

IZVEDBA I OBLIKOVANJE KONSTRUKCIJA 2

Prof. dr. sc. Damir Varevac

**UPRAVLJANJE KVALITETOM BETONA
I NJEGOVIH KOMPONENATA U
KONSTRUKCIJI**

HRN EN 13670

CILJEVI NORME:

- poveznica između projektanta i izvoditelja**
- osiguranje standardizirane grupe tehničkih zahtjeva za izvedbu konstrukcije**
- kontrolni popis za projektanta kako bi bio siguran da izvoditelj ima sve potrebne podatke za kvalitetnu izvedbu konstrukcije**

OBUHVAT NORME:

-zahtjevi za izvedbu konstrukcija projektiranih prema Eurokodu 2 i Eurokodu 4 (betonski dio)

-primjenjuje se kako za privremene tako i za stalne konstrukcije

-posebni i dodatni zahtjevi trebaju biti razmotreni za konstrukcije od lakog betona, mikroarmiranog betona, posebnih tehnologija i inovativnog dizajna

NORMA NE OBUHVAĆA:

-betonske elemente koji služe kao oprema za izvođenje

-proizvodnju betona

-predgotovljene elemente

-izvedbu posebnih konstrukcija (betonski piloti, geotehnička sidra i sl.)

-sigurnost u izvedbi

HRN EN 13670-1

Dokumentacija

Betoniranje

Skele i oplata

Ugradnja

Armatura

Odstupanja

Prednapinjanje

Kontrola

DOKUMENTACIJA

Projekt treba sadržavati:

- sve informacije i tehničke zahtjeve potrebne za izvođenje**
- popis relevantnih propisa**
- način promjene zahtjeva iz projekta**
- posebni zahtjevi u pogledu dostave dokumentacije na uvid, dopune dokumentacije i sl.**

SKELE I OPLATE

Osnovni zahtjevi

Skele i oplate, zajedno s potporama i temeljima, moraju biti tako projektirane i izvedene da su:

- sposobne oduprijeti se bilo kojem djelovanju koje se može pojaviti tokom izvođenja**
- dovoljno krute da osiguraju dopuštene tolerancije za taj tip konstrukcije**

Oblik, funkcija, izgled i trajnost izvedene konstrukcije ne smije biti ugrožena kako zbog samih svojstava skela ili oplata, tako i prilikom uklanjanja istih.

Sredstva za skidanje oplata moraju biti odabrana i primjenjena tako da nisu štetna za beton, armaturu ili oplatu, te da nemaju štetno djelovanje za okoliš.

Ne smiju imati svojstva koja oštećuju površinu betona ili budući premaz površine.

Projektom se propisuje način sklapanja i rasklapanja skele. Projekt skele mora uzeti u obzir deformacije prilikom i nakon betoniranja da bi se spriječile deformacije i pukotine u mladom betonu.

Mjere:

-ograničenje deformacija i slijeganja

-propisivanje redoslijeda betoniranja ili odlaganje slijedeće kampade

Pravila za oplate

Oplata treba zadržati beton u zahtijevanom obliku dok ne očvrsne.

Spojevi između ploča moraju biti dovoljno nepropusni da ne dopuste curenje sitnih čestica i pretjerani gubitak cementnog mlijeka.

Materijale za koje je vjerojatno da će upijati značajne količine vode treba prethodno nakvasiti.

Unutarnja površina mora biti čista i prikladno obrađena ako nije predviđen premaz vidljivih površina.

Svi umetci u oplati (distanceri, sidra, sidrene ploče) moraju zadovoljiti slijedeće zahtjeve:

-pričvrstiti ih tako da se osigura njihov stalni i propisani položaj tokom izrade oplata i betoniranja

-ne smiju unositi nepredviđena djelovanja

-ne smiju kemijski reagirati s betonom, čelikom za armiranje ili čelikom za prednapinjanje

-ne smiju ispuštati boju

-ne utječu na nosivost i trajnost nosivog elementa

-ne smetaju betoniranju ili očvršćavanju betona

Svaki umetnuti objekt treba imati dovoljnu čvrstoću da sačuva svoj položaj pri betoniranju.

