

# Primjena DOKA oplate "Top 50"

---

**Jugović, Bernard**

**Undergraduate thesis / Završni rad**

**2020**

*Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj:* **University North / Sveučilište Sjever**

*Permanent link / Trajna poveznica:* <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:122:595311>

*Rights / Prava:* [In copyright](#)/[Zaštićeno autorskim pravom.](#)

*Download date / Datum preuzimanja:* **2024-07-17**



*Repository / Repozitorij:*

[University North Digital Repository](#)





**Sveučilište  
Sjever**

**Završni rad br. 392/GR/2020**

**Primjena DOKA oplate „Top 50“**

**Bernard Jugović, 5767/601**

Varaždin, rujan 2020. godine





# Sveučilište Sjever

Odjel za Graditeljstvo

Završni rad br. 392/GR/2020

## Primjena DOKA oplata „Top 50“

**Student**

Bernard Jugović, 5767/601

**Mentor**

Predrag Presečki, dipl.ing. građ.

Varaždin, rujan 2020. godine

# Prijava diplomskog rada

## Definiranje teme diplomskog rada i povjerenstva

ODJEL Odjel za graditeljstvo

STUDIJ preddiplomski stručni studij Graditeljstvo

PRISTUPNIK Bernard Jugović

MATIČNI BROJ 5767/601

DATUM 29.06.2020.

KOLEGIJ Montažno građenje

NASLOV RADA Primjena DOKA oplata "Top 50"

NASLOV RADA NA ENGL. JEZIKU Application of DOKA "Top 50" formwork

MENTOR Predrag Presečki

ZVANJE Predavač

ČLANOVI POVJERENSTVA

1. Mr.sc. Miroslav Bunić, predavač

2. Predrag Presečki, predavač

3. prof.dr.sc. Božo Soldo

4. doc.dr.sc. Matija Orešković

5.

## Zadatak diplomskog rada

BROJ 392/GR/2020

OPIS

Pristupnik će u radu obraditi suvremene oplata sa detaljnim opisom dijelova, detalja i mogućnosti primjene DOKA-oplate Top 50. Također će se opisati nosivost oplata prema Eurocod propisima. Obraditi će se i primjer iz prakse - oplata zidova stupa Pelješkog mosta

U radu je potrebno obraditi sljedeće teme:

1. Općenito o oplatama
  2. Detaljni prikaz elemenata DOKA Top 50 oplata
  3. Primjena ove oplata na različitim oblicima armiranobetonskih elemenata
  4. Proračun deformacija oplata
  5. Opis primjera iz prakse
- Literatura

ZADATAK URUČEN

10.09.2020.



SVEUČILIŠTE  
SJEVER

Potpis mentora

# Predgovor

Poštovani!

Ovim putem se želim zahvaliti svom mentoru Predragu Presečkom, dipl.ing.građ. na kontroli izrade završnog rada, na pomoći pri izradi, pronalasku ključnih kontakt osoba, literature i sveukupnom odvojenom vremenu za ovaj završni rad. Također se zahvaljujem dotičnoj kontakt osobi, zaposleniku Doka Hrvatska, inženjeru statičaru Zvonimiru Grgatu, koji mi je uspio prenijeti sve važne informacije potrebne za izradu završnog rada.

Također zahvaljujem svim profesorima na velikodušnom angažmanu u samo jednom cilju; prenijeti znanje i iskustvo na studente, te iznova puni elana to činiti sa svakom generacijom. Veliko Vam hvala!

Također velike zahvale mojoj obitelji, na pruženoj potpori tokom studiranja.

Svakako veliko hvala svim kolegicama i kolegama koji su pružali potporu u svakom trenu, te skupa stvarali ugodnu i radnu atmosferu u kojoj je bilo lakše savladati fakultetske prepreke.

## Sažetak

Plan ovog završnog rada je prvobitno približiti oplatu kao tehnološku konstrukciju i njen razvoj, te opširnost njene primjene, a glavna tema je oplata stupova Pelješkog mosta „Top 50“.

U početku ćemo krenuti s povijesti oplata, te objasniti definiciju oplata, tehničke specifikacije i spomenuti glavne elemente. Kako se bavimo Doka oplata, opisivat ćemo i različite, najupotrebljivije vrste oplata koju Doka nudi svojim klijentima kao odlično inženjersko rješenje. Doka je vrlo prilagodljiva posebnim situacijama, te rješavanju nesvakidašnjih problema.

Posebno ćemo obraditi skupinu oplata „Top 50“, oplatu po mjeri za najrazličitije zadatke. Njezin oblik i veličina elemenata optimalno se mogu prilagoditi i najzahtjevnijem građevinskom objektu.

U praktičnom dijelu ćemo se podsjetiti što su to Eurokodovi, izraditi proračun stupa Pelješkog mosta, pomoću „Beam static“ programa, te detaljno opisati projekt oplatnog sustava Pelješkog mosta.

**Ključne riječi:** Pelješki most, oplata, „Top 50“, Doka, Eurokodovi.

## Abstract

The plan of this final work is originally to bring the formwork closer as a technological construction and its development, and the extensiveness of its application, and the main topic is the formwork of the pillars of the Pelješac Bridge "Top 50". In the beginning we will start with the history of formwork, and explain the definition of formwork, technical specifications and mention the main elements. As we deal with Doka formwork, we will also describe the different, most useful types of formwork that Doka offers to its customers as an excellent engineering solution. Doka is very adaptable to special situations and solving unusual problems. We will deal separately with the formwork group "Top 50", custom formwork for various tasks. Its shape and size of elements can be optimally adapted to even the most demanding building. In the practical part, we will remind ourselves what Eurocodes are, make a calculation of the Pelješac Bridge pillar, using the "Beam static" program, and describe in detail the design of the Pelješac Bridge formwork system.

**Key words:** Pelješac bridge, formwork, „Top 50“, Doka, Eurocodes.

# Sadržaj

1.	Općenito o oplatama .....	2
1.1.	Elementi oplata.....	3
1.2.	Velikoplošne oplatae za vertikalne i horizontalne konstrukcije .....	4
2.	Doka oplata .....	5
2.1.	Zidna oplata Framax Xlife .....	5
2.2.	Oplata Top 50.....	5
2.3.	Kružna oplata H20 .....	6
2.4.	Podupirači jednostrane oplatae .....	6
2.5.	Stropna oplata Dokaflex.....	7
2.6.	Stropna oplata Dokadek 30 .....	7
2.7.	Sustavi oplatnih stolova .....	8
2.8.	Nosiva skela Staxo 100 .....	8
2.9.	Doka UniKit .....	9
2.10.	Krletke za konzolnu gradnju .....	9
2.11.	Tunelska oplata SL-1 .....	10
2.12.	Penjajuće oplatae.....	11
3.	Doka-oplata Top 50 .....	13
3.1.	Detaljan prikaz elementa Top 50 .....	14
3.2.	Fleksibilnost .....	14
3.3.	Sustav sidrenja.....	15
3.4.	Izvedba pravog kuta .....	16
3.5.	Oštri i tupi kutovi .....	17
3.6.	Čeone oplatae.....	18
3.7.	Kosnici .....	19
3.8.	Dodatne moguće primjene.....	20
4.	Praktični dio .....	21
4.1.	Eurokodovi kod Doka .....	21
4.2.	Dijagram progiba (dimenzioniranje).....	23
4.3.	Proračun oplatae zida stupa na Pelješkom mostu .....	25
4.3.1.	<i>Oplatna ploča Dokaplex 21mm</i> .....	25
4.3.2.	<i>Drveni nosač H20</i> .....	26
4.3.3.	<i>Višenamjenski profil WS10</i> .....	27
4.3.4.	<i>Maksimalna sila u sidru</i> .....	29
4.4.	Projekt oplatnog sustava za Pelješki most.....	30
5.	Zaključak.....	35
6.	Literatura.....	37



## Uvod

Izvođenje betonskih konstrukcija bilo bi nemoguće bez oplata i oplatnih sistema. Rješenje se pojavilo u prošlosti, oko 300 godina prije nove Ere, kada su Rimljani proizvodili beton najsljedniji današnjem. Oplata kao tehnološka konstrukcija proizvodnog procesa ciljano se usredotočuje na specijalne aspekte građevinskih procesa. Prilikom njene proizvodnje ne ostvaruje se samo razmjena dobara između čovjeka i prirode, već se stvara i utjecaj ljudi jednih na druge, pa gledajući taj aspekt, proizvodni proces ima materijalno-tehničku, te socijalno-ekonomsku dimenziju, koje stvaraju jednu jedinstvenu cjelinu. Čovjek kao inteligentna obrazovana radna snaga proizvodi, te uz pomoć sredstava za rad djeluje na predmet rada, i na taj ga način kvalitativno mijenja, od sirovine do gotovog proizvoda. Na proizvodni proces uvelike utječu rezultati novih istraživanja, što se najbolje očituje primjenom novih metoda proizvodnje, kao i sve većom mehanizacijom i automatizacijom sredstava rada.[1]

Po ljudskoj prirodi napredovanja konstrukcije su postajale sve zahtjevnije, pa su tako napredovali i oplatni sistemi, te se danas se možemo pohvaliti izuzetno kvalitetnim, fleksibilnim i sveobuhvatnim sistemima koji nam uvelike olakšavaju izvedbu često zahtjevnih konstrukcija.

U svijetu postoji nekoliko vodećih tvrtki za izradu oplatnih sistema, a u ovom završnom radu ćemo biti usmjereni na austrijsku tvrtku „Doka“, te opisu njenih rješenja za pojedine sustave. Doka je osnovana 1956. godine, a u Hrvatskoj djeluje već 20 godina, i može se pohvaliti dobro odrađenim zahtjevnim projektima kao što su Maslenički most na A1 autocesti, most dr. Franje Tuđmana u Dubrovniku, Domovinski most u Zagrebu, sportska dvorana Višnjik u Zadru, te trenutno aktivnim projektom „Pelješki most“ koji će biti glavni predmet ovog završnog rada. Na Pelješkom mostu se koristi skupina oplatnih sistema po imenu „Top 50“, a glavna atrakcija je sustav za penjanje oplata „Xclimb 60“ koji se koristi kao kvalitetno i ekonomično rješenje izrade glavnih nosivih stupova Pelješkog mosta, koji su ujedno čvrsti temelj budućem betonskom gigantu.

Svrha ovog rada je istražiti i prikupiti sva saznanja o oplati „Top 50“, te iznijeti sve njene prednosti i načine primjene u praksi.

U ovom završnom radu približit ću usko vezane oplatne proizvodne procese koji su potrebni za izradu Pelješkog mosta, od pripreme, proračuna, te problematiku izvođenja na samom gradilištu. Opisat ću i dio statike koja je vezana za oplatne sisteme, te na konkretnom primjeru zida stupa pokazati naprezanja i sile koje djeluju na oplatu.

# 1. Općenito o oplatama

Oplate se pojavljuju još u vrijeme stare Grčke i Rima, kada su služile za oblikovanje zidova zalijevanih pucolanskim gipsanim i vapnenim mortovima. Intenzivniji razvoj počeo je u 19. stoljeću, paralelno s razvojem cementa.[2]

Među suvremenim građevinama gotovo da nema građevine od bilo kojeg materijala u kojoj beton nije prisutan u dijelu ili cijeloj konstrukciji.[2]

Oplata je tehnološka konstrukcija – sredstvo rada – koja betonskoj konstrukciji daje oblik i površinski izgled. To je privremena konstrukcija u koju se izlijeva svježa betonska mješavina u kojoj se odvija proces očvršćivanja.[2]

Oplata je pomoćni materijal koji se ne ugrađuje jednom, nego se ista upotrebljava za izvedbu više konstrukcija (betonskih elemenata). Broj upotreba ovisi o njezinim svojstvima (materijalima) i načinu ophođenja s njom tokom vijeka korištenja. U tradicionalnoj gradnji prevladavaju neobrađene drvene oplate, koje su kratkog vijeka trajanja, te se uglavnom koriste pri izgradnji manjih, zidanih objekata. Tradicionalne oplate sve se više potiskuju suvremenim tehnologijama građenja. Danas se suvremene oplate uglavnom rade za višestruku uporabu, u cijelosti napravljene uglavnom od čelika raznih kvaliteta. [3]

Što se tiče same cijene armirano – betonske konstrukcije, ovisno o složenosti i veličini presjeka elementa, oplata sudjeluje od 20-40%.

