

# Parametarske studije pješačkih i biciklističkih drvenih mostova grednog tipa - varijacije kolničkih sklopova i poprečnih dispozicija

---

**Pavoković, Davor**

**Master's thesis / Diplomski rad**

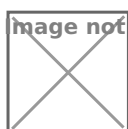
**2021**

*Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj:* **University of Rijeka, Faculty of Civil Engineering / Sveučilište u Rijeci, Građevinski fakultet**

*Permanent link / Trajna poveznica:* <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:157:424878>

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

*Download date / Datum preuzimanja:* **2025-03-22**



*Repository / Repozitorij:*

[Repository of the University of Rijeka, Faculty of Civil Engineering - FCERI Repository](#)



image not found or type unknown

**SVEUČILIŠTE U RIJECI  
GRAĐEVINSKI FAKULTET**

**Diplomski sveučilišni studij  
Konstrukcije  
Drvene konstrukcije**

**Davor Pavoković  
JMBAG: 0114025077**

**PARAMETARSKE STUDIJE PJEŠAČKIH I BICIKLISTIČKIH DRVENIH MOSTOVA  
GREDNOG TIPA – VARIJACIJE KOLNIČKIH SKLOPOVA I POPREČNIH  
DISPOZICIJA**

**Diplomski rad**

**Rijeka, veljača 2021.**



Naziv studija: **Sveučilišni diplomski studij Građevinarstvo**

Znanstveno područje: Tehničke znanosti

Znanstveno polje: Građevinarstvo

Znanstvena grana: Nosive konstrukcije

Tema diplomskog rada

**PARAMETARSKJE STUDIJE PJEŠAČKIH I BICIKLISTIČKIH DRVENIH MOSTOVA GREDNOG TIPA -  
VARIJACIJE KOLNIČKIH SKLOPOVA I POPREČNIH DISPOZICIJA**

**PARAMETRIC STUDIES OF PEDESTRIAN AND BICYCLIST TIMBER BEAM BRIDGES - SUITABLE  
SPANS WITH REGARD TO DECK TYPES AND TRANSVERSE DISPOSITION**

Kandidat: **DAVOR PAVOKOVIĆ**

Kolegij: **DRVENE KONSTRUKCIJE**

Diplomski rad broj: **K-2020-48**

**Zadatak:**

U diplomskome radu treba provesti parametarsku studiju jednostavno oslonjenih drvenih mostova grednog tipa koji su pješački i biciklistički, ali omogućavaju i promet interventnih vozila. Parametarskom analizom koja se zasniva na provjerama graničnog stanja uporabljivosti treba istražiti utjecaje variranja konstrukcije kolnika (položaj, vrsta i korisna širina) i poprečnih dispozicija na granične vrijednosti raspona mosta te predvidjeti prikladne mjere osiguranja trajnosti dijelova konstrukcije. Analiza treba obuhvatiti raspone mosta od 10 m do 20 m i korisne širine kolnika od 1,5 m do 4,0 m. Za oba položaja kolnika (gornji i donji) treba varirati sljedeće vrste kolničkih konstrukcija: jednostavnu daščanu i pločaste, od paralelno uslojenih daščanih ploča (lijepljenih) i blok-lijepljenog lameliranog drva. Za svaki podtip pločastog kolničkog sklopa treba razmotriti i jednu usporedivu varijantu: s prednapetom pločom od paralelno uslojenih dasaka (nisu lijepljene) i rebrastom blok-LLD pločom (lijepljeni T-sklop). Rezultati studije trebaju predstavljati smjernice za optimizaciju konstrukcije mosta s obzirom na raspon, poprečnu dispoziciju i način osiguranja prostorne stabilnosti, pri čemu treba uzeti u obzir razgraničenja za vrstu prometa (pješački, mješoviti biciklistički i pješački, povremeni promet interventnih vozila) te posljedice primjene drva srednje i visoke kvalitete. Rad treba sadržavati uvodno poglavlje, poglavlja relevantna za temu rada, zaključno poglavlje s diskusijom rezultata provedenih analiza i preporukama koje iz njih proizlaze te popis korištene literature.

**Tema rada je uručena: 25. veljače 2020.**

**Mentorica:**

izv. prof. dr. sc. Adriana Bjelanović,  
dipl. ing. građ.



## **IZJAVA**

Diplomski rad izradio sam samostalno, u suradnji s mentoricom i uz poštivanje pozitivnih građevinskih propisa i znanstvenih dostignuća iz područja građevinarstva. Građevinski fakultet u Rijeci je nositelj prava intelektualnog vlasništva u odnosu na ovaj rad.



---

Davor Pavoković

U Rijeci, 18. veljače 2021.



## **IZJAVA**

Diplomski rad izrađen je u sklopu znanstvenog projekta

### **Poboljšanje proračunskih modela za ocjenu stanja građevinskih konstrukcija**

Voditelj projekta	Izv.prof.dr.sc. Ivana Štimac Grandić
Šifra projekta	uniri-technic-18-127
Financijer projekta	Sveučilište u Rijeci
Pravna nadležnost	Sveučilište u Rijeci

U Rijeci, 18.2.2021.

Mentorica:

izv. prof. dr. sc. Adriana Bjelanović





## **ZAHVALA**

*Zahvaljujem se svojoj obitelji, posebno svom ocu na razumijevanju, mogućnosti i velikom strpljenju tijekom mog produženog studiranja. Zahvaljujem se i svojim prijateljima koji su ostavili nezaboravna sjećanja za vrijeme studija. Za kraj, zahvala svojoj mentorici Izv.prof.dr.sc. Adriani Bjelanović na uloženom trudu, pruženoj pomoći tijekom studiranja i izradi diplomskog rada.*



## Sažetak i ključne riječi

U diplomskom radu provedena je parametarska analiza jednostavno oslonjenih drvenih grednih pješačko-biciklističkih mostova sa položajem kolnika (gornji i donji) u kojima variraju sljedeće vrste kolničkih konstrukcija: jednostavna daščana i pločasta – od paralelno uslojenih lijepljenih dasaka i blok lijepljenog lameliranog drva. Za svaki podtip pločastog kolničkog sklopa razmotrena je i jedna usporedna varijanta: s prednapetom pločom od paralelno uslojenih dasaka i rebrastom blok-LLD pločom. Rezultati usporedne analize predstavljaju smjernice za optimizaciju konstrukcije mosta s obzirom na raspon, poprečnu dispoziciju, način osiguranja prostorne stabilnosti i strategije zaštite. Rezultati se baziraju na primjenu vrste opterećenja: pješaci i servisno vozilo. Međusobne usporedbe napravljene su u poglavljima sa popratnom diskusijom, te su preporuke i smjernice donesene u zaključnom poglavlju. Na kraju diplomskog rada dodani su nacrti (prilozi) drvenih grednih mostova analiziranih u radu.

Ključne riječi:

- most
- optimizacija
- primjena
- drvo
- pješaci
- vozilo
- analiza



## **Abstract and Keywords**

This thesis deals with parametric analysis of simple supported pedestrian and cyclist timber beam bridges with different types of upper and lower decks: simple timber boards and two types of slabs - parallel-glued-laminated-timber and block glulam. For each type of slab there is a comparative analysis with stress-laminated timber and with laminated-timber T-beam. Each analysed model is separately loaded with pedestrians and one-way service vehicle. Discussions of analysis are given in most sections of thesis. Finally, results of parametric analysis give some recommendation, guidelines and conclusions concerning span, main transverse disposition, stabilization and durability of different types of beam bridges.

Keywords:

- bridge
- optimization
- use
- timber
- pedestrians
- vehicle
- analysis



# SADRŽAJ

1. UVOD	1
2. OPĆI TEHNIČKI PODACI	3
2.1. Namjena mosta i širina kolnika	3
2.2. Mjere osiguranja trajnosti i zaštite	6
2.2.1. <i>Površinska zaštita</i>	12
3. DRVENI GREDNI MOST SA UPUŠTENIM KOLNIKOM	14
3.1. Daščani kolnik	14
3.1.1. <i>Opterećenje na daščanu konstrukciju</i>	17
3.1.2. <i>Određivanje mjerodavnih kombinacija</i>	20
3.1.3. <i>Dimenzioniranje daščane kolničke konstrukcije</i>	23
3.2. Sekundarna nosiva konstrukcija	32
3.2.1. <i>Dimenzioniranje sekundarne nosive konstrukcije</i>	35
3.3. Parametarska analiza daščane i sekundarne nosive konstrukcije – pomosta drvenog grednog mosta upuštenog kolnika	46
3.4. Glavna nosiva konstrukcija i horizontalna stabilizacija	57
3.4.1. <i>Proračun glavnog nosača GNK – tip grednog mosta – kolnik dolje</i>	60
3.5. Parametarska analiza drvenog grednog mosta sa upuštenim kolnikom	65
4. DRVENI GREDNI MOST SA KOLNIKOM GORE	73
4.1. Proračun sekundarne (SNK) i glavne (GNK) nosive konstrukcije – most sa kolnikom gore	75
4.2. Parametarska analiza drvenog grednog mosta sa kolnikom gore – usporedna analiza mosta sa kolnikom dolje	107
5. DRVENI GREDNI MOST – PLOČASTI NOSAČI	117
5.1. Pločasti most – lijepljene uslojene daske	117
5.2. Prednapeti lamelirani nosači	120
5.3. Pločasti most – blok LLD	125
5.4. Rebrasta blok LLD ploča (lijepljeni T-sklop)	127
5.5. Proračun pločastog nosača – blok LLD/lijepljene uslojene daske	128
5.6. Parametarska analiza pločastog nosača (blok LLD(lijepljene uslojene daske) – usporedna varijanta s lijepljenim T-nosačem i samim prednapinjanjem	132
6. ZAKLJUČAK	138
7. LITERATURA	141









## Popis tablica

*Tablica 1: Širine slobodnih profila[5,11,12,13]*

*Tablica 2: Proračun linijskog opterećenja na dasku*

*Tablica 3: Vrijednosti korisnog opterećenja pješacima*

*Tablica 4: Vrijednosti progiba ovisno o tipu statičkog sustava za gredne elemente[3,7]*

*Tablica 5: Prikaz vrijednosti  $\Psi$  za pješačke mostove (prema Tablica A2.2 izvora [6])*

*Tablica 6: Prikaz razreda uporabe[7]*

*Tablica 7: Tablica  $k_{def}$ [7]*

*Tablica 8: Prikaz 2. rezultata dimenzioniranja daščane podloge – opterećenje pješacima – most korisne širine 1.5m*

*Tablica 9: Prikaz rezultata dimenzioniranja daščane podloge – opterećenje pješacima – most korisne širine 2.0m*

*Tablica 10: Prikaz rezultata dimenzioniranja daščane podloge – opterećenje vozilom – most korisne širine 2.0m*

*Tablica 11: Prikaz rezultata dimenzioniranja daščane podloge – opterećenje pješacima – most korisne širine 2.5m*

*Tablica 12: Prikaz rezultata dimenzioniranja daščane podloge – opterećenje vozilom – most korisne širine 2.5m*

*Tablica 13: Prikaz rezultata dimenzioniranja daščane podloge – opterećenje pješacima – most korisne širine 3.0m*

*Tablica 14: Prikaz rezultata dimenzioniranja daščane podloge – opterećenje vozilom – most korisne širine 3.0m*

*Tablica 15: Prikaz rezultata dimenzioniranja daščane podloge – opterećenje pješacima – most korisne širine 3.5m*

*Tablica 16: Prikaz rezultata dimenzioniranja daščane podloge – opterećenje vozilom – most korisne širine 3.5m*

*Tablica 17: Prikaz rezultata dimenzioniranja daščane podloge – opterećenje pješacima – most korisne širine 4.0m*

*Tablica 18: Prikaz rezultata dimenzioniranja daščane podloge – opterećenje vozilom – most korisne širine 4.0m*

*Tablica 19: Prikaz visine daske ovisno duljini raspona kontinuiranog sistema – mogući prolaz interventnog vozila*

*Tablica 20: Dio tablice razreda uporabe[7]*

*Tablica 21: Dio tablice  $k_{def}$ -razred 2; cjelovito drvo[7]*

*Tablica 22: Prikaz broja polja kontinuirane grede ovisno o duljini mosta*

*Tablica 23: Proračun karakterističnog opterećenja na sekundarni nosač – most korisne širine 1.5m*

*Tablica 24: Proračun karakterističnog opterećenja na sekundarni nosač – most korisne širine 2.0m*

*Tablica 25: Proračun karakterističnog opterećenja na sekundarni nosač – most korisne širine 2.5m*

*Tablica 26: Proračun karakterističnog opterećenja na sekundarni nosač – most korisne širine 3.0m*

*Tablica 27: Proračun karakterističnog opterećenja na sekundarni nosač – most korisne širine 3.5m*

*Tablica 28: Proračun karakterističnog opterećenja na sekundarni nosač – most korisne širine 4.0m*

*Tablica 29: Prikaz mogućih duljina uzdužnih greda za pokrivanje raspona mosta*

*Tablica 30: Prikaz rezultata volumena i dimenzija poprečnog presjeka SNK za most korisne širine 1.5m – raspon mosta 10m, 12m i 20m*

*Tablica 31: Prikaz rezultata volumena i dimenzija poprečnog presjeka SNK za most korisne širine 1.5m – raspon mosta 12m, 14m, 16m, 18m i 20m*

*Tablica 32: Najmanji volumen SNK za korisnu širinu mosta 1.5m – opterećenje pješacima*

*Tablica 33: Prikaz rezultata volumena i dimenzija poprečnog presjeka SNK za most korisne širine 1.5m – raspon mosta 10m - 20m – opterećenje pješacima*

*Tablica 34: Prikaz rezultata volumena i dimenzija poprečnog presjeka SNK za most korisne širine 2.0 m – raspon mosta 10m - 20m – opterećenje vozilom*

*Tablica 35: Prikaz rezultata volumena i dimenzija poprečnog presjeka SNK za most korisne širine 2.5m – raspon mosta 10m - 20m – opterećenje pješacima*

*Tablica 36: Prikaz rezultata volumena i dimenzija poprečnog presjeka SNK za most korisne širine 2.5m – raspon mosta 10m - 20m – opterećenje vozilom*

*Tablica 37: Prikaz rezultata volumena i dimenzija poprečnog presjeka SNK za most korisne širine 3.0m – raspon mosta 10m - 20m – opterećenje pješacima*

*Tablica 38: Prikaz rezultata volumena i dimenzija poprečnog presjeka SNK za most korisne širine 3.0 m – raspon mosta 10m - 20m – opterećenje vozilom*

*Tablica 39: Prikaz rezultata volumena i dimenzija poprečnog presjeka SNK za most korisne širine 4.0m – raspon mosta 10m - 20m – opterećenje pješacima*

*Tablica 40: Prikaz rezultata volumena i dimenzija poprečnog presjeka SNK za most korisne širine 4.0 m – raspon mosta 10m - 20m – opterećenje vozilom*

*Tablica 41: Prikaz rezultata elemenata pomosta sa najmanjim volumenom za svaku širinu mosta za pješačko i opterećenje vozilom*

*Tablica 42: Jedinični volumen pomosta ovisno o korisnoj širini mosta i rasteru SNK*

*Tablica 43: Jedinični volumen pomosta ovisno o korisnoj širini mosta i rasteru SNK*

*Tablica 44: Prikaz podataka o stabilizaciji*

*Tablica 45: Prikaz dimenzija poprečne grede sa volumenom za određeni raspon i korisnu širinu mosta*

*Tablica 46: Prikaz linijskog stalnog opterećenja na glavni nosač grednog mosta sa upuštenim kolnikom*

*Tablica 47: Prikaz vrijednosti opterećenja vozilom i pješacima na glavni nosač grednog mosta sa upuštenim kolnikom*

*Tablica 48: Prikaz vrijednosti visine GNK za širinu mosta 1.5m - opterećenje pješacima*

*Tablica 49: Prikaz vrijednosti visine GNK za širinu mosta 2.0m - opterećenje pješacima*

*Tablica 50: Prikaz vrijednosti visine GNK za širinu mosta 2.5m - opterećenje pješacima*

*Tablica 51: Prikaz vrijednosti visine GNK za širinu mosta 3.0m - opterećenje pješacima*

*Tablica 52: Prikaz vrijednosti visine GNK za širinu mosta 3.5m - opterećenje pješacima*

*Tablica 53: Prikaz vrijednosti visine GNK za širinu mosta 4.0m - opterećenje pješacima*

*Tablica 54: Prikaz vrijednosti visine GNK za širinu mosta 2.0m - opterećenje vozilom*

*Tablica 55: Prikaz vrijednosti visine GNK za širinu mosta 2.5m - opterećenje vozilom*

*Tablica 56: Prikaz vrijednosti visine GNK za širinu mosta 3.0m - opterećenje vozilom*

*Tablica 57: Prikaz vrijednosti visine GNK za širinu mosta 3.5m - opterećenje vozilom*

*Tablica 58: Prikaz vrijednosti visine GNK za širinu mosta 4.0m - opterećenje vozilom*

*Tablica 59: Prikaz generalnih vrijednosti drvenog grednog mosta s upuštenim kolnikom*

*Tablica 60: Prikaz visine daske ovisno duljini raspona kontinuiranog sistema – mogući prolaz interventnog vozila*

*Tablica 61: Prikaz dimenzija poprečne grede sa volumenom za određeni raspon i korisnu širinu mosta*

*Tablica 62: Opterećenje na GNK ovisno o broju GNK i SNK – most širine 1.5m – pješaci – 3varijante*

*Tablica 63: Geometrijske karakteristike mosta sa kolnikom gore i opterećenje na GNK – most širine 1.5m – opterećenje pješacima*

*Tablica 64: Proračunate vrijednosti visina presjeka za GNK most širine 1.5m – opterećenje pješacima*

*Tablica 65: Proračunate vrijednosti volumena mosta širine 1.5m – opterećenje pješacima*

*Tablica 66: Geometrijske karakteristike mosta sa kolnikom gore i opterećenje na GNK – most širine 2.0m – opterećenje pješacima*

*Tablica 67: Proračunate vrijednosti visina presjeka za GNK most širine 2.0m – opterećenje pješacima*

*Tablica 68: Proračunate vrijednosti volumena mosta širine 2.0m – opterećenje pješacima*

*Tablica 69: Geometrijske karakteristike mosta sa kolnikom gore i opterećenje na GNK – most širine 2.0m – opterećenje vozilom*

*Tablica 70: Proračunate vrijednosti visina presjeka za GNK most širine 2.0m – opterećenje vozilom*

*Tablica 71: Proračunate vrijednosti volumena mosta širine 2.0m – opterećenje vozilom*

*Tablica 72: Geometrijske karakteristike mosta sa kolnikom gore i opterećenje na GNK – most širine 2.0m – opterećenje vozilom – varijanta 2*

*Tablica 73: Proračunate vrijednosti volumena mosta širine 2.0m – opterećenje vozilom – varijanta 2*

*Tablica 74: Proračunate vrijednosti volumena mosta širine 2.0m – opterećenje vozilom – varijanta 2*

*Tablica 75: Geometrijske karakteristike mosta sa kolnikom gore i opterećenje na GNK – most širine 2.5m – opterećenje pješacima*

*Tablica 76: Proračunate vrijednosti visina presjeka za GNK most širine 2.5m – opterećenje pješacima*

*Tablica 77: Proračunate vrijednosti volumena mosta širine 2.5m – opterećenje pješacima*

*Tablica 78: Geometrijske karakteristike mosta sa kolnikom gore i opterećenje na GNK – most širine 2.5m – opterećenje vozilom*



*Tablica 79: Proračunate vrijednosti visina presjeka za GNK most širine 2.5m – opterećenje vozilom*

*Tablica 80: Proračunate vrijednosti volumena mosta širine 2.5m – opterećenje vozilom*

*Tablica 81: Geometrijske karakteristike mosta sa kolnikom gore i opterećenje na GNK – most širine 2.5m – opterećenje vozilom – 2.varijanta*

*Tablica 82: Proračunate vrijednosti visina presjeka za GNK most širine 2.5m – opterećenje vozilom – 2.varijanta*

*Tablica 83: Proračunate vrijednosti volumena mosta širine 2.5m – opterećenje vozilom – 2.varijanta*

*Tablica 84: Geometrijske karakteristike mosta sa kolnikom gore i opterećenje na GNK – most širine 3.0m – opterećenje pješacima*

*Tablica 85: Proračunate vrijednosti visina presjeka za GNK most širine 3.0m – opterećenje pješacima*

*Tablica 86: Proračunate vrijednosti volumena mosta širine 3.0m – opterećenje pješacima*

*Tablica 87: Geometrijske karakteristike mosta sa kolnikom gore i opterećenje na GNK – most širine 3.0m – opterećenje pješacima – 2. varijanta*

*Tablica 88: Proračunate vrijednosti visina presjeka za GNK most širine 3.0m – opterećenje pješacima – 2.varijanta*

*Tablica 89: Proračunate vrijednosti volumena mosta širine 3.0m – opterećenje pješacima – 2.varijanta*

*Tablica 90: Geometrijske karakteristike mosta sa kolnikom gore i opterećenje na GNK – most širine 3.0m – opterećenje vozilom – 1.varijanta*

*Tablica 91: Proračunate vrijednosti visina presjeka za GNK most širine 3.0m – opterećenje vozilom*

*Tablica 92: Proračunate vrijednosti volumena mosta širine 3.0m – opterećenje vozilom*

*Tablica 93: Geometrijske karakteristike mosta sa kolnikom gore i opterećenje na GNK – most širine 3.0m – opterećenje vozilom – 2.varijanta*

*Tablica 94: Proračunate vrijednosti visina presjeka za GNK most širine 3.0m – opterećenje vozilom*

*Tablica 95: Proračunate vrijednosti volumena mosta širine 3.0m – opterećenje vozilom*

*Tablica 96: Geometrijske karakteristike mosta sa kolnikom gore i opterećenje na GNK – most širine 3.5m – opterećenje pješacima – 1. varijanta*

*Tablica 97: Proračunate vrijednosti visina presjeka za GNK most širine 3.5m – opterećenje pješacima – 1.varijanta*

*Tablica 98: Proračunate vrijednosti volumena mosta širine 3.5m – opterećenje pješacima – 1.varijanta*

*Tablica 99: Geometrijske karakteristike mosta sa kolnikom gore i opterećenje na GNK – most širine 3.5m – opterećenje pješacima – 2. varijanta*

*Tablica 100: Proračunate vrijednosti visina presjeka za GNK most širine 3.5m – opterećenje pješacima – 2.varijanta*

*Tablica 101: Proračunate vrijednosti volumena mosta širine 3.5m – opterećenje pješacima – 2.varijanta*

*Tablica 102: Geometrijske karakteristike mosta sa kolnikom gore i opterećenje na GNK – most širine 3.5m – opterećenje vozilom – 1.varijanta*

*Tablica 103: Proračunate vrijednosti visina presjeka za GNK most širine 3.5m – opterećenje vozilom*

*Tablica 104: Proračunate vrijednosti volumena mosta širine 3.5m – opterećenje vozilom*

*Tablica 105: Geometrijske karakteristike mosta sa kolnikom gore i opterećenje na GNK – most širine 3.5m – opterećenje vozilom – 2.varijanta*

*Tablica 106: Proračunate vrijednosti visina presjeka za GNK most širine 3.5m – opterećenje vozilom – 2.varijanta*

*Tablica 107: Proračunate vrijednosti volumena mosta širine 3.5m – opterećenje vozilom – 2.varijanta*

*Tablica 108: Geometrijske karakteristike mosta sa kolnikom gore i opterećenje na GNK – most širine 4.0m – opterećenje pješacima – 1. varijanta*

*Tablica 109: Proračunate vrijednosti visina presjeka za GNK most širine 4.0m – opterećenje pješacima – 1.varijanta*

*Tablica 110: Proračunate vrijednosti visina presjeka za GNK most širine 4.0m – opterećenje pješacima – 1.varijanta*

*Tablica 111: Geometrijske karakteristike mosta sa kolnikom gore i opterećenje na GNK – most širine 4.0m – opterećenje pješacima – 2. varijanta*

*Tablica 112: Proračunate vrijednosti visina presjeka za GNK most širine 4.0m – opterećenje pješacima – 2.varijanta*

*Tablica 113: Proračunate vrijednosti visina presjeka za GNK most širine 4.0m – opterećenje pješacima – 2.varijanta*