Svako udubljenje ili rupa koja je služila u privremene svrhe mora se na kraju zapuniti materijalom svojstava sličnih betonu.

Skele i oplata se ne uklanjaju dok beton ne postigne dovoljnu čvrstoću:

-da ne dođe do oštećenja površine pri demontaži i udarcima

-da prenesu sva djelovanja koja se pojavljuju u toj fazi izgradnje

-da se ne pojave elastične ili neelastične deformacije mladog betona

Redoslijed otpuštanja skele treba biti takav da ne dođe do preopterećenja ostalih dijelova skele koji još uvijek podupiru konstrukciju. Ovaj redoslijed određuje se projektom.

Ako je oplata dio postupaka njege betona, trenutak uklanjanja određen je drugim mjerama.

ARMATURA

Opći uvjeti:

- svaki proizvod mora biti jasno označen**
- površina armature ne smije imati listajuću hrđu ili bilo kakve supstance koje mogu oštetiti čelik ili ugroziti vezu između betona i armature**
- galvanizirana armatura može se koristiti samo s cementima koji nemaju štetan utjecaj na prijanjanje betona s takvom galvaniziranom površinom**

Savijanje armature:

-savijanje se mora vršiti jednolikom brzinom

-savijanje pri temperaturama nižim od -5°C se ne preporučava

-nije dozvoljeno savijanje pomoću zagrijavanja

Promjer trna za savijanje ovisi o promjeru armature i ne smije biti manji od onih propisanih u HRN EN 1992-1-1.

Šipke armature, mreže i predgotovljeni koševi ne smiju se oštetiti tokom transporta ili ugradnje.

Ispravljanje savijene armature se ne dopušta, osim ako se koristi posebna oprema koja ograničava lokalna naprezanja.

Armatura koja se isporučuje u namotajima ne smije se ispravljati na gradilištu bez posebne opreme.

Zavarivanje je dopušteno samo ako je armatura posebno označena kao zavarljiva.

Zavar se ne smije izvoditi na mjestu, odnosno blizu mjesta savijanja. Najmanje udaljenosti dane su u HRN EN 1992-1-1, tablica 5.2.

Točkasto zavarivanje u svrhu sastavljanja armaturnog koša je dopušteno.

Armatura mora biti postavljena u skladu s projektom, pričvršćena u konačni položaj koji se nalazi unutar tolerancija koje postavlja ova norma.

Spajanje se vrši paljenom žicom ili zavarivanjem, također u skladu s ovom normom.

Projektom određeni zaštitni sloj mora se postići uporabom odgovarajućih distancera. Čelični distanceri dopušteni su samo u suhom okolišu (klasa okoliša X0).

NAPOMENA: posebnu pažnju obratiti na zaštitni sloj na mjestima otvora malih dimenzija koji nisu predviđeni projektom.

Prednapinjanje

Norma obuhvaća slijedeće vrste prednapinjanja:

- 1. Adhezijsko prethodno prednapinjanje**
- 2. Naknadno prednapinjanje**
- 3. Naknadno nevezano prednapinjanje**

Svi dijelovi sustava za naknadno prednapinjanje moraju biti od istog proizvođača.

VEZA S OSTALIM NORMAMA:

-čelične zaštitne cijevi prema HRN EN 523

-sidra i čelične natege prema HRN EN 1992-1-1

-cement za injektiranje cijevi prema HRN EN 447:1996

-maziva za ispunu nevezanih sustava prema ENV 1992-1-5

Držači natega ispunjavaju slijedeće uvjete:

-nisu škodljivi čeliku ili betonu

-dovoljno su kruti da osiguraju stabilnost natega i predviđenu geometriju

-ne oštećuju zaštitne cijevi

Razmak držača je takav da se može osigurati pravilna linija vođenja natega.