Oplate moraju ispunjavati brojne funkcionalne zahtjeve i kriterije kvalitete:[2]

- Da prihvate i prenesu (bez velikih deformacija) opterećenje od svježeg betona i druga opterećenja
- Da je ploha u kontaktu sa svježim betonom vodonepropusna i vodorezistentna (tj. da pod utjecajem vode ne mijenja svoje fizičke osobine i dimenzije)
- Da je otporna na udare (vibracije) i habanje
- Da su što trajnije, kako bi se višestruko koristile
- Oplatni sklopovi moraju biti fleksibilni kako bi bila moguća njihova primjena za izradu različitih oblika i dimenzija betonskih konstrukcija
- Betonske površine moraju ostati popunjene i ravne, kako bi se izbjeglo naknadno popravljanje

## **1.1. Elementi oplata**

### **Oplatne ploče**

Zadaća oplatnih ploča je da oblikuju betonsku konstrukciju, prihvate i prenesu opterećenje svježeg betona na podkonstrukciju i druge dijelove sklopa. Oplatna ploha je površina koja dolazi u neposredni dodir sa svježim betonom. To su najizloženiji dijelovi sklopa i najviše se troše, što znači da imaju najkraći vijek trajanja.[2]

Pri odabiru oplatne ploče razlikuju se higroskopne od nehigroskopnih ploča. Hidgroskopne stvaraju površine bez šupljina. Oplata izvlači iz betona višak zraka i/ili višak vode. Koriste se npr. daske, fosne i ploče koje imaju određeni higroskopni efekt. [4]

### **Podkonstrukcija**

Podkonstrukcija su dijelovi sklopova koji se nalaze ispod oplatnih ploha. Osnovna je namjena da prihvati opterećenje s oplatne plohe i prenese na nosivu konstrukciju, a istovremeno da povezuje oplatnu plohu u cjelinu sklopa.[2]

### **Nosive konstrukcije**

To su rasponski nosači, koji preko podkonstrukcija preuzimaju sva opterećenja i prenose ih na stabilna uporišta (podupirače, dovršene dijelove građevine i dr.). Nosive konstrukcije su rasponski nosači izrađeni od različitih materijala i različitih rješenja.[2]

### **Spojna sredstva (uređaji za povezivanje)**

Trebaju osigurati dobru povezanost oplatnih ploča, podkonstrukcije i nosive konstrukcije, te nepomičnost cijelog sklopa.[2] Suvremeni uređaji za povezivanje oplatnih sklopova uglavnom su konstruirani s vijkom i velikim matičnim glavama koje olakšavaju zatezanje. Vezni su elementi šipke od čelika, ali s orebrenjem u navoju, koje se vade iz betona i višekratno koriste. Točnost rastojanja unutar oplata postiže se izrezanim komadima plastične cijevi kroz koju prolaze vezne šipke. Obično se koriste cijevi od tvrde plastike promjera 30 mm koje ostaju u betonu.[2]

### **Podupirači**

Podupirači su samostalni nosivi štapovi koji prihvaćaju opterećenje i prenose ga na oslonce. Suvremeni oplatni sklopovi imaju cijevne, metalne (čelik, aluminij) podupirače s promjenjivom dužinom, tj. visinom podupiranja od 2,4-4,2 m, te s vanjskim presjekom kružnog ili zvjezdastog oblika. Težina metalnih podupirača se kreće od 12-25 kg/ kom, pa je moguća ručna manipulacija.[2]

## **Uređaji za regulaciju i pridržavanje**

Uređaji za regulaciju omogućuju postupna pomicanja oplatnih sklopova po visini ili nagibu kod postavljanja u projektirani položaj i postupno popuštanje kod skidanja oplate. Kada se postavi oplata bilo koje vrste, prije pritezanja mora se provjeriti i dovesti u projektiranu visinu i vertikalnost. Kod suvremenih oplatnih sustava izrađuje se posebna oprema za regulaciju i pridržavanje. Nagib okomitih oplata regulira se pomoću cjevastih kosnika koji ujedno služe za podupiranje i pridržavanje oplate tijekom rada. U cijevi kosnika ugrađen je suprotan navoj te se okretanjem cijevi, kosnik produžava ili skraćuje. Na taj se način oplatni sklop dovodi u željeni položaj.[2]

## **1.2. Velikoplošne oplate za vertikalne i horizontalne konstrukcije**

Ovakva oplata pri izvođenju nosivih konstrukcija od armiranog betona čini gotovo 50% vrijednosti radova, te je nužno obratiti pozornost njezinoj tehnologiji. S tehnološkog aspekta ove oplate sastoje se od robusnih nosivih metalnih okvira koji mogu preuzeti gotovo sve sile od svježeg betona i prenijeti ih na tlo ili druge konstruktivne elemente te oplatnih platna izrađenih od niza različitih materijala na bazi drva, metala, plastike. Okviri su najčešće zbog svoje masivnosti gotovo neuništivi, a oplatna platna se troše ovisno o broju i načinu upotreba te održavanju, pa se s vremenom moraju mijenjati. Okvirni se paneli uz pomoć različitih kutnih i univerzalnih elemenata, izjednačavajućih limova različitih dimenzija i profilnih gređica spajaju i prilagođavaju u najrazličitije oblike potrebne za određeni projekt te tako tvore jedinstven oplatni sustav.

Razvoj velikoplošnih oplata usmjeren je na povećanje fleksibilnosti i univerzalnosti elemenata i njihove primjene. To se nastoji postići olakšavanjem težine elemenata i skraćivanjem vremena potrebnog za montažu i demontažu [5]

## 2. Doka oplata

### 2.1. Zidna oplata Framax Xlife

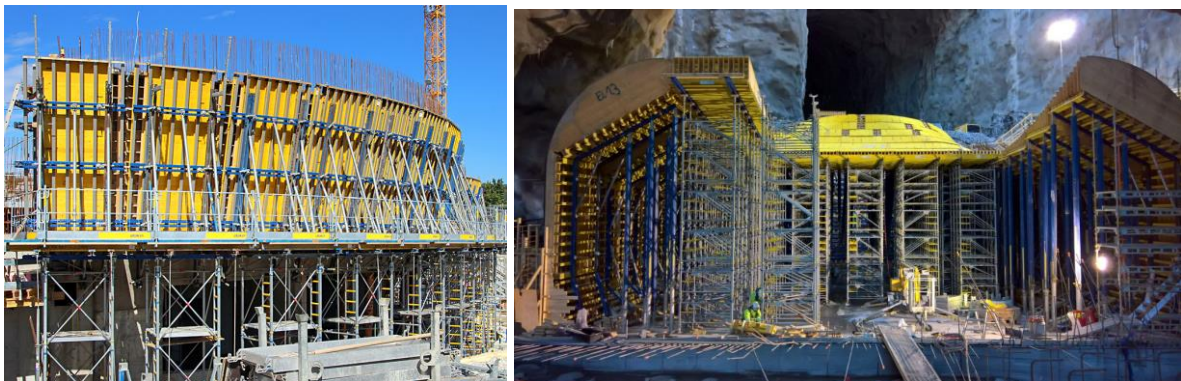
- Teška čelična okvirna zidna oplata
- Oplatni elementi su proizvedeni od čeličnih okvira i oplatnih ploča u već unaprijed definiranim dimenzijama
- Za rukovanje oplatom potreban je kran ili auto dizalica
- Ova oplata se obično upotrebljava na većim objektima [6]



*Slika 2.1. Zidna oplata Framax Xlife*

### 2.2. Oplata Top 50

- Oplata se sastoji od oplatnih ploča, drvenih H20 nosača (tregera), čeličnih WS10 ili WU12 nosača (šina) i spojnog pribora
- Prije upotrebe oplata se pred montira iz prethodno navedenih komponenti prema potrebama za pojedini projekt
- Moguća je raznovrsna primjena za sve vrste AB konstrukcija – kao zidna oplata (pogotovo za vidne betone), kao oplata rasponskih konstrukcija mostova, te za bilo kakve projekte koji zahtijevaju poseban oblik betona [6]



*Slika 2.2. Oplata Top 50*

### 2.3. Kružna oplata H20

- Oplata za izvedbu zidova u luku
- Oplatni elementi su proizvedeni u unaprijed definiranim dimenzijama
- Pomoću zavrtnja vretena oplata se prije postavljanja savija na odgovarajući radijus zakrivljenosti [6]



Slika 2.3. Kružna oplata H20

### 2.4. Podupirači jednostrane oplata

- U situacijama gdje nije moguće postaviti oplatu sa obje strane zida (npr. obodni zidovi uz postojeći objekt ili dijafragmu) nije moguće preuzeti opterećenje od pritiska svježeg betona pomoću sidara koja povezuju dvije strane oplata
- Tada se koriste podupirači jednostrane oplata koji preuzimaju pritisak betona i prenose ga u AB ploču ili temelj na koji su oslonjeni [6]



Slika 2.4. Podupirači jednostrane oplata

## 2.5. Stropna oplata Dokaflex

- Stropna oplata koja se najčešće koristi zbog niske cijene i visoke fleksibilnosti
- Oplata se slaže na licu mjesta od nekoliko komponenti: čeličnih podupirača, tronožaca i glava, drvenih H20 nosača i oplatnih ploča [6]



*Slika 2.5. Stropna oplata Dokaflex*

## 2.6. Stropna oplata Dokadek 30

- Sustav se sastoji od oplatnih elemenata proizvedenih u već definiranim dimenzijama od čeličnih okvira i oplatnih ploča, nekoliko raznih vrsta glava, te čeličnih podupirača
- Poanta sustava je ubrzati i povećati sigurnost izrade oplata stropa i trenutno je ovo vjerojatno najbrži sustav toga tipa koji postoji na tržištu
- Zbog velike površine oplatnih elemenata nije praktično upotrebljavati ovaj sustav na prostorijama neobičnog oblika ili male površine [6]



*Slika 2.6. Stropna oplata Dokadek 30*

## 2.7. Sustavi oplatnih stolova

- Oplatni stolovi su proizvedeni ili prethodno pred montirani u određenim dimenzijama
- Na gradilištu se između etaže premještaju kranom uz upotrebu vilica za premještanje, a unutar etaže pomoću kolica za premještanje
- Ovaj sustav također uvelike ubrzava izradu stropne oplata, a isto tako zbog velike površine oplatnih stolova nije preporučljiva upotreba na malim prostorijama ili na prostorijama neobičnog oblika [6]



*Slika 2.7. Sustav oplatnog stola*

## 2.8. Nosiva skela Staxo 100

- Sustav tornjeva koji se koristi za podupiranje ploča na visini većoj od 5-6 m ili za podupiranje masivnijih AB elemenata kao npr. rasponskih konstrukcija mostova
- Sastoji se od okvira proizvedenih u unaprijed definiranim dimenzijama, dijagonalnih križeva kojima se okviri spajaju, te vretenastih stopa i glava [6]



*Slika 2.8. Nosiva skela Staxo 100*



## 2.9. Doka UniKit

- Sustav koji se sastoji od čeličnih dijelova iz kojih se mogu složiti tornjevi (teška skela) i čelične rešetke
- Najčešće se koristi za podupiranje rasponskih konstrukcija mostova, pogotovo u situacijama kad zbog npr. lošeg tla ili rijeke koja prolazi ispod mosta nije moguće prenijeti opterećenja težine svježeg betona [6]



Slika 2.9. Doka UniKit

## 2.10. Krletke za konzolnu gradnju

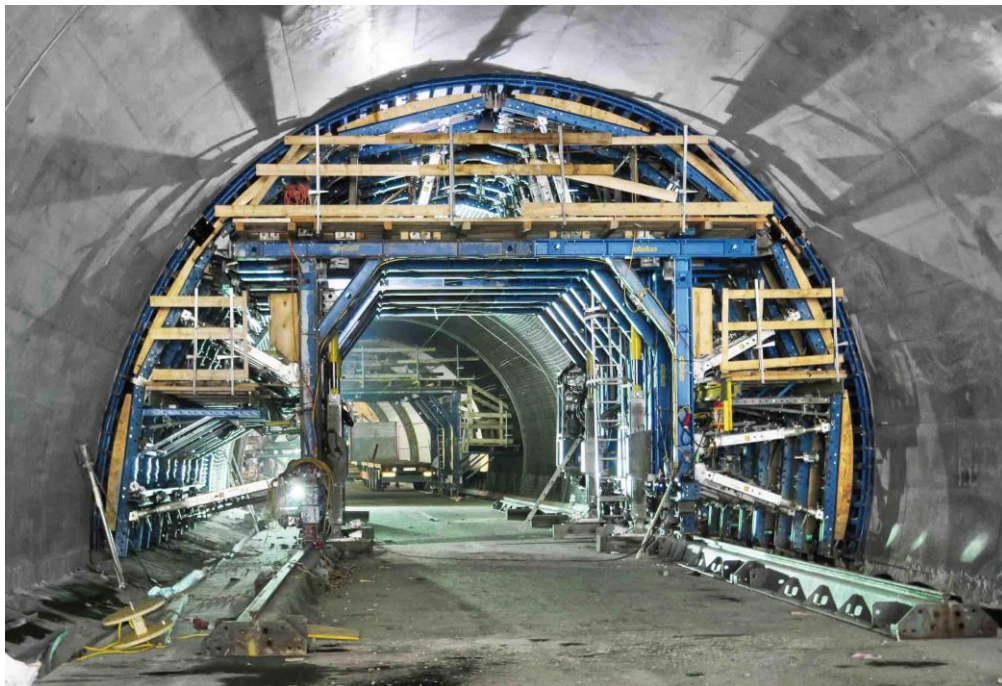
- Sustav služi za izvedbu sandučastih mostova
- Nakon izvedbe stupa mosta i naglavnog segmenta mosta kreće se sa izvedbom rasponske konstrukcije – krletke su oslonjene na gotove segmente rasponske konstrukcije, te sa njih visi oplata i radne platforme ispod oplata za idući segment
- Zbog stabilnosti AB konstrukcije mosta potrebno je izvoditi segmente rasponske konstrukcije u ujednačenom ritmu sa obje strane stupa.
- Sustav se premješta tako da se prvo izvuku horizontalni profil koji leže na betonu i onda po njima krletka otkliže na idući takt, sve pomoću hidraulike [6]