*Tablica 114: Geometrijske karakteristike mosta sa kolnikom gore i opterećenje na GNK – most širine 4.0m – opterećenje vozilom – 1.varijanta*

*Tablica 115: Proračunate vrijednosti visina presjeka za GNK most širine 4.0m – opterećenje vozilom – 1.varijanta*

*Tablica 116: Proračunate vrijednosti volumena mosta širine 4.0m – opterećenje vozilom – 1.varijanta*

*Tablica 117: Geometrijske karakteristike mosta sa kolnikom gore i opterećenje na GNK – most širine 4.0m – opterećenje vozilom – 2.varijanta*

*Tablica 118: Proračunate vrijednosti visina presjeka za GNK most širine 4.0m – opterećenje vozilom – 2.varijanta*

*Tablica 119: Proračunate vrijednosti volumena mosta širine 4.0m – opterećenje vozilom – 2.varijanta*

*Tablica 120: Broj GNK za 2.varijantu ovisno o širini mosta*

*Tablica 121: Prikaz vrijednosti odnosa modula prema EC5[7]*

*Tablica 122: Prikaz vrijednosti visine GNK za širinu mosta 1.5m - opterećenje pješacima*

*Tablica 123: Prikaz vrijednosti visine GNK za širinu mosta 2.0m - opterećenje pješacima*

*Tablica 124: Prikaz vrijednosti visine GNK za širinu mosta 2.5m - opterećenje pješacima*

*Tablica 125: Prikaz vrijednosti visine GNK za širinu mosta 3.0m - opterećenje pješacima*

*Tablica 126: Prikaz vrijednosti visine GNK za širinu mosta 3.5m - opterećenje pješacima*

*Tablica 127: Prikaz vrijednosti visine GNK za širinu mosta 4.0m - opterećenje pješacima*

*Tablica 128: Prikaz vrijednosti visine GNK za širinu mosta 2.0m - opterećenje vozilom*

*Tablica 129: Prikaz vrijednosti visine GNK za širinu mosta 2.5m - opterećenje vozilom*

*Tablica 130: Prikaz vrijednosti visine GNK za širinu mosta 3.0m - opterećenje vozilom*

*Tablica 131: Prikaz vrijednosti visine GNK za širinu mosta 3.5m - opterećenje vozilom*

*Tablica 132: Prikaz vrijednosti visine GNK za širinu mosta 4.0m - opterećenje vozilom*

*Tablica 133: Prikaz volumena mosta T-nosača i pločastog prema reprezentativnim vrijednostima*

## Popis slika

Slika 1: Shematski prikaz mostova za analizu

Slika 1: Biciklističko-pješačka staza [1]

Slika 2: Slobodni i prometni profil za promet jednog i dva biciklista[1]

Slika 3: Slobodni i prometni profil za promet jednog biciklista i pješaka[1]

Slika 4: Prometni profil pješaka[2]

Slika 5: Određivanje širine biciklističko-pješačke staze[1]

Slika 6: Štete izloženog drva[3]

Slika 8: Glavni uzroci propadanja drva i posljedice međudjelovanja[3]

Slika 9: Propadanje glavnih elemenata izravno izloženih okruženju[3]

Slika 10: Pravilan slog lamela

Slika 11: Različiti načini zaštite čeonih presjeka[3]

Slika 12: Utjecaj orijentacije lamela[3]

Slika 13: Bočna ventilirana obloga[3]

Slika 14: Varijante bočne zaštite[3]

Slika 15: Primjer drvenog grednog mosta sa upuštenim kolnikom i njegove konstruktivne zaštite[4]

Slika 16: Problem vegetacije[5]

Slika 17: Ventilacija i odvojenost ležaja od tla (desna slika) – prozračnost i čistoća ležajnog dijela konstrukcije[5]

Slika 18: Uvučenost ležaja ispod nosača (desna slika) – zaštita od zadržavanja vode[5]

Slika 19: Uvučenost čeličnog nosača radi sprječavanja zadržavanje vode (desna slika)[5]

Slika 20: Instalacije postavljene ispod kolnika (desna slika)[5]

Slika 21: Zaštita glavnog nosača oblogama (desna slika)[5]

Slika 22: (lijeva slika) razvoj pukotina zbog nezaštićenog čeonog presjeka, (desna slika) zaštita kratkim čeličnim elementima kod izloženog dijela drva kod spoja[5]

Slika 23: Produženi čelični dio radi odvajanja vode od konstrukcije (desna slika), čelični element uz drveni dio pospješuje smjer vode u drveni dio konstrukcije – loš detalj (lijeva slika)[5]

Slika 24: Primjer kvalitetnog detalja spoja i oslanjanja (lijeva slika), primjer premaza i spoja ograde (desna slika)[5]

Slika 25: Karakteristični poprečni presjek drvenog grednog mosta s upuštenom daščanom kolničkom konstrukcijom

Slika 26: Tlocrtna dvojna dispozicija drvenog grednog mosta s upuštenom daščanom kolničkom konstrukcijom

Slika 27: Karakteristični poprečni presjek drvenog grednog mosta s „gornjom“ daščanom kolničkom konstrukcijom

Slika 28: Tlocrtna dvojna dispozicija drvenog grednog mosta s „gornjom“ daščanom kolničkom konstrukcijom

Slika 29: Karakteristični presjek daščanog elementa[3]

Slika 30:Usvojeni karakteristični presjek daščanog elementa (za proračune)

Slika 31: Prikaz tlocrtnog opterećenja servisnog vozila prema 5.2 izvora [6]

Slika 32: Prikaz vertikalnog opterećenja pješacima

Slika 33: Komponente progiba (slika 7.1 norme HRN EN 1995-1-1)[7]

Slika 34: Slikovito-tablični prikaz opterećenja na daščanu konstrukciju (kolnik gore i kolnik dolje)

Slika 35: Karakteristični poprečni presjek drvenog grednog mosta s upuštenom daščanom kolničkom konstrukcijom - SNK

Slika 36: Karakteristični poprečni presjek drvenog grednog mosta s gornjom daščanom kolničkom konstrukcijom - SNK

Slika 37: Karakteristični presjek sekundarne uzdužne grede

Slika 38: Katalog dimenzija cjelovitog drva KVH – „Rettenmeier“[10]

Slika 39: Uzdužni presjek sekundarnog nosača oslonjenog na poprečne grede

Slika 40: Legenda za očitavanje rezultata SNK

Slika 41: Most širine 1.5m – opterećenje pješacima – mogući statički slučajevi

Slika 42: Most širine 2.0m – opterećenje pješacima – mogući statički slučajevi

Slika 43: Most širine 2.5m – opterećenje pješacima – mogući statički slučajevi

Slika 44: Most širine 3.0m – opterećenje pješacima – mogući statički slučajevi

Slika 45: Most širine 3.5m – opterećenje pješacima – mogući statički slučajevi

Slika 46: Most širine 4.0m – opterećenje pješacima – mogući statički slučajevi

Slika 47: Most širine 2.0m – opterećenje vozilom – mogući statički slučajevi

Slika 48: Most širine 2.5m – opterećenje vozilom – mogući statički slučajevi

Slika 49: Most širine 3.0m – opterećenje vozilom – mogući statički slučajevi

Slika 50: Most širine 3.5m – opterećenje vozilom – mogući statički slučajevi

Slika 51: Most širine 4.0m – opterećenje vozilom – mogući statički slučajevi

Slika 52: Tlocrtni prikaz horizontalne stabilizacije drvenog grednog mosta upuštenog kolnika

Slika 53: Katalog zatege „Halfen“[11]

Slika 54: Slog LLD za razred uporabe 3[3]

Slika 55: Slikoviti prikaz položaja vozila i pješaka za izračun mjerodavnog opterećenja na GNK

Slika 56: Dimenzije mosta s upuštenim kolnikom širine 1.5m – raspona od 10-20m – opterećenje pješacima

Slika 57: Dimenzije mosta s upuštenim kolnikom širine 2.0m – raspona od 10-20m – opterećenje pješacima/vozilom

Slika 58: Dimenzije mosta s upuštenim kolnikom širine 2.5m – raspona od 10-20m – opterećenje pješacima/vozilom

Slika 59: Dimenzije mosta s upuštenim kolnikom širine 3.0m – raspona od 10-20m – opterećenje pješacima/vozilom

Slika 60: Dimenzije mosta s upuštenim kolnikom širine 3.5m – raspona od 10-20m – opterećenje pješacima/vozilom

Slika 61: Dimenzije mosta s upuštenim kolnikom širine 4.0m – raspona od 10-20m – opterećenje pješacima/vozilom

Slika 62: Karakteristični poprečni presjek drvenog grednog mosta s „gornjom“ daščanom kolničkom konstrukcijom

Slika 63: Tlocrtna dvojna dispozicija drvenog grednog mosta s „gornjom“ daščanom kolničkom konstrukcijom

Slika 64: Statika sustava sa 2 i 3 GNK – najgori položaj vozila

Slika 65: Statika sustava sa 2, 3, 4 i 5 GNK – najgori položaj vozila – širina mosta 2.5m

Slika 66: Statika sustava sa 2, 3, 4 i 5 GNK – najgori položaj vozila – širina mosta 3.0m

Slika 67: Statika sustava sa 2, 3, 4 i 5 GNK – najgori položaj vozila – širina mosta 3.5m

Slika 68: Statika sustava sa 2 GNK – najgori položaj vozila – širina mosta 4.0m

Slika 69: Statika sustava sa 3, 4, 5 i 6 GNK – najgori položaj vozila – širina mosta 4.0m

Slika 70: Dimenzije mosta sa kolnikom gore širine 1.5m – raspona od 10-20m – opterećenje pješacima

Slika 71: Dimenzije mosta sa kolnikom gore širine 2.0m – raspona od 10-20m – opterećenje pješacima/vozilom

Slika 72: Dimenzije mosta sa kolnikom gore širine 2.5m – raspona od 10-20m – opterećenje pješacima/vozilom



Slika 73: Dimenzije mosta sa kolnikom gore širine 3.0m – raspona od 10-20m – opterećenje pješacima/vozilom

Slika 74: Dimenzije mosta sa kolnikom gore širine 3.5m – raspona od 10-20m – opterećenje pješacima/vozilom

Slika 75: Dimenzije mosta sa kolnikom gore širine 4.0m – raspona od 10-20m – opterećenje pješacima/vozilom

Slika 76: Globalni pomak – razlika između varijanti mosta

Slika 77: Karakteristični tlocrtni presjek drvenog grednog mosta - paralelno uslojene daščane ploče

Slika 78: Karakteristični poprečni presjek drvenog grednog mosta - paralelno uslojene daščane ploče

Slika 79: Slojevi konstrukcije na pločastim elementima[12]

Slika 80: Kutni čelični element potreban za izvedbu asfalta[5]

Slika 81: Detalji postavljanja elementa prije izlivanja asfalta[5]

Slika 82: Razlika posljedice nanošenja vertikalne sile između neprednapetog i prednapetog nosača[12]

Slika 83: Distribucija opterećenja kroz slojeve prednapetog nosača prema Eurokodu[12]

Slika 84: Slikoviti prikaz utjecaja rezne sile na sloj između lamela – prednapeta ploča[12]

Slika 85: Slikoviti prikaz utjecaja prednapinjanja na pomake[3]

Slika 86: Karakteristični poprečni presjek drvenog grednog mosta – prednapeti nosač

Slika 87: Skica prvog prednapetog nosača na rekonstrukciji mosta – prednapete šipke iznad i ispod nosača[13]

Slika 88: Izvođeni prednapeti nosač – šipke postavljene u predbušenim rupama u lamelama[13]

Slika 89: Izvođeni prednapeti nosač – šipke postavljene iznad i ispod nosača[13]

Slika 90: Elevacija „butt joint“ spoja – nastavljjanje lamela[13]

Slika 91: Klizanje uslijed poprečne sile i otvaranje lamela uslijed poprečnog savijanja[5,12]

Slika 92: a) Otvaranje i klizanje lamela na dnu presjeka za nelinearnu analizu. b) Linearna analiza – bez otvaranja i klizanja lamela[13]

Slika 93: Učinak pomaka na različiti „elastic slip“ na modelima[13]

Slika 94: Učinak pomaka na različitu krutost na modelima[13]

Slika 95: Učinak pomaka ovisno pristupu (ne)linearna analize[13]

Slika 96: Karakteristični tlocrtni presjek drvenog grednog mosta – prednapeti nosač

Slika 97: Karakteristični poprečni presjek drvenog grednog mosta – blok LLD

Slika 98: Karakteristični tlocrtni presjek drvenog grednog mosta – blok LLD

Slika 99: Shematski prikaz proizvodnje blok LLD-a[14]

Slika 100: Prikaz zakrivljenog LLD nosača mosta[14]

Slika 101: Prikaz trapeznog i stepeničastog presjeka[14]

Slika 102: Prikaz zakrivljenog stepeničastog blok LLD nosača[14]

Slika 103: Karakteristični poprečni presjek drvenog grednog mosta – T-nosač

Slika 104: Sudjelujuća širina pojasnice T-presjeka rebrastog nosača[13]

Slika 105: Primjeri izvedenih drvenih rebrastih mostova[14]

Slika 106: Prikaz progiba lijepljenog T-nosača i rezultata volumena i frekvencija – opterećenje pješacima –  $L=10\text{m}$  (duljina mosta);  $s=2\text{m}$  (širina mosta)

Slika 107: Prikaz progiba lijepljenog T-nosača i rezultata volumena i frekvencija – opterećenje vozilom –  $L=10\text{m}$  (duljina mosta);  $s=2\text{m}$  (širina mosta)

Slika 108: Prikaz progiba lijepljenog T-nosača i rezultata volumena i frekvencija – opterećenje pješacima –  $L=20\text{m}$  (duljina mosta);  $s=2\text{m}$  (širina mosta)

Slika 109: Prikaz progiba lijepljenog T-nosača i rezultata volumena i frekvencija – opterećenje vozilom –  $L=20\text{m}$  (duljina mosta);  $s=2\text{m}$  (širina mosta)

Slika 110: Prikaz progiba lijepljenog T-nosača i rezultata volumena i frekvencija – opterećenje pješacima –  $L=20\text{m}$  (duljina mosta);  $s=4\text{m}$  (širina mosta)

Slika 111: Prikaz progiba lijepljenog T-nosača i rezultata volumena i frekvencija – opterećenje vozilom –  $L=20\text{m}$  (duljina mosta);  $s=4\text{m}$  (širina mosta)

Slika 112: Tipovi modeliranja poprečnog presjeka od lijepljenih dasaka i/ili blok LLD sa prednapinjanjem[13]

## Popis grafova

*Graf 1: Ovisnost visine o duljini polja višepoljnog sustava – opterećenje interventnim vozilom*

*Graf 2: Ovisnost visine o duljini rasponu slobodno oslonjene grede – opterećenje interventnim vozilom*

*Graf 3: Ovisnost visine o duljini polja višepoljnog sustava – opterećenje pješacima*

*Graf 4: Prikaz jediničnog volumena SNK za određenu korisnu širinu mosta i za raster SNK–opterećenje pješacima – iskoristivost najmanje površine presjeka*

*Graf 5: Prikaz jediničnog volumena SNK za određenu korisnu širinu mosta i za raster SNK–opterećenje pješacima – iskoristivost najmanjeg momenta tromosti; najveća iskoristivost po GSU*

*Graf 6: Prikaz jediničnog volumena pomosta ovisno o rasteru SNK i korisnoj širini mosta – upušten kolnik – opterećenje pješacima*

*Graf 7: Prikaz jediničnog volumena SNK za određenu korisnu širinu mosta i za raster SNK–opterećenje vozilom – iskoristivost najmanje površine presjeka*

*Graf 8: Prikaz jediničnog volumena SNK za određenu korisnu širinu mosta i za raster SNK–opterećenje vozilom – iskoristivost najmanjeg momenta tromosti; najveća iskoristivost po GSU*

*Graf 9: Prikaz jediničnog volumena pomosta ovisno o rasteru SNK i korisnoj širini mosta – upušten kolnik – opterećenje vozilom*

*Graf 10: Prikaz visine LLD nosača ovisno o rasponu i širini mosta s upuštenim kolnikom – opterećenje pješacima*

*Graf 11: Prikaz visine LLD nosača ovisno o širini i rasponu mosta s upuštenim kolnikom – opterećenje pješacima*

*Graf 12: Prikaz visine LLD nosača ovisno o rasponu i širini mosta s upuštenim kolnikom – opterećenje vozilom*

*Graf 13: Prikaz visine LLD nosača ovisno o širini i rasponu mosta s upuštenim kolnikom – opterećenje vozilom*

*Graf 14: Prikaz visine LLD nosača ovisno o rasponu i širini mosta s upuštenim kolnikom – preklap grafova – opterećenje pješacima i vozilom*

*Graf 15: Ovisnost visine o duljini polja višepoljnog sustava – opterećenje pješacima*

*Graf 16: Prikaz visine LLD nosača ovisno o rasponu za širinu mosta 2m – 2 varijante mosta sa kolnikom gore*

*Graf 17: Prikaz ukupnog volumena drvene građe ovisno o rasponu za širinu mosta 2m – 2 varijante mosta sa kolnikom gore*

*Graf 18: Prikaz visine LLD nosača ovisno o rasponu za širinu mosta 2.5m – 2 varijante mosta sa kolnikom gore*

*Graf 19: Prikaz ukupnog volumena drvene građe ovisno o rasponu za širinu mosta 2.5m – 2 varijante mosta sa kolnikom gore*

*Graf 20: Prikaz visine LLD nosača ovisno o rasponu za širinu mosta 3.0m – 2 varijante mosta sa kolnikom gore – opterećenje pješaci*

*Graf 21: Prikaz ukupnog volumena drvene građe ovisno o rasponu za širinu mosta 3.0m – 2 varijante mosta sa kolnikom gore – opterećenje pješaci*

*Graf 22: Prikaz visine LLD nosača ovisno o rasponu za širinu mosta 3.0m – 2 varijante mosta sa kolnikom gore – opterećenje vozilom*

*Graf 23: Prikaz ukupnog volumena drvene građe ovisno o rasponu za širinu mosta 3.0m – 2 varijante mosta sa kolnikom gore – opterećenje vozilom*

*Graf 24: Prikaz visine LLD nosača ovisno o rasponu za širinu mosta 3.5m – 2 varijante mosta sa kolnikom gore – opterećenje pješaci*

*Graf 25: Prikaz ukupnog volumena drvene građe ovisno o rasponu za širinu mosta 3.5m – 2 varijante mosta sa kolnikom gore – opterećenje pješaci*

*Graf 26: Prikaz visine LLD nosača ovisno o rasponu za širinu mosta 3.5m – 2 varijante mosta sa kolnikom gore – opterećenje vozilo*

*Graf 27: Prikaz ukupnog volumena drvene građe ovisno o rasponu za širinu mosta 3.5m – 2 varijante mosta sa kolnikom gore – opterećenje vozilo*

*Graf 28: Prikaz visine LLD nosača ovisno o rasponu za širinu mosta 4.0m – 2 varijante mosta sa kolnikom gore – opterećenje pješaci*

*Graf 29: Prikaz ukupnog volumena drvene građe ovisno o rasponu za širinu mosta 4.0m – 2 varijante mosta sa kolnikom gore – opterećenje pješaci*

*Graf 30: Prikaz visine LLD nosača ovisno o rasponu za širinu mosta 4.0m – 2 varijante mosta sa kolnikom gore – opterećenje vozilo*

*Graf 31: Prikaz ukupnog volumena drvene građe ovisno o rasponu za širinu mosta 4.0m – 2 varijante mosta sa kolnikom gore – opterećenje vozilo*

*Graf 32: Prikaz ukupnog volumena drvene građe ovisno o rasponu i širini mosta – varijante mosta sa kolnikom gore – opterećenje pješaci*

*Graf 33: Prikaz ukupnog volumena drvene građe ovisno o rasponu i širini mosta – varijante mosta sa kolnikom gore – opterećenje vozilo*

*Graf 34: Prikaz razlike volumena između varijanti za određenu širinu i raspon mosta*

*Graf 35: Prikaz razlike volumena između varijanti za određenu širinu i raspon mosta*

*Graf 36: Prikaz volumena između varijanti za određenu širinu i raspon mosta – oba opterećenja*

*Graf 37: Prikaz visine glavnog nosača (uslojene lijepljene dasčane ploče/blok LLD) ovisno o rasponu i širini mosta*

*Graf 38: Prikaz volumena glavnog nosača (uslojene lijepljene dasčane ploče/blok LLD) ovisno o rasponu i širini mosta*

*Graf 39: Prikaz vrijednosti volumena mosta od uslojenih lijepljenih dasaka/blok LLD i lijepljenog T-sklopa*

## 1. UVOD

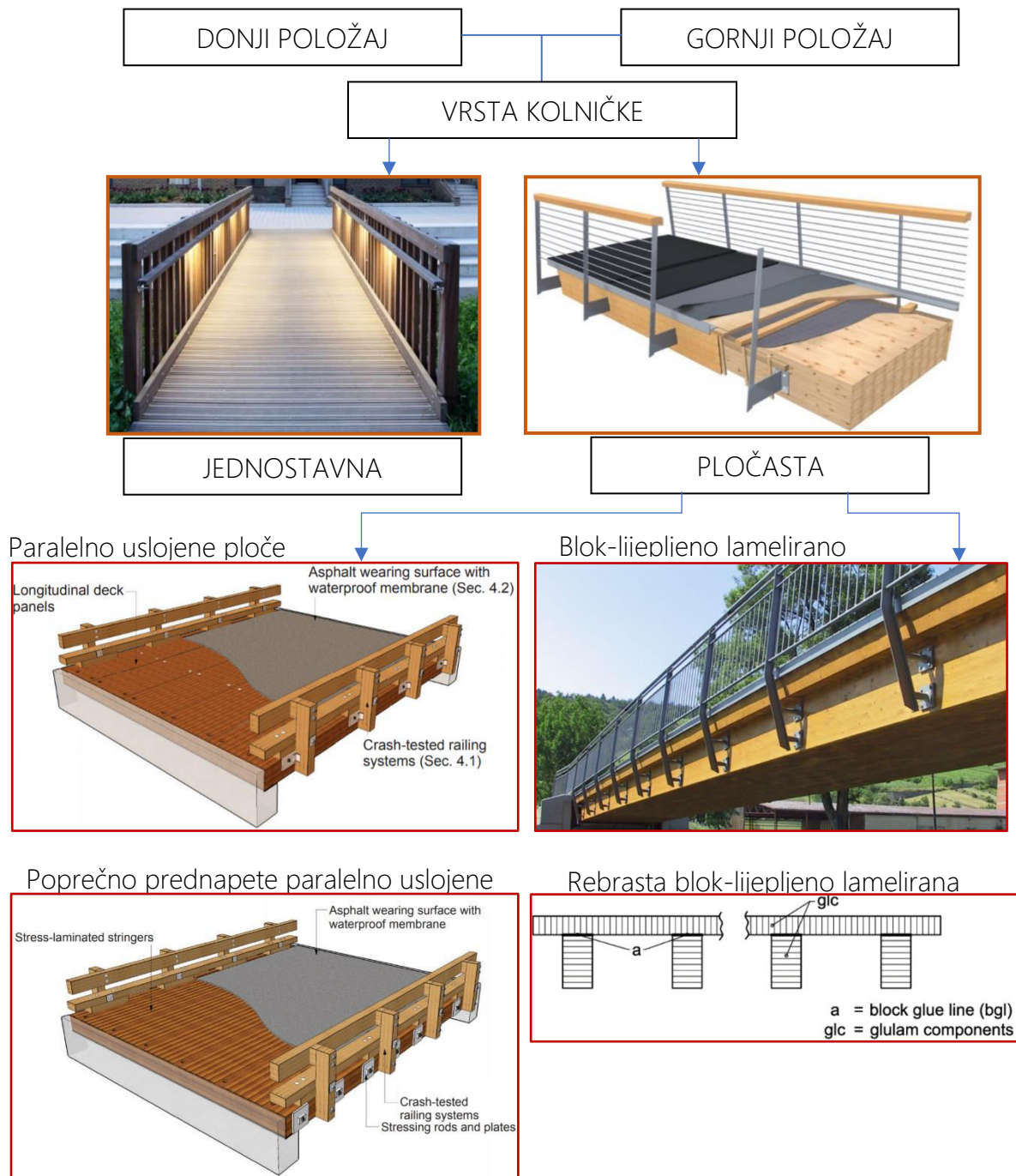
Uspješnost razvoja tehnologije drva i građevinske industrije u zadnjim dekadama rezultiralo je korištenje drva kao građevinskog materijala. Drveni mostovi dokazali su konkurenciju na kratkim do srednje duljim rasponima od 5 do 40m. Sa arhitektonskog stajališta postaju glavna meta u oblikovanju mostova od njegovog tipa statičkog sustava do najmanjeg detalja na samom mostu.