Zavarivanje čelika za prednapinjanje ili sidara, rezanje kisikom ili bilo kakvo zavarivanje u blizini elemenata za prednapinjanje nije dozvoljeno.

Zavarivanje spirala i sidrenih ploča također nije dozvoljeno.

Natege za prednapinjanje moraju biti postavljene i učvršćene tako da zadrže položaj unutar dozvoljenih tolerancija.

Natege moraju okomito ulaziti u sidrenu ploču.

Odzrake se trebaju osigurati na oba kraja natega, na mjestima gdje se može nakupiti zrak ili voda. U slučaju dugačkih natega, odzrake se osiguravaju i između.

Prednapinjanje se vrši prema prethodno izrađenom programu (protokol prednapinjanja). Sila na preši i izduženja se bilježe za svaku nategu. Protokol prednapinjanja mora biti dostupan na gradilištu.

Preše za prednapinjanje moraju biti usklađene sa sustavom.

Prije prednapinjanja potrebno je pregledati dokumentaciju kalibriranja preše.

Prednapinjanje se vrši postepeno i dopušteno je tek kada čvrstoća betona dostigne vrijednosti definirane u HRN EN 1992-1-1 (točka 4.2.3.5.7). Posebno je važna tlačna čvrstoća betona u području sidara.

Projektom (protokolom) se propisuju posebne mjere u slučaju da se ne postigne računsko izduženje pri 5% tolerancije ukupne sile, odnosno 10% tolerancije sile za svaki pojedini snop žica.

Prednapinjanje nije dopušteno ukoliko je temperatura na gradilištu ispod -10° , odnosno ukoliko je temperatura betona ispod $+5^{\circ}$.

Ukoliko nastanu bilo kakva odstupanja od računskih veličina ili procedura predviđenih protokolom, ne dopušta se odsijecanje žica, injektiranje ili bilo koji postupci koji bi onemogućili ponovno prednapinjanje.

Betoniranje

Veza s drugim normama:

Beton se proizvodi u skladu s HRN EN 206:1997

Opći uvjeti:

-škodljive pojave u betonu, kao što su segregacija, izdvajanje vode ili gubitak cementne paste, trebaju se minimizirati tijekom utovara, transporta i ugradnje

Za klase pregleda 2 i 3 potrebno je izraditi plan betoniranja i kontrole.

Projektom se može tražiti probno betoniranje, što se obavezno dokumentira.

U skladu s traženom klasom pregleda, svi pripremni radovi trebaju biti završeni, pregledani i dokumentirani prije početka betoniranja.

Ako se beton izliva direktno na tlo, svježa betonska masa mora biti zaštićena od miješanja i gubitka vode upijanjem podloge.

Tlo, stijena, oplata ili bilo koji dio u kontaktu sa svježom betonskom masom moraju imati takvu temperaturu da ne uzrokuju smrzavanje betona prije nego dostigne dovoljnu čvrstoću.

Ukoliko je prognozirana temperatura ispod 0°C ili je visoka, potrebno je planirati mjere zaštite i njege mladog betona.

Beton se ugrađuje nakon što je pregledom utvrđeno da su sva armatura ili ugrađeni elementi prikladno učvršćeni tako da se postigne predviđeni zaštitni sloj i da se osigura da će beton postići projektiranu čvrstoću. Posebnu pažnju obratiti na mjestima promjene presjeka, uskim mjestima, mjestima s gustom armaturom i sl.

Brzina ugradnje treba biti dovoljna velika da se izbjegnu “hladni” spojevi i dovoljno mala da se ne prouzroči preopterećenje i preveliko slijeganje oplata ili skele.

Potrebno je smanjiti utjecaj segregacije tijekom ugradnje i vibriranja.

Beton se mora zaštititi od sunčevog zračenja, jakog vjetra, vode, kiše ili snijega tijekom ugradnje i vibriranja.

Laki betoni ne trebaju se ugrađivati pumpom.