Slika 2.10. Krletka za konzolnu gradnju

## 2.11. Tunelska oplata SL-1

- Oplata je pomoću potpornjaka s vretenom razuprta od tešku nosivu skelu koja se sastoji od čeličnih okvira
- Čelična teška nosiva skela je oslonjena na klinovima za upuštanje koji prenose opterećenje u AB temeljnu konstrukciju i omogućavaju otpuštanje oplata nakon betoniranja
- Nakon otpuštanja i sklapanja oplata, cijeli sklop se pomiče na idući takt pomoću čeličnih valjaka ili kotača na tračnicama
- Sklapanje i pomicanje oplata moguće je i uz upotrebu hidraulike, čime se postiže veća učinkovitost [6]



*Slika 2.11. Tunelska oplata SL-1*

## 2.12. Penjajuće oplata

- Visoki elementi AB konstrukcije izvode se u taktovima ili kampadama, a penjajući sustavi omogućuju potporu za samu oplatu AB elementa (npr. zida zgrade ili stupa mosta) i prostor za rad na visini za svaku pojedinu kampadu
- Prije početka rada na AB elementu potrebno je pred montirati platforme koje se nakon betoniranja prvog segmenta ovjese na točke ovješnja
- Točka ovješnja se sastoji od sidra s pločicom, plastične brtvene čahure, čeličnog konusa i čeličnog B7 vijka.
- Prije betoniranja sidro s pločicom, brtvena čahura i konus se ugrade na oplatu, a nakon skidanja oplata i prije ovješnja platformi u konuse se ušarafe B7 vijci na koje se nakon toga ovjese platforme.
- Konusi i B7 vijci se premještaju iz takta u takt, a u betonu ostaju izgubljena sidra s pločicom i plastična brtvena čahura koja štiti konus od svježeg betona za vrijeme betoniranja kako bi se kasnije mogao izvaditi. [6]



Slika 2.12. Penjajuća oplata i točka ovješnja

- Penjajuće oplata ne preuzimaju opterećenja od pritiska svježeg betona, nego samo vlastitu težinu oplata i platforme, korisno opterećenje na oplati i platformi i opterećenje vjetrom. Postoji nekoliko Doka sustava penjajućih oplata:

- **Sustav Xclimb 60** je vođeni penjajući sustav, što znači da se prije ovješnja sustava na AB element montiraju papuče za penjanje koje služe kao vodilice za vertikalne profile sustava. Penjanje je moguće kranom, a isto tako i uz upotrebu hidraulike. Ovaj sustav se trenutno koristi na projektu Pelješkog mosta.



*Slika 2.13. Penjajuća oplata Xclimb 60*

- **Sustavi SKE50 i SKE100** su automatske penjajuće oplate ili samo penjajuće oplate, što znači da se oplata penje pomoću sustava hidrauličkih pumpi i cilindara, bez upotrebe kрана. Penjanje pomoću sustava hidraulike uvelike povećava učinkovitost na gradilištu, pošto je kran oslobođen za druge aktivnosti osim oplata. [6]

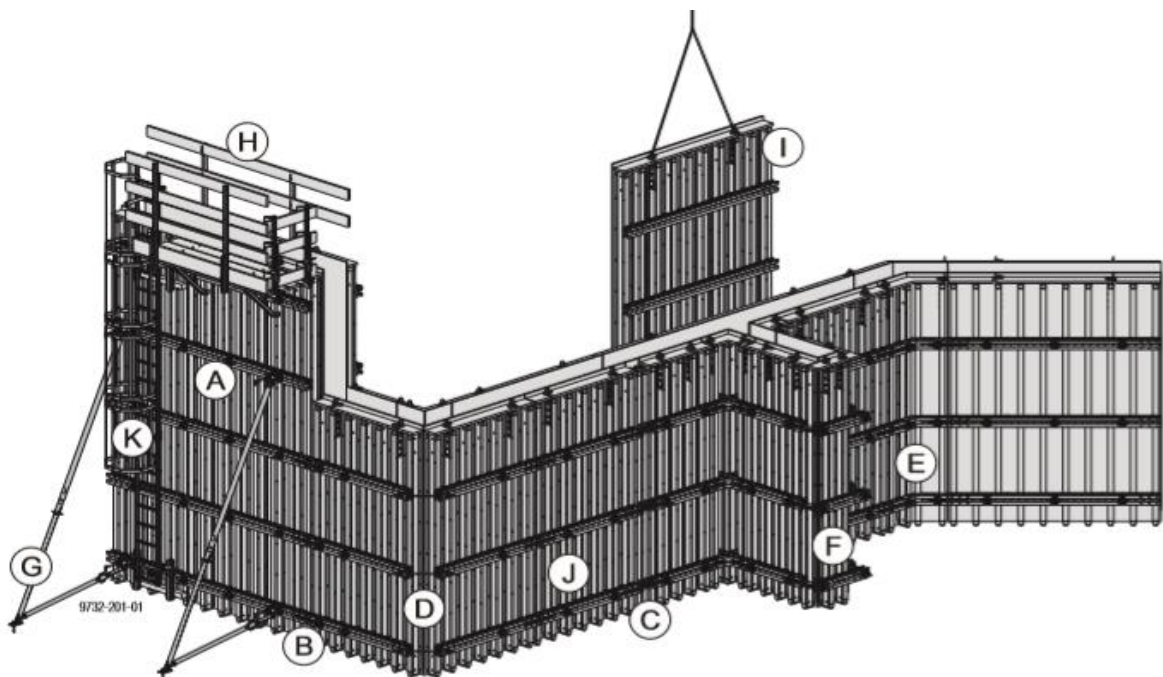


*Slika 2.14. Penjajuća oplata SKE50 i SKE100*

### 3. Doka-oplata Top 50

Doka oplata Top 50 – velikoplošna oplata za sve oblike i sva opterećenja

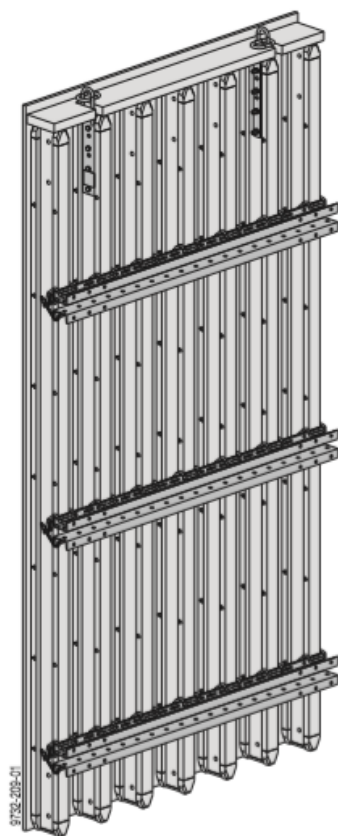
Doka oplata Top 50 je oplata po mjeri za najrazličitije zadatke. Oblik i veličina elemenata optimalno se mogu prilagoditi bilo kojem građevinskom objektu. Raster elemenata i raspored sidara prilagođavaju se zahtjevima uvjetovanim arhitekturom. Velikoplošni elementi i precizni sastavi elemenata omogućavaju savršen izgled fuga. Oplatne ploče odabiru se u skladu sa različitim zahtjevima. Dopunski dijelovi usklađeni sa zahtjevima prakse olakšavaju rad na gradilištu, čineći skupa improvizirana rješenja. Doka stručnjaci planiraju najekonomičnije rješenje oplata, a prethodna montaža u Doka servisu za gotovu oplatu štedi vrijeme rada i prostor na gradilištu. [6]



Slika 3.1. Prikaz elemenata Doka oplata Top 50

A	Sustav sidrenja
B	Spajanja elemenata
C	Uzdužna prilagodba
D	Izvedba pravog kuta
E	Oštri i tupi kutovi
F	Čeone oplata
G	Sredstva za postavljanje i podešavanje
H	Skele za betoniranje
I	Premještanje dizalicom
J	Montaža elemenata
K	Sustav ljestava

### 3.1. Detaljan prikaz elementa Top 50



#### Oplatna ploča

Oplatne ploče odabiru se u skladu sa različitim zahtjevima, npr. za glatki vidljivi beton, za površine sa strukturom daščane oplata i za velik broj primjena, te se brzo izmjenjuju.

#### Čelična pričvršćenja elemenata od višenamjenskih profila

Drže Doka – nosače H20 u njihovom položaju i pružaju elementu krutost, te preuzimaju sidrene sile. Elementi se spajaju na krajevima višenamjenskih profila spojka i svornjacima.

#### Doka drveni oplatni nosač H20 top

Inovativno ojačanje krajeva doka nosača H20 top smanjuje oštećenja na krajevima nosača te znatno produljuje uporabni vijek.

#### Rupe za sidra

Mogu se izbušiti na bilo kojem mjestu u sredini nosača između Doka - nosača. [7]

Slika 3.2. Element Top 50

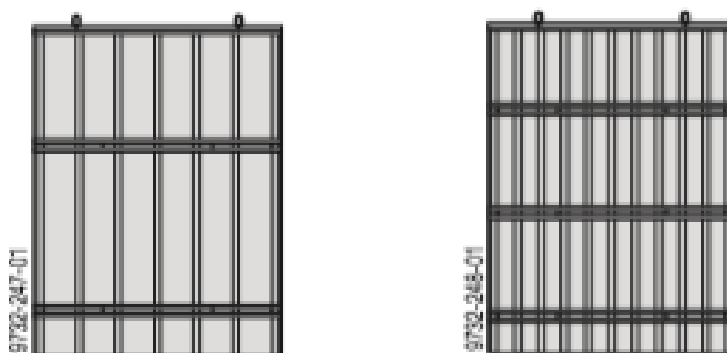
### 3.2. Fleksibilnost

#### Veličina

Elementi Top 50 mogu se primjenjivati u širini do 6 metara i u visini do 12 metara.

#### Pritisak svježeg betona

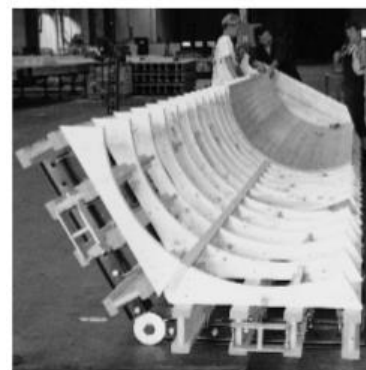
Ovisno o potrebnom pritisku svježeg betona mogu se odabrati uži ili širi razmaci Doka nosača i čeličnih pričvršćenja elemenata. Uz najmanji utrošak materijala uvijek se izrađuje najekonomičnija oplata, npr. slika 3.3. lijevo prikazuje raspored nosača za pritisak svježeg betona od 40 kN/m<sup>2</sup>, a desno pritisak svježeg betona od 90 kN/m<sup>2</sup> [7]



Slika 3.3. Primjeri pritiska svježeg betona

## Oblik

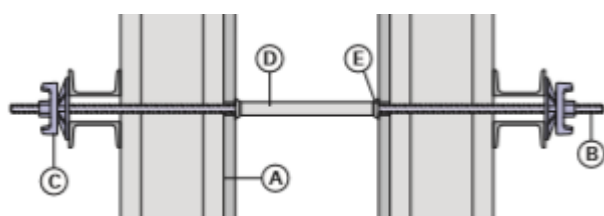
Željeni oblik betona zahtjeva visoku prilagodljivost oplata. Kod oplata Top 50 to se primjerice postiže montažom remenata.