S obzirom da je prometno opterećenje mjerodavno za analizu mostova ove namjene, nisu razmatrani učinci ostalih djelovanja (vjetar, snijeg). Studija se temelji na preliminarnoj analizi, odnosno provjeri graničnog stanja uporabljivosti za mjerodavno prometno opterećenje (progibi i vibracije) s razgraničenjima za 2 tipa prometa - opterećenje pješacima i biciklistima, te prometovanje interventnih vozila. Analize GSN te provjere potresne otpornosti nisu predmet ove studije.

Programskim zadatkom predviđena je provedba parametarske studije jednostavno oslonjenih drvenih mostova grednog tipa širine od 1.5m do 4.0m s korakom od 0.5m, te raspona od 10m do 20m s korakom od 2.00m. Očekivan ishod parametarske studije jest preporuka za izbor optimalne konstrukcije s obzirom na raspon te širinu (slobodni i prometni profil) i vrstu kolnika. Posredni ishod parametarske studije koji i omogućava izbor optimalne konstrukcije jest pregled pozitivnih i negativnih aspekata primjene konstrukcije određenog tipa, pri čemu su osim utroška materijala (glavni kriterij izbora) uzete u obzir i posebnosti vezane za trajnost. Osnovna podjela analize mostova svrstana je u 2 kategorije: pločasti i jednostavni gredni. Jednostavni gredni raspodijeljuje se u 2 skupine ovisno o položaju kolnika: „kolnik gore“ i „kolnik dolje“. Takvi tipovi mostova sastoje se od glavne nosive konstrukcije (GNK) od lijepljenog lameliranog drva (LLD) čvrstoće GL28h, sekundarnih nosača-gredica (SNK) i poprečnih nosača(PN) od cjelovitog drva čvrstoće C24 i dasaka (HP) od tvrdog drva čvrstoće D30. 2.skupina pločastih mostova sastoji se od od paralelno uslojenih lijepljenih dasaka i/ili blok LLD čvrstoće GL28h. Za pločasti sklop napravljena je usporedna varijanta s poprečnim prednapinjanjem, te sa rebrastom blok LLD pločom (lijepljeni T-sklop). Za dobivanje rezultata i provođenja parametarske analize, osnovni ulazni podatak je opterećenje.

Konstrukcija se zasebno opterećuje pješacima i interventnim vozilom. Na temelju opterećenja napravljena je usporedba i analiza dobivenih rezultata. Nakon dobivenih rezultata za pojedine sklopove mostova napravljen je pregled i generalna usporedba tih mostova sa zaključkom. Neovisno o tipu mosta, predviđeno oslanjanje mosta je na AEL ležaje naglavne grede upornjaka. Ograda je dodatni obavezna zaštitni element koji se spaja na gornju ili bočnu

stranicu glavnog nosača kod daščane konstrukcije ili pločastog nosača. Predviđena ograda je od inox materijala. Horizontalna stabilnost riješena je horizontalnim rešetkastim spregovima – čvorovi su križanju osi glavnih i poprečnih nosača. Pločasti mostovi su dijafragme koje u svojoj ravnine preuzimaju horizontalne sile te otpor pružaju presjekom dužine raspona i debljine nosača.



Slika 7: Shematski prikaz mostova za analizu[5,12,13,14]

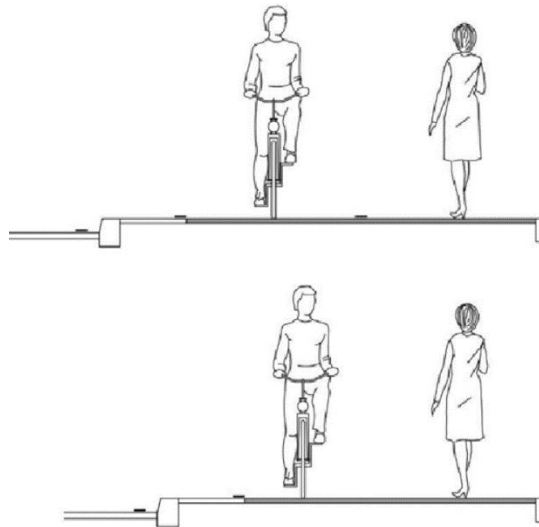


## 2. OPĆI TEHNIČKI PODACI

### 2.1. Namjena mosta i širina kolnika

Širina mosta proizlazi iz namjene mosta. Širina mosta se sastoji od zbroja korisne širine i širine glavnih nosača kada je kolnik upušten odnosno širine ograde kada je kolnik gore. Korisna širina mosta varira od 1,5 metra do 4,0 metara s korakom od 0,5m.

„Biciklističko-pješačka staza“ je prometna površina namijenjena za kretanje biciklista i pješaka, izgrađena odvojeno od kolnika i označena odgovarajućom prometnom signalizacijom. [1]



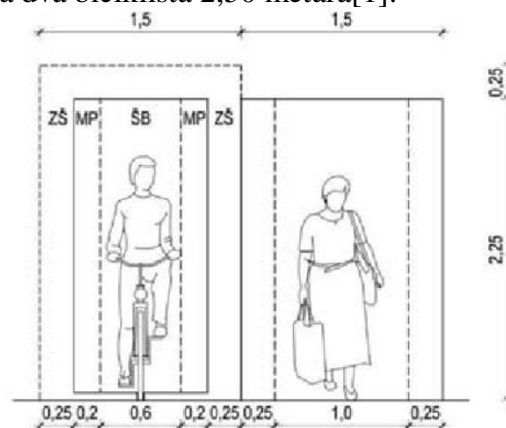
Slika 10: Biciklističko-pješačka staza [1]

Pri planiranju i projektiranju biciklističke infrastrukture potrebno je primjenjivati načela: sigurnosti, ekonomičnosti, cjelovitosti, izravnosti i atraktivnosti. Sigurnost biciklističke infrastrukture potrebno je osigurati planiranjem, projektiranjem i građenjem na način da usvojena rješenja udovoljavaju sigurnosnim zahtjevima prema dostignućima i pravilima struke. Ekonomičnost biciklističke infrastrukture pri projektiranju i izgradnji podrazumijeva odabir rješenja koja su opravdana i ekonomski prihvatljiva. Atraktivnost biciklističkih prometnica postiže se planiranjem izvan profila ceste kada je to izvedivo i ekonomski opravdano na način da je trasa biciklističke prometnice usmjerena na atraktivne objekte u prostoru i vođena na način da osigura vizuru preglednosti između biciklista i atraktivnih objekta u prostoru.[1]

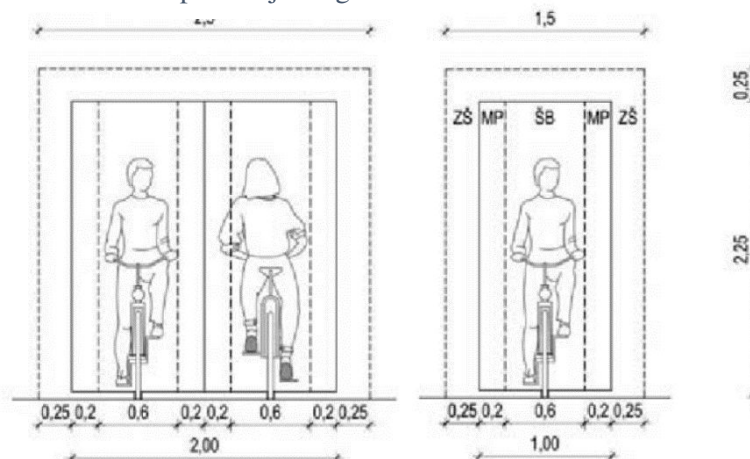
Za provođenje parametarskih studija jednostavno oslonjenih drvenih grednih mostova, biciklističko-pješačka staza izvest će kao zajednička prometna površina izvedena u istoj razini označena samo prometnim znakom (bez razdjelne crte).[1]

Dimenzioniranje poprečnog profila ovisi o slobodnom i prometnom poprečnom profilu prometnica.

Minimalne dimenzije biciklističkih prometnica određene su širinom bicikla (ŠB), manevarskim prostorom bicikla (MP) i širinom zaštitnog pojasa (ZŠ). Prometni poprečni profil biciklističke prometnice čini zbroj širine bicikla (ŠB) i širine manevarskog prostora (MP) sa svake strane, te minimalno iznosi za jednog biciklistu 1,00 metar, a za dva biciklista minimalno 2,00 metra. Slobodni poprečni profil biciklističke prometnice čini poprečni profil uvećan za širinu zaštitnog pojasa (ZŠ) sa svake strane, te iznosi za jednog biciklistu minimalno 1,50 metar, a za dva biciklista 2,50 metara[1]:



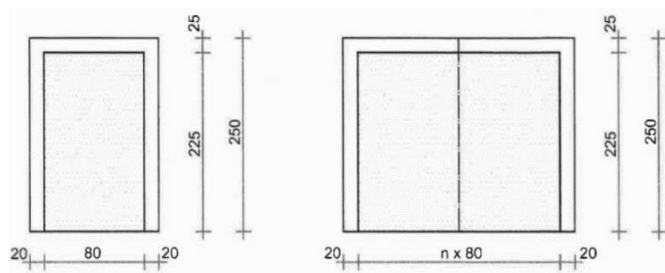
Slika 13: Slobodni i prometni profil za promet jednog i dva biciklista[1]



Slika 16: Slobodni i prometni profil za promet jednog biciklista i pješaka[1]

Širina zaštitnog pojasa prikazana je na slikama 2. i 3., te se primjenjuje i između pješačkih i biciklističkih površina. Širina razdjelne i rubne crte ne ulazi u širinu prometnog profila biciklističke prometnice. Rubna crta za odvajanje biciklističke trake od kolnika može se izvesti kao zvučna ili vibracijska traka. Razdjelna crta koristi se za razdvajanje smjerova vožnje kod dvosmjernih biciklističkih prometnica te za međusobno razdvajanje biciklističkih traka namijenjenih za kretanje u istom smjeru.

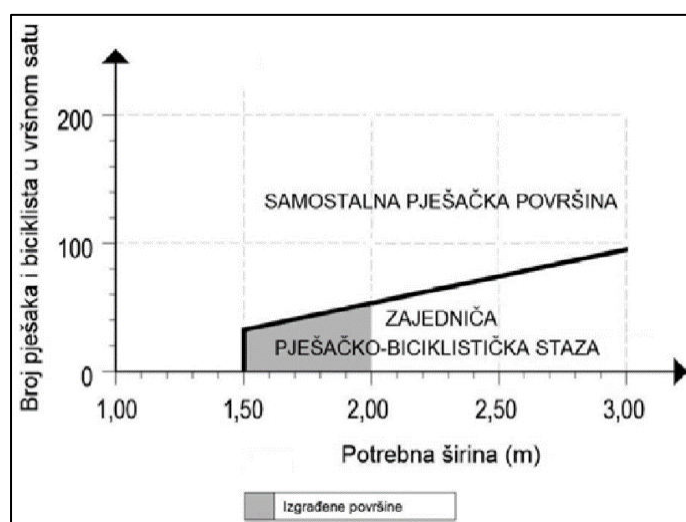
Prometni profili pješaka[2]:



Slika 19: Prometni profil pješaka[2]

Grafične dimenzije širine biciklističko-pješačke staze izvode se sa minimalnom širinom od 1,50 metar, a maksimalne širine se određuju prema dijagramu:

U tablici x2 određene su korisne širine mosta prema minimalnim vrijednostima širina slobodnih profila.



Slika 21: Određivanje širine biciklističko-pješačke

Tablica 1: Širine slobodnih profila

Mogući slučajevi	Vrsta prometa	Interventno vozilo	Br. Smjerova prometovanja	Br. Traka	Minimalna širina slobodnog profila	Korisna širina mosta
1	1 red pješaka	Ne	0	1	1,00 m	1,50 m
2	1 smjer biciklista	Ne	1	1	1,50 m	
3	2 reda pješaka	Da	0	2	2,00 m	2,00 m
4	2 smjera biciklista	Da	2	2	2,50 m	2,50 m
5	1 red pješaka i 1 red biciklista	Da	1	2	3,00 m	3,00 m
6	3 reda pješaka	Da	0	3	2,8 m	
7	2 reda pješaka i 1 red biciklista	Da	1	3	3,30 m	3,50 m
8	1 red pješaka i 2 reda biciklista	Da	2	3	3,50 m	
9	3 reda biciklista	Da	2	3	3,50 m	
10	4 reda pješaka	Da	0	4	3,60 m	4,00 m

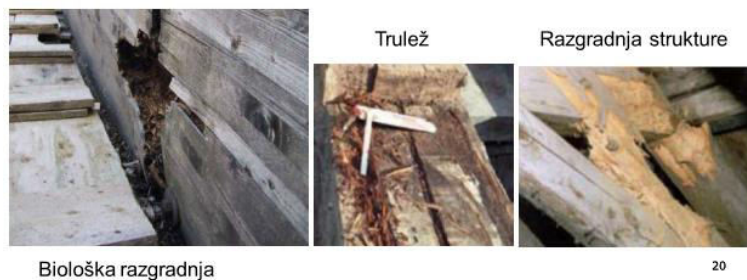
Prema tablici, definirani su 6 tipova korisnih širina mosta.

## 2.2 Mjere osiguranja trajnosti i zaštite

Preduvjet za duži vijek konstrukcije su iskustvena projektiranja sa obrađenim detaljima, dobri i kvalitetni materijali i planirana strategija za održavanje i sanaciju. Dizajn detalja (spojevi, priključci, oslanjanja, odvodnja..) je neophodan uvjet za trajnost objekta. Ugrađeno drvo više nema prirodnu zaštitu i sklono je dimenzijskim nestabilnostima, netrajnosti i estetskoj nepostojanosti. Prirodna trajnost ovisi o botaničkoj vrsti drva, gdje su tvrde listače (hrast, bagrem, kesten..) jače prirodne trajnosti od mekih četinjača (smreka, jela, bor, ariš). [3]

Parametri koji utječu na trajnost materijala svrstavaju se u 2 skupine[3]:

- unutrašnji: građa drva, kemizmi, gustoća, obilježja rasta stabla
- vanjski: vrijeme sječe, postupak s drvom nakon sječe, mikroorganizmi, sadržaj vlage, ravnotežna vlažnost, mehanička oštećenja, način uporabe



Slika 22: Štete izloženog drva[3]



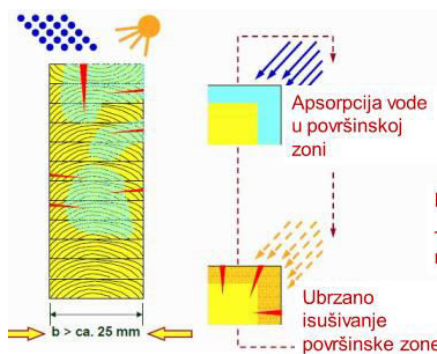
Slika 8: Glavni uzroci propadanja drva i posljedice međudjelovanja[3]

Izloženo drvo podložno je kemijskim i fizikalnim promjenama koje uzrokuju polaganu razgradnju njegove površine i započinju proces propadanja drva. Most je ogledni primjer konstrukcije koje je vrlo izloženo (atmosferilijama..). Uzroci razgradnje strukture su složena djelovanja ultraljubičastog svjetla Sunca, vlage i kisika iz zraka, vjetar, oborine i atmosferiliji, dok biološku razgradnju uvjetuju spore gljive (mikroorganizmi) koji rezultiraju truležom i promjenom boje drva. Vjetar, prašina i insekti doprinose eroziji razgrađene drvene površine, a

djelomična razgrađena i raspucala površina odlična je podloga za spore gljiva. Također negativna promjena vlažnosti drva pogoduje razvoju gljivica ili prekomjernih deformiranja.

Kako bi se osigurala postojanost građevinskog drva sa njezinim tehničkim i estetskim svojstvima, primjenjuje se zaštite za otklanjanje i ublažavanje nepovoljnih promjena na temelju[3]:

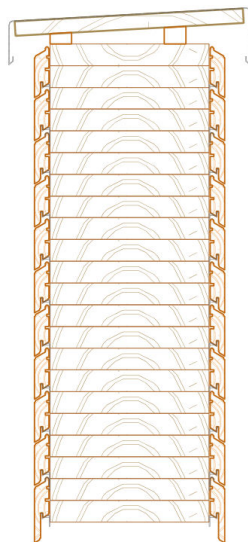
- fizičke zaštite
  - odgovarajući građevinsko oblikovni koncept sprječavanja dodira djelovanja s drvom
- izboru vrste drva
  - prema kriteriju prirodne trajnosti primjerne razredu opasnosti
  - prema kriteriju potencijala impregnacije
- konstruktivne zaštite – detalji
- površinske obrade drva – prevlake i premazi
  - vodo-odbojna sredstva koja ne prodiru u drvo, a mogu sadržavati biocide
- kemijska zaštita
  - primjerene razredu opasnosti 4 ili 5
  - za razrede opasnosti 2 ili 3 – dovoljna insekticidna sredstva
- nadzora i održavanja
  - u razdoblju uporabe



Slika 9: Propadanje glavnih elemenata izravno izloženih okruženju [3]

Tijekom projektiranja drvenih elemenata treba predvidjeti zamjene elemenata. Također, elementi koji nisu sastavni dio glavne konstrukcije, te su izloženi smiju bit projektirani kraće od uporabnog vijeka i projektirane trajnosti glavnih elemenata. Primjer takvog elementa za drvene mostove je element daske – daščana konstrukcija. Elemente od materijala koji nemaju dostatnu prirodnu trajnost i/ili je svrstan u razred opasnosti u kojem mjere konstruktivne zaštite poduzete tijekom projektiranja i

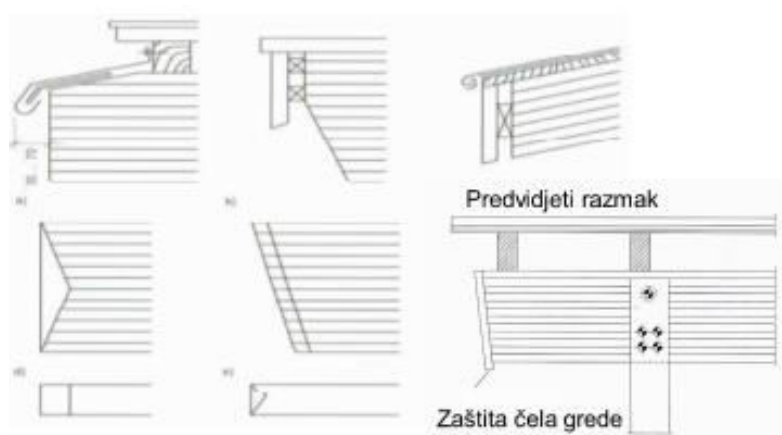
izvedbe nisu dostatne, treba ih dodatno zaštititi sredstvima preventivne zaštite. Vrstu i postupke nanošenja preventivne zaštite treba primijeniti u skladu sa zahtjevima u normi EN 351-1 i EN 460. Norme EN 350-2, EN 335-1 i EN 335-2 sadrže pravila određivanja potrebnih svojstva i područje primjene preventivne zaštite[3].



Slika 10: Pravilan slog lamela

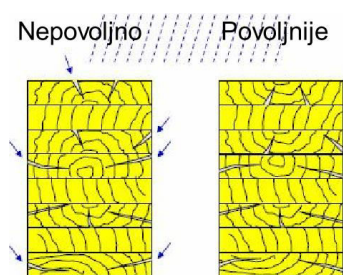
Osnovna pravila mjere zaštita su sljedeća[3]:

- Sprječavanje prodora i zadržavanje vode
- Čeone presjeke treba prekriti ili zabrtviti (40x brže upijanje vode u smjeru vlakna nego okomito)
- Zaštita rubova i vanjskih strana presjeka
- Zaštita detalja i spojeva
- Lijepljene spojeve treba izbjegavati na izloženim površinama (deblo-stijeni premaz)
- Vodoravne ili blago kose podloge obavezno obložiti limom (pod kojim se mora osigurati ventilacija) ili zamjenjivim drvenim elementima



Slika 11: Različiti načini zaštite čeonih presjeka[3]

Razvrstavanje elemenata drvenih mostova u razrede ugroženosti (sa stajališta izbora zaštite) i razreda uporabe, primjenjuje se razred ugroženosti od 2 do 4 (uglavnom 3), a razred uporabe 3 i 2 za natkrivene dijelove. Procjena vijeka trajanja zamjenjivih elemenata manjeg presjeka je 10 godina, a većeg presjeka 25 godina[3].

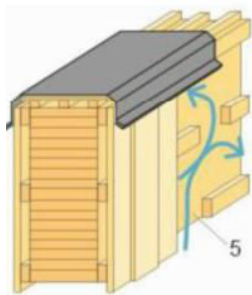


Slika 12: Utjecaj orijentacije lamela[3]

U suvremenoj mostogradnji lijepljena lamelirana drva koriste se za glavne nosače. Jedan od glavnih razloga je modeliranje geometrije (visina) presjeka. Procjena vijeka trajanja takvih elemenata kod pješačkih mostova je do 50 godina. Ti elementi moraju slijediti pravila uslojavanja, imat tanje lamele, te razred čvrstoće mora biti veći od GL28. Pravilno uslojavanja orijentacije lamela utječe na razvoj pukotina zbog vlage. LLD

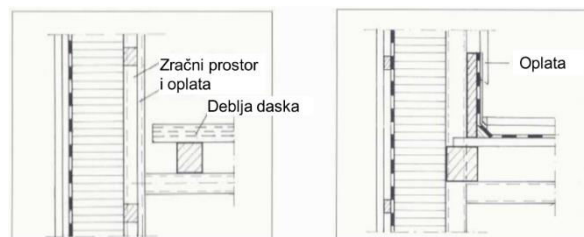
koristi se kao glavna nosiva konstrukcija kod tipove grednog mosta sa upuštenim kolnikom i kolnikom gore. Za oba tipa mosta potreban je zaštita tih elemenata, te njegovih dijelova i

priključka. Gornju plohu se pokriva ventiliranom limenom oblogom. Bočne stranice je moguće zaštititi na više načina: ventiliranim i/ili fasadnim oblogama[3].



Slika 13: Bočna ventilirana obloga[3]

Obloga – daske se mogu slagati uspravno ili vodoravno. Uspravno položene manje zadržavaju vodu i manje sadrže otvorene spojeve. Pričvršćuju se na vodoravno položene letve debljina 24-38mm, te su izmaknute kako bise omogućila vertikalna ventilacija. Vodoravno položene moraju biti profilirane. Obložni elementi se ne smiju potpuno učvrstiti, jer inače bi popucali zbog skupljanja. Izvedbom je najbolje da su lica od srca okrenuta prema van, da se ne bi spojevi otvarali[3].



Slika 14: Varijante bočne zaštite[3]

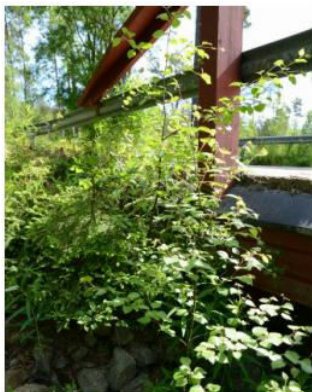
Hodna podloga od profiliranih (zbog klizanja) dasaka koja se postavlja na sekundarne nosače i/ili glavne, moraju biti razmaknute 5 do 20mm kako bi ti otvori propuštali vodu i nečistoću sa plohe. Osim propuštanja, slobodni prostor omogućava rad materijala (bubrenje i deformiranje) kako ne bi došlo do nepravilnog izbočavanja i/ili pucanja elemenata. Izbor materijala može biti tvrdo tvrdo koje je trajnije i otpornije na habanje ili meko drvo koje ima veći modul elastičnosti (prema preporukama veći razred čvrstoće mekog drva).