Mladi beton se njeguje zbog slijedećih razloga:

-minimiziranje efekata plastičnog skupljanja

-osiguravanje dovoljne čvrstoće površine

-osiguravanje trajnosti betona

-zaštita od smrzavanja i insolacije

-zaštita od vibracija ili udara

Posebne mjere poduzeti za betone visokih čvrstoća.

Svi postupci njege mladog betona moraju osigurati smanjeno isparavanje s površine ili održavati površinu stalno vlažnom. Prirodni uvjeti mogu se dopustiti samo kada vrijeme osigurava dovoljnu vlažnost zraka (lagana kiša, magla i sl.).

Vrijeme njege ovisno je o klasi izloženosti: za klase X0 ili XC1 minimalni period njege je 12h, pod uvjetom da se vezanje betona dogodilo unutar 5h i da vanjska temperatura nije ispod 5°C. Za sve ostale klase izloženosti, njegu je potrebno vršiti dok površina betona ne dostigne 50% projektirane tlačne čvrstoće.

Temperatura površine mladog betona ne smije pasti ispod 0°C, sve dok beton ne postigne dovoljnu čvrstoću da izdrži smrzavanje bez posljedica (obično $f_c > 5 \text{ N/mm}^2$).

Temperatura betona tokom hidratacije ne smije prijeći 65°C, osim ukoliko se projektom računski ne dokaže da visoke temperature nemaju štetnog utjecaja na nosivost i uporabljivost elementa.

Odstupanja

Sva odstupanja na izvedenoj konstrukciji moraju biti unutar dopuštenih granica da bi se izbjegli štetni utjecaji na:

-mehaničku otpornost i stabilnost, kako u fazi izgradnje, tako i fazi uporabe

-uporabljivost konstrukcije

-kompatibilnost s nekonstruktivnim dijelovima i opremom

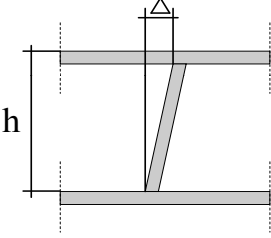
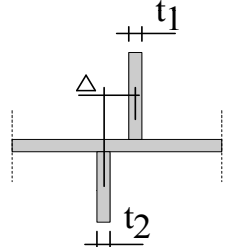
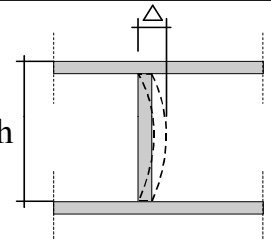
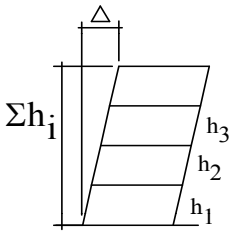
Norma predviđa dvije klase odstupanja: klasa 1 propisana je ovom normom, klasa 2 prepuštena je nacionalnim odborima (koristi se uz klasu kontrole 3).

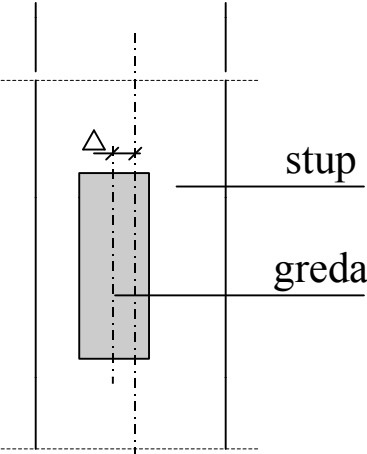
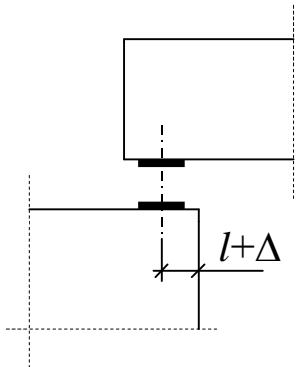
Ukoliko projektom nije drugačije naznačeno, primjenjuje se klasa odstupanja 1. Ova klasa u potpunosti upotpunjuje zahtjeve HRN EN 1992. Odredbe ove norme primjenjuju se na gotove konstrukcije. Svaki posebni zahtjev za strožijim dopuštenim odstupanjima treba biti obuhvaćen projektom, sa slijedećim podacima:

