prvom koraku dok u drugom ϵ_{s1} ide od 20 ‰ do 6,5 ‰, a ϵ_{c2} je -3,50 ‰ (moment nosivosti dosegnut pri potpunom iskorištenju čelika tj. čelika i betona), zatim se određuju pripadni položaj neutralne osi, F_c i F_{s2} te na kraju i F_{s1} uz potvrdu odabrane površine A_{s1} .

$$F_c^* = a_v \cdot x \cdot (a \cdot f_{cd}) \cdot b = a_v \cdot \xi \cdot d \cdot (0.85 \cdot f_{cd}) \cdot b$$

$$\xi = \frac{\epsilon_{c2}}{\epsilon_{c2} + \epsilon_{s1}}$$

$$\text{0} < \epsilon_{c2} \leq 2,0 \text{ ‰}$$

$$a_v = \frac{\epsilon_{c2} \cdot (6 - \epsilon_{c2})}{12}$$

$$k_a = \frac{8 - \epsilon_{c2}}{4 \cdot (6 - \epsilon_{c2})}$$

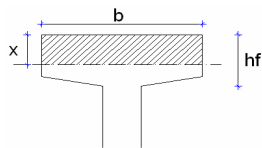
$$2 < \epsilon_{c2} \leq 3,5 \text{ ‰}$$

$$a_v = \frac{3 \cdot \epsilon_{c2} - 2}{3 \cdot \epsilon_{c2}}$$

$$k_a = \frac{\epsilon_{c2} \cdot (3 \cdot \epsilon_{c2} - 4) + 2}{2 \cdot \epsilon_{c2} \cdot (3 \cdot \epsilon_{c2} - 2)}$$

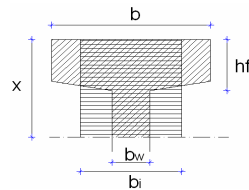
$$x = \xi \cdot d \leq h_f$$

$$F_c = a_v \cdot \xi \cdot d \cdot (0.85 \cdot f_{cd}) \cdot b$$



$$x = \xi \cdot d > h_f$$

$$F_c = a_v \cdot \xi \cdot d \cdot (0.85 \cdot f_{cd}) \cdot b_i$$



Msd (kNm)	x (m)	H (cm)
344.14	8.50	50.00

ϵ_{s1} (‰)	ϵ_{c2} (‰)	x	ϵ_p (‰)	σ_p	F_p (kN)	ϵ_{s2} (‰)	F_c (kN)	F_{s2} (kN)	F_{s1} (kN)	MRd (kNm)
20.00	2.70	5.47	16.55	1504.19	1263.52	-1.22	1385.27	47.81	169.56	538.78

$$M_{sd} < M_{Rd}$$

9) GSU - PRORAČUN ŠIRINE PUKOTINA (mm) :

$$w_k < w_g = 0,20 \text{ mm}$$

$$w_k = s_{r,max} \cdot (\epsilon_{sm} - \epsilon_{cm})$$

$$\text{najveći razmak pukotina} \rightarrow s_{r,max} = k_3 \cdot c + k_1 k_2 k_4 \cdot \Phi / \rho_{r,eff}$$

$$\begin{aligned} k_1 &= 0.80 && \text{- za rebrastu armaturu} \\ &= 1.60 && \text{- za natege (kabeli)} \\ k_2 &= 0.50 && \text{- za savijanje} \\ &= 1.00 && \text{- za čisti vlak} \\ k_3, k_4 &= 3.4 ; 0.425 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \Phi &\text{ - promjer šipke ili srednji profil za više šipki (mm)} \\ \Phi_{eq} &= (n_1 \cdot \Phi_1^2 + n_2 \cdot \Phi_2^2) / (n_1 \cdot \Phi_1 + n_2 \cdot \Phi_2) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{razlika srednje deformacije armature i} &\rightarrow \epsilon_{sm} - \epsilon_{cm} = \frac{\sigma_s - K_t \cdot (f_{ct,eff} / \rho_{r,eff}) \cdot (1 + \alpha_e \cdot \rho_{r,eff})}{E_s} \\ \text{betona između pukotina} & \\ \rho_{r,eff} &= (A_s + \xi_1^2 \cdot A_p) / A_{c,eff} \quad \text{gdje je } \xi_1 = \sqrt{\xi \cdot \sigma_s / \sigma_p} \quad ; \quad \xi = 0.6 \\ K_t &= 0.4 \text{ ili } 0.6 \quad \text{- za dugotrajno ili kratkotrajno opterećenje} \\ \alpha_e &= E_s / E_{cm} \end{aligned}$$

σ_s - naprezanje u vlačnoj armaturi pri raspucalom popreč. presjeku

- za RIJEKTU komb.optereć.