Slika 15: Primjer drvenog grednog mosta sa upuštenim kolnikom i njegove konstruktivne zaštite[4]

Sekundarni i poprečni nosači mosta sa daščanom kolničkom konstrukcijom se oblažu profiliranim limom na gornju plohu. Rukohvati od inoxa/čelika trajniji od drvenih rukohvata. Oslanjanje sekundarnog elementa na poprečni je male dodirne površine.

Mnoga neprimjerene izvedbe i slomovi koji su doveli konstrukciju do kolapsa dala su mnoga iskustva koja su dovela do novih saznanja u detaljima projektiranja i zaštite konstrukcije. Najveću ulogu u tome su detalji (spojevi i sl.). Loša izvedba spojeva prouzrokuje veliku vlažnost koju konstrukciju dovodi do neuporabivosti. Slijede dobri (desna slika) i loši (lijeva slika) primjeri izvedbe drvenih mostova[5].



Slika 16: Problem vegetacije[5]



Slika 17: Ventilacija i odvojenost ležaja od tla (desna slika) – prozračnost i čistoća ležajnog dijela konstrukcije[5]



Slika 18: Uvučenost ležaja ispod nosača (desna slika) – zaštita od zadržavanja vode[5]

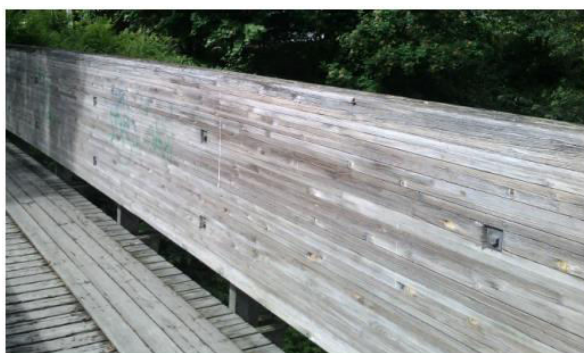




Slika 19: Uvučenost čeličnog nosača radi sprječavanja zadržavanje vode (desna slika) [5]



Slika 20: Instalacije postavljene ispod kolnika (desna slika) [5]



Slika 21: Zaštita glavnog nosača oblogama (desna slika) [5]



Slika 22: (lijeva slika) razvoj pukotina zbog nezaštićenog čeonog presjeka, (desna slika) zaštita kratkim čeličnim elementima kod izloženog dijela drva kod spoja[5]



Slika 23: Produženi čelični dio radi odvajanja vode od konstrukcije (desna slika), čelični element uz drveni dio pospješuje smjer vode u drveni dio konstrukcije – loš detalj (lijeva slika) [5]



Slika 24: Primjer kvalitetnog detalja spoja i oslanjanja (lijeva slika), primjer premaza i spoja ograde (desna slika) [5]

### 2.2.1. Površinska zaštita

Glavna uloga u oblikovanju, postizanju i održavanju estetskih i tehničkih svojstava drva izloženog utjecajima okruženja. Površinske obrade/zaštite drva imaju funkciju zaštite od svjetlosti, vlage, bioloških štetnika. Dio UV spektra Sunčeva zračenja razara površinski sloj drva, te izaziva promjene boje, pukotine, oštećenja prozirnih premaza i eroziju drva. Vlaženje i isušivanje drva zbog utjecaja okoliša uzrokuju dimenzijske promjene drva[3].

Površina drva koja se površinski štiti prevlakama mora biti čista i suha, a vlažnost drva ne bi smjela prelaziti 15%. Površine koje na koje će se nanositi prekrivni materijal mogu biti bez završne obrade (grubo piljenje) ili završno obrađene četkanjem i pjeskarenjem, te blanjanjem i po potrebi brušenjem. Neobrađene piljene površine su hrapave nadignutih vlakana koja naglašavaju površinsku teksturu drva, te su za takve površine najpogodnije elastične prevlake (npr. vodo-razrjeđive akrilatne lazure). Površine koje su obrađene četkanjem ili pjeskarenjem sprječavaju oštećenja na filmogenim prevlakama. Površina koja je obrađena blanjanjem i brušenjem su vrlo dobre podloge koje ne stvaraju probleme nanosa površinske zaštite (prašinu nakon brušenja treba pažljivo ukloniti s površine iz pora). Završni slojevi nanose se kistom ili sprejanjem na gradilištu. Prednost nanosa kistom za impregnacije i lazure daju bolji prodor materijala u drvo i izgled proizvoda[3].

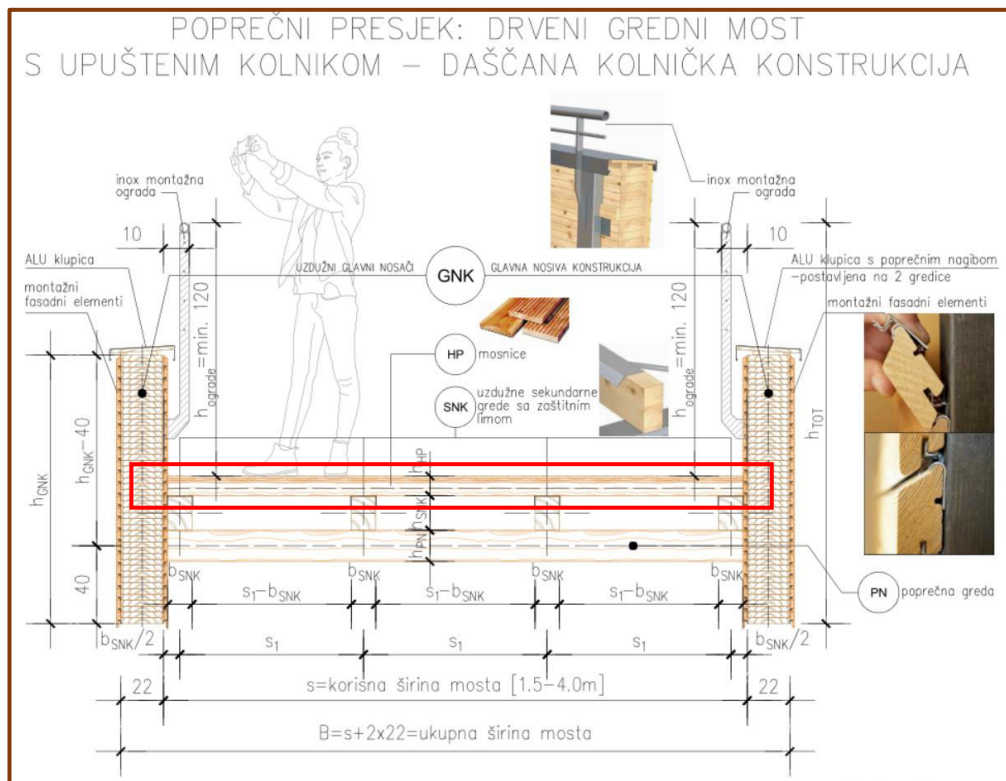
Vrste sredstva koje se koriste za površinsku zaštitu su[3]:

- Pigmentirani lakovi
- Neprozirne ili pokrivne lazure
- Vodoodbojna zaštitna sredstva
- Polutransparentne penetrirajuće lazure
- Prozirni lakovi

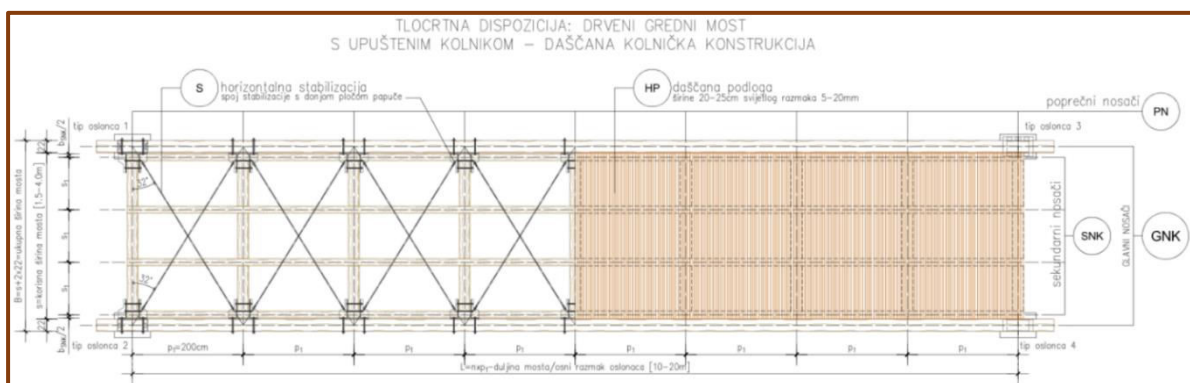
Prevlaka za drvo mora istodobno zadovoljiti nekoliko zahtjeva. Jedna strana prevlake u dodiru je s drvnom podlogom i mora zadovoljiti specifičnosti podloge. Vanjska strana mora biti otporna na vremenske utjecaje i dekorativna (zahtjev). Međusloj treba pridonijeti pokrivnosti, boji i punoći filma. Deblja prevlaka (sporije erodiranje) bolje štiti drvo od nepoželjnog utjecaja vode, s time da veći broj tanjih nanosa osigurava bolju zaštitu nego velika debljina nanosa. Jednim dodatnim slojem za nominalno dvoslojni nanos lazure produljuje vijek trajanja zaštite do obnavljanja za 30%. Zbog površinske napetosti prevlaka ima tendenciju povlačenja i smanjivanja na oštrim bridovima. Rješenje tog problema je zaobljenje takvih bridova. Potpuna nepropusnost prevlake je nepoželjna, jer onemogućava isparavanje vode iz drva. Pri izboru sustava prevlaka izloženih vanjskim utjecajima vrlo su važan tehničko-zaštitni kriterij. Europske norme EN 927-1 i EN 927-2 su vodič za izbor i kvalitativno razvrstavanje brojnih vanjskih prekrivnih materijala za drvo. Danas se u Europi primjenjuju debelo-slojne lazure, poznate kao lak-lazure (proizvodi koji imaju dovoljnu pigmentaciju i djelotvornost zaštite od svjetla i vode). Kemijska sredstva za zaštitu drva se primjenjuju samo onda kada su prijeko potrebna. Kada je rizik od trajnog vlaženja i truljenja velik (drva u vodi ili dodiru s tlom i elementi velikog presjeka trajno izložene padalinama). Za mostove je potrebna procjena nužnosti kemijske zaštite (okolina, uvjeti, izloženost..) [3].

### 3. DRVENI GREDNI MOST S UPUŠTENIM KOLNIKOM

#### 3.1 Daščani kolnik

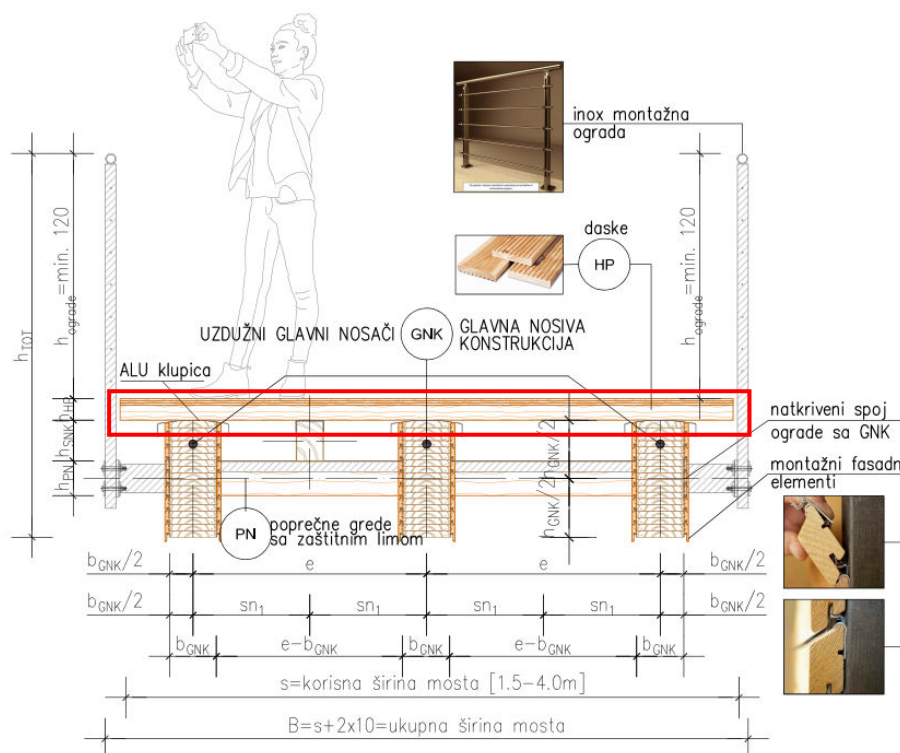


Slika 25: Karakteristični poprečni presjek drvenog grednog mosta s upuštenom daščanom kolničkom konstrukcijom

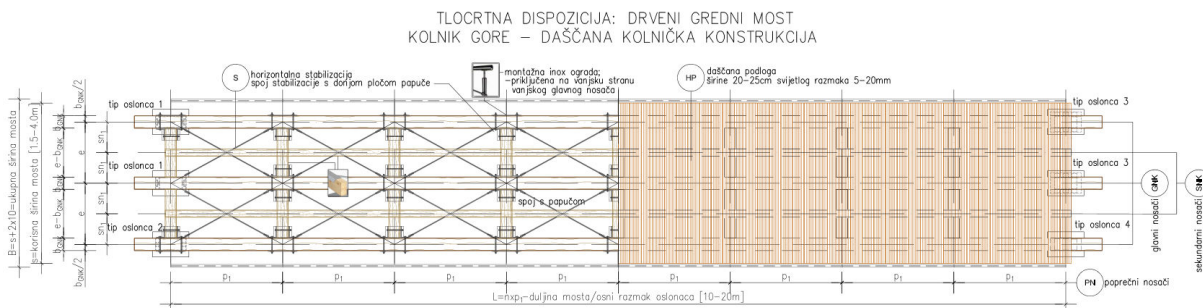


Slika 26: Tlocrtna dvojnja dispozicija drvenog grednog mosta s upuštenom daščanom kolničkom konstrukcijom

POPREČNI PRESJEK: DRVENI GREDNI MOST  
 KOLNIK GORE – DAŠČANA KOLNIČKA KONSTRUKCIJA

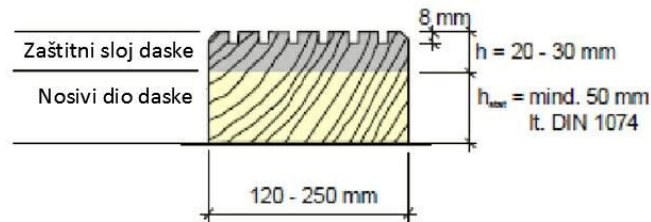


Slika 27: Karakteristični poprečni presjek drvenog grednog mosta s „gornjom“ daščanom kolničkom konstrukcijom



Slika 28: Tlocrtna dvojnja dispozicija drvenog grednog mosta s „gornjom“ daščanom kolničkom konstrukcijom

Otvoreni daščani kolnik – daske od tvrdog drva (klase D30) postavljenog smjera okomitog na smjer hodanja (uzdužni smjer) i dužine jednake korisnoj širini mosta „s“ (1.5 - 4.0 m). one se međusobno postavljaju na svijetlom razmaku od 5-20 mm (procjep). Daščana kolnička konstrukcija pripada razredu uporabe 3. Daske su najviše izložene vanjskim utjecajima (atmosferilijama, struganjem, hodanjem, habanjem..), te iz tih razloga su potrošni i zamjenjivi materijal konstrukcije.



Slika 29: Karakteristični presjek daščanog elementa[3]

Prema prethodnoj slici, daska (mosnica) se prema poprečnom presjeku sastoji od zaštitnog (habajućeg) i nosivog sloja. Zaštitni sloj ne ulazi u visinu presjeka (nije nosiv) kod modeliranja, ali ulazi kao težina. Naime gledajući iz inženjerske i realne perspektive ona je nosivi, ali je potrošni dio, tako da se s vremenom taj sloj „gubi“. Nosivi sloj ili nosiva visina je ona koja se geometrijski suprotstavlja reznim silama odnosno pridonosi krutosti, te ulazi u proračun kao visina daske.

$$h_{\text{zaštitni}} = 3 \text{ cm (fiksna vrijednost)} \quad (1)$$

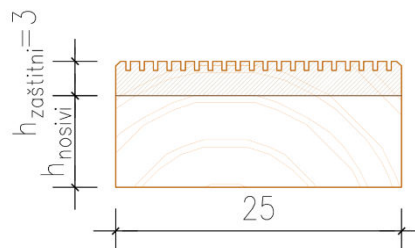
$$h_{\text{nosivi}} = d = \text{varijabilna vrijednost- ovisno o statičkom sustavu i opterećenju; } h_{\text{nosivi, min}} = 5 \text{ cm} \quad (2)$$

$$h_{\text{zaštitni}} + h_{\text{nosivi}} = h_{\text{tot, daske}} \quad (3)$$

$$V_{\text{daske}} = V_{\text{zaštitni}} + V_{\text{nosivi}} \quad (4)$$

Širina daske je uzeta kao fiksna vrijednost i iznosi:

$$b_{\text{daske}} = 20 \text{ ili } 25 \text{ cm (fiksna vrijednost)} \quad (5)$$



Slika 30: Usvojeni karakteristični presjek daščanog elementa (za proračune)

Daska se oslanja na uzdužne sekundarne grede (oslonci daščanog kolnika), te se spaja vijčano na njih (konstruktivno). One kao sustav djeluje kao „blaga gornja dijafragma“. Statički sustav daščanog kolika je greda (štapni model) preko više polja. Broj polja statičkog sustava ovisi graničnom stanju uporabivosti (progib) i udobnosti (vibracije) – „dobivanje najmanjeg volumena daščanog pomosta“ (daščani kolnik + uzdužne sekundarne grede + poprečne grede). U modelima proračuna element daske, osim vlastite težine preuzima sile od vozila ili opterećenja od pješaka.

### 3.1.1. Opterećenje na daščanu konstrukciju (kolnik)

Kako je objašnjeno, za stalno opterećenje ulazi sami element – daska. Težina nosivog dijela visine  $h_{nosivi} = d$  uzimat će se u software-u pod naredbom *selfweight*. Za visinu  $h_{zaštitni} = 3$  cm, postaviti će se linijsko opterećenje (vlastite težine):

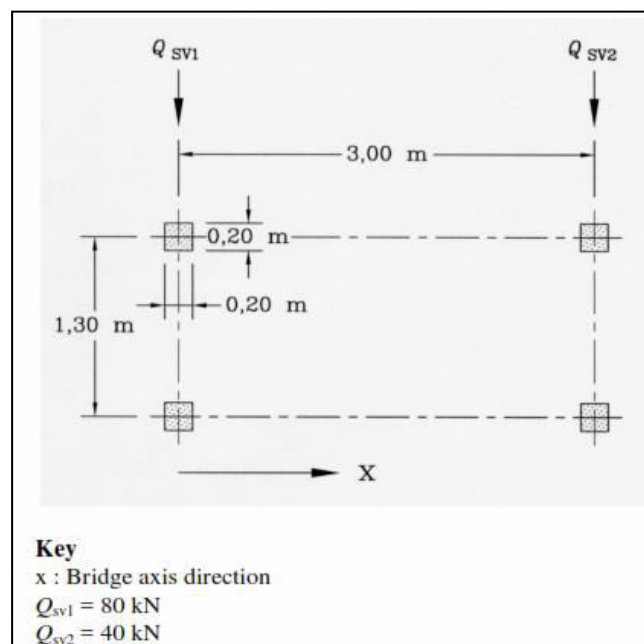
Tablica 2: Proračun linijskog opterećenja na dasku

HRN EN 1991-1-1:2012; HRN EN 1991-1-1:2012/NA:2012 Eurokod 1 -- Djelovanja na konstrukcije -- Dio 1-1: Opća djelovanja			
Hodna podloga			
razred čvrstoće	D30		
visina zaštitnog sloja	$h_{zaštitni}$	0.03	m
širina daske	$b'$	0.25	m
karakteristična gustoća	$\rho_k$	530.00	kg/m <sup>3</sup>
karakteristično opterećenje	$q_k$	0.16	kN/m <sup>2</sup>
linijsko karakteristično opterećenje	$q'_k$	0.04	kN/m

Vrijednost vertikalnog opterećenja za pješačke i biciklističke mostove određena je prema normama EN 1991-2 [6] i HRN EN 1991-2:2012/NA [6].

#### SERVISNO VOZILO

U izvoru [6] u točki 5.3.2.3 definirano je da vozilo definirano u točki 5.6.3 iste norme vrijedi za servisna vozila i interventna vozila, odnosno vozila hitne pomoći i vatrogasna vozila. Vozilo definirano u točki 5.6.3 prikazano je na sljedećoj slici i vrijedi ako nema nikakvih zapreka za pristup vozila na kolnik mosta što je u svim slučajevima u ovom radu ispunjeno.



Slika 31: Prikaz tlocrtnog opterećenja servisnog vozila prema 5.2 izvora [6]

Prema prethodnoj slici, prvo osovinsko opterećenje iznosi:

$$Q_{sv1} = 80 \text{ kN}, \quad (6)$$

odnosno veličina vertikalne sile na pojedinom kotaču prve osovine iznosi:

$$Q_{sv1}/2 = 40 \text{ kN} \quad (7)$$

Drugo osovinsko opterećenje iznosi:

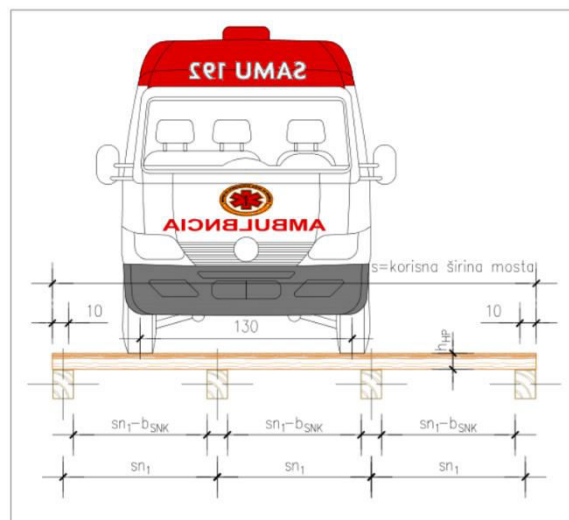
$$Q_{sv2} = 40 \text{ kN}, \quad (8)$$

odnosno veličina vertikalne sile na pojedinom kotaču druge osovine iznosi:

$$Q_{sv1}/2 = 20 \text{ kN} \quad (9)$$

U točki 5.4 izvora [6] definirana je horizontalna sila koja djeluje na kolničku ploču ako je pokretno opterećenje mjerodavno. Horizontalna sila iznosi 60% ukupne težine servisnog vozila. Horizontalna sila ne ulazi u modeliranje konstrukcije.

Vozilo se postavlja u najnepovoljniji položaj. Prema tome, ovisno statičkom sustavu daske, vozilo se postavlja tako da mu je granični (zaštitni komfortni) razmak 10 cm od ograde, te se sila  $Q_{sv1}/2 = 40 \text{ kN}$  postavlja u (ako ne, onda što bliže) sredini polja.