Slika 3.4. Primjer prilagodljivosti oplata

## 3.3. Sustav sidrenja

### Sustav sidrenja 15,0

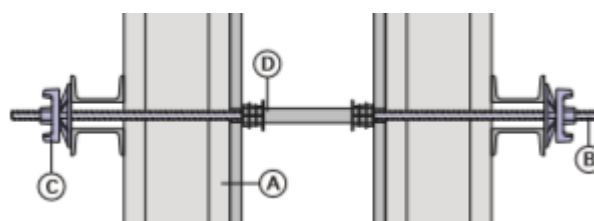


- |   |                        |
|---|------------------------|
| A | Element Top 50         |
| B | Sidro 15,0             |
| C | Super ploča            |
| D | PVC cijev 22mm         |
| E | Univerzalni konus 22mm |

Slika 3.5. Shema sustava sidrenja 15,0 sa PVC cijevi

Sustav sidrenja 15,0 kao jedna od više mogućnosti sidrenja sa PVC cijevi koja ostaje u betonu i zatvara se čepom od 22mm.

- |   |                |
|---|----------------|
| A | Element Top 50 |
| B | Sidro 15,0     |
| C | Super ploča    |
| D | Odstojni držač |



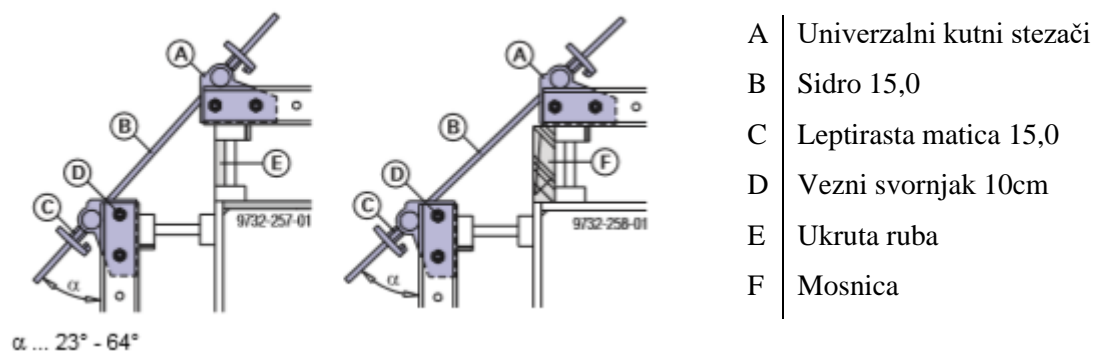
Slika 3.6. Shema sustava sidrenja 15,0 sa odstoynim držačem

Alternativno uz PVC cijev s univerzalnim konusom postoji i **odstoyni držač** kao ovojna cijev sidra u kompletu. Odstoyni držač spreman je za primjenu za određene debljine zidova. [7]

### 3.4. Izvedba pravog kuta

#### Vanjski kut

Elementi se međusobno pritežu pomoću univerzalnog kutnog stezača i sidara 15,0.

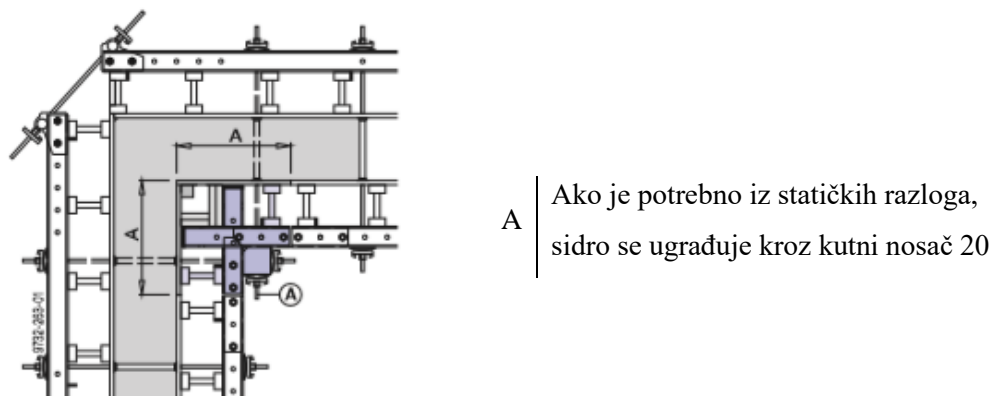


Slika 3.7. Shema izvedbe vanjskog pravog kuta pomoću univerzalnog kutnog stezača

#### Unutrašnji kut

##### S kutnim nosačem 20

S kutnim nosačem 20 može se oblikovati pravokutni element unutrašnjeg kuta. Doka nosači pružaju elementu potrebnu krutost i osiguravaju preciznost mjera. Nadovezujući elementi Top 50 učvršćuju se pomoću normalnih veznih elemenata. [7]



Slika 3.8. Shema izvedbe unutarnjeg pravog kuta s kutnim nosačem 20



### 3.5. Oštri i tupi kutovi

Standardni dijelovi oplata Top 50 uvijek omogućavaju optimalno rješenje i kod kutova koji nisu pod pravim kutem.

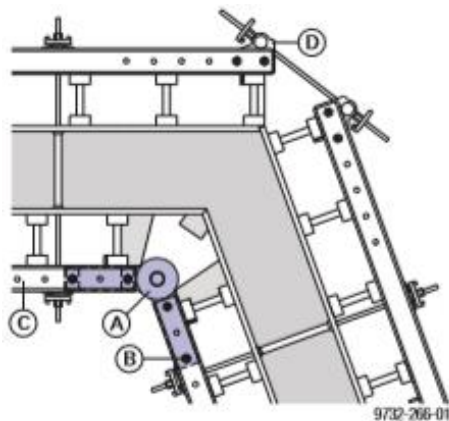
#### Vanjski kut

Kao i kod pravokutnih kuteva ovdje se za spajanje elemenata kod vanjskog kuta prije svega koristi univerzalni kutni stezač.

#### Unutrašnji kut

##### Sa zglobnom spojkom A Top 50 ... stupnjeva

- Primjena počevši od duljine nosača 0,75 m nadalje
- Moguće podešavanje kuta po želji u području od 60° do 299° između nosača
- Mogućnost ponovne uporabe [7]



- |   |                                       |
|---|---------------------------------------|
| A | Zglobna spojka A Top 50 ... stupnjeva |
| B | Vezni svornjak 10cm                   |
| C | Višenamjenski profil                  |
| D | Univerzalni kutni stezači             |

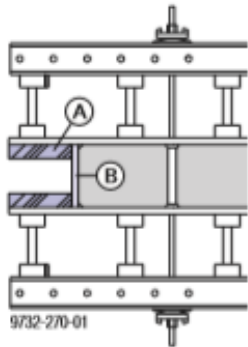
Slika 3.9. Shema izvedbe kuta sa zglobnom spojkom A Top50

### 3.6. Čeone oplata

Oplata Top 50 predstavlja kompletan sustav oplata. Na taj su način na raspolaganju npr. i praktična rješenja za čeone oplata.

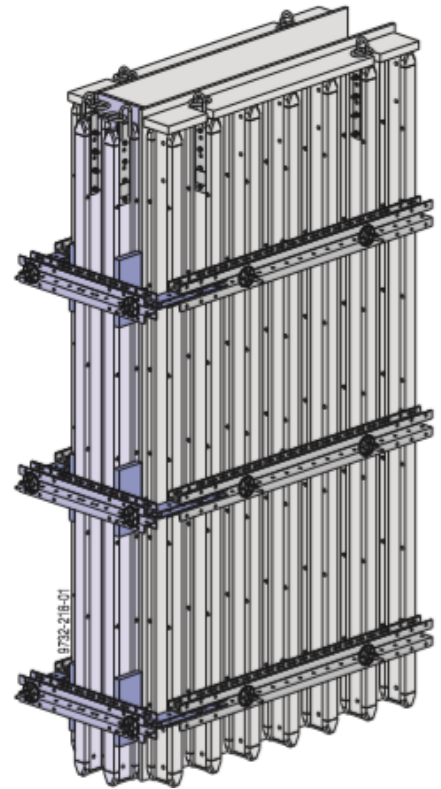
#### Zidovi do debljine od oko 20cm

Daske se jednostavno pričvrste za element Top 50 i umetne se traka oplatne ploče.



- |   |                     |
|---|---------------------|
| A | Daske               |
| B | Traka oplatne ploče |

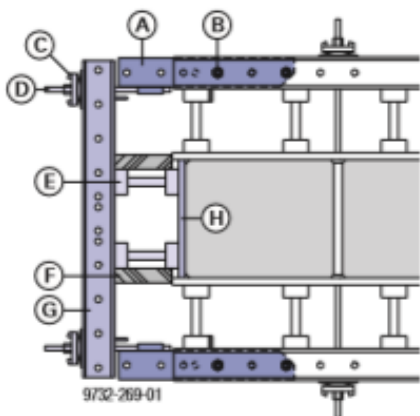
Slika 3.11. Shema čeone oplata za zidove od oko 20cm



Slika 3.10. Skica čeone oplata

#### Zidovi od debljine od oko 20cm nadalje

Spojka za sidrenje FF 20/50 osigurava sigurno preuzimanje opterećenja u sustav čeličnih nosača elemenata Top 50. Sidra se uvrću u spojku za sidrenje i pomoću super ploče 15.0. namješta se pravi razmak čeonog elementa. [7]



- |   |                            |
|---|----------------------------|
| A | Spojka za sidrenje FF20/50 |
| B | Vezni svornjak 10cm        |
| C | Super ploča 15,0           |
| D | Sidro 15,0                 |
| E | Doka nosač                 |
| F | Granična mosnica           |
| G | Višenamjenski profil       |
| H | Traka oplatne ploče        |

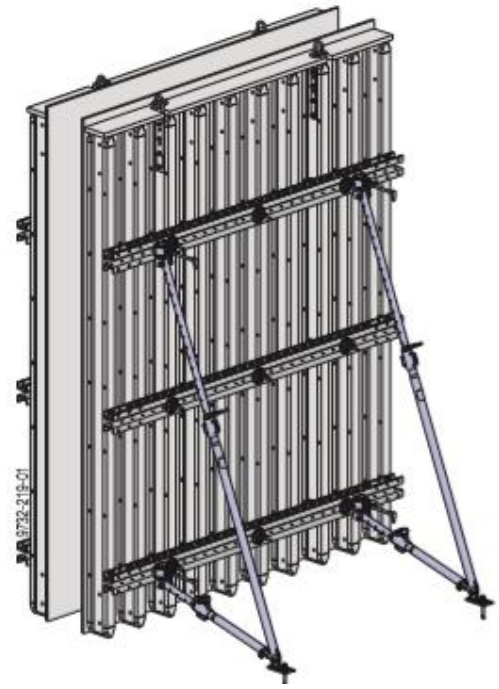
Slika 3.12. Shema čeone oplata za zidove deblje od 20cm

### 3.7. Kosnici

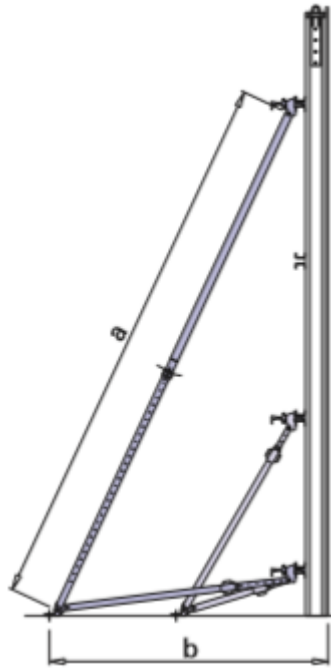
Kosnici i cjevasti podupirači čine oplatu otpornom na udarce vjetra i olakšavaju podešavanje oplata.

Svaki sklop elemenata mora biti poduprt pomoću najmanje 2 kosnika.

Kosnici i podupirači se moraju postaviti/usidriti tako da se ostvari čvrstoća na vlačna i tlačna naprežanja



Slika 3.13. Skica kosnika



Na slici 3.14. je prikazan Doka kosnik 540. koji ima teleskopsko izvlačenje u pomacima od 8 cm, te dodatno fino podešavanje pomoću navoja. [7]

a	310,5 – 549,2 cm
b	228,1 – 277,2 cm

Slika 3.14. Kosnik 540



Slika 3.15. Kosnici

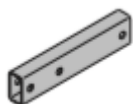
### 3.8. Dodatne moguće primjene

Modularni sustav Doka-oplate Top 50 otvara brojne mogućnosti primjene. Od jednostavne zidne oplatae do pomičnih oplatnih kolica za oplaćivanje tunela i oplatae nosivih konstrukcija mostova. Prilagođavanje Doka-oplate vrši se pomoću sljedećih dopunskih dijelova:



Slika 3.16. Primjer prilagodbe oplatae

**-Nosiva spojka Top50** predstavlja posebnu spojnicu za povezivanje višenamjenskih profila. Ona se izrađuje vezano uz projekt.