x (m)	wk (dolje)	wk (gore)	(mm)	wk D	wk G	- provjera za t=beskonačno (1,0 G + 1,0 Q + 1,0 P)
0.00	---	---	---	---	---	
0.50	---	---	---	---	---	
1.00	---	---	---	---	---	
1.50	---	---	---	---	---	
2.00	---	---	---	---	---	
2.50	---	---	---	---	---	
3.00	---	---	---	---	---	
3.50	---	---	---	---	---	
4.00	---	---	---	---	---	
4.50	---	---	---	---	---	
5.00	---	---	---	---	---	
5.50	---	---	---	---	---	
6.00	---	---	---	---	---	
6.50	---	---	---	---	---	
7.00	---	---	---	---	---	
7.50	---	---	---	---	---	
8.00	---	---	---	0.144	---	
8.50	---	---	---	0.223	---	
9.00	---	---	---	0.184	---	
9.05	---	---	---	0.175	---	
9.50	---	---	---	---	---	
10.00	---	---	---	---	---	
10.50	---	---	---	---	---	
11.00	---	---	---	---	---	
11.50	---	---	---	---	---	
12.00	---	---	---	---	---	
12.50	---	---	---	---	---	
13.00	---	---	---	---	---	
13.50	---	---	---	---	---	
14.00	---	---	---	---	---	
14.50	---	---	---	---	---	
15.00	---	---	---	---	---	
15.50	---	---	---	---	---	
16.00	---	---	---	---	---	
16.50	---	---	---	---	---	
17.00	---	---	---	---	---	
17.50	---	---	---	---	---	
18.00	---	---	---	---	---	
18.10	---	---	---	---	---	

ZADOVOLJAVA !

x	σ_c dolje	n.o.	σ_p	σ_{s1}	σ_c gore	σ_{s2}
0.50	10.61	/	818.70	-52.97	0.26	-1.54
1.00	15.09	/	818.70	-75.58	-0.19	-5.10
1.50	12.39	/	818.70	-62.66	-1.49	-11.08
2.00	9.84	/	818.70	-50.40	-2.73	-16.76
2.50	7.41	/	818.70	-38.78	-3.89	-22.13
3.00	5.48	/	818.70	-29.51	-4.83	-26.43
3.50	3.68	/	818.70	-20.88	-5.69	-30.42
4.00	2.01	/	818.70	-12.90	-6.50	-34.11
4.50	0.48	/	818.70	-5.56	-7.23	-37.51
5.00	-0.73	/	818.70	0.27	-7.82	-40.21
5.50	-1.64	/	818.70	4.62	-8.26	-42.22
6.00	-2.41	/	818.70	8.31	-8.63	-43.93
6.50	-3.05	/	818.70	11.36	-8.94	-45.34
7.00	-3.55	28.21	889.48	-9.49	-8.91	-44.12
7.50	-3.92	27.50	892.51	-5.77	-9.16	-44.94
8.00	-4.15	27.06	894.56	-3.27	-9.33	-45.46
8.50	-4.24	26.89	895.45	-2.18	-9.40	-45.67
9.00	-4.21	26.96	895.10	-2.61	-9.37	-45.59
9.05	-4.20	26.98	895.00	-2.73	-9.36	-45.56
9.50	-4.03	27.28	893.54	-4.51	-9.25	-45.21
10.00	-3.73	27.86	890.91	-7.73	-9.03	-44.52
10.50	-3.28	/	818.70	12.49	-9.05	-45.87
11.00	-2.71	/	818.70	9.73	-8.77	-44.59
11.50	-1.99	/	818.70	6.31	-8.43	-43.01
12.00	-1.14	/	818.70	2.21	-8.02	-41.11
12.50	-0.14	/	818.70	-2.57	-7.53	-38.89
13.00	1.00	/	818.70	-8.05	-6.98	-36.36
13.50	2.29	/	818.70	-14.22	-6.36	-33.50
14.00	3.72	/	818.70	-21.08	-5.67	-30.33
14.50	5.29	/	818.70	-28.63	-4.91	-26.83
15.00	7.01	/	818.70	-36.86	-4.09	-23.02
15.50	8.87	/	818.70	-45.79	-3.19	-18.89
16.00	10.88	/	818.70	-55.41	-2.22	-14.44
16.50	13.03	/	818.70	-65.72	-1.18	-9.67
17.00	15.32	/	818.70	-76.71	-0.08	-4.58
17.50	17.76	/	818.70	-88.40	1.10	0.83
18.00	13.04	/	818.70	-64.61	1.43	3.85
	(+) tlak			(-) tlak	(-) tlak	(-) tlak
	(-) vlak			(+) vlak	(+) vlak	(+) vlak

NAPREZANJA u raspucalim presjecima (beton, sajle, armatura)
za t=beskonačno (1,0 G + 1,0 Q + 1,0 P)