Slika 32: Prikaz vertikalnog opterećenja vozilom s graničnim razmakom

## PJEŠACI

Vertikalno kontinuirano opterećenje  $q_{fk}$  određeno je normama EN 1991-2 [6] i HRN EN 1991-2:2012/NA [6]. U točki 2.22 izvora [6] definirano je, za pješačke i biciklističke mostove, opterećenja  $q_{fk} = 2,5 \text{ kN/m}^2$ . Opterećenje je jednoliko raspodijeljeno. Točka 2.22 poziva se na tablicu 4.4a u točki 4.5.1. izvora [6]. Iako se navedena točka 4.5.1 odnosi na pješački i biciklistički promet na cestovnim mostovima, u točki 5.1 izvora [6] definirano je da ta vrijednost vrijedi i za pješačke i biciklističke mostove ako je mjerodavna. U ovim



slučajevima ta vrijednost nije mjerodavna nego je mjerodavno korisno opterećenje definirano u točkama 5.3.2.1 i 4.3.5 izvora [6]. U točki 4.3.5 definirano je proračunsko opterećenje  $q_{fk} = 5,0 \text{ kN/m}^2$  u slučaju ljudske navale prema Modelu 4: crowd loading. Opterećenje  $q_{fk} = 5,0 \text{ kN/m}^2$  treba raspodijeliti na dijelove mosta u uzdužnom i poprečnom smjeru tako da daje najnepovoljnije opterećenje. U točki 5.3.2.1 definirano je da proračunsko opterećenje dano u točki 4.3.5 treba korigirati formulom:

$$q_{fk} = 2,0 + \frac{120}{L + 30} \left[ \frac{kN}{m^2} \right] \quad (10)$$

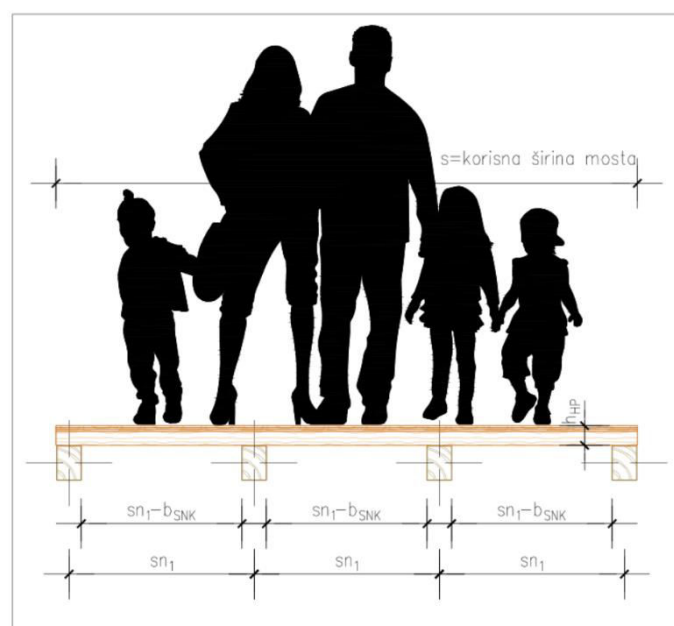
Gdje je  $L$  dužina mosta.

Usvojene vrijednosti ( $5,0 \text{ kN/m}^2$ ) su veće od svih vrijednosti dobivenih prema formuli (10), a usvojene su radi jednostavnijeg proračuna u ovom radu.

U točki 5.4 (2) izvora [6] definirana je vrijednost horizontalne sile (ne ulazi u proračune) koja iznosi 10% ukupnog nanesenog opterećenja  $q_{fk}$ .

Tablica 3: Vrijednosti korisnog opterećenja pješacima

Dužina mosta	Korisno opterećenje	Usvojeno korisno opterećenje	Linijsko opterećenje na dasku
[m]	[kN/m <sup>2</sup> ]		[kN/m]
10	5.00	5	<b>1.25</b>
12	4.86	5	
14	4.73	5	
16	4.61	5	
18	4.50	5	
20	4.40	5	

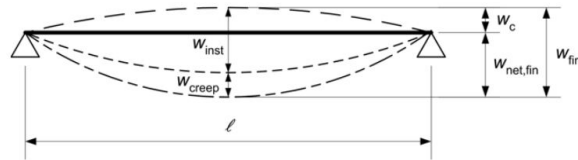


Slika 32: Prikaz vertikalnog opterećenja pješacima

### 3.1.2. Određivanje mjerodavnih kombinacija

Parametarska analiza svodi se na provjeru graničnog stanja uporabljivosti, te je i mjerodavno za dimenzioniranje mostova.

Prema poglavlju 7.2 norme HRN EN 1995-1-1 slijedi [7]:



Slika 33: Komponente progiba (slika 7.1 norme HRN EN 1995-1-1)[7]

- $w_c$             nadvišenje elemenata (ako postoji)
- $w_{inst}$         početni progib (u vremenu  $t=0$ )
- $w_{creep}$         progib prouzročen puzanjem (u vremenu  $t>0$ )
- $w_{fin}$             konačni progib
- $w_{net,fin}$         konačni netto progib (u odnosu na ravnu spojnicu oslonaca)

Granične vrijednosti za početni i konačni progib elemenata raspona  $l$  prema tablicama 7.2 norme HRN EN 1995-1-1:2008 i 7.2(HR) nacionalnog dodatka norme HRN EN 1995-1-1:2008/NA:2009 :

Tablica 4: Vrijednosti progiba ovisno o tipu statičkog sustava za gredne elemente[3,7]

- Ograničenje vlastitih frekvencija – kriterij "udobnosti"
  - vlastite frekvencije  $\leq 5$  Hz (vertikalne) i  $\leq 2,5$  Hz (horizontalne)
- Ograničenje progiba od prometnog opterećenja – HRN EN 1995-2/NA

Djelovanje	Granične vrijednosti progiba
Karakteristično prometno opterećenje	// 400
Opterećenje pješacima i malo prometno opterećenje	// 300

Proračunska karakteristična kombinacija djelovanja za granično stanje uporabljivosti za drvene konstrukcije u proračunu početnih deformiranja (poglavlje 6.5. norme EN 1990:2002) [8]:

$$\sum_{j \geq 1} G_{k,j} + "P" + "Q_{k,1}" + \sum_{i > 1} \Psi_{0,i} \cdot Q_{k,i} \quad (11)$$

Proračunska nazovistalna kombinacija djelovanja za granično stanje uporabljivosti za drvene konstrukcije u proračunu konačnih deformiranja (primjena zamjenskog postupka prema normi HRN EN 1995-1-1) [7]:

$$\sum_{j \geq 1} G_{k,j} \cdot (1 + k_{def}) + Q_{k,1} \cdot (1 + \Psi_{2,1} \cdot k_{def}) + \sum_{i > 1} Q_{k,i} \cdot (\Psi_{0,i} + \Psi_{2,i} \cdot k_{def}) \quad (12)$$

gdje je [7,8]:

- $G_{k,j}$  karakteristična vrijednost stalnog djelovanja
- $P$  sila prednapinjanja (*nema prednapinjanja*)
- $Q_{k,1}$  karakteristična vrijednost vodećeg promjenjivog djelovanja
- $Q_{k,i}$  karakteristična vrijednost pratećeg promjenjivog djelovanja (*nema pratećeg djelovanja*)
- $\Psi_{0,i}$  koeficijent kombinacijske vrijednosti promijenjivih djelovanja
- " + ",  $\Sigma$  označavaju „kombinirati s“ i „kombinacija učinaka od“
- $k_{def}$  faktor izmjene deformiranja za razrede uporabe

Tablica 5: Prikaz vrijednosti  $\Psi$  za pješačke mostove (prema Tablica A2.2 izvora [6])

Action	Symbol	$\psi_0$	$\psi_1$	$\psi_2$
Traffic loads	gr1	0,40	0,40	0
	$Q_{fwb}$	0	0	0
	gr2	0	0	0
Wind forces	$F_{WK}$	0,3	0,2	0
Thermal actions	$T_i$	0,6 <sup>1)</sup>	0,6	0,5
Snow loads	$Q_{s,e,k}$ (during execution)	0,8	-	0
Construction loads	$Q_c$	1,0	-	1,0

1) The recommended  $\psi_0$  value for thermal actions may in most cases be reduced to 0 for ultimate limit states EQU, STR and GEO. See also the design Eurocodes.

NOTE 4 For footbridges, the infrequent value of variable actions is not relevant.

gdje je:

- $g_{r1}$  prema EN 1991-2 (2003) točki 5.5. za vertikalna se uzima  $q_{fk}$ , a za horizontalna  $Q_{fk}$ . Gdje je  $q_{fk}$  karakteristično vertikalno ravnomjerno raspoređeno opterećenje na pješačkim mostovima prema EN 1991-2 (2003) članak 1.5.2. Iznosi  $5 \text{ kN/m}^2$
- $Q_{fwb}$  karakteristična vrijednost koncentriranog opterećenja servisnog vozila (opterećenje kotača) na pješačkom mostu prema EN 1991-2 (2003) članak 1.5.2.

Tablica 6: Prikaz razreda uporabe[7]

Razred uporabe 1	Vlažnost drva pri higroskopskoj ravnoteži ne smije prelaziti 12 % ( $\leq 12\%$ ) za sljedeće uvjete mikroklima u kojoj se nalazi drvena konstrukcija: 20 °C i 65 % relativne vlažnosti zraka koja smije biti premašena samo dva (2) tjedna u godini. Sve drvene konstrukcije u grijanim prostorima mogu se razvrstati u razred uporabe 1.
Razred uporabe 2	Vlažnost drva pri higroskopskoj ravnoteži ne smije prelaziti 20 % ( $\leq 20\%$ ) za sljedeće uvjete mikroklima u kojoj se nalazi drvena konstrukcija: 20 °C i 85 % relativne vlažnosti zraka koja smije biti premašena samo dva (2) tjedna u godini. Sve natkrivene drvene konstrukcije mogu se razvrstati u razred uporabe 2.
Razred uporabe 3	Vlažnost drva pri higroskopskoj ravnoteži veća je od 20 % ( $> 20\%$ ), a uvjeti mikroklima u kojoj se nalazi drvena konstrukcija takvi su da dovode do povećanja vlažnosti u drvu (iznad vrijednosti definiranih za razred uporabe 2). Sve drvene konstrukcije izložene atmosferilijama mogu se razvrstati u razred uporabe 3.

Tablica 7: Tablica  $k_{def}$ [7]

Material	Standard	Service class		
		1	2	3
Solid timber	EN 14081-1	0,60	0,80	2,00
Glued Laminated timber	EN 14080	0,60	0,80	2,00
LVL	EN 14374, EN 14279	0,60	0,80	2,00
Plywood	EN 636			
	Part 1	0,80	–	–
	Part 2	0,80	1,00	–
OSB	EN 300			
	OSB/2	2,25	–	–
	OSB/3, OSB/4	1,50	2,25	–
Particleboard	EN 312			
	Part 4	2,25	–	–
	Part 5	2,25	3,00	–
	Part 6	1,50	–	–
Fibreboard, hard	EN 622-2			
	HB.LA HB.HLA1, HB.HLA2	2,25 2,25	– 3,00	– –
Fibreboard, medium	EN 622-3			
	MBH.LA1, MBH.LA2 MBH.HLS1, MBH.HLS2	3,00 3,00	– 4,00	– –
Fibreboard, MDF	EN 622-5			
	MDF.LA MDF.HLS	2,25 2,25	– 3,00	– –

Vrijednosti faktora izmjene deformiranja  $k_{def}$  za razred uporabe 3.00 za tvrdo cjelovito drvo daske iznosi 2,00. Vrijednosti faktora  $\Psi_{2,i}$  za pješake i vozilo iznosi 0.00.

Proračunske i granične vrijednosti progiba elemenata su proračunate iz mjerodavnih kombinacija za početne i konačne progibe:

**$G_{SU_{inst}}$ , početni progib – stalno + vozilo:**

$$\sum_{j \geq 1} G_{k,j} + Q_{k,1} = g_{daska} + Q_{sv1}/2 \quad (13)$$

**$G_{SU_{inst}}$ , početni progib – stalno + pješaci:**

$$\sum_{j \geq 1} G_{k,j} + Q_{k,1} = g_{daska} + q_{pješaci} \quad (14)$$

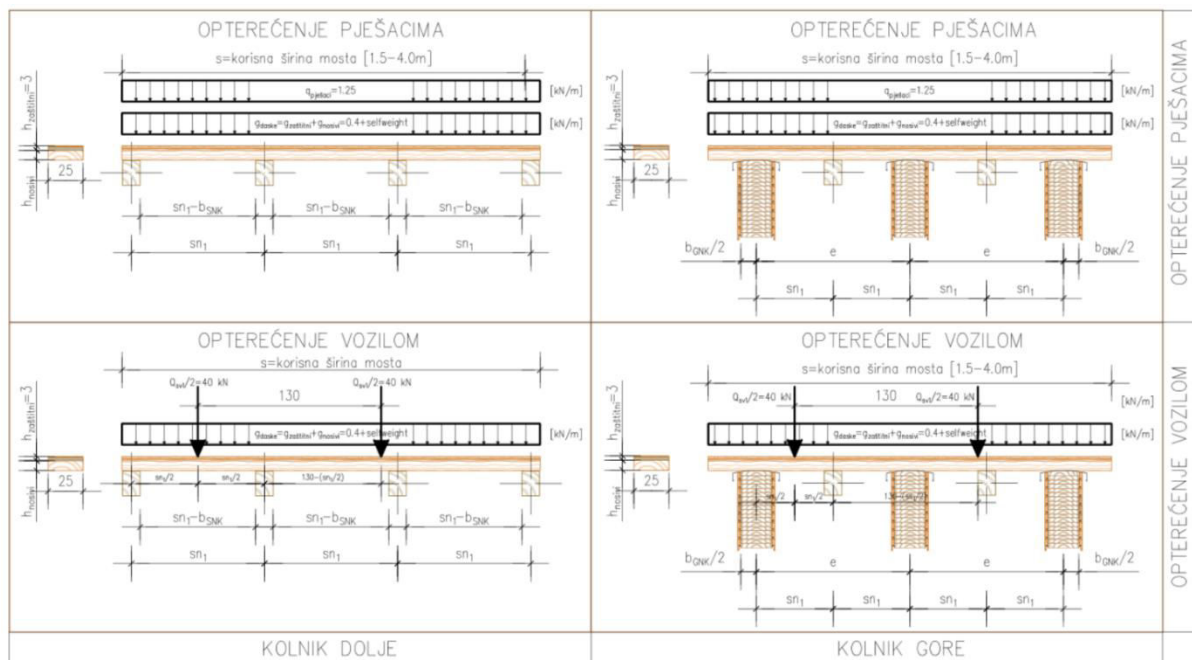
**$G_{SU_{fin}}$ , konačni progib – stalno + vozilo:**

$$\begin{aligned} \sum_{j \geq 1} G_{k,j} \cdot (1 + k_{def}) + Q_{k,1} \cdot (1 + \Psi_{2,1} \cdot k_{def}) &= g_{daska} \cdot (1 + 2) + \frac{Q_{sv1}}{2} \cdot (1 + 0 \cdot 2) \\ &= 3 \cdot g_{daska} + \frac{Q_{sv1}}{2} \end{aligned} \quad (15)$$

**$G_{SU_{fin}}$ , konačni progib – stalno + pješaci:**

$$\begin{aligned} \sum_{j \geq 1} G_{k,j} \cdot (1 + k_{def}) + Q_{k,1} \cdot (1 + \Psi_{2,1} \cdot k_{def}) &= g_{daska} \cdot (1 + 2) + q_{pješaci} \cdot (1 + 0 \cdot 2) \\ &= 3 \cdot g_{daska} + q_{pješaci} \end{aligned} \quad (16)$$

### 3.1.3. Dimenzioniranje daščane kolničke konstrukcije



Slika 34: Slikovito-tablični prikaz opterećenja na daščanu konstrukciju (kolnik gore i kolnik dolje)

Za dobivanje najvećeg progiba, linijsko opterećenje se postavlja u prvo i onda treće, te svako naredno drugo polje ovisno o broju polja i oslonaca. Vertikalna sila (od prve osovine) postavlja se u sredini prvog polja, te druga sila od drugog kotača iste osovine udaljena za 1,3m. Ako silu nije moguće postaviti u sredini prvog polja ona se postavlja u nagori mogući položaj (što bliže sredini polja) Na provjeru progiba, zasebno (integralno) će se dimenzionirati cijela konstrukcija, od daske do LLD nosača, na opterećenje pješaka i zasebno na opterećenje vozilom. Na prethodnoj slici shematski je prikazano opterećenje na dasku ovisno o položaju kolnika. Za kolnik dolje, oslonci daščane podloge su sekundarne uzdužne grede, a za kolnik gore krajnji oslonci i srednji oslonac je LLD glavni nosač i po potrebi između njih su uzdužne sekundarne grede. Raster oslonaca definiran je sa parametrom:

$$„sn_1“, \quad (17)$$

a korisna širina je definiran sa parametrom

$$„s“. \quad (18)$$

Za kolnik gore daska ima mali prepust zbog konstruktivno-zaštitnog razloga, ali u proračunu je zanemariv! Za kolnik gore raster LLD glavnog nosača definiran je parametrom:

$$„e“. \quad (19)$$

Zbog jednostavnosti proračuna i prikaza rezultata vrijedi da je zbroj rastera oslonaca jednak korisnoj širini odnosno ukupnoj duljini nosača (daske):

$$\sum_i^n (sn_1)_i = s \quad (20)$$

Zbog preglednosti dobivenih rezultata i parametarskih podataka, dimenzionirana daščana podloga prikazat će se tablično. Svaka tablica je zasebna i rezultati su bazirani na korisnoj širini mosta. Korisna širina mosta se kreće od 1.5m do 4.0m s korakom od 0.5m (1.5m, 2.0m, 2.5m, 3.0m, 3.5m i 4.0m). Rezultati su prikazani na statičkim sustavima preko  $n$  broja polja. Dobiveni presjeci dasaka baziraju se na GSU. Za svaki tip sustava s određenim brojem polja, prikazani su volumeni daščane podloge za most duljine 10m, 12m, 14m, 16m, 18m i 20m. U daljnjim proračunima bit će prikazan ukupan volumen pomosta (daščana podloga + sekundarne uzdužne grede + poprečne grede).

### 1.) DAŠČANA KOLNIČKA KONSTRUKCIJA – MOST KORISNE ŠIRINE 1.5 m

Tablica 8: Prikaz 2. rezultata dimenzioniranja daščane podloge – opterećenje pješacima – most korisne širine 1.5m

Opis		Parametar /Oznaka	Mjerna jedinica	Opterećenje pješacima			
ELEMEN T - SUSTAV	Duljina elementa / Korisna širina mosta	$s$	[m]	1.5			
	Broj polja	$n$	[n]	1	2	3	4
	Duljina polja/raster oslonaca	$sn$	[m]	1.5	0.75	0.5	0.375
PRESJEK	Širina daske	$b_{daske}$	[cm]	25			
	Zaštitni sloj daske	$h_{zaštitni}$	[cm]	3			
	Nosivi sloj daske	$h_{nosivi}$	[cm]	5.00	5.00	5.00	5.00
	Ukupna visina daske	$h_{tot}$	[cm]	8.00	8.00	8.00	8.00
POČETNI PROGIB	Dozvoljeni granični početni progib	$L/300$	[mm]	5.00	2.50	1.67	1.25
	Rezultantni vertikalni početni progib	$w_{inst}$	[mm]	3.14	0.13	0.03	0.01
	Iskorištenost presjeka prema provjeri ograničenja početnih progiba	$\frac{w_{inst}}{L/300}$	[%]	62.70%	5.32%	1.74%	0.72%
KONAČNI PROGIB	Dozvoljeni granični konačni netto progib	$L/250$	[mm]	6.00	3.00	2.00	1.50
	Rezultantni konačni netto progib	$w_{nett,fin}$	[mm]	3.68	0.15	0.03	0.01
	Iskorištenost presjeka prema provjeri ograničenja konačnih neto progiba	$\frac{w_{nett,fin}}{L/250}$	[%]	61.40%	4.90%	1.60%	0.67%
Volumen daščane podloge za određeni raspon mosta $V_{HP}$ [m <sup>3</sup> ]		Raspon mosta L [m]	10	1.20	1.20	1.20	1.20
			12	1.44	1.44	1.44	1.44
			14	1.68	1.68	1.68	1.68
			16	1.92	1.92	1.92	1.92
			18	2.16	2.16	2.16	2.16
			20	2.40	2.40	2.40	2.40

\*Nije provedena provjera na vozilo iz sigurnosnih razloga, jer vozilo ne može proći (neka interventna vozila su i veće širine) odnosno konstrukciji prijetoj velika vjerojatnost oštećenja.

## 2.) DAŠČANA KOLNIČKA KONSTRUKCIJA – MOST KORISNE ŠIRINE 2.0 m

Tablica 9: Prikaz rezultata dimenzioniranja daščane podloge – opterećenje pješacima – most korisne širine 2.0m

Opis		Parametar /Oznaka	Mjerna jedinica	Opterećenje pješacima			
ELEMEN T - SUSTAV	Duljina elementa / Korisna širina mosta	$s$	[m]	2			
	Broj polja	$n$	[n]	1	2	3	4
	Duljina polja/raster oslonaca	$sn$	[m]	2.00	1.00	0.67	0.50
PRESJEK	Širina daske	$b_{daske}$	[cm]	25			
	Zaštitni sloj daske	$h_{zaštitni}$	[cm]	3			
	Nosivi sloj daske	$h_{nosivi}$	[cm]	6.00	5.00	5.00	5.00
	Ukupna visina daske	$h_{tot}$	[cm]	9.00	8.00	8.00	8.00
POČETNI PROGIB	Dozvoljeni granični početni progib	$L/300$	[mm]	6.67	3.33	2.22	1.67
	Rezultantni vertikalni početni progib	$w_{inst}$	[mm]	5.81	0.42	0.09	0.03
	Iskorištenost presjeka prema provjeri ograničenja početnih progiba	$\frac{w_{inst}}{L/300}$	[%]	87.15%	12.54%	4.10%	1.68%
KONAČNI PROGIB	Dozvoljeni granični konačni netto progib	$L/250$	[mm]	8.00	4.00	2.67	2.00
	Rezultantni konačni netto progib	$w_{nett,fin}$	[mm]	6.94	0.46	0.10	0.03
	Iskorištenost presjeka prema provjeri ograničenja konačnih neto progiba	$\frac{w_{nett,fin}}{L/300}$	[%]	86.74%	11.55%	3.83%	1.60%
Volumen daščane podloge za određeni raspon mosta $V_{HP}$ [m <sup>3</sup> ]		Raspon mosta L [m]	10	1.80	1.60	1.60	1.60
			12	2.16	1.92	1.92	1.92
			14	2.52	2.24	2.24	2.24
			16	2.88	2.56	2.56	2.56
			18	3.24	2.88	2.88	2.88
			20	3.60	3.20	3.20	3.20

Tablica 10: Prikaz rezultata dimenzioniranja daščane podloge – opterećenje vozilom – most korisne širine 2.0m

Opis		Parametar /Oznaka	Mjerna jedinica	Opterećenje vozilom			
ELEMEN T - SUSTAV	Duljina elementa / Korisna širina mosta	$s$	[m]	2			
	Broj polja	$n$	[n]	1	2	3	4
	Duljina polja/raster oslonaca	$sn$	[m]	2.00	1.00	0.67	0.50
PRESJEK	Širina daske	$b_{daske}$	[cm]	25			
	Zaštitni sloj daske	$h_{zaštitni}$	[cm]	3			
	Nosivi sloj daske	$h_{nosivi}$	[cm]	17.00	9.00	8.00	6.00
	Ukupna visina daske	$h_{tot}$	[cm]	20.00	12.00	11.00	9.00
POČETNI PROGIB	Dozvoljeni granični početni progib	$L/300$	[mm]	6.67	3.33	2.22	1.67
	Rezultantni vertikalni početni progib	$w_{inst}$	[mm]	6.00	2.98	1.65	1.51
	Iskorištenost presjeka prema provjeri ograničenja početnih progiba	$\frac{w_{inst}}{L/300}$	[%]	90.00%	89.31%	74.12%	90.84%
KONAČNI PROGIB	Dozvoljeni granični konačni netto progib	$L/250$	[mm]	8.00	4.00	2.67	2.00
	Rezultantni konačni netto progib	$w_{nett,fin}$	[mm]	6.12	2.99	1.65	1.52
	Iskorištenost presjeka prema provjeri ograničenja konačnih neto progiba	$\frac{w_{nett,fin}}{L/300}$	[%]	76.48%	74.73%	61.88%	75.85%
Volumen daščane podloge za određeni raspon mosta $V_{HP}$ [m <sup>3</sup> ]		Raspon mosta L [m]	10	4.00	2.40	2.20	1.80
			12	4.80	2.88	2.64	2.16
			14	5.60	3.36	3.08	2.52
			16	6.40	3.84	3.52	2.88
			18	7.20	4.32	3.96	3.24
			20	8.00	4.80	4.40	3.60

### 3.) DAŠČANA KOLNIČKA KONSTRUKCIJA – MOST ŠIRINE 2.5 m

Tablica 11: Prikaz rezultata dimenzioniranja daščane podloge – opterećenje pješacima – most korisne širine 2.5m