Slika 3.17. Nosiva spojka Top50

**-Potpornjaci Top50** i potpornjaci s vretenima tvore s višenamjenskim profilima rešetkaste nosive elemente za mostove ili vrlo prostrane pomične oplatae.

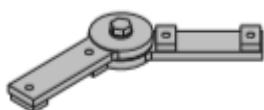


Slika 3.19. Potpornjak Top50

**-Zglobna spojka A Top50** omogućava kontinuirano prilagođavanje elemenata oplatae Top 50 svakom zakrivljenju. To ubrzava montažu i štedi udvostručavanje gredicama koje iziskuje velike troškove. Daljnje informacije potražite u poglavlju "Oštri i tupi kutovi". [7]



Slika 3.18. Rešetkasti nosivi element



Slika 3.21. Zglobna spojka A Top50



Slika 3.20. Primjena zglobne spojke A Top50

## 4. Praktični dio

### 4.1. Eurokodovi kod Doke

U Europi je do kraja 2007. stvorena jedinstvena skupina normi za građevinarstvo, takozvani Eurokodovi (EC). Oni vrijede kao važeća osnova za specifikacije proizvoda, raspisivanje natječaja i proračunske postupke dokazivanja širom Europe. Eurokodovi predstavljaju najrazvijenije građevinarske norme u svijetu. Eurokodovi se u Doka grupaciji standardno koriste od kraja 2008. godine. Oni su zamijeniti norme DIN kao Dokin standard za proračunavanje proizvoda.

Široko rasprostranjen „koncept  $\sigma_{dop}$ “ (usporedba stvarnih s dopuštenim naprezanjima) u eurokodovima se zamjenjuje novim sigurnosnim konceptom (1). Eurokodovi uspoređuju djelovanja (opterećenja) s otporom (nosivošću). Dosadašnji faktor sigurnosti u dopuštenim naprezanjima dijeli se na više parcijalnih koeficijenata sigurnosti. Razina sigurnosti ostaje ista! [7]

$$E_d \leq R_d \quad (1)$$

#### **$E_d$ - Proračunska vrijednost učinka djelovanja**

(E ... učinak; d ... konstrukcija)

Rezne sile koje proizlaze iz djelovanja  $F_d$  ( $V_{Ed}$ ,  $N_{Ed}$ ,  $M_{Ed}$ )

#### **$R_d$ - Proračunska vrijednost otpora**

(R ... otpor; d ... konstrukcija)

Nosivost poprečnog presjeka ( $V_{Rd}$ ,  $N_{Rd}$ ,  $M_{Rd}$ )

#### **$F_d$ - Proračunska vrijednost djelovanja**

$F_d = \gamma_F \cdot F_k$  (F ... sila)

#### **$F_k$ - Karakteristična vrijednost djelovanja**

"stvarno opterećenje" (k ... karakteristično) npr. vlastita težina, pritisak betona, vjetar

#### **$R_k$ Karakteristična vrijednost otpora**

npr. otpor momenta spram granice popuštanja

#### **$\gamma_F$ Parcijalni koeficijent sigurnosti za djelovanja**

(na strani opterećenja; F ... sila) npr. vlastita težina, pritisak betona, vjetar.

Vrijednosti iz norme EN 12812

#### **$\gamma_M$ Parcijalni koeficijent sigurnosti za svojstvo materijala**

(na strani materijala; M...materijal) npr. za čelik ili drvo. Vrijednosti iz norme EN 12812

#### **$k_{mod}$ Modifikacijski faktor**

(samo kod drva – radi uzimanja u obzir vlažnosti i trajanja djelovanja opterećenja),

npr. za Doka-nosač H20. Vrijednosti prema normi EN 1995-1-1 EN 13377.

U svim uputstvima za korištenje za sve Doka opladne sustave izražene su „Dopuštene vrijednosti“.

To znači da su u obzir već uzeti sljedeći parcijalni koeficijenti sigurnosti:

- Parcijalni koeficijent sigurnosti za djelovanja  $\gamma_F = 1,5$
- Parcijalni koeficijenti sigurnosti za svojstvo materijala  $\gamma_{M,Drvo} = 1,3$  i  $\gamma_{M,Čelik} = 1,1$
- Modifikacijski faktor za drvo  $k_{mod} = 0,9$  [7]

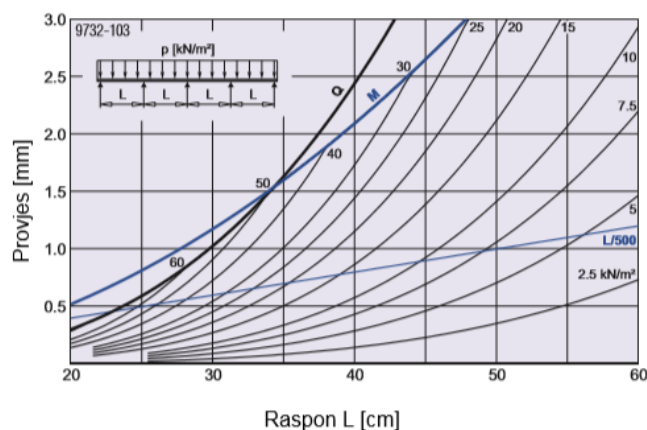
## 4.2. Dijagram progiba (dimenzioniranje)

Kod većih vlažnosti od onih koje su navedene u dijagramima s jedne se strane znatno smanjuje e-modul (tj. povećava se deformacija), a s druge se strane smanjuju i vrijednosti čvrstoće. To dovodi do smanjenja nosivosti. [7]

### Dokaplex oplatne ploče

Vlakna pokrovnog sloja mogu biti proizvoljno usmjerena u odnosu na nosače

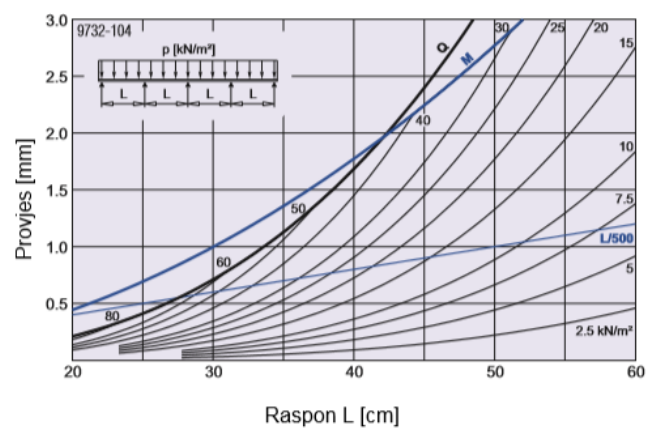
#### 18mm



Čvrstoća na savijanje  $EJ = 3,1 \text{ kNm}^2/\text{m}$   
(15% vlažnost drva)  
M ... Dopušteni moment savijanja  
Q ... Dopuštena poprečna sila

Slika 4.1. Dijagram progiba za Dokaplex oplatnu ploču, 18mm

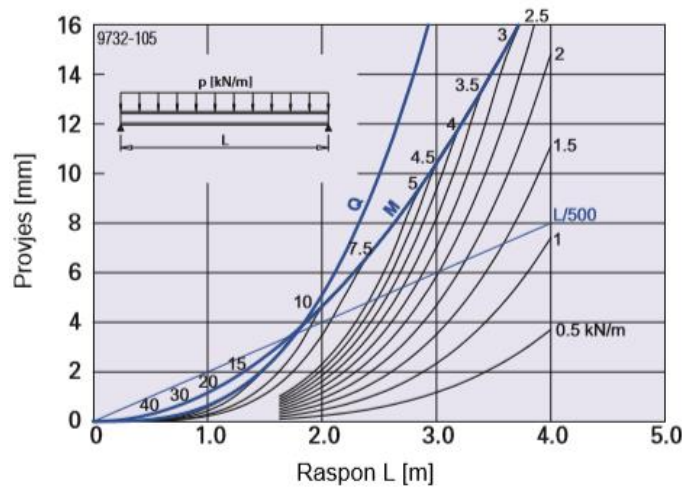
#### 21mm



Čvrstoća na savijanje  $EJ = 4,7 \text{ kNm}^2/\text{m}$   
(15% vlažnost drva)  
M ... Dopušteni moment savijanja  
Q ... Dopuštena poprečna sila

Slika 4.2. Dijagram progiba za Dokaplex oplatnu ploču, 21mm

## Doka nosač H20



M ... Dopušteni moment savijanja  
Q ... Dopuštena poprečna sila  
p ... Postojeće (radno) opterećenje

Slika 4.3. Dijagram progiba za Doka nosač H20



### 4.3. Proračun oplata zida stupa na Pelješkom mostu

Provjeravamo 4 elementa o:

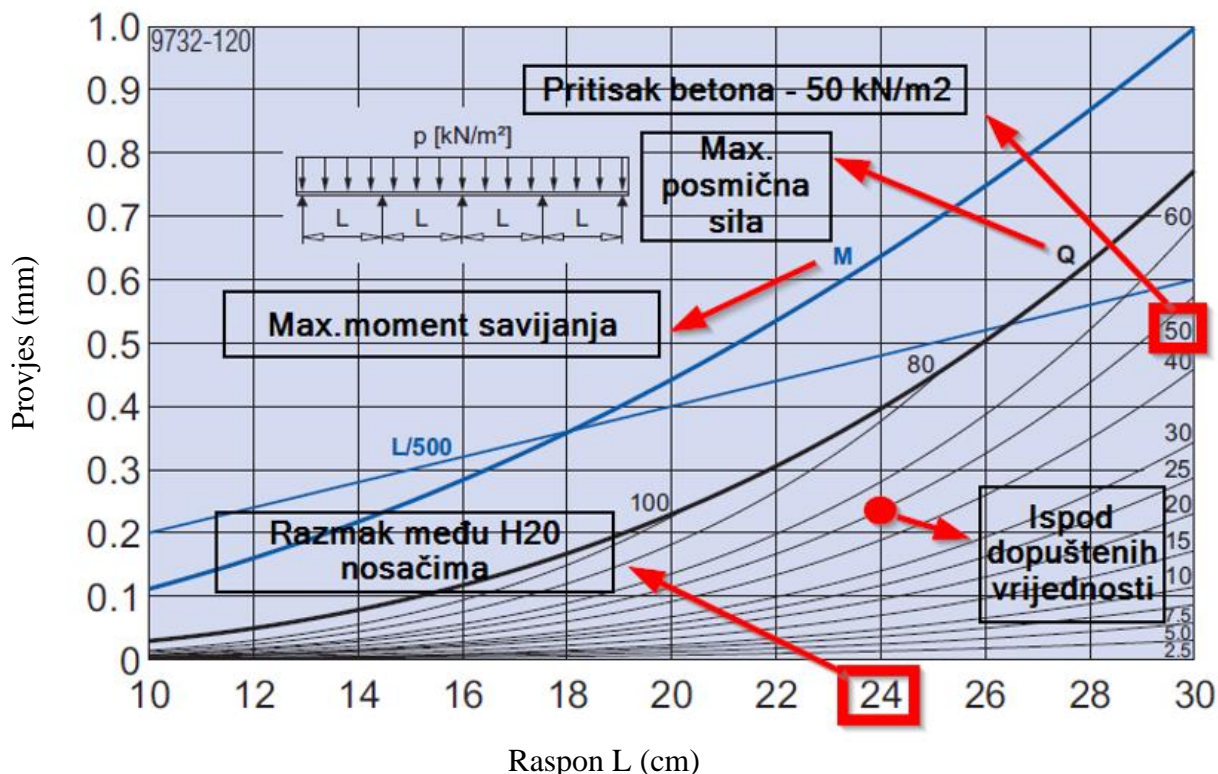
- Oplatna ploča – iz tablica
- Drveni nosač H20 – Tipos Beam Statics
- Višenamjenski profil WS10 – Tipos Beam Statics
- Maksimalna vlačna sila u sidru – reakcija iz broja 4.3.3.