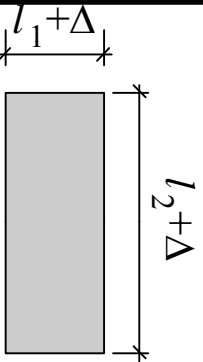
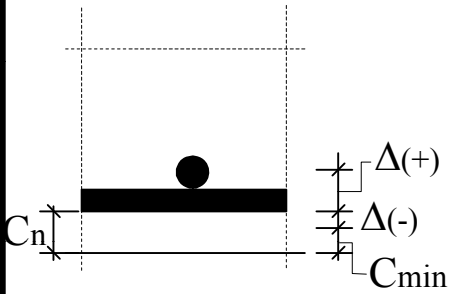
-koja se dopuštenu odstupanja mijenjaju, u odnosu na normu

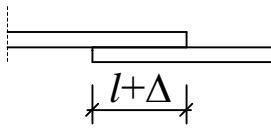
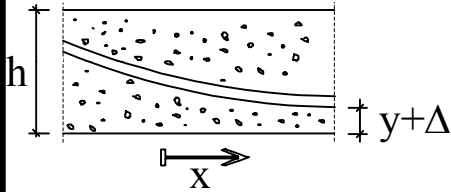
-dodatne kontrole odstupanja, sa propisanim vrijednostima

-da li se odnosi na cijelu konstrukciju ili samo određeni element

	Vrsta odstupanja	Opis	Dopušteno odstupanje Klasa 1
a		Nagib stupa ili zida u bilo kojoj etaži	$h/300$ ili 15 mm
b		Razmak osi stupova ili zidova u dvije susjedne etaže	$t/30$ ili 15 mm
c		Zakrivljenost osi stupa ili zida u etaži	$h/300$ ili 15 mm
d		Nagib osi stupa ili zida u bilo kojoj etaži u odnosu na os stupa prizemlja u nivou temelja	$\Sigma h/(200n^{1/2})$ ili 50 mm

	Vrsta odstupanja	Opis	Dopušteno odstupanje Klasa 1
a		Odstupanje osi grede od osi stupa	$\pm b/30$ ili $\pm 20 \text{ mm}$
b		Odstupanje osi ležaja grede	$\pm l/20$ ili $\pm 15 \text{ mm}$

	Vrsta odstupanja	Opis	Dopušteno odstupanje Klasa 1
a		Odstupanje dimenzija poprečnog presjeka za ploče, grede i stupove	$l_i < 150 \text{ mm} \Rightarrow \pm 10 \text{ mm}$ $l_i = 400 \text{ mm} \Rightarrow \pm 15 \text{ mm}$ $l_i \geq 2500 \text{ mm} \Rightarrow \pm 30 \text{ mm}$ Između linearna interpolacija
	Za temelje plus odstupanja odrediti projektom, minus odstupanja kako je navedeno		
b		Odstupanje zaštitnog sloja $C_n + \Delta(+)$ > C > $C_n - \Delta(-) $	$\Delta(-) \Rightarrow - 10 \text{ mm}$ $h < 150 \text{ mm} \Rightarrow + 10 \text{ mm}$ $h = 400 \text{ mm} \Rightarrow + 15 \text{ mm}$ $h \geq 2500 \text{ mm} \Rightarrow + 20 \text{ mm}$ Između linearna interpolacija
	Za temelje se plus odstupanja mogu povećati 15 mm, minus odstupanja kako je navedeno		

	Vrsta odstupanja	Opis	Dopušteno odstupanje Klasa 1
c		Duljina preklopa armature	-0,06l
d		Položaj armature za prednapinjanje Zaštitni sloj do cijevi	$h \leq 200 \text{ mm} \Rightarrow \pm 0,03h$ $h > 200 \text{ mm} \Rightarrow \pm 0,03h$ ili $\pm 30 \text{ mm}$ -15 mm
	Dane vrijednosti odnose se na horizontalna i vertikalna odstupanja		

Kontrola

Kontrola i nadzor osiguravaju da su se svi radovi proveli u skladu s ovim normama i odredbama projekta.