Opis		Parametar /Oznaka	Mjerna jedinica	Opterećenje pješacima			
ELEMEN T - SUSTAV	Duljina elementa / Korisna širina mosta	$s$	[m]	2.5			
	Broj polja	$n$	[n]	1	2	3	4
	Duljina polja/raster oslonaca	$sn$	[m]	2.50	1.25	0.83	0.63
PRESEK	Širina daske	$b_{daske}$	[cm]	25			
	Zaštitni sloj daske	$h_{zaštitni}$	[cm]	3			
	Nosivi sloj daske	$h_{nosivi}$	[cm]	8.00	5.00	5.00	5.00
	Ukupna visina daske	$h_{tot}$	[cm]	11.00	8.00	8.00	8.00
POČETNI PROGIB	Dozvoljeni granični početni progib	$L/300$	[mm]	8.33	4.17	2.78	2.08
	Rezultantni vertikalni početni progib	$w_{inst}$	[mm]	6.11	1.02	0.22	0.10
	Iskorištenost presjeka prema provjeri ograničenja početnih progiba	$\frac{w_{inst}}{L/300}$	[%]	73.36%	24.48%	7.96%	4.61%
KONAČNI PROGIB	Dozvoljeni granični konačni netto progib	$L/250$	[mm]	10.00	5.00	3.33	2.50
	Rezultantni konačni netto progib	$w_{nett,fin}$	[mm]	7.56	1.13	0.25	0.08
	Iskorištenost presjeka prema provjeri ograničenja konačnih neto progiba	$\frac{w_{nett,fin}}{L/300}$	[%]	75.61%	22.52%	7.44%	3.08%
Volumen daščane podloge za određeni raspon mosta $V_{HP}$ [m <sup>3</sup> ]		Raspon mosta L [m]	10	2.75	2.00	2.00	2.00
			12	3.30	2.40	2.40	2.40
			14	3.85	2.80	2.80	2.80
			16	4.40	3.20	3.20	3.20
			18	4.95	3.60	3.60	3.60
			20	5.50	4.00	4.00	4.00

Tablica 12: Prikaz rezultata dimenzioniranja daščane podloge – opterećenje vozilom – most korisne širine 2.5m

Opis		Parametar /Oznaka	Mjerna jedinica	Opterećenje vozilom				
ELEMEN T - SUSTAV	Duljina elementa / Korisna širina mosta	$s$	[m]	2.5				
	Broj polja	$n$	[n]	1	2	3	4	5
	Duljina polja/raster oslonaca	$sn$	[m]	2.50	1.25	0.83	0.63	0.50
PRESEK	Širina daske	$b_{daske}$	[cm]	25				
	Zaštitni sloj daske	$h_{zaštitni}$	[cm]	3				
	Nosivi sloj daske	$h_{nosivi}$	[cm]	22.00	10.00	9.00	7.00	6.00
	Ukupna visina daske	$h_{tot}$	[cm]	25.00	13.00	12.00	10.00	9.00
POČETNI PROGIB	Dozvoljeni granični početni progib	$L/300$	[mm]	8.33	4.17	2.78	2.08	1.67
	Rezultantni vertikalni početni progib	$w_{inst}$	[mm]	7.60	3.34	2.09	1.98	1.52
	Iskorištenost presjeka prema provjeri ograničenja početnih progiba	$\frac{w_{inst}}{L/300}$	[%]	91.22%	80.09%	75.20%	94.99%	90.90%
KONAČNI PROGIB	Dozvoljeni granični konačni netto progib	$L/250$	[mm]	10.00	5.00	3.33	2.50	2.00
	Rezultantni konačni netto progib	$w_{nett,fin}$	[mm]	7.77	3.36	2.10	1.98	1.52
	Iskorištenost presjeka prema provjeri ograničenja konačnih neto progiba	$\frac{w_{nett,fin}}{L/300}$	[%]	77.65%	67.22%	62.88%	79.32%	75.85%
Volumen daščane podloge za određeni raspon mosta $V_{HP}$ [m <sup>3</sup> ]		Raspon mosta L [m]	10	6.25	3.25	3.00	2.50	2.25
			12	7.50	3.90	3.60	3.00	2.70
			14	8.75	4.55	4.20	3.50	3.15
			16	10.00	5.20	4.80	4.00	3.60
			18	11.25	5.85	5.40	4.50	4.05
			20	12.50	6.50	6.00	5.00	4.50



#### 4.) DAŠČANA KOLNIČKA KONSTRUKCIJA – MOST ŠIRINE 3.0 m

Tablica 13: Prikaz rezultata dimenzioniranja daščane podloge – opterećenje pješacima – most korisne širine 3.0m

Opis		Parametar /Oznaka	Mjerna jedinica	Opterećenje pješacima			
ELEMEN T - SUSTAV	Duljina elementa / Korisna širina mosta	<i>s</i>	[m]	3			
	Broj polja	<i>n</i>	[n]	1	2	3	4
	Duljina polja/raster oslonaca	<i>sn</i>	[m]	3.00	1.50	1.00	0.75
PRESJEK	Širina daske	<i>b<sub>daske</sub></i>	[cm]	25			
	Zaštitni sloj daske	<i>h<sub>zaštitni</sub></i>	[cm]	3			
	Nosivi sloj daske	<i>h<sub>nosivi</sub></i>	[cm]	9.00	5.00	5.00	5.00
	Ukupna visina daske	<i>h<sub>tot</sub></i>	[cm]	12.00	8.00	8.00	8.00
POČETNI PROGIB	Dozvoljeni granični početni progib	<i>L/300</i>	[mm]	10.00	5.00	3.33	2.50
	Rezultantni vertikalni početni progib	<i>w<sub>inst</sub></i>	[mm]	9.00	2.11	0.46	0.14
	Iskorištenost presjeka prema provjeri ograničenja početnih progiba	$\frac{w_{inst}}{L/300}$	[%]	90.03%	42.24%	13.71%	5.68%
KONAČNI PROGIB	Dozvoljeni granični konačni netto progib	<i>L/250</i>	[mm]	12.00	6.00	4.00	3.00
	Rezultantni konačni netto progib	<i>w<sub>nett,fin</sub></i>	[mm]	11.31	2.33	0.51	0.16
	Iskorištenost presjeka prema provjeri ograničenja konačnih neto progiba	$\frac{w_{nett,fin}}{L/300}$	[%]	94.28%	38.85%	12.85%	5.30%
Volumen daščane podloge za određeni raspon mosta <i>V<sub>HP</sub></i> [m <sup>3</sup> ]		Raspon mosta <i>L</i> [m]	10	3.60	2.40	2.40	2.40
			12	4.32	2.88	2.88	2.88
			14	5.04	3.36	3.36	3.36
			16	5.76	3.84	3.84	3.84
			18	6.48	4.32	4.32	4.32
			20	7.20	4.80	4.80	4.80

Tablica 14: Prikaz rezultata dimenzioniranja daščane podloge – opterećenje vozilom – most korisne širine 3.0m

Opis		Parametar /Oznaka	Mjerna jedinica	Opterećenje vozilom				
ELEMEN T - SUSTAV	Duljina elementa / Korisna širina mosta	<i>s</i>	[m]	3				
	Broj polja	<i>n</i>	[n]	2	3	4	5	6
	Duljina polja/raster oslonaca	<i>sn</i>	[m]	1.50	1.00	0.75	0.60	0.50
PRESJEK	Širina daske	<i>b<sub>daske</sub></i>	[cm]	25				
	Zaštitni sloj daske	<i>h<sub>zaštitni</sub></i>	[cm]	3				
	Nosivi sloj daske	<i>h<sub>nosivi</sub></i>	[cm]	11.00	9.00	8.00	7.00	6.00
	Ukupna visina daske	<i>h<sub>tot</sub></i>	[cm]	14.00	12.00	11.00	10.00	9.00
POČETNI PROGIB	Dozvoljeni granični početni progib	<i>L/300</i>	[mm]	5.00	3.33	2.50	2.00	1.67
	Rezultantni vertikalni početni progib	<i>w<sub>inst</sub></i>	[mm]	4.19	3.12	2.30	1.73	1.52
	Iskorištenost presjeka prema provjeri ograničenja početnih progiba	$\frac{w_{inst}}{L/300}$	[%]	83.72%	93.66%	92.00%	86.65%	90.90%
KONAČNI PROGIB	Dozvoljeni granični konačni netto progib	<i>L/250</i>	[mm]	6.00	4.00	3.00	2.40	2.00
	Rezultantni konačni netto progib	<i>w<sub>nett,fin</sub></i>	[mm]	4.23	3.14	2.31	1.74	1.52
	Iskorištenost presjeka prema provjeri ograničenja konačnih neto progiba	$\frac{w_{nett,fin}}{L/300}$	[%]	70.43%	78.43%	76.87%	72.33%	75.85%
Volumen daščane podloge za određeni raspon mosta <i>V<sub>HP</sub></i> [m <sup>3</sup> ]		Raspon mosta <i>L</i> [m]	10	4.20	3.60	3.30	3.00	2.70
			12	5.04	4.32	3.96	3.60	3.24
			14	5.88	5.04	4.62	4.20	3.78
			16	6.72	5.76	5.28	4.80	4.32
			18	7.56	6.48	5.94	5.40	4.86
			20	8.40	7.20	6.60	6.00	5.40

### 5.) DAŠČANA KOLNIČKA KONSTRUKCIJA – MOST ŠIRINE 3.5 m

Tablica 15: Prikaz rezultata dimenzioniranja daščane podloge – opterećenje pješacima – most korisne širine 3.5m

Opis		Parametar /Oznaka	Mjerna jedinica	Opterećenje pješacima			
ELEMEN T - SUSTAV	Duljina elementa / Korisna širina mosta	<i>s</i>	[m]	3.5			
	Broj polja	<i>n</i>	[n]	1	2	3	4
	Duljina polja/raster oslonaca	<i>sn</i>	[m]	3.50	1.75	1.17	0.88
PRESJEK	Širina daske	<i>b<sub>daske</sub></i>	[cm]	25			
	Zaštitni sloj daske	<i>h<sub>zaštitni</sub></i>	[cm]	3			
	Nosivi sloj daske	<i>h<sub>nosivi</sub></i>	[cm]	11.00	5.00	5.00	5.00
	Ukupna visina daske	<i>h<sub>tot</sub></i>	[cm]	14.00	8.00	8.00	8.00
POČETNI PROGIB	Dozvoljeni granični početni progib	<i>L/300</i>	[mm]	11.67	5.83	3.89	2.92
	Rezultantni vertikalni početni progib	<i>w<sub>inst</sub></i>	[mm]	9.34	3.91	0.85	0.26
	Iskorištenost presjeka prema provjeri ograničenja početnih progiba	$\frac{w_{inst}}{L/300}$	[%]	80.05%	67.03%	21.78%	8.98%
KONAČNI PROGIB	Dozvoljeni granični konačni netto progib	<i>L/250</i>	[mm]	14.00	7.00	4.67	3.50
	Rezultantni konačni netto progib	<i>w<sub>nett,fin</sub></i>	[mm]	12.09	4.32	0.95	0.29
	Iskorištenost presjeka prema provjeri ograničenja konačnih neto progiba	$\frac{w_{nett,fin}}{L/300}$	[%]	86.36%	61.66%	20.38%	8.37%
Volumen daščane podloge za određeni raspon mosta <i>V<sub>HP</sub></i> [m <sup>3</sup> ]		Raspon mosta <i>L</i> [m]	10	4.90	2.80	2.80	2.80
			12	5.88	3.36	3.36	3.36
			14	6.86	3.92	3.92	3.92
			16	7.84	4.48	4.48	4.48
			18	8.82	5.04	5.04	5.04
			20	9.80	5.60	5.60	5.60

Tablica 16: Prikaz rezultata dimenzioniranja daščane podloge – opterećenje vozilom – most korisne širine 3.5m

Opis		Parametar /Oznaka	Mjerna jedinica	Opterećenje vozilom				
ELEMEN T - SUSTAV	Duljina elementa / Korisna širina mosta	<i>s</i>	[m]	3.5				
	Broj polja	<i>n</i>	[n]	2	3	4	5	6
	Duljina polja/raster oslonaca	<i>sn</i>	[m]	1.75	1.17	0.88	0.70	0.58
PRESJEK	Širina daske	<i>b<sub>daske</sub></i>	[cm]	25				
	Zaštitni sloj daske	<i>h<sub>zaštitni</sub></i>	[cm]	3				
	Nosivi sloj daske	<i>h<sub>nosivi</sub></i>	[cm]	12.00	10.00	9.00	8.00	7.00
	Ukupna visina daske	<i>h<sub>tot</sub></i>	[cm]	15.00	13.00	12.00	11.00	10.00
POČETNI PROGIB	Dozvoljeni granični početni progib	<i>L/300</i>	[mm]	5.83	3.89	2.92	2.33	1.94
	Rezultantni vertikalni početni progib	<i>w<sub>inst</sub></i>	[mm]	5.53	3.29	2.51	1.89	1.58
	Iskorištenost presjeka prema provjeri ograničenja početnih progiba	$\frac{w_{inst}}{L/300}$	[%]	94.77%	84.52%	86.06%	80.87%	81.26%
KONAČNI PROGIB	Dozvoljeni granični konačni netto progib	<i>L/250</i>	[mm]	7.00	4.67	3.50	2.80	2.33
	Rezultantni konačni netto progib	<i>w<sub>nett,fin</sub></i>	[mm]	5.59	3.31	2.52	1.89	1.58
	Iskorištenost presjeka prema provjeri ograničenja konačnih neto progiba	$\frac{w_{nett,fin}}{L/300}$	[%]	79.83%	70.91%	71.94%	67.57%	67.84%
Volumen daščane podloge za određeni raspon mosta <i>V<sub>HP</sub></i> [m <sup>3</sup> ]		Raspon mosta <i>L</i> [m]	10	5.25	4.55	4.20	3.85	3.50
			12	6.30	5.46	5.04	4.62	4.20
			14	7.35	6.37	5.88	5.39	4.90
			16	8.40	7.28	6.72	6.16	5.60
			18	9.45	8.19	7.56	6.93	6.30
			20	10.50	9.10	8.40	7.70	7.00

**5.) DAŠČANA KOLNIČKA KONSTRUKCIJA – MOST ŠIRINE 4.0 m**

Tablica 17: Prikaz rezultata dimenzioniranja daščane podloge – opterećenje pješacima – most korisne širine 4.0m

Opis		Parametar /Oznaka	Mjerna jedinica	Opterećenje pješacima			
ELEMEN T - SUSTAV	Duljina elementa / Korisna širina mosta	<i>s</i>	[m]	4			
	Broj polja	<i>n</i>	[n]	1	2	3	4
	Duljina polja/raster oslonaca	<i>sn</i>	[m]	4.00	2.00	1.33	1.00
PRESJEK	Širina daske	<i>b<sub>daske</sub></i>	[cm]	25			
	Zaštitni sloj daske	<i>h<sub>zaštitni</sub></i>	[cm]	3			
	Nosivi sloj daske	<i>h<sub>nosivi</sub></i>	[cm]	12.00	5.00	5.00	5.00
	Ukupna visina daske	<i>h<sub>tot</sub></i>	[cm]	15.00	8.00	8.00	8.00
POČETNI PROGIB	Dozvoljeni granični početni progib	<i>L/300</i>	[mm]	13.33	6.67	4.44	3.33
	Rezultantni vertikalni početni progib	<i>w<sub>inst</sub></i>	[mm]	12.41	6.66	1.45	0.45
	Iskorištenost presjeka prema provjeri ograničenja početnih progiba	<i>w<sub>inst</sub>/L/300</i>	[%]	93.04%	99.90%	32.63%	13.41%
KONAČNI PROGIB	Dozvoljeni granični konačni netto progib	<i>L/250</i>	[mm]	16.00	8.00	5.33	4.00
	Rezultantni konačni netto progib	<i>w<sub>nett,fin</sub></i>	[mm]	15.90	7.30	1.62	0.50
	Iskorištenost presjeka prema provjeri ograničenja konačnih neto progiba	<i>w<sub>nett,fin</sub>/L/300</i>	[%]	99.38%	91.25%	30.38%	12.50%
Volumen daščane podloge za određeni raspon mosta <i>V<sub>HP</sub></i> [m <sup>3</sup> ]		Raspon mosta <i>L</i> [m]	10	6.00	3.20	3.20	3.20
			12	7.20	3.84	3.84	3.84
			14	8.40	4.48	4.48	4.48
			16	9.60	5.12	5.12	5.12
			18	10.80	5.76	5.76	5.76
			20	12.00	6.40	6.40	6.40

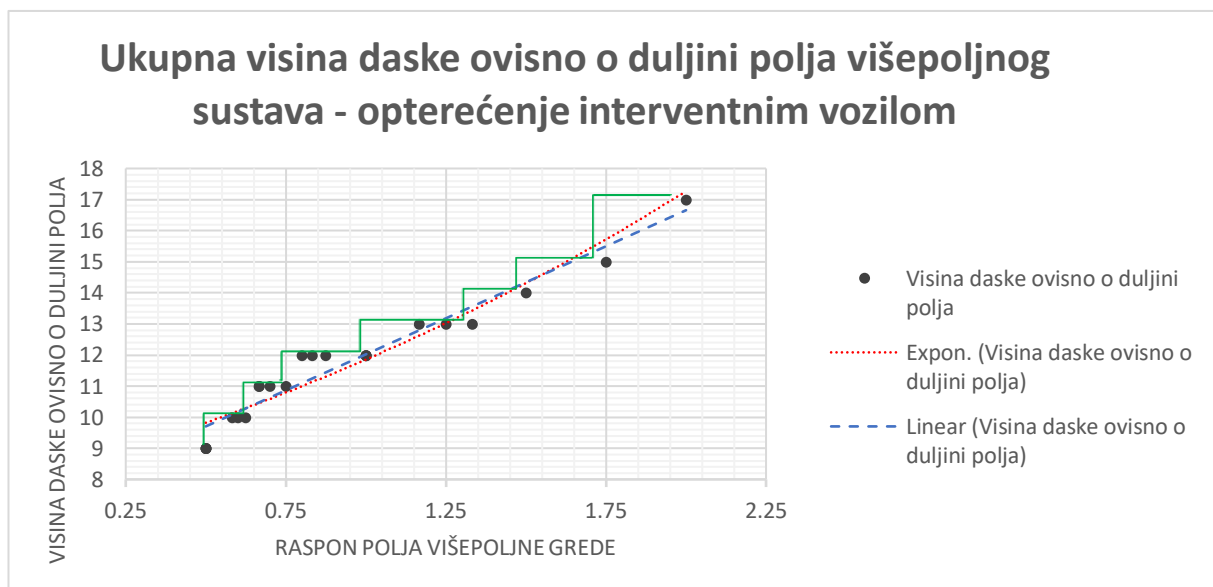
Tablica 18: Prikaz rezultata dimenzioniranja daščane podloge – opterećenje vozilom – most korisne širine 4.0m

Opis		Parametar /Oznaka	Mjerna jedinica	Opterećenje vozilom				
ELEMEN T - SUSTAV	Duljina elementa / Korisna širina mosta	<i>s</i>	[m]	4				
	Broj polja	<i>n</i>	[n]	2	3	4	5	6
	Duljina polja/raster oslonaca	<i>sn</i>	[m]	2.00	1.33	1.00	0.80	0.67
PRESJEK	Širina daske	<i>b<sub>daske</sub></i>	[cm]	25				
	Zaštitni sloj daske	<i>h<sub>zaštitni</sub></i>	[cm]	3				
	Nosivi sloj daske	<i>h<sub>nosivi</sub></i>	[cm]	14.00	10.00	9.00	9.00	8.00
	Ukupna visina daske	<i>h<sub>tot</sub></i>	[cm]	17.00	13.00	12.00	12.00	11.00
POČETNI PROGIB	Dozvoljeni granični početni progib	<i>L/300</i>	[mm]	6.67	4.44	3.33	2.67	2.22
	Rezultantni vertikalni početni progib	<i>w<sub>inst</sub></i>	[mm]	5.80	4.18	3.13	1.93	1.55
	Iskorištenost presjeka prema provjeri ograničenja početnih progiba	<i>w<sub>inst</sub>/L/300</i>	[%]	87.00%	93.96%	93.90%	72.19%	69.66%
KONAČNI PROGIB	Dozvoljeni granični konačni netto progib	<i>L/250</i>	[mm]	8.00	5.33	4.00	3.20	2.67
	Rezultantni konačni netto progib	<i>w<sub>nett,fin</sub></i>	[mm]	5.92	4.21	3.14	1.93	1.55
	Iskorištenost presjeka prema provjeri ograničenja konačnih neto progiba	<i>w<sub>nett,fin</sub>/L/300</i>	[%]	74.00%	79.01%	78.60%	60.34%	58.16%
Volumen daščane podloge za određeni raspon mosta <i>V<sub>HP</sub></i> [m <sup>3</sup> ]		Raspon mosta <i>L</i> [m]	10	6.80	5.20	4.80	4.80	4.40
			12	8.16	6.24	5.76	5.76	5.28
			14	9.52	7.28	6.72	6.72	6.16
			16	10.88	8.32	7.68	7.68	7.04
			18	12.24	9.36	8.64	8.64	7.92
			20	13.60	10.40	9.60	9.60	8.80

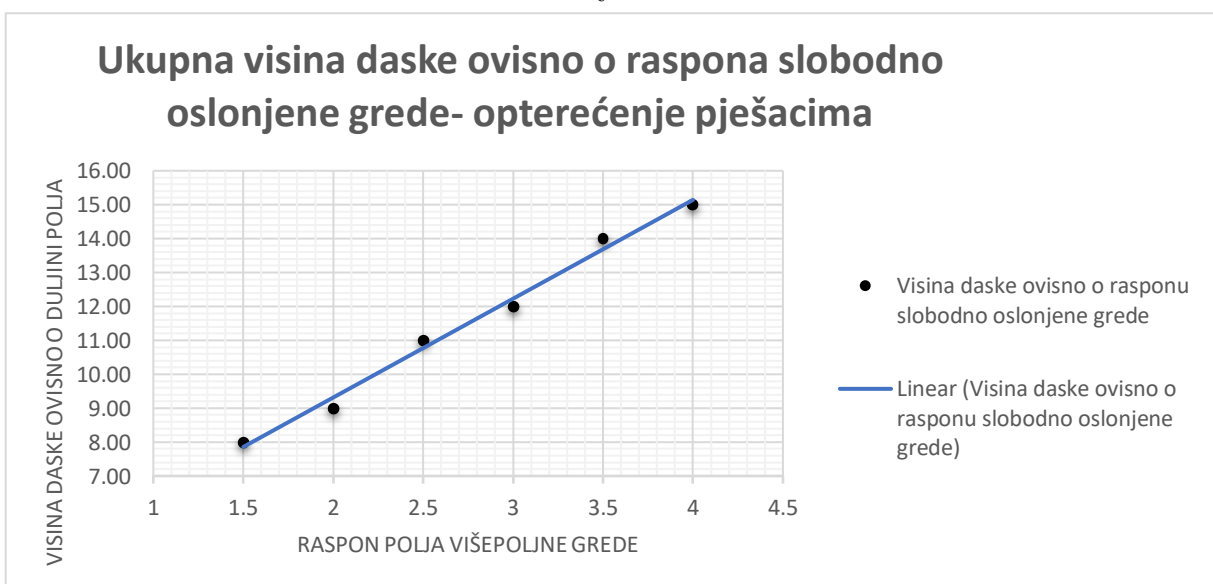
Prema prethodnim tablicama, ovisno o korisnoj širini mosta (od 1.5 do 4 m) napravljeni su statički modeli slobodno oslonjenih greda, te greda preko više polja. Prema proračunu visine daske na opterećenje vozilom, napravljen je informativno statistički model slobodno oslonjene grede, gdje rezultati prikazuju prevelike presjeka za takav oblik sustava (za most korisne širine od 1.5m do 2.5m). Kod opterećenja pješacima za više-poljni sustav (broj polja  $\geq 2$ ), ukupna visina daske je 8cm za max. raspon polja od 2m, dok za slobodni oslonjeni sustav visina daske se mijenja.