Pretpostavke za proračun:

- Dopušteni pritisak betona:  $50 \text{ kN/m}^2$
- Max. visina betoniranja: 4,50 m
- Max. razmak među H20 drvenim nosačima: 0,24m

#### 4.3.1. Oplatna ploča Dokaplex 21mm

Detaljni pregled Dokaplex 21mm ploče



Čvrstoća na savijanje  $EJ = 4,7 \text{ kNm}^2/\text{m}$  (15% vlažnost drva)

M ... Dopušteni moment savijanja

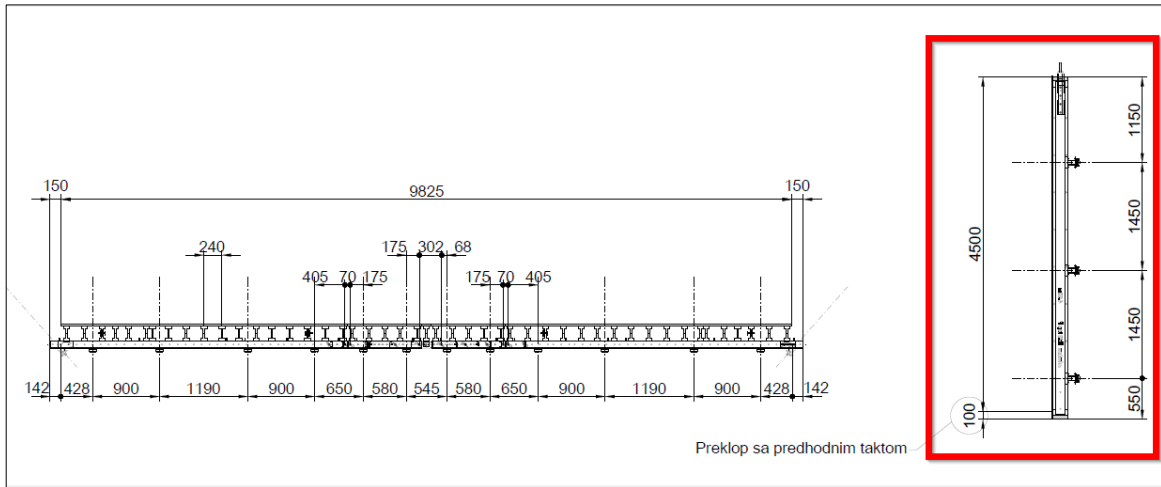
Q ... Dopuštena poprečna sila

Slika 4.4. Dijagram Dokaplex 21mm ploče [9]

Oplatna ploča Dokaplex 21 mm - za pritisak betona od  $50 \text{ kN/m}^2$  i raspane od 0,24 m; maksimalni moment savijanja i poprečna sila manji su od dopuštenih vrijednosti.

### 4.3.2. Drveni nosač H20

Statički sistem iz nacрта:



Slika 4.5. Prikaz oplata, lijevo tlocrt, desno presjek – dio u crvenom okviru unosimo u program

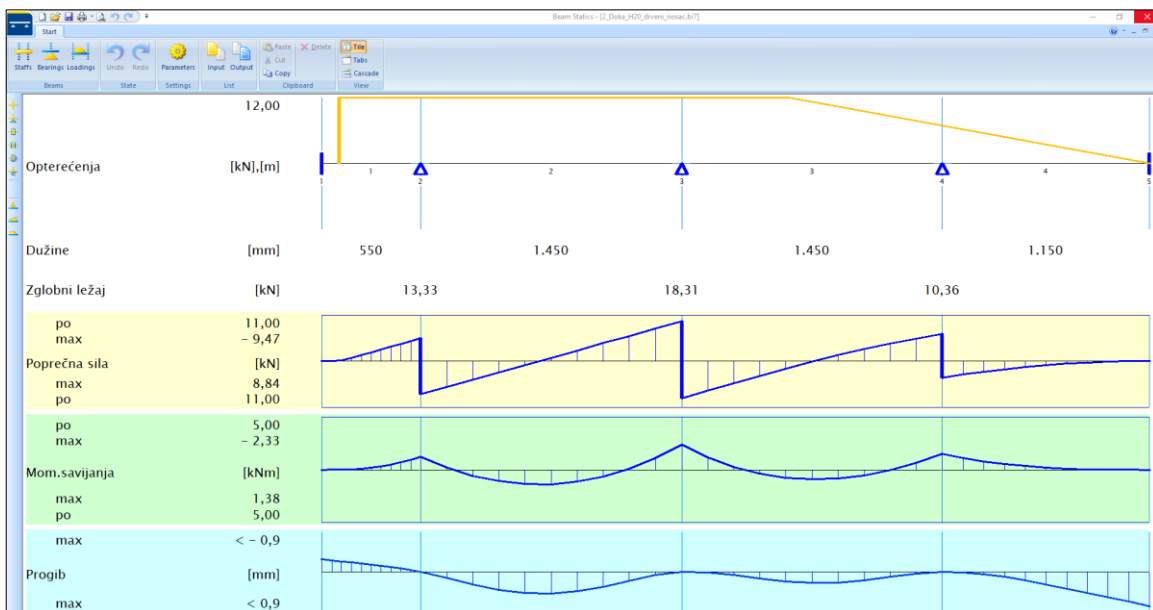
Za statički sustav H20 nosača koristimo desni dio nacрта, presjek, i promatramo H20 nosač kao gredu u kojoj su oslonci WS10 nosači.

Pritisak betona:

$$25 \text{ kN/m}^3 * 2,00 \text{ m} = 50 \text{ kN/ m}^2$$

Opterećenje za utjecajnu širinu od 0,24 m:

$$0,24\text{m} * 50 \text{ kN/ m}^2 = 12 \text{ kN/ m}$$

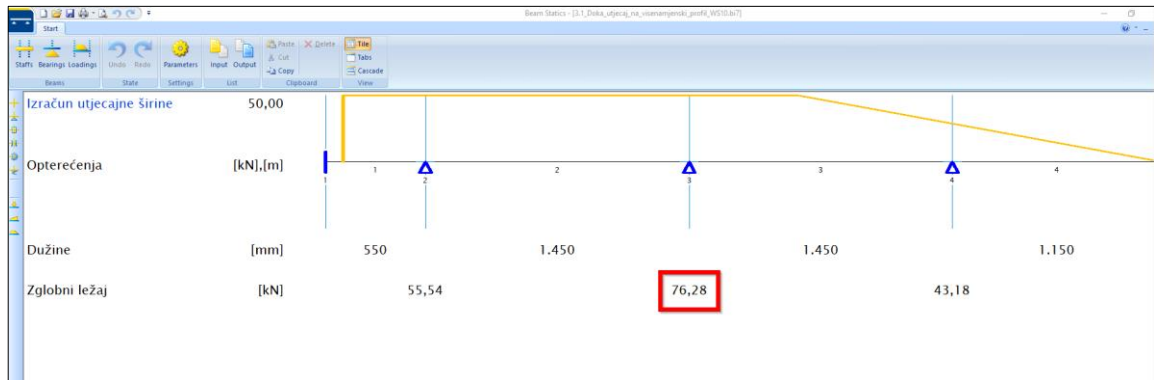


Slika 4.6. Tipos Beam Static- statički sustav za H20 nosač

### 4.3.3. Višenamjenski profil WS10

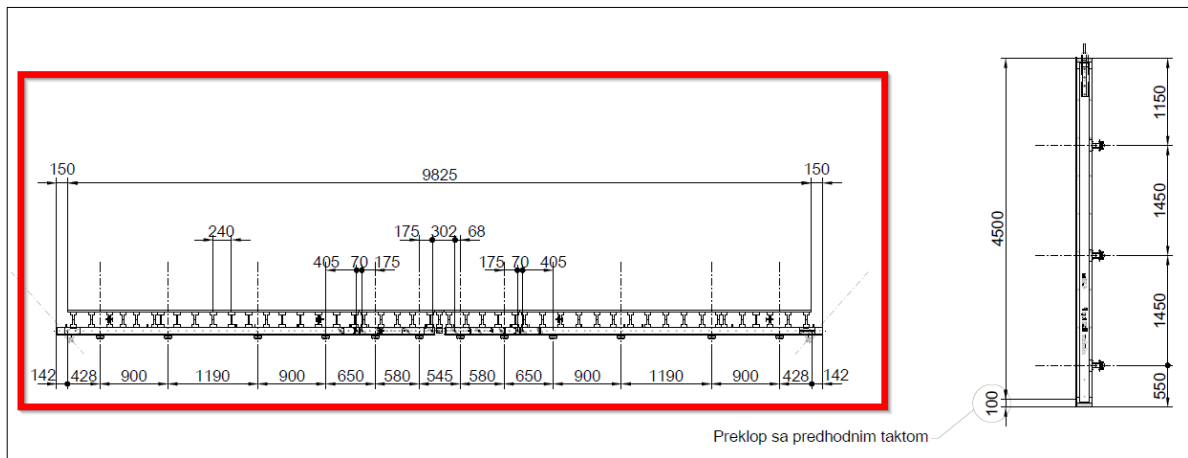
U program unosimo opterećenje za utjecajnu širinu od 1m kako bi dobili maksimalno opterećenje po m' za WS10 nosač.

Maksimalno opterećenje po m' za WS10 nosač = 76,28 kN/m':

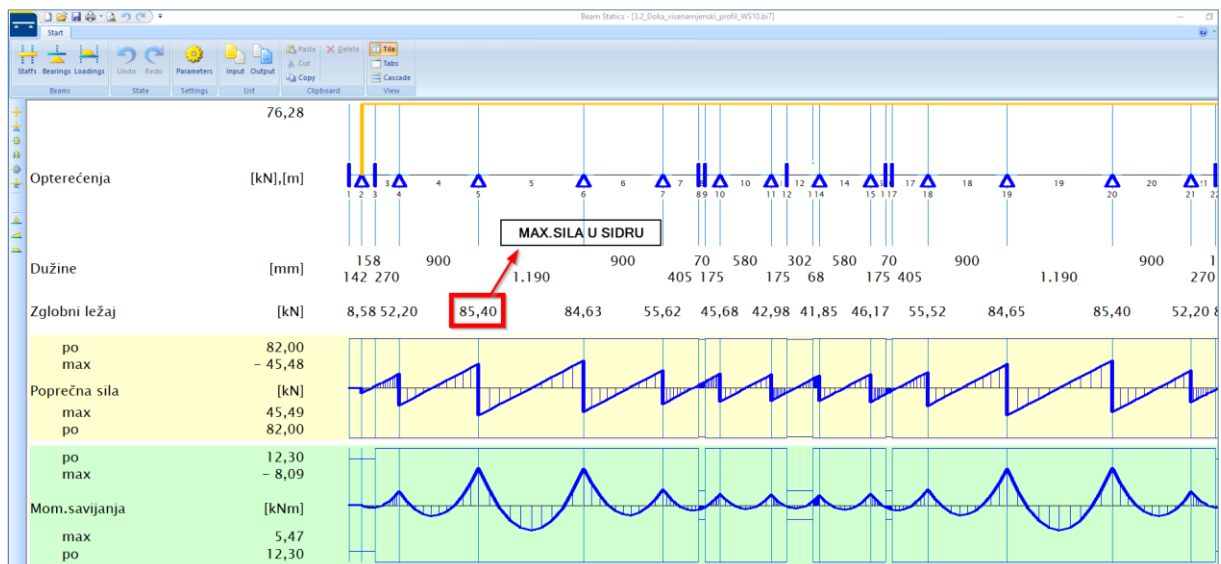


Slika 4.7. Tipos Beam Static- statički sustav sa izračunom opterećenja po m' na WS10 profil

Zatim to opterećenje unosimo na statički sustav WS10 nosača – promatramo ga kao gredu kojoj su oslonci oplatna sidra 15.0 mm:



Slika 4.8. Prikaz oplate, lijevo tlocrt, desno presjek – dio u crvenom okviru unosimo u program



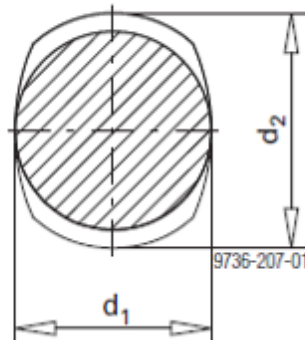
Slika 4.9. Tipos Beam Statics – prikaz momenata savijanja i poprečnih sila u WS10 nosaču, kao i maksimalne reakcije na osloncu

#### 4.3.4. Maksimalna sila u sidru

Provjerimo dali je maksimalna reakcija u osloncu iz slike 4.9 manja od dopuštene vlačne sile u sidru 15.0 mm.