Kontrola je podijeljena u tri klase, ovisno o važnosti i složenosti radova. Određena klasa kontrole može se odnositi na cijelu konstrukciju ili samo neke dijelove. Obavezno se definira projektom:

-klasa 1

-klasa 2

-klasa 3

Opis	Klasa 1	Klasa 2
<p style="text-align: center;">Vrsta konstrukcije</p>	<p>-Zgrade do dvije nadzemne etaže</p>	<p>-Uobičajeni mostovi</p> <p>-Zgrade s više od dvije nadzemne etaže</p>
<p style="text-align: center;">Vrsta konstruktivnog elementa</p>	<p>-Prednapete grede i ploče s rasponima do 10m</p> <p>-Jednostavni zidovi i stupovi</p> <p>-Jednostavni temelji</p>	<p>-Prednapete grede i ploče s rasponima preko 10m</p> <p>-vitki zidovi i stupovi</p> <p>-Piloti i duboko temeljenje</p> <p>-Lukovi raspona preko 10m</p>
<p style="text-align: center;">Vrsta materijala ili tehnologije</p> <p style="text-align: center;">Beton</p> <p style="text-align: center;">Klasa izloženosti</p> <p style="text-align: center;">Armatura</p>	<p>-Konstrukcije s prednapetim elementima</p> <p>-Do klase i uključujući C25/30</p> <p>X0, XC1, XC2, XA1, XF1</p> <p>-Uobičajena</p>	<p>-Konstrukcije s prednapetim elementima</p> <p>-Sve klase</p> <p>-Sve klase</p> <p>-Uobičajena i prednapinjanje</p>

Kontrola skela i oplata:

a) Prije betoniranja:

- geometrija oplata**
- stabilnost oplata i skele te njihovo temeljenje**
- vodonepropusnost**
- čistoća unutrašnjosti oplata**
- uklanjanje tekuće vode iz oplata**
- priprema unutarnjih ploha oplata**
- otvori u oplati**

b) Nakon betoniranja

- provjera čvrstoće betona (vizualno)**

Kontrola armature:

a) Prije betoniranja:

-sukladnost planu armature

-zaštitni sloj u skladu s propisima

-čistoća armature

-koš povezan i učvršćen

-razmak među šipkama dovoljan za prolaz betona

Kontrola prednapinjanja:

Svi materijali moraju se prekontrolirati da su u skladu sa specifikacijama

a) Prije betoniranja:

-položaj natega, sidara, odzraka

-učvršćenje zaštitnih cijevi

-nepropusnost sustava

-korozija zaštitnih cijevi i sidara

-čistoća

b) Prije prednapinjanja:

-sva dokumentacija na gradilištu

-kontrola tlačne čvrstoće betona prije otpuštanja natega

-kontrola preša i dokumentacije o kalibriranju

-temperatura

c) Prije injektiranja:

-probna izrada smjese za injektiranje (HRN EN 447:1996)

-odzrake čiste i prohodne

-oprema za prednapinjanje ispravna

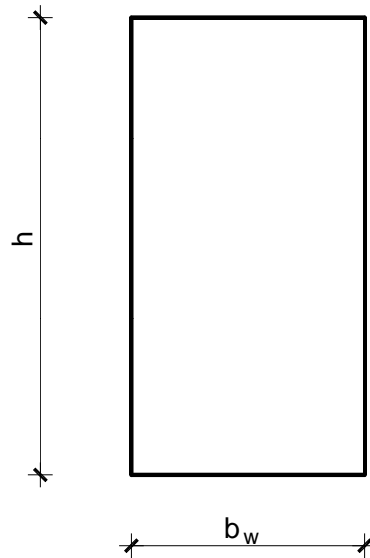
-dovoljna količina materijala

Za dani pravokutni presjek 35/50 cm, raspon $l=6,00\text{m}$ i karakteristične vrijednosti djelovanja $G=26,6\text{ kN/m}$; $Q=22,2\text{ kN/m}$; $N_G=55\text{ kNm}$, $N_Q=50\text{ kNm}$ (vlak) potrebno je izračunati glavnu uzdužnu armaturu.