Slijedeće grafovi prikazuju visine daske ovisno duljini rasponu polja za određeno opterećenje (pješaci ili vozilo). Jedini graf koji nije napravljen je za opterećenje vozilom na slobodno oslonjenu gredu!

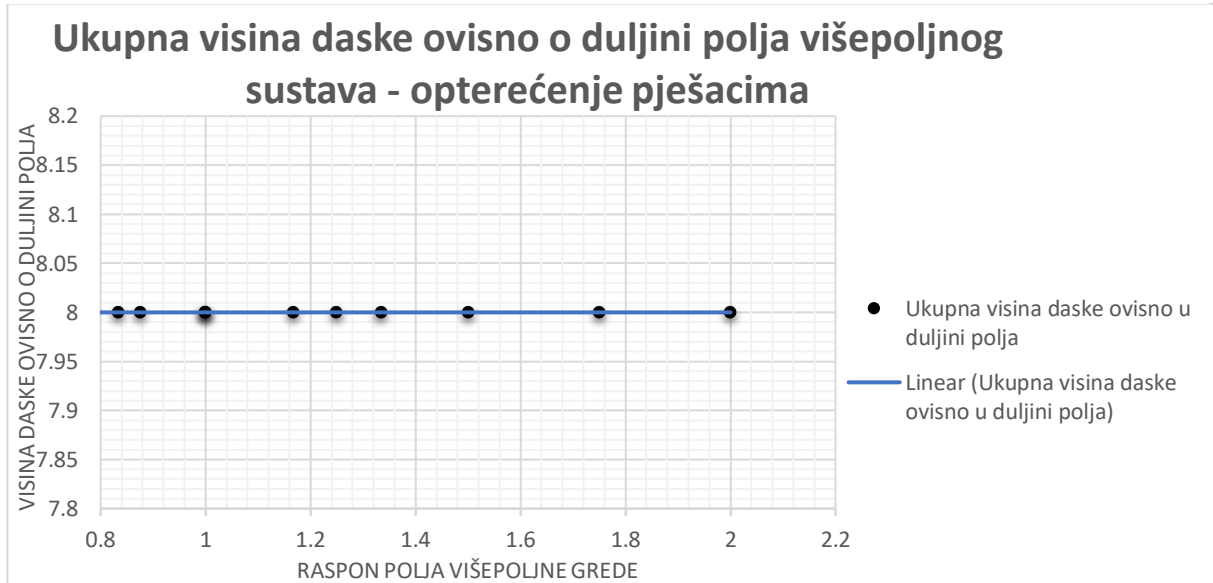
Graf 1: Ovisnost visine o duljini polja višepoljnog sustava – opterećenje interventnim vozilom



Graf 2: Ovisnost visine o duljini rasponu slobodno oslonjene grede – opterećenje interventnim vozilom



Graf 3: Ovisnost visine o duljini polja višepoljnog sustava – opterećenje pješacima



Prema podacima iz prvog grafa mogu se približno prikazati visina daske za određene duljine raspona za kontinuirane sustave kada je riječ o opterećenju vozilom!

Tablica 19: Prikaz visine daske ovisno duljini raspona kontinuiranog sustava – mogući prolaz interventnog vozila

KONTINUIRANE GREDE		
Raspon polja	Visina daske	
$L$ [m]	$h_{tot}$ [cm]	$b$ [cm]
[do 0.5m]	9	25
[0.5m - 0.63m]	10	25
[0.64m - 0.75m]	11	25
[0.76m - 1.00m]	12	25
[1.01m - 1.33m]	13	25
[1.34m - 1.50m]	14	25
[1.51m - 1.75m]	15	25
[1.76m - 2.00m]	17	25

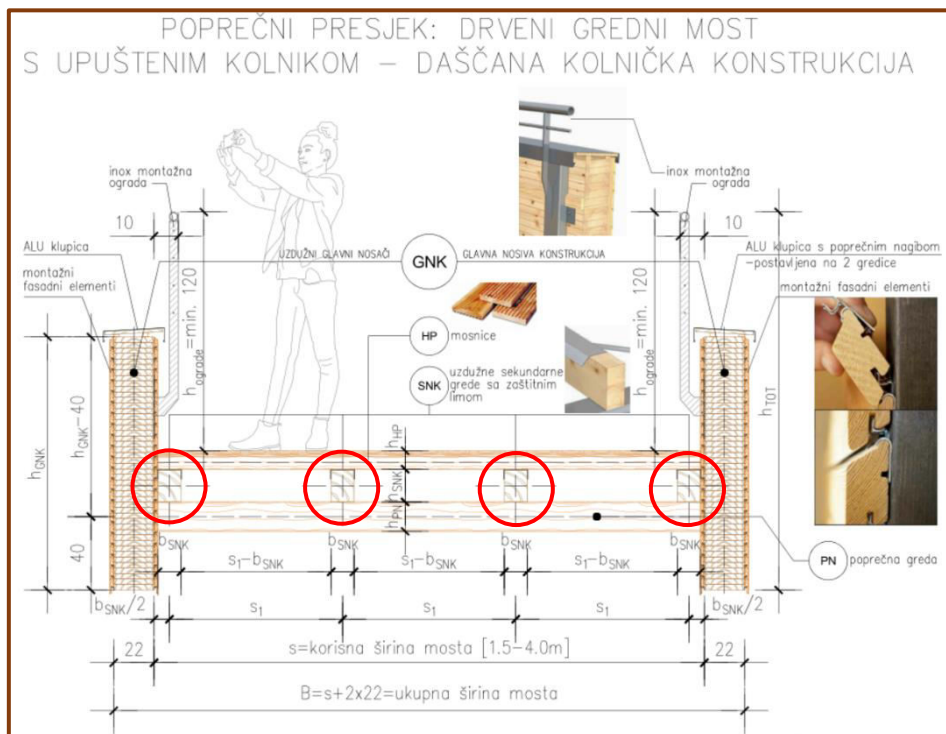
Sustav slobodnih oslonjenih greda, za opterećenje interventnim vozilom visina daske je prevelika, te daje veliki volumen i težinu mosta.

Za kontinuirane sustave maksimalnog raspona polja od 2m, kad je riječ isključivo o pješačkom opterećenju, prema dobivenim podacima zaključak je da je ukupna visina daske 8cm (treći graf). Naime, nosiva visina daske može biti manja od 5cm kod određenih broja i duljini polja iz teoretskog stajališta, ali zbog konstruktivnih i inženjerskih (DIN) preporuka najmanje nosive visine je 5cm!

### 3.2. Sekundarna nosiva konstrukcija



Slika 35: Karakteristični poprečni presjek drvenog grednog mosta s upuštenom daščanom kolničkom konstrukcijom - SNK

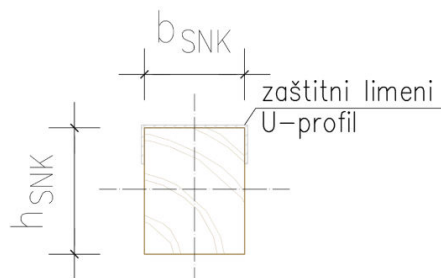


Slika 36: Karakteristični poprečni presjek drvenog grednog mosta s gornjom daščanom kolničkom konstrukcijom - SNK

Sekundarna nosiva konstrukcija (SNK) je element koji je dio pomosta statički služi kao oslonac daščanoj podlozi. Element se proteže u istom smjeru kao GNK (glavni LLD nosač), te zajedno s daščanom podlogom čini dio krutosti pomosta. Ovisno o broju SNK, tj. broju oslonca daščane podloge, dimenzionira se presjek samog elementa na:

- uporabna vertikalna opterećenja pješaka
- uporabne vertikalne koncentrirane sile vozila (koncentrirana sila prve i druge osovine)
- stalno opterećenje - vlastita težina samog elementa

Uzdužna sekundarna greda se oslanja na poprečne nosače grednog mosta. Spoj između sekundarnog i poprečnog elementa je samo nalijeganje. Konstruktivno se svake strane unutarnje SNK postavlja kutnik, gdje se poprečna i sekundarna greda spajaju u horizontalnom prijenosu sila (npr. sile kočenja..). Drveni gredni most s tipom daščane konstrukcije je u prednosti nad ostalim tipovima drvenih mostova, što su elementi mostova „štapni“, te su neki dijelovi zamjenjivi. SNK može ući u skupinu zamjenjivog elementa pri sanaciji ili rekonstrukciji. Da bi se postigla trajnost i sačuvao element od vanjskih utjecaja, konstruktivno se postavlja na gornju plohu elementa U-limeni profil, gdje je unutarnja širina tog U-profila jedna širini presjeka sekundarne grede.



Slika 37: Karakteristični presjek sekundarne uzdužne grede

Kako je navedeno uzdužna greda ima djelomičnu limenu pokrovnu zaštitu, te spada u razred uporabe 2:

Tablica 20: Dio tablice razreda uporabe[7]

Razred uporabe 2	Vlažnost drva pri higroskopskoj ravnoteži ne smije prelaziti 20 % ( $\leq 20$ %) za sljedeće uvjete mikroklima u kojoj se nalazi drvena konstrukcija: 20 °C i 85 % relativne vlažnosti zraka koja smije biti premašena samo dva (2) tjedna u godini. Sve natkrivene drvene konstrukcije mogu se razvrstati u razred uporabe 2.
------------------	---

Za razred uporabe 2 vrijednost faktora izmjene deformiranja  $k_{def}$  za meko cjelovito drvo iznosi 0.80.

Tablica 21: Dio tablice  $k_{def}$ -razred 2; cjelovito drvo[7]

Material	Standard	Service class		
		1	2	3
Solid timber	EN 14081-1	0,60	0,80	2,00
Glued Laminated timber	EN 14080	0,60	0,80	2,00


Dimenzije poprečnog presjeka i dužine uzdužne grede ovisi o raspoloživosti istih na tržištu. Svaka tvornica i/ili prodavaonica drvene građe i drvenih proizvoda se razlikuju po kvaliteti, obradivosti, dostupnosti elemenata, duljini elemenata, cijeni itd... Zaokruženi asortiman drvnih proizvoda, znanje djelatnika, te sva potrebna tehnološka rješenja daju mogućnost brzog i fleksibilnog odgovora na raznovrsne potrebe klijenata i kupaca. „Drvo trgovina“ nudi primjerice drva KVH od drva jele i smreke.[9]

Prvi korak u proizvodnom procesu je sušenje rezane građe do 15% vlage. Zatim se sušena rezana građa vizualno sortira te se izbacuju nepravilnosti poput velikih čvorova i neravnih rubova.[9]

Na krajevima komada rade se zupčasti spojevi te se međusobno spajaju i pod pritiskom lijepe. Nakon što se ljepilo osuši komadi se blančaju i dodatno obrađuju. Na ovaj način moguće je učinkovito proizvesti standardiziranu rezanu građu različitih dimenzija. KVH grede blančane su i obrađene sa svih strana. Drvo trgovina nudi dostupne dimenzije poprečnog presjeka (bxh): 10/10, 10/12, 10/14, 10/16, 10/20, 12/12, 12/14, 12/16, 12/18, 14/14, 14/16, 14/20, 6/10, 6/16, 6/20, 8/12, 8/16, a ostale dimenzije se rade po narudžbi! [9] Ono što je bitna informacija i granični input je maksimalna dužina: 13m!

Njemačka prodavaonica „Rettenmeier“ također nudi vrlo širok asortiman proizvoda, pa tako i KVH:



	Species of wood	Quality	Dimension (mm)	Standard length (m)	System length (m)	Packaging			
						Width	Layers	Pcs/pallet	
<b>Construction timber KVH®-1plus® n-vis, planed and chamfered on four sides, spruce/fir</b>									
	■	N-vis	50x100	13.0	On request	11	10	110	
			50x120	13.0	On request	9	10	90	
			50x140	13.0	On request	8	10	80	
			50x160	13.0	On request	7	10	70	
			50x180	13.0	On request	6	10	60	
			50x200	13.0	On request	5	10	50	
			50x220	13.0	On request	5	10	50	
				50x240	13.0	On request	4	10	40
	■	N-vis	60x100	5.0/13.0	9.0	11	8	88	
			60x120	5.0/13.0	9.0	9	8	72	
			60x140	5.0/13.0	9.0	8	8	64	
			60x160	5.0/13.0	9.0	7	8	56	
			60x180	5.0/13.0	9.0	6	8	48	
			60x200	5.0/13.0	9.0	5	8	40	
			60x220	5.0/13.0	9.0	5	8	40	
			60x240	5.0/13.0	9.0	4	8	32	
			60x260	5.0/13.0	9.0	4	8	32	
			60x280	5.0/13.0	9.0	4	8	32	
	■	N-vis	80x100	5.0/13.0	9.0	11	6	66	
			80x120	5.0/13.0	9.0	9	6	54	
			80x140	5.0/13.0	9.0	8	6	48	
			80x160	5.0/13.0	9.0	7	6	42	
			80x180	5.0/13.0	9.0	6	6	36	
			80x200	5.0/13.0	9.0	5	6	30	
			80x220	5.0/13.0	9.0	5	6	30	
			80x240	5.0/13.0	9.0	4	6	24	
			80x260	5.0/13.0	9.0	4	6	24	
	80x280	5.0/13.0	9.0	4	6	24			
■	N-vis	100x100	5.0/13.0	9.0	11	4	44		
		100x120	5.0/13.0	9.0	9	4	36		
		100x140	5.0/13.0	9.0	8	4	32		
		100x160	5.0/13.0	9.0	7	4	28		
		100x180	5.0/13.0	9.0	6	4	24		
		100x200	5.0/13.0	9.0	5	4	20		
		100x220	5.0/13.0	9.0	5	4	20		
		100x240	5.0/13.0	9.0	4	4	16		
		100x260	5.0/13.0	9.0	4	4	16		
100x280	5.0/13.0	9.0	4	4	16				

Slika 38: Katalog dimenzija cjelovitog drva KVH – „Rettenmeier“ [10]

Iz pristupnih kataloga maksimalne dužine KVH grede 13m sa različitim dimenzijama presjeka (širine i visine presjeka se kreću sa korakom od 2 cm). Također, za KVH je i priložen razred čvrstoće: C24 („Drvo trgovina“ i „Rettenmeier“).

### 3.2.1. Dimenzioniranje sekundarne nosive konstrukcije

Kako je prethodno objašnjeno, sekundarna uzdužna greda je statički kontinuirani sustav preko više polja. Broj polja ovisi o broju oslonca i dužini same grede:



Slika 39: Uzdužni presjek sekundarnog nosača oslonjenog na poprečne grede

Duljina mosta, koja se kreće od 10 do 20 m sa korakom od 2m i definirana je parametrom

$$„L“.$$
 (21)

Ovisno o duljini mosta, slažu se grede duljine definirane parametrom:

$$"L_i", (L_{i,max} = 13m),$$
 (22)

te vrijedi jednakost da je zbroj greda jednaka duljini mosta (ili je jedna greda jednaka duljini mosta):

$$\sum_i^n L_i = L$$
 (23)

Duljina svakog polja kontinuirane grede je ista i definirana je parametrom:

$$„p_i“.$$
 (24)

Zbog jednostavnijeg prikaza rezultata, te zbog duljine mosta koji se kreće korakom od 2m, parametar  $p_i$  će biti fiksna vrijednost u iznosu:

$$p_i = 2.00m,$$
 (25)

te vrijedi jednakost:

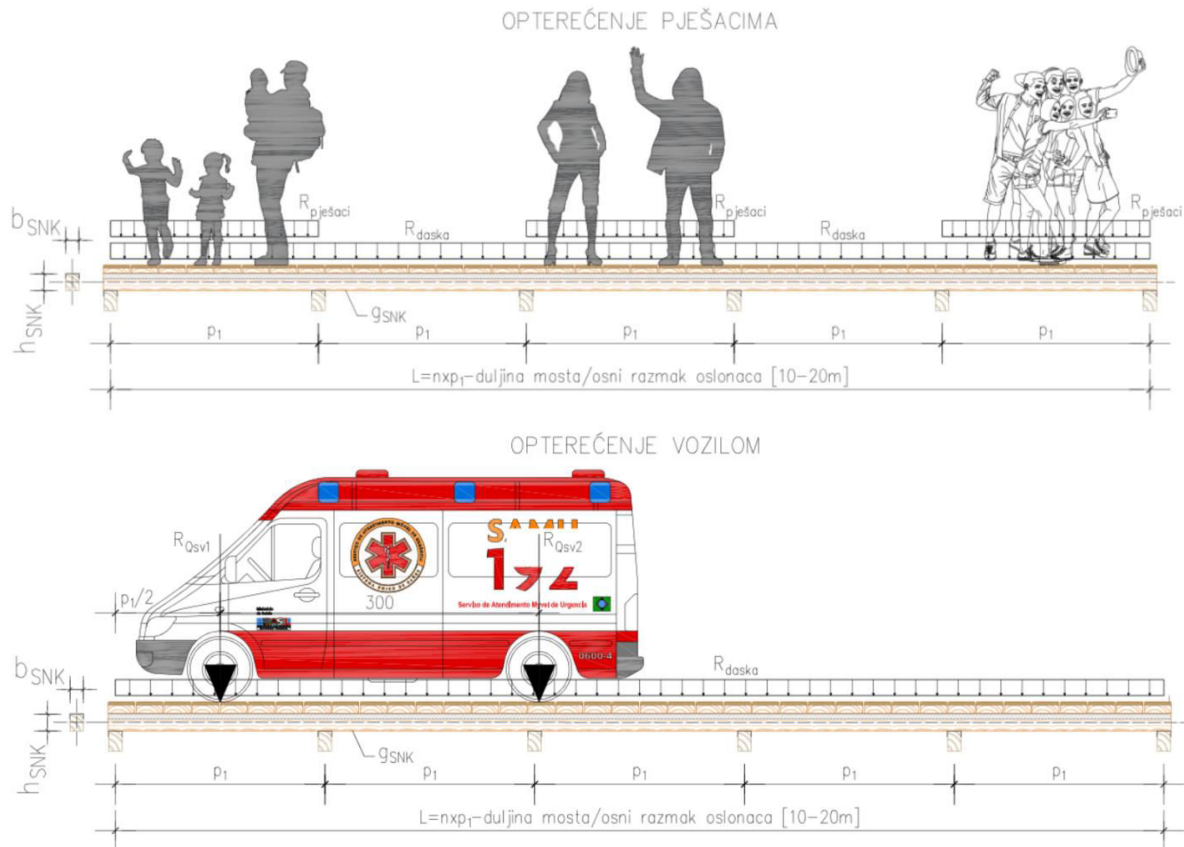
$$n \cdot p_i = L,$$
 (26)

$$n_i \cdot p_i = L_i,$$
 (27)

Tablica 22: Prikaz broja polja kontinuirane grede ovisno o duljini mosta

Opis	Parametar /Oznaka	Mjerna jedinica	KONTINUIRANA GREDA					
Duljina mosta	$L$	[m]	10	12	14	16	18	20
Duljina polja/raster poprečnog nosača	$p_i$	[m]	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0
Broj polja/raster oslonaca	$n$	[1]	5	6	7	8	9	10

S obzirom na usporednu razliku rezultata opterećenje pješacima i vozilom, zasebno će se prenijeti sile na sekundarni nosač. Drugim riječima, kod opterećenje pješacima kod kontinuiranog sistema za više ili jednako 3 polja najveća reakcija je u 2. nosaču, dok je za opterećenjem vozilom provedeno od početka do kraja daske (računajući zadnjih zaštitnih 10 cm), te se najveća reakcija nalazi na određenom ležaju! Kod sistema preko samo 2 polja, najveća reakcija se nalazi na srednjem ležaju. Za jedan i za drugi tip opterećenja, na istom ležaju se prenosi i vlastita težina daščane podloge.



Slika 40: Slikoviti prikaz opterećenja pješacima i vozilom na SNK

Tablica 23: Proračun karakterističnog opterećenja na sekundarni nosač – most korisne širine 1.5m

Opis		Parametar /Oznaka	Mjerna jedinica	IZNOS VERTIKLANOG OPTEREĆENJA NA SEKUNDARNI ELEMENT/GLAVNI NOSAČ			
ELEMENT -SUSTAV	Duljina elementa / Korisna širina mosta	$s$	[m]	<b>1.5</b>			
	Broj polja	$n$	[n]	1	2	3	4
	Duljina polja/raster oslonaca	$sn$	[m]	1.5	0.75	0.5	0.375
OPTEREĆENJA	Opterećenje pješacima	$q_{pješaci}$	[kN/m <sup>2</sup> ]	5.00			
	Opterećenje daščane konstrukcije	$q_{daska}$	[kN/m <sup>2</sup> ]	0.42	0.42	0.42	0.42
Maksimalna vertikalna reakcija od pješaka		$R_{pješaci}$	[kN/m']	3.75	4.69	3.00	2.29
Vertikalna reakcija od daščane podloge		$R_{daska}$	[kN/m']	0.32	0.40	0.23	0.18
Pozicija ležaja/ opterećenja na sekundarni element				1	2	2	2

Tablica 24: Proračun karakterističnog opterećenja na sekundarni nosač – most korisne širine 2.0m

Opis		Parametar /Oznaka	Mjerna jedinica	IZNOS VERTIKLANOG OPTEREĆENJA NA SEKUNDARNI ELEMENT/GLAVNI NOSAČ			
ELEMENT -SUSTAV	Duljina elementa / Korisna širina mosta	$s$	[m]	<b>2</b>			
	Broj polja	$n$	[n]	1	2	3	4
	Duljina polja/raster oslonaca	$sn$	[m]	2.00	1.00	0.67	0.50
OPTEREĆENJA	Opterećenje pješacima	$q_{pješaci}$	[kN/m <sup>2</sup> ]	5.00			
	Opterećenje daščane konstrukcije (PJEŠACI)	$q_{daska,pješaci}$	[kN/m <sup>2</sup> ]	0.48	0.42	0.42	0.42
	Opterećenje daščane konstrukcije (VOZILO)	$q_{daska,vozilo}$	[kN/m <sup>2</sup> ]	1.06	0.64	0.58	0.48
Maksimalna vertikalna reakcija od pješaka		$R_{pješaci}$	[kN/m']	5.00	6.25	4.00	3.06
Vertikalna reakcija od daščane podloge (PJEŠACI)		$R_{daska,pješaci}$	[kN/m']	0.48	0.53	0.31	0.24
Pozicija ležaja/ opterećenja na sekundarni element				1	2	2	2
Vertikalna reakcija od daščane podloge (VOZILO)		$R_{daska,vozilo}$	[kN/m']	1.06	0.80	0.43	0.27
Maksimalna vertikalna reakcija od prve osovine		$R_{Qsv1}$	[kN]	50.00	39.60	38.00	41.00
Maksimalna vertikalna reakcija od druge osovine		$R_{Qsv2}$	[kN]	25.00	19.80	19.00	20.50
Pozicija ležaja/ opterećenja na sekundarni element				1	2	2	2

Tablica 25: Proračun karakterističnog opterećenja na sekundarni nosač – most korisne širine 2.5m

Opis		Parametar /Oznaka	Mjerna jedinica	IZNOS VERTIKLANOG OPTEREĆENJA NA SEKUNDARNI ELEMENT/GLAVNI NOSAČ				
ELEMEN T - SUSTAV	Duljina elementa / Korisna širina mosta	s	[m]	2.5				
	Broj polja	n	[n]	1	2	3	4	5
	Duljina polja/raster oslonaca	sn	[m]	2.50	1.25	0.83	0.63	0.50
OPTEREĆ ENJA	Opterećenje pješacima	q <sub>pješaci</sub>	[kN/m <sup>2</sup> ]	5.00				
	Opterećenje dašćane konstrukcije (PJEŠACI)	q <sub>daske,pjesaci</sub>	[kN/m <sup>2</sup> ]	0.58	0.42	0.42	0.42	
	Opterećenje dašćane konstrukcije (VOZILO)	q <sub>daske,vozilo</sub>	[kN/m <sup>2</sup> ]	1.33	0.69	0.64	0.53	0.48
	Maksimalna vertikalna reakcija od pješaka	R <sub>pješaci</sub>	[kN/m]	6.25	7.81	5.00	3.82	
Vertikalna reakcija od dašćane podloge (PJEŠACI)	R <sub>daske,pjesaci</sub>	[kN/m]	0.73	0.66	0.39	0.30		
Pozicija ležajaja/ opterećenja na sekundarni element				1	2	2	2	
Vertikalna reakcija od dašćane podloge (VOZILO)	R <sub>daske,vozilo</sub>	[kN/m]	1.66	1.08	0.58	0.38	0.27	
Maksimalna vertikalna reakcija od prve osovine	R <sub>osv1</sub>	[kN]	56.00	52.70	35.00	40.50	41.00	
Maksimalna vertikalna reakcija od druge osovine	R <sub>osv2</sub>	[kN]	28.00	26.35	17.50	20.25	20.50	
Pozicija ležajaja/ opterećenja na sekundarni element				1	2	2	2	3 (2)