Iz slike 4.10. vidimo maksimalnu dopuštenu vlačnu silu u oplatnom sidru 15.0 mm –  
 $85,40 \text{ kN} < 90,00 \text{ kN}$

Tie-rod	Diameter d1 [mm]	Diameter d2 [mm]	Cross-sectional area A [cm <sup>2</sup> ]	Permitted capacity [kN], allowing a 1.6 : 1 factor of safety against failure	Permitted capacity [kN] to DIN 18216	Permitted capacity [kN], allowing a 2 : 1 factor of safety against failure as required by French standard
15.0	15.0	17.0	1.77	120	90	98
20.0	20.0	22.5	3.14	220	130	172
26.5	26.5	30.0	5.52	350	250	273
32.0	32.0	36.0	8.04	520	400	400
36.0	36.0	40.5	10.18	660	500	500
40.0	40.0	44.0	12.57	820	600	600



Slika 4.10. Dopuštene vlačne sile u oplatnim sidrima [9]

## 4.4. Projekt oplatnog sustava za Pelješki most

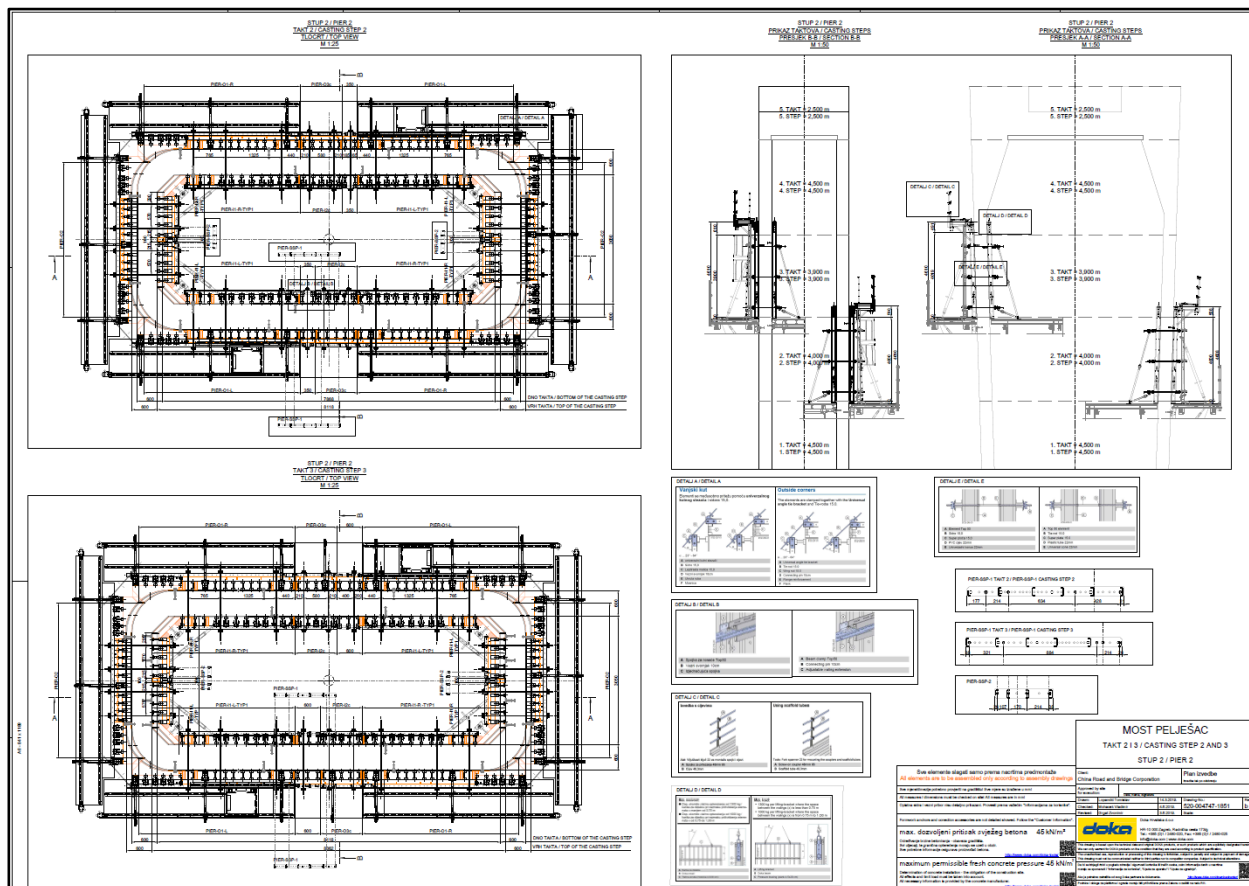
Rasponska konstrukcija Pelješkog mosta je izrađena od čelika, tako da oplata za taj dio nije bila potrebna. Međutim visoki stupovi i piloni su monolitni, te je za njih neophodna penjajuća oplata. Penjajuća oplata prenaša se pomoću mehanizma koji se nalazi u konstrukciji oplata, a sastoji se od zupčaste letve koja se nakon završenog betoniranja takta, vezanja betona i odvajanja oplata od zida prebacuje u novi položaj te se po njoj cijela oplata podiže u novi takt. Pri tome podizanje može biti mehaničko vitlom ili pomoću hidraulike. [4]

Nakon prijedloga rješenja oplata pilona i stupova, i nekoliko sastanaka Doke s klijentom, dogovoreno je konačno rješenje, te su definirani rokovi isporuke nacрта i materijala. Kao oplatni sustav koji betonu daje oblik odabrana je oplata Top 50, a kao penjajući sustav samopenjajuća oplata Xclimb 60 Short track.

Odmah nakon toga u Dokinom tehničkom uredu počela je izrada detaljnih nacрта.

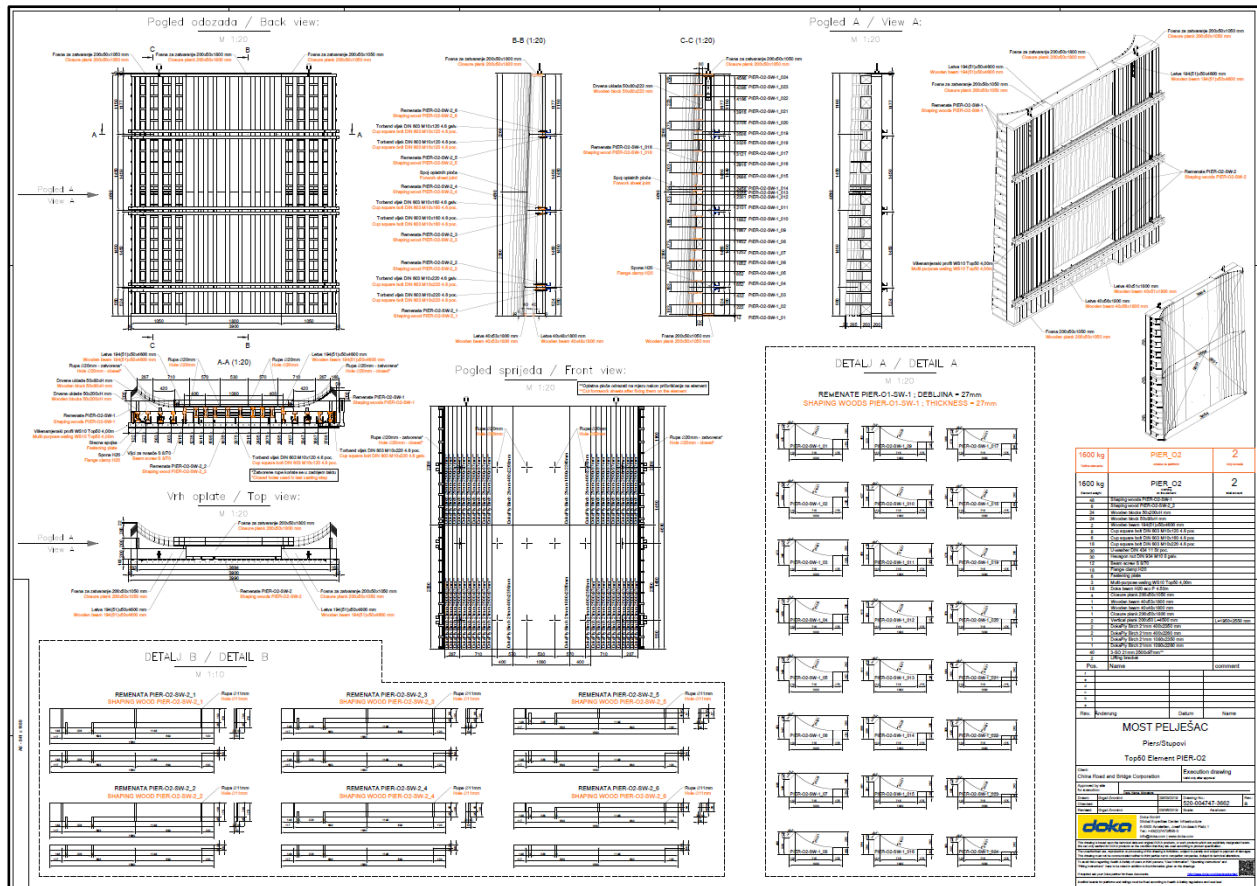
Nacrti se mogu podijeliti u 3 grupe:

**Izvedbeni nacrti** u kojima je prikazana oplata svakog pojedinog takta betoniranja svakog stupa i pilona:



Slika 4.11. Primjer izvedbenog nacрта [8]

## Radionički nacrti za predmontažu oplatnih elemenata Top 50 i penjajućih platformi Xclimb 60



Slika 4.12. Primjer radioničkog nacrtu oplatnog elementa [8]

**Radionički nacrti** pojedinih specijalnih čeličnih dijelova koji su osmišljeni specijalno za projekt Pelješkog mosta.

Geometrija stupova i pilona je specifična - vanjski kutevi su zaobljeni, unutarnji kutevi su trapeznog oblika, a s promjenom visine mijenja se i širina poprečnog presjeka. Iz tog razloga bilo je nužno osmisliti oplatu uz korištenje drvenih remenata. Remenate su izrađene od mosnica („fosni“) debljine oko 50 mm ili višeslojne ploče debljine 27 mm, a njihova je svrha dobiti željeni oblik oplata. Remenate su prikazane u radioničkim nacrtima oplatnih elemenata koji su crtani u 3D-u, kako zbog točnosti sadržaja nacrtu, tako i zbog brzine crtanja.

Ubrzo nakon što su klijentu isporučeni nacrti krenula je i isporuka materijala i opreme. To se sve događalo nekoliko mjeseci prije same izvedbe stupova, pošto je bilo potrebno predmontirati opladne elemente i penjajuće platforme na gradilištu.



*Slika 4.13. Predmontaža oplatnih elemenata*



*Slika 4.14. Predmontaža penjajućih platformi*



Uz proizvodnju i isporuku materijala i opreme, te projektiranje, Doka je također u mogućnosti ponuditi dodatne usluge. Jedna od tih je usluga predmontaže oplata na svom skladištu, tako da oplatni elementi dođu gotovi na gradilište. Vrlo je bitno da oplatni elementi budu precizno složeni kako bi se što lakše spojili u jednu cjelinu. Isto tako prije same upotrebe oplata radi se probna montaža „na suho“ kako bi se uvjerali da na oplati nema greški zbog kojih bi bilo otežano ili nemoguće složiti ju na mjestu rada.

U ovom slučaju usluga predmontaže klijentu nije bila potrebna, međutim bila je potrebna usluga instruktora za oplatu na gradilištu. Instruktor je kvalificirana osoba sa iskustvom u radu i znanjem o Doka oplatnim sustavima, a zadaća te osobe je da prenese to znanje ljudima na gradilištu. Nekoliko Doka instruktora bili su prisutni na gradilištu nakon prve faze isporuke materijala kako bi zajedno sa radnicima na gradilištu što preciznije i učinkovitije složili prve oplatne elemente. Radnici su u kratkom roku usvojili slaganje elemenata, te instruktori više nisu bili potrebni, a ponovo su se vratili na gradilište kad je počela izvedba stupova.



*Slika 4.15. Oplata stupa*

Prilikom upotrebe oplata na stupovima zadaća instruktora je objasniti radnicima kako koristiti oplatu na pravilan, učinkovit i, prije svega, siguran način. Posebna pozornost se obraća na vrlo važne detalje, kao na primjer ispravnu ugradnju točke ovješavanja penjajuće oplata ili penjanje na idući takt uz upotrebu hidrauličkog sustava, a ukoliko instruktor uoči neke nedostatke o tome obavještava klijentove inženjere na gradilištu.



*Slika 4.16. Gradilište*

## 5. Zaključak

Oplata kao tehnološka konstrukcija proizvodnog procesa razvila se tako da možemo projektirati i izvoditi zahtjevne konstrukcije kao što ih imamo danas, a nekada smo ih mogli samo zamišljati. Doka oplatni sustavi su pomno inženjerski razrađeni i svaki se može pohvaliti savršenom funkcionalnošću i ekonomičnosti. Doka svojim razumijevanjem potrebe za napredovanjem, sluša i stavlja se u poziciju kupaca, te sa strašću pronalazi rješenja, dok se kupcu ne stvori stvarni plus u poslovanju. Na taj način su iz malog tesarskog obrta postali poduzeće koje posluje širom svijeta. Za većinu projekata je potrebna prilagodba, svaki projekt nosi nešto unikatno, pa je tako i oplata unikatna, kao za ovaj konkretni razrađeni primjer Pelješkog mosta gdje je opisan tijek radnji, od dogovora (projektiranja) do izvođenja.