- dimenzije: $h=35\text{ cm}$ $d_1=5\text{ cm}$

$b_w=50\text{ cm}$ $d=45\text{ cm}$

- materijal: C 25/30 RA 400/500



Računske vrijednosti za djelovanje i otpornost:

$$f_{cd} = \frac{f_{ck}}{\gamma_c} = \frac{25}{1,5} = 16,67 \text{ N / mm}^2$$

- računski tlačna čvrstoća betona

$$f_{yd} = \frac{f_{yk}}{\gamma_s} = \frac{400}{1,15} = 347,8 \text{ N / mm}^2$$

- računski granica razvlačenja čelika

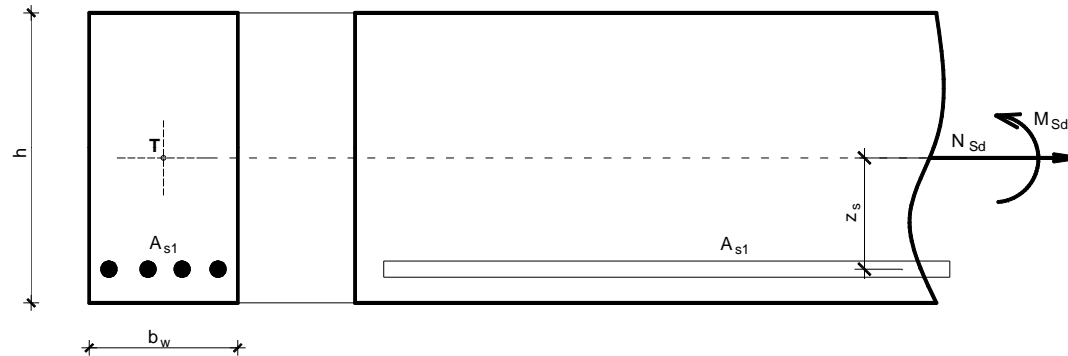
$$\begin{aligned} M_{sd} &= \gamma_G \cdot M_G + \gamma_Q \cdot M_Q \\ &= 1,35 \cdot 120 + 1,50 \cdot 100 = 312 \text{ kNm} \end{aligned}$$

- računski moment savijanja

$$\begin{aligned} N_{sd} &= \gamma_G \cdot N_G + \gamma_Q \cdot N_Q \\ &= 1,35 \cdot 55 + 1,50 \cdot 50 = 149,30 \text{ kNm} \end{aligned}$$

- računski uzdužna sila

Zadatak se može rješavati na više načina. Jedan od najpogodnijih je postupak Wuczkowski gdje se računa ukupni momet koji djeluje na vlačnu armaturu:



$$M_{Sd,s} = M_{Sd} \pm N_{Sd} \cdot \left(\frac{h}{2} - d_1 \right) \quad \text{- računski moment na vlačnu armaturu}$$

$$= 312,00 - 149,30 \cdot (0,25 - 0,05) = 282,14 \text{ kNm}$$

Posebnu pažnju treba obratiti na predznak uzdužne sile: vlačna sila smanjuje računski moment te joj je predznak "-" !

$$\mu_{Sd} = \frac{M_{Sd,s}}{b_w \cdot d^2 \cdot f_{cd}} = \frac{282,14 \cdot 100}{35 \cdot 45^2 \cdot 1,667} = 0,240 \leq \mu_{Rd,lim} = 0,332$$