10) GSU - PRORAČUN PROGIBA (cm) :

$$E_{c,eff} = E_{cm} / (1.0 + \varphi(t^{\infty}, t_0))$$

$$\frac{1}{r_I} = \frac{M_{sd}}{E_{c,eff} \cdot I_I}$$

$$\frac{1}{r_{II}} = \frac{\varepsilon_{sI}}{d - y_{IIg}}$$

$$\frac{1}{r_{csI}} = \frac{\varepsilon_{cs\infty} \cdot \alpha \cdot S_I}{I_I}$$

$$\frac{1}{r_{csII}} = \frac{\varepsilon_{cs\infty} \cdot \alpha \cdot S_{II}}{I_{II}}$$

srednja zakrivljenost od opterećenja i puzanja :

$$\frac{1}{r_m} = (1 - \zeta) \cdot \frac{1}{r_I} + \zeta \cdot \frac{1}{r_{II}}$$

1 / r_I - zakrivljenost u naponskom stanju I

1 / r_{II} - zakrivljenost u naponskom stanju II

ζ - koeficijent raspodjele zakrivljenosti (ζ = 0 za neraspucali presjek)

srednja zakrivljenost od skupljanja betona :

$$\frac{1}{r_{csm}} = (1 - \zeta) \cdot \frac{1}{r_{csI}} + \zeta \cdot \frac{1}{r_{csII}}$$

1 / r_{csI} - zakrivljenost u naponskom stanju I

1 / r_{csII} - zakrivljenost u naponskom stanju II

ζ - koeficijent raspodjele zakrivljenosti (ζ = 0 za neraspucali presjek)

ukupna zakrivljenost zbog opterećenja, puzanja i skupljanja betona

$$\frac{1}{r_{tot}} = \frac{1}{r_m} + \frac{1}{r_{csm}}$$

$$\text{progib } v_{tot} = k \cdot L^2 \cdot 1/r_{tot}$$

x (m)	t=0 (Gv.t + P)	t = ∞ (Gv.t + ΔG + Q + P)	t=∞ RIJETKA (ΣG + 0,6·Q + P)	t = ∞ ČESTA (ΣG + 0,2·Q + P)	t = ∞ KVAZI-ST. (ΣG + 0,0·Q + P)
0.00	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
0.50	-0.027	-0.017	-0.018	-0.018	-0.018
1.00	-0.102	-0.052	-0.055	-0.058	-0.060
1.50	-0.213	-0.083	-0.093	-0.103	-0.108
2.00	-0.352	-0.088	-0.111	-0.134	-0.146
2.50	-0.512	-0.049	-0.093	-0.137	-0.159
3.00	-0.685	0.030	-0.044	-0.117	-0.153
3.50	-0.868	0.168	0.056	-0.057	-0.113
4.00	-1.057	0.374	0.212	0.050	-0.031
4.50	-1.249	0.652	0.430	0.207	0.096
5.00	-1.443	0.982	0.688	0.394	0.247
5.50	-1.642	1.346	0.970	0.594	0.406
6.00	-1.846	1.763	1.294	0.825	0.590
6.50	-2.058	2.225	1.653	1.081	0.795
7.00	-2.284	2.723	2.039	1.356	1.014
7.50	-2.530	3.245	2.442	1.639	1.238
8.00	-2.803	3.574	2.849	1.921	1.457
8.50	-3.112	4.039	3.247	2.189	1.659
9.00	-3.466	4.526	3.618	2.427	1.832
9.05	-3.505	4.576	3.653	2.449	1.847
9.50	-3.179	4.317	3.232	2.148	1.605
10.00	-2.862	3.713	2.759	1.805	1.328
10.50	-2.582	3.121	2.293	1.466	1.052
11.00	-2.332	2.555	1.848	1.142	0.788
11.50	-2.102	2.028	1.435	0.841	0.544
12.00	-1.887	1.548	1.059	0.570	0.326
12.50	-1.682	1.124	0.729	0.335	0.138
13.00	-1.483	0.760	0.450	0.141	-0.014
13.50	-1.287	0.460	0.225	-0.011	-0.129
14.00	-1.095	0.227	0.053	-0.120	-0.207
14.50	-0.905	0.056	-0.065	-0.186	-0.247
15.00	-0.721	-0.054	-0.134	-0.214	-0.254
15.50	-0.546	-0.111	-0.160	-0.209	-0.233
16.00	-0.383	-0.123	-0.150	-0.177	-0.190
16.50	-0.239	-0.104	-0.116	-0.128	-0.134
17.00	-0.121	-0.065	-0.069	-0.073	-0.075
17.50	-0.039	-0.024	-0.025	-0.026	-0.026
18.00	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001
18.10	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000