U ovom završnom radu prikazao sam većinu oplatnih sustava koje Doka nudi, pokazao načine prilagođavanja unikatnim projektima, i detaljno prikazao sve elemente oplata Top 50, te njenih prednosti i razlog zašto je baš ta skupina oplata odabrana za izgradnju stupova Pelješkog mosta. Dakako, najvažniji razlog je što oplata Top 50 može betonu dati specifičan željeni oblik (zaobljeni vanjski kutevi, unutarnji kutevi trapeznog oblika, a s promjenom visine se mijenja i širina poprečnog presjeka), i ima mogućnost kombiniranja sa sustavom za penjanje oplata, u ovom slučaju „Xclimb 60 Short track“. Elementi oplata su predgotovljeni u Dokinom skladištu, kako bi na gradilište došli spremni za precizno slaganje u cjelinu. Vrlo je bitno elemente predgotoviti prije dolaska na gradilište, jer se tako štedi vrijeme, i manja je mogućnost odstupanja od projektiranog. Doka instruktori pomno prate da li je sve napravljeno kako je zamišljeno, te ako je potrebno, na gradilištu daju instrukcije o određenim oplatnim elementima. U ovom slučaju posebna pozornost se obraćala na ispravnu ugradnju točke ovješena penjajuće oplata, koja je iznimno važna za daljnje pomicanje oplata pomoću penjajućeg sustava.

Proračun oplata za dio stupa Pelješkog mosta napravljen je uz pomoć Tipos Beam Statics programa, u koji smo unosili zadane/pretpostavljene parametre, da bi dobili reakciju u osloncu, te pomoću tablice provjerili da li je maksimalna reakcija u osloncu manja od dopuštene vlačne sile u sidru. Rezultat je pokazao da je reakcija u osloncu manja od dopuštene vlačne sile u sidru, te možemo biti sigurni da će oplatno sidro izdržati rezultirajuću vlačnu silu.



**IZJAVA O AUTORSTVU  
I  
SUGLASNOST ZA JAVNU OBJAVU**

Završni/diplomski rad isključivo je autorsko djelo studenta koji je isti izradio te student odgovara za istinitost, izvornost i ispravnost teksta rada. U radu se ne smiju koristiti dijelovi tuđih radova (knjiga, članaka, doktorskih disertacija, magistarskih radova, izvora s interneta, i drugih izvora) bez navođenja izvora i autora navedenih radova. Svi dijelovi tuđih radova moraju biti pravilno navedeni i citirani. Dijelovi tuđih radova koji nisu pravilno citirani, smatraju se plagijatom, odnosno nezakonitim prisvajanjem tuđeg znanstvenog ili stručnoga rada. Sukladno navedenom studenti su dužni potpisati izjavu o autorstvu rada.

Ja, BERNARD JUGOVIĆ (ime i prezime) pod punom moralnom, materijalnom i kaznenom odgovornošću, izjavljujem da sam isključivi autor/ica završnog/diplomskog (obrisati nepotrebno) rada pod naslovom PRIMJENA DOKA OPLATE "TOP 50" (upisati naslov) te da u navedenom radu nisu na nedozvoljeni način (bez pravilnog citiranja) korišteni dijelovi tuđih radova.

Student/ica:  
(upisati ime i prezime)

Bernard Jugović  
(vlastoručni potpis)

Sukladno Zakonu o znanstvenoj djelatnosti i visokom obrazovanju završne/diplomske radove sveučilišta su dužna trajno objaviti na javnoj internetskoj bazi sveučilišne knjižnice u sastavu sveučilišta te kopirati u javnu internetsku bazu završnih/diplomskih radova Nacionalne i sveučilišne knjižnice. Završni radovi istovrsnih umjetničkih studija koji se realiziraju kroz umjetnička ostvarenja objavljuju se na odgovarajući način.

Ja, BERNARD JUGOVIĆ (ime i prezime) neopozivo izjavljujem da sam suglasan/na s javnom objavom završnog/diplomskog (obrisati nepotrebno) rada pod naslovom PRIMJENA DOKA OPLATE "TOP 50" (upisati naslov) čiji sam autor/ica.

Student/ica:  
(upisati ime i prezime)

Bernard Jugović  
(vlastoručni potpis)

## 6. Literatura

- [1] Bela Kovač, Petar Brana, Držislav Vidaković: Tehnologija građenja- nastavni materijal za predmet tehnologija građenja na dodiplomskom studiju Građevinskog fakulteta u Osijeku, lipanj 2006.g str. 2-10
- [2] <https://www.hrcak.srce.hr/193177> dostupno 15. kolovoza 2020.
- [3] Lađarević Sanja: Elementi zgrada I, TVZ, 2012. str. 10-15
- [4] <https://www.gradimo.hr/gradevinski-materijali/oplata/> dostupno 20. rujna 2020.
- [5] Vjeran Mlinarić: Tehnologija građenja, Hrvatska sveučilišna naklada, 2018.g str. 196-274.
- [6] <https://www.doka.com/hr> dostupno 1. kolovoza 2020.
- [7] Doka: „Informacije za korisnike“ Oplata Top 50
- [8] Doka: Izvedbeni projekt oplata Pelješki most, Zagreb 2019
- [9] Doka: Formwork engineering, Calculation Guide, 99735002

## Popis slika

Slika 2.1. Zidna oplata Framax Xlife

[https://img.directindustry.com/images\\_di/photo-g/56361-13799365.jpg](https://img.directindustry.com/images_di/photo-g/56361-13799365.jpg)

<https://www.yapikatalogu.com/Files/Products/16354/16354.jpg>

Slika 2.2. Oplata Top 50

[https://allgemeinebauzeitung.de/media/Bilderstrecken/2015/Doka\\_ESO\\_Supernova/2015\\_06\\_Doka\\_ABZ47.JPG](https://allgemeinebauzeitung.de/media/Bilderstrecken/2015/Doka_ESO_Supernova/2015_06_Doka_ABZ47.JPG)

<https://highways.today/wp-content/uploads/2018/12/Vamma-Hydropower-plant-e1544777389994.jpg>

Slika 2.3. Kružna oplata H20

[https://www.doka.com/revolution/webapp/cache/assets/c3ea67584641da9dc96c12ac2cb35f73/Budva\\_02-.jpg](https://www.doka.com/revolution/webapp/cache/assets/c3ea67584641da9dc96c12ac2cb35f73/Budva_02-.jpg)

Slika 2.4. Podupirači jednostrane oplata

<https://www.doka.com/ext/xmlproducts/mars-img/364px-width/04-Doka-Wand-Systeme/00698532.jpg>

<https://www.doka.com/revolution/webapp/cache/assets/3cf329a70613b0cb10bb8b735b158ee5/haumatrainstation02-.jpg>

Slika 2.5. Stropna oplata Dokaflex

[https://img.archiexpo.com/images\\_ae/photo-g/72024-7254815.jpg](https://img.archiexpo.com/images_ae/photo-g/72024-7254815.jpg)

Slika 2.6. Stropna oplata Dokadek 30

<https://www.doka.com/revolution/webapp/cache/assets/aedcbaaab11564877c90e780d7b1f6d5/dokadek-t-02-.jpg>

Slika 2.7. Sustav oplatnog stola

[https://www.doka.com/revolution/webapp/cache/assets/a7cabee756fe931a84f7caee7ff780d2011-01\\_MBFC03-.jpg](https://www.doka.com/revolution/webapp/cache/assets/a7cabee756fe931a84f7caee7ff780d2011-01_MBFC03-.jpg)

Slika 2.8. Nosiva skela Staxo 100

<https://www.nbmw.com/images/nbm-media/products/Scaffolding-Formwork/40167-Orbital-Highway.jpg>

Slika 2.9. Doka UniKit

[https://www.doka.com/revolution/webapp/cache/assets/9d8362b5c42608cb9a70850703af9e45/SK-Unikit\\_front-1280x550.jpg](https://www.doka.com/revolution/webapp/cache/assets/9d8362b5c42608cb9a70850703af9e45/SK-Unikit_front-1280x550.jpg)

Slika 2.10. Krletka za konzolnu gradnju

[https://www.doka.com/revolution/webapp/cache/assets/800ec33497242cd690d2d8b68363b116/Doka\\_2014\\_01\\_Korridor-Vc\\_IMG\\_05-.jpg](https://www.doka.com/revolution/webapp/cache/assets/800ec33497242cd690d2d8b68363b116/Doka_2014_01_Korridor-Vc_IMG_05-.jpg)

Slika 2.11. Tunelska oplata SL-1

<https://www.worldhighways.com/sites/ropl-wh/files/126104.jpg>

Slika 2.12. Penjajuća oplata i točka ovješnja

[https://www.structure-magazin.de/fileadmin/structure/02-Artikel\\_zum\\_Heft/ESO-04-Bernhard-und-Partner-Architekten-.jpg](https://www.structure-magazin.de/fileadmin/structure/02-Artikel_zum_Heft/ESO-04-Bernhard-und-Partner-Architekten-.jpg)

Slika 2.13. Penjajuća oplata Xclimb 60

[https://files.structurae.net/files/photos/5228/doka\\_2016-06\\_lahntalbruecke\\_img03.jpg](https://files.structurae.net/files/photos/5228/doka_2016-06_lahntalbruecke_img03.jpg)

Slika 2.14. Penjajuća oplata SKE50 i SKE100

<https://www.doka.com/revolution/webapp/cache/assets/2d0b27637c7301e10f588d21ebc1bff4/Burj-Khalifa-06-.jpg>

Slika 3.1. Prikaz elemenata Doka oplata Top 50 [7]

Slika 3.2. Element Top 50 [7]

Slika 3.3. Primjeri pritiska svježeg betona [7]

Slika 3.4. Primjer prilagodljivosti oplata [7]

Slika 3.5. Shema sustava sidrenja 15,0 sa PVC cijevi [7]

Slika 3.6. Shema sustava sidrenja 15,0 sa odstožnim držačem [7]

Slika 3.7. Shema izvedbe vanjskog pravog kuta pomoću univerzalnog kutnog stezača [7]

Slika 3.8. Shema izvedbe unutarnjeg pravog kuta s kutnim nosačem 20 [7]

Slika 3.9. Shema izvedbe kuta sa zglobnom spojkom A Top50 [7]

Slika 3.10. Skica čeone oplata [7]

Slika 3.11. Shema čeone oplata za zidove od oko 20cm [7]

Slika 3.12. Shema čeone oplata za zidove deblje od 20cm [7]

Slika 3.13. Skica kosnika [7]

Slika 3.14. Kosnik 540 [7]

Slika 3.15. Kosnici [7]

Slika 3.16. Primjer prilagodbe oplata [7]

Slika 3.17. Nosiva spojka Top50 [7]

Slika 3.18. Rešetkasti nosivi element [7]

Slika 3.19. Potpornjak Top50 [7]

Slika 3.20. Primjena zglobne spojke A Top50 [7]

Slika 3.21. Zglobna spojka A Top50 [7]

Slika 4.1. Dijagram progiba za Dokaplex oplatnu ploču, 18mm [7]

Slika 4.2. Dijagram progiba za Dokaplex oplatnu ploču, 21mm [7]

Slika 4.3. Dijagram progiba za Doka nosač H20 [7]

Slika 4.4. Dijagram Dokaplex 21mm ploče [9]

Slika 4.5. Statički sistem nacrt, lijevo tlocrt, desno presjek [8]

Slika 4.6. Tipos Beam Static- statički sustav za H20 nosač [8]

Slika 4.7. Tipos Beam Static- statički sustav sa izračunom opterećenja na WS10 profil [8]

Slika 4.8. Statički sistem nacrt, lijevo tlocrt, desno presjek [8]

Slika 4.9. Tipos Beam Static- izračun maksimalne vlačne sile u sidru [8]

Slika 4.10. Dopuštene vlačne sile u oplatnim sidrima [9]

Slika 4.11. Primjer izvedbenog nacrt [8]

Slika 4.12. Primjer radioničkog nacrt oplatnog elementa [8]

Slika 4.13. Predmontaža oplatnih elemenata [8]

Slika 4.14. Predmontaža penjajućih platformi [8]

Slika 4.15. Oplata stupa [8]

Slika 4.16. Gradilište [8]