Iz tablica se odabiru deformacije betona i armature i pripadni koeficijenti položaja neutralne osi i kraka unutarnjih sila

$$\varepsilon_{c2} = -3,5\text{‰}$$

$$\varepsilon_{s1} = 5\text{‰}$$

$$\xi = 0,412$$

$$\zeta = 0,829$$

Izraz za potrebnu armaturu modificira se zbog djelovanja uzdužne sile:

$$A_{s1} = \frac{M_{Sd,s}}{\zeta \cdot d \cdot f_{yd}} \pm \frac{N_{Sd}}{f_{yd}} = \frac{282,14 \cdot 100}{0,829 \cdot 45 \cdot 34,78} + \frac{149,30}{34,78} = 26,03 \text{ cm}^2$$

Posebnu pažnju treba obratiti na predznak uzdužne sile:
vlačna sila mora se u potpunosti preuzeti uzdužnom armaturom!

Uvode se greške pri izvedbi:

1. odstupanje: dimenzije poprečnog presjeka $\Delta b = 1,0 \text{ cm}; \Delta h = 1,5 \text{ cm}$

nove dimenzije presjeka: $b'/h' = 34/48,5 \text{ cm}$

2. odstupanje: okomitost stranica $\Delta = 2,0 \text{ cm}$

nova širina tlačne zone: $b'' = 32 \text{ cm}$

3. odstupanje: razmak stupova $\Delta l = 2,5 \text{ cm}$

nove rezne sile:
$$M_{Sd} = \gamma_G \cdot M_G + \gamma_Q \cdot M_Q$$
$$= 1,35 \cdot 121 + 1,50 \cdot 101 = 314,85 \text{ kNm}$$

4. odstupanje: povećani zaštitni sloj $\Delta C = +1,5 \text{ cm}$

novi krak unutarnjih sila: $d = 42 \text{ cm}$

$$\begin{aligned} M_{Sd,s} &= M_{Sd} \pm N_{Sd} \cdot \left(\frac{h}{2} - d_1 \right) \\ &= 314,85 - 149,30 \cdot (0,24 - 0,065) = 288,75 \text{ kNm} \end{aligned}$$

$$\mu_{Sd} = \frac{M_{Sd,s}}{b_w \cdot d^2 \cdot f_{cd}} = \frac{288,75 \cdot 100}{32 \cdot 42^2 \cdot 1,667} = 0,306 \leq \mu_{Rd,lim} = 0,332$$

$$\varepsilon_{c2} = -3,5\text{‰}$$

$$\varepsilon_{s1} = 2,5\text{‰}$$

$$\xi = 0,583$$

$$\zeta = 0,757$$

$$A_{s1} = \frac{M_{Sd,s}}{\zeta \cdot d \cdot f_{yd}} \pm \frac{N_{Sd}}{f_{yd}} = \frac{288,75 \cdot 100}{0,757 \cdot 42 \cdot 34,78} + \frac{149,30}{34,78} = 30,40 \text{ cm}^2$$

Potrebno je 16% više armature!

Kojom normom se propisuje upravljanje kvalitetom betona i njegovih komponenata u konstrukciji

Što treba sadržavati projektna dokumentacija

Nabrojati osnovne zahtjeve za skele i oplata

Nabrojati pravila za oplata

Nabrojati zahtjeve za umetke u oplati

Zašto se skele i oplata ne smiju uklanjati prije propisanog vremena

Nabrojati opće uvjete za armaturu

Kako se vrši savijanje armature

Nabrojati opće uvjete za betoniranje

Nabrojati razloge njega mladog betona

Koliko dugo traje njega nbetona

Koje su granične temperature mladog betona

Zašto se propisuju dopuštena odstupanja

Ako se projektom mijenja klasa odstupanja, koji se podaci moraju navesti

Nabrojati postupke kontrole skela i oplata prije betoniranja

Nabrojati postupke kontrole armature prije betoniranja

Nabrojati postupke kontrole prednapinjanja:

a) prije betoniranja

b) prije prednapinjanja

c) prije injektiranja