Tablica 26: Proračun karakterističnog opterećenja na sekundarni nosač – most korisne širine 3.0m

Opis		Parametar /Oznaka	Mjerna jedinica	IZNOS VERTIKLANOG OPTEREĆENJA NA SEKUNDARNI ELEMENT/GLAVNI NOSAČ					
ELEMEN T - SUSTAV	Duljina elementa / Korisna širina mosta	s	[m]	3					
	Broj polja	n	[n]	1	2	3	4	5	6
	Duljina polja/raster oslonaca	sn	[m]	3.00	1.50	1.00	0.75	0.60	0.50
OPTEREĆ ENJA	Opterećenje pješacima	q <sub>pješaci</sub>	[kN/m <sup>2</sup> ]	5.00					
	Opterećenje dašćane konstrukcije (PJEŠACI)	q <sub>daske,pjesaci</sub>	[kN/m <sup>2</sup> ]	0.64	0.42	0.42	0.42		
	Opterećenje dašćane konstrukcije (VOZILO)	q <sub>daske,vozilo</sub>	[kN/m <sup>2</sup> ]		0.74	0.64	0.58	0.53	0.48
	Maksimalna vertikalna reakcija od pješaka	R <sub>pješaci</sub>	[kN/m]	7.50	9.38	6.00	4.59		
Vertikalna reakcija od dašćane podloge (PJEŠACI)	R <sub>daske,pjesaci</sub>	[kN/m]	0.95	0.80	0.47	0.36			
Pozicija ležajaja/ opterećenja na sekundarni element				1	2	2	2		
Vertikalna reakcija od dašćane podloge (VOZILO)	R <sub>daske,vozilo</sub>	[kN/m]		1.39	0.70	0.50	0.36	0.27	
Maksimalna vertikalna reakcija od prve osovine	R <sub>osv1</sub>	[kN]		60.41	36.43	37.60	40.83	41.00	
Maksimalna vertikalna reakcija od druge osovine	R <sub>osv2</sub>	[kN]		30.21	18.22	18.80	20.42	20.50	
Pozicija ležajaja/ opterećenja na sekundarni element					2	2	2 (3)	2 i 3	4 (3) (2)

Tablica 27: Proračun karakterističnog opterećenja na sekundarni nosač – most korisne širine 3.5m

Opis		Parametar /Oznaka	Mjerna jedinica	IZNOS VERTIKLANOG OPTEREĆENJA NA SEKUNDARNI ELEMENT/GLAVNI NOSAČ					
ELEMEN T - SUSTAV	Duljina elementa / Korisna širina mosta	s	[m]	3.5					
	Broj polja	n	[n]	1	2	3	4	5	6
	Duljina polja/raster oslonaca	sn	[m]	3.50	1.75	1.17	0.88	0.70	0.58
OPTEREĆ ENJA	Opterećenje pješacima	q <sub>pješaci</sub>	[kN/m <sup>2</sup> ]	5.00					
	Opterećenje dašćane konstrukcije (PJEŠACI)	q <sub>daske,pjesaci</sub>	[kN/m <sup>2</sup> ]	0.74	0.42	0.42	0.42		
	Opterećenje dašćane konstrukcije (VOZILO)	q <sub>daske,vozilo</sub>	[kN/m <sup>2</sup> ]		0.80	0.69	0.64	0.58	0.53
	Maksimalna vertikalna reakcija od pješaka	R <sub>pješaci</sub>	[kN/m]	8.75	10.94	7.00	5.35		
Vertikalna reakcija od dašćane podloge (PJEŠACI)	R <sub>daske,pjesaci</sub>	[kN/m]	1.30	0.93	0.54	0.42			
Pozicija ležajaja/ opterećenja na sekundarni element				1	2	2	2		
Vertikalna reakcija od dašćane podloge (VOZILO)	R <sub>daske,vozilo</sub>	[kN/m]		1.74	0.88	0.64	0.46	0.35	
Maksimalna vertikalna reakcija od prve osovine	R <sub>osv1</sub>	[kN]		65.27	45.80	35.52	39.00	41.00	
Maksimalna vertikalna reakcija od druge osovine	R <sub>osv2</sub>	[kN]		32.64	22.90	17.76	19.50	20.50	
Pozicija ležajaja/ opterećenja na sekundarni element					2	2	2 (3)	3 (2)	4 (2) (3)

Tablica 28: Proračun karakterističnog opterećenja na sekundarni nosač – most korisne širine 4.0m

Opis		Parametar /Oznaka	Mjerna jedinica	IZNOS VERTIKLANOG OPTEREĆENJA NA SEKUNDARNI ELEMENT/GLAVNI NOSAČ					
ELEMEN T - SUSTAV	Duljina elementa / Korisna širina mosta	s	[m]	4					
	Broj polja	n	[n]	1	2	3	4	5	6
	Duljina polja/raster oslonaca	sn	[m]	4.00	2.00	1.33	1.00	0.80	0.67
OPTEREĆ ENJA	Opterećenje pješacima	q <sub>pješaci</sub>	[kN/m <sup>2</sup> ]	5.00					
	Opterećenje dašćane konstrukcije (PJEŠACI)	q <sub>daske,pjesaci</sub>	[kN/m <sup>2</sup> ]	0.80	0.42	0.42	0.42		
	Opterećenje dašćane konstrukcije (VOZILO)	q <sub>daske,vozilo</sub>	[kN/m <sup>2</sup> ]		0.90	0.69	0.64	0.64	0.58
	Maksimalna vertikalna reakcija od pješaka	R <sub>pješaci</sub>	[kN/m]	10.00	12.50	8.00	6.12		
Vertikalna reakcija od dašćane podloge (PJEŠACI)	R <sub>daske,pjesaci</sub>	[kN/m]	1.59	1.06	0.62	0.47			
Pozicija ležajaja/ opterećenja na sekundarni element				1	2	2	2		
Vertikalna reakcija od dašćane podloge (VOZILO)	R <sub>daske,vozilo</sub>	[kN/m]		2.25	1.01	0.73	0.58	0.44	
Maksimalna vertikalna reakcija od prve osovine	R <sub>osv1</sub>	[kN]		68.51	52.81	36.26	36.62	39.80	
Maksimalna vertikalna reakcija od druge osovine	R <sub>osv2</sub>	[kN]		34.26	26.41	18.13	18.31	19.90	
Pozicija ležajaja/ opterećenja na sekundarni element					2	2	2	2 (3)	4 (3) (2)

**PRORAČUNSKE KOMBINACIJE ZA SNK:**

**G<sub>inst</sub>, početni progib – stalno + vozilo:**

$$\sum_{j \geq 1} G_{k,j} + Q_{k,1} = g_{daska} + Q_{sv,i}/2 \quad (28)$$

**G<sub>inst</sub>, početni progib – stalno + pješaci:**

$$\sum_{j \geq 1} G_{k,j} + Q_{k,1} = g_{daska} + q_{pješaci} \quad (29)$$

**G<sub>fin</sub>, konačni progib – stalno + vozilo:**

$$\begin{aligned} \sum_{j \geq 1} G_{k,j} \cdot (1 + k_{def}) + Q_{k,1} \cdot (1 + \Psi_{2,1} \cdot k_{def}) &= g_{daska} \cdot (1 + 0.8) + \frac{Q_{sv,i}}{2} \cdot (1 + 0 \cdot 0.8) \\ &= 1.8 \cdot g_{daska} + \frac{Q_{sv,i}}{2} \end{aligned} \quad (30)$$

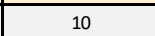
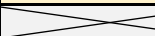
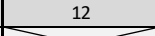

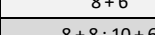
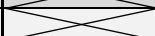
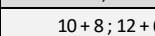


**G<sub>fin</sub>, konačni progib – stalno + pješaci:**

$$\begin{aligned} \sum_{j \geq 1} G_{k,j} \cdot (1 + k_{def}) + Q_{k,1} \cdot (1 + \Psi_{2,1} \cdot k_{def}) &= g_{daska} \cdot (1 + 0.8) + q_{pješaci} \cdot (1 + 0 \cdot 0.8) \\ &= 1.8 \cdot g_{daska} + q_{pješaci} \end{aligned} \quad (31)$$

Prije dimenzioniranja grede valjalo bi definirati dužine greda ovisno o rasponu mosta  $L$ . Od slobodno oslonjene greda do kontinuiranih sustava, najbolje je izbjegavati dvo-poljne sisteme i slobodno oslonjene grede, tako da najmanja duljina grede iznosi (koja je za kontinuiran sustav preko 3 polja):

$$L_{i,min} = (5)6m \quad (32)$$

Tablica 29: Prikaz mogućih duljina uzdužnih greda za pokrivanje raspona mosta

RASPON MOSTA	DULJINA UZDUŽNE SEKUNDARNE GREDE $L_i$			Odabrana duljina grede za dimenzioniranje $L_{i,max} \geq L_i \geq L_{i,min}$
	$L_1$	$L_1 + L_2$	$L_1 + L_2 + L_3$	
10	10			10 m
12	12	6 + 6		6 i 12 m
14		8 + 6		6 m
16		8 + 8; 10 + 6		6 m
18		10 + 8; 12 + 6	6 + 6 + 6	6 m
20		10 + 10; 12 + 8	6 + 6 + 8	6 i 10 m

Iz prethodne tablice mjerodavne duljine SNK greda za parametarsku analizu su 6, 10 i 12m. Kod mosta duljine 18m i 16m, može se uzet duljina od 8m, ali su neznatne razlike kod proračuna u usporedbi sa 6m, tako da vrijedi  $L_i = 8m \approx 6m, L_i = 12m \approx 10m$ .

Razlika između 6m i 10m (odnosno 3polja i 5 polja) SNK grede provesti će se kod mosta širine 1.5m.

### 1.) SEKUNDARNA NOSIVA KONSTRUKCIJA – MOST ŠIRINE 1.5 m

Tablica 30: Prikaz rezultata volumena i dimenzija poprečnog presjeka SNK za most korisne širine 1.5m – raspon mosta 10m, 12m i 20m

Opis		Parametar /Oznaka	Mjerna jedinica	Opterećenje pješacima								
ELEMENT SUSTAV	Korisna širina mosta	$s$	[m]	1.5								
	Duljina grede	$L_i$	[m]	12								
	Duljina polja/raster oslonaca	$p_1$	[m]	10								
	Raster SNK	$sn$	[m]	2								
PRESJEK	Širina SNK	$n$	[1]	1.5	0.75	0.5	0.375					
	Broj SNK	$b$	[cm]	2	3	4	5					
POČETNI PROGIB	Širina grede (SNK)	$b_{SNK}$	[cm]	6	5	5	5	5	5	6	6	
	Visina grede (SNK)	$h_{SNK}$	[cm]	12	14	14	14	12	12	10	10	
KONAČNI PROGIB	Dozvoljeni granični početni progib	$L/300$	[mm]	6.67								
	Rezultantni vertikalni početni progib	$w_{vert}$	[mm]	6.50	4.92	6.15	6.15	6.21	6.21	6.64	6.64	
	Iskorištenost presjeka prema provjeri ograničenja početnih progiba	$\frac{w_{vert}}{L/300}$	[%]	97.50%	73.80%	92.19%	92.19%	93.14%	93.14%	99.53%	99.53%	
	Dozvoljeni granični konačni netto progib	$L/250$	[mm]	8.00								
KONAČNI PROGIB	Rezultantni konačni netto progib	$w_{vert,net}$	[mm]	6.81	5.15	6.43	6.43	6.47	6.47	6.99	6.99	
	Iskorištenost presjeka prema provjeri ograničenja konačnih neto progiba	$\frac{w_{vert,net}}{L/250}$	[%]	85.06%	64.38%	80.36%	80.36%	80.93%	80.93%	87.41%	87.41%	
Volumen SNK za određeni raspon mosta $V_{SNK}$ [m <sup>3</sup> ]		10	$V_{SNK}$	[m <sup>3</sup> ]	0.144	0.140	0.210	0.210	0.240	0.240	0.300	0.300
Volumen SNK za određeni raspon mosta $V_{SNK}$ [m <sup>3</sup> ]		12	$V_{SNK}$	[m <sup>3</sup> ]	0.173	0.168	0.252	0.252	0.288	0.288	0.360	0.360
Volumen SNK za određeni raspon mosta $V_{SNK}$ [m <sup>3</sup> ]		20	$V_{SNK}$	[m <sup>3</sup> ]	0.288	0.280	0.420	0.420	0.480	0.480	0.600	0.600

U prethodnoj tablici za most širine 1.5m zadane su duljine grede  $L_i$  (10m i 12m), prema kojim je moguće složiti most raspona 10, 12 i 20m (referiranje na tablicu „Prikaz mogućih duljina uzdužnih greda za pokrivanje raspona mosta“). Za svaki određeni broj SNK (gledajući u poprečnom presjeku kao oslonce daskama) dobivena su 2 zadovoljavajuća poprečna presjeka: 1.tip je dobiven na temelju maksimalne iskoristivosti, a 2. tip proračunatog presjeka je dobiven na temelju najmanje površine poprečnog presjeka. Ako je u tablici šrafura svijetlo plave boje, to znači da su presjeci (tip 1 i 2) isti na temelju maksimalne iskoristivosti i najmanjeg poprečnog presjeka. Za svaki dobiveni tip poprečnog presjeka i za svaki broj SNK dani su volumeni za navedene raspone!

	rezultati su jednaki za 1. i 2.tip poprečnog presjeka
	rezultati za 1.tip poprečnog presjeka - maksimalna iskoristivost
	rezultati za 2.tip poprečnog presjeka - najmanja površina poprečnog presjeka

Slika 40: Legenda za očitavanje rezultata SNK

Navedeno objašnjenje vrijedi za sljedeće tablice kod dobivanja rezultata poprečnog presjeka SNK.

Tablica 31: Prikaz rezultata volumena i dimenzija poprečnog presjeka SNK za most korisne širine 1.5m – raspon mosta 12m, 14m, 16m, 18m i 20m

Opis		Parametar /Oznaka	Mjerna jedinica	Opterećenje pješacima							
ELEMENT SUSTAV	Korisna širina mosta	s	[m]	1.5							
	Duljina grede	$L_i$	[m]	6							
	Duljina polja/raster oslonaca	$p_i$	[m]	2							
	Raster SNK	sn	[m]	1.5	0.75	0.5	0.375				
	Broj SNK	n	[1]	2	3	4	5				
PRESJEK	Širina grede (SNK)	$b_{snk}$	[cm]	6	5	5	5	5	5	6	6
	Visina grede (SNK)	$h_{snk}$	[cm]	12	14	14	14	12	12	10	10
POČETNI PROGIB	Dozvoljeni granični početni progib	$L/300$	[mm]	6.67							
	Rezultantni vertikalni početni progib	$w_{net}$	[mm]	6.61	5.00	6.25	6.25	6.31	6.31	6.33	6.33
	Iskorištenost presjeka prema provjeri ograničenja početnih progiba	$\frac{w_{net}}{L/300}$	[%]	99.18%	75.00%	93.71%	93.71%	94.71%	94.71%	94.95%	94.95%
KONAČNI PROGIB	Dozvoljeni granični konačni netto progib	$L/250$	[mm]	8.00							
	Rezultantni konačni netto progib	$w_{net,fin}$	[mm]	6.93	5.24	6.54	6.54	6.59	6.59	6.62	6.62
	Iskorištenost presjeka prema provjeri ograničenja konačnih netto progiba	$\frac{w_{net,fin}}{L/250}$	[%]	86.63%	65.51%	81.79%	81.79%	82.40%	82.40%	82.80%	82.80%
Volumen SNK za određeni raspon mosta $V_{SNK}$ [m <sup>3</sup> ]	12	$V_{SNK}$	[m <sup>3</sup> ]	0.173	0.168	0.252	0.252	0.288	0.288	0.360	0.360
	14	$V_{SNK}$	[m <sup>3</sup> ]	0.202	0.196	0.294	0.294	0.336	0.336	0.420	0.420
	16	$V_{SNK}$	[m <sup>3</sup> ]	0.230	0.224	0.336	0.336	0.384	0.384	0.480	0.480
	18	$V_{SNK}$	[m <sup>3</sup> ]	0.259	0.252	0.378	0.378	0.432	0.432	0.540	0.540
	20	$V_{SNK}$	[m <sup>3</sup> ]	0.288	0.280	0.420	0.420	0.480	0.480	0.600	0.600

Prema prethodnim dvjema tablicama napravljena je konačna tablica za korisnu širinu mosta 1.5m. Za svaki raspon mosta dani su konačni najmanji rezultati volumena SNK. Za svaki određeni broj SNK za širinu mosta dana je mjerodavna duljina grede  $L_i$  sa dimenzijama poprečnog presjeka.

Tablica 32: Najmanji volumen SNK za korisnu širinu mosta 1.5m – opterećenje pješacima

Najmanji volumen SNK za određeni raspon mosta sa pripadajućim poprečnim presjekom i dužinom $L_i$														
Duljina/Raspon mosta	[m]	$L$	10				12				14			
Broj SNK	[1]		2	3	4	5	2	3	4	5	2	3	4	5
Mjerodavna duljina grede	[m]	$L_i$	10				6+6 i 12				8+6			
Volumen SNK za određeni raspon mosta $V_{SNK}$	[m <sup>3</sup> ]	$V_{SNK}$	0.140	0.210	0.240	0.300	0.168	0.252	0.288	0.360	0.196	0.294	0.336	0.42
Širina presjak SNK	[cm]	$b_{snk}$	5	5	5	6	5	5	5	5	5	5	5	6
Visina presjeka SNK	[cm]	$h_{snk}$	14	14	12	10	14	14	12	12	14	14	12	10
Najmanji volumen SNK za određeni raspon mosta sa pripadajućim poprečnim presjekom i dužinom $L_i$														
Duljina/Raspon mosta	[m]	$L$	16				18				20			
Broj SNK	[1]		2	3	4	5	2	3	4	5	2	3	4	5
Mjerodavna duljina grede	[m]	$L_i$	8+8 i 10+6				12+6, 6+6+6, 10+8				10+10; 2x6+8; 12+8			
Volumen SNK za određeni raspon mosta $V_{SNK}$	[m <sup>3</sup> ]	$V_{SNK}$	0.224	0.336	0.384	0.480	0.252	0.378	0.432	0.540	0.280	0.420	0.480	0.60
Širina presjak SNK	[cm]	$b_{snk}$	5	5	5	6	5	5	5	6	5	5	5	6
Visina presjeka SNK	[cm]	$h_{snk}$	14	14	12	10	14	14	12	10	14	14	12	10

Prema prethodnim rezultatima za most širine 1.5m, zaključak je sljedeći: greda duljine 6m i 10m daju gotovo iste rezultate, te ih je nepotrebno za daljnje proračune provjeravati posebno! Razlika je u tome što se iskoristivost presjeka razlikuje za 2%, što je zanemarivo. U sljedećim proračunima, provjeravat će se jedan tip kontinuirane grede duljine 10m, te će u istoj tablici biti izračunati ukupni volumeni ovisno o duljini (raspona) mosta.

## 2.) SEKUNDARNA NOSIVA KONSTRUKCIJA – MOST ŠIRINE 2.0 m

Tablica 33: Prikaz rezultata volumena i dimenzija poprečnog presjeka SNK za most korisne širine 1.5m – raspon mosta 10m - 20m – opterećenje pješacima

Opis		Parametar /Oznaka	Mjerna jedinica	Opterećenje pješacima							
ELEMENT - SUSTAV	Korisna širina mosta	$s$	[m]	2							
	Duljina grede	$L_j$	[m]	12							
	Duljina polja/raster oslonaca	$p_j$	[m]	2							
	Raster SNK	$sn$	[m]	2.00	1.00	0.67	0.50				
	Broj SNK	$n$	[1]	2	3	4	5				
PRESJEK	Širina grede (SNK)	$b_{snk}$	[cm]	5	5	10	5	5	5	5	5
	Visina grede (SNK)	$h_{snk}$	[cm]	14	14	12	16	14	14	12	12
POČETNI PROGIB	Dozvoljeni granični početni progib	$L/300$	[mm]	6.67							
	Rezultantni vertikalni početni progib	$w_{net}$	[mm]	6.60	6.60	6.50	5.49	5.22	5.22	6.34	6.34
	Iskorištenost presjeka prema provjeri ograničenja početnih progiba	$\frac{w_{net}}{L/300}$	[%]	98.93%	99.00%	97.49%	82.38%	78.30%	78.30%	95.09%	95.09%
KONAČNI PROGIB	Dozvoljeni granični konačni netto progib	$L/250$	[mm]	8.00							
	Rezultantni konačni netto progib	$w_{net,fin}$	[mm]	6.93	6.93	6.80	5.74	5.44	5.44	6.62	6.62
	Iskorištenost presjeka prema provjeri ograničenja konačnih neto progiba	$\frac{w_{net,fin}}{L/250}$	[%]	86.64%	86.63%	85.01%	71.78%	68.00%	68.00%	82.69%	82.69%
Volumen SNK za određeni raspon mosta $V_{SNK}$ [m <sup>3</sup> ]	10	V	[m <sup>3</sup> ]	0.140	0.140	0.360	0.240	0.280	0.280	0.300	0.300
Volumen SNK za određeni raspon mosta $V_{SNK}$ [m <sup>3</sup> ]	12	V	[m <sup>3</sup> ]	0.168	0.168	0.432	0.288	0.336	0.336	0.360	0.360
Volumen SNK za određeni raspon mosta $V_{SNK}$ [m <sup>3</sup> ]	14	V	[m <sup>3</sup> ]	0.196	0.196	0.504	0.336	0.392	0.392	0.420	0.420
Volumen SNK za određeni raspon mosta $V_{SNK}$ [m <sup>3</sup> ]	16	V	[m <sup>3</sup> ]	0.224	0.224	0.576	0.384	0.448	0.448	0.480	0.480
Volumen SNK za određeni raspon mosta $V_{SNK}$ [m <sup>3</sup> ]	18	V	[m <sup>3</sup> ]	0.252	0.252	0.648	0.432	0.504	0.504	0.540	0.540
Volumen SNK za određeni raspon mosta $V_{SNK}$ [m <sup>3</sup> ]	20	V	[m <sup>3</sup> ]	0.280	0.280	0.720	0.480	0.560	0.560	0.600	0.600

Tablica 34: Prikaz rezultata volumena i dimenzija poprečnog presjeka SNK za most korisne širine 2.0 m – raspon mosta 10m - 20m – opterećenje vozilom

Opis		Parametar /Oznaka	Mjerna jedinica	Opterećenje vozilom							
ELEMENT - SUSTAV	Korisna širina mosta	$s$	[m]	2							
	Duljina grede	$L_j$	[m]	12							
	Duljina polja/raster oslonaca	$p_j$	[m]	2							
	Raster SNK	$sn$	[m]	2.00	1.00	0.67	0.50				
	Broj SNK	$n$	[1]	2	3	4	5				
PRESJEK	Širina grede (SNK)	$b_{snk}$	[cm]	10	8	10	6	10	6	6	6
	Visina grede (SNK)	$h_{snk}$	[cm]	22	24	20	24	20	24	24	24
POČETNI PROGIB	Dozvoljeni granični početni progib	$L/300$	[mm]	6.67							
	Rezultantni vertikalni početni progib	$w_{net}$	[mm]	6.28	6.08	6.58	6.41	6.27	6.11	6.56	6.56
	Iskorištenost presjeka prema provjeri ograničenja početnih progiba	$\frac{w_{net}}{L/300}$	[%]	94.20%	91.16%	98.76%	96.18%	94.05%	91.59%	98.40%	98.40%
KONAČNI PROGIB	Dozvoljeni granični konačni netto progib	$L/250$	[mm]	8.00							
	Rezultantni konačni netto progib	$w_{net,fin}$	[mm]	6.38	6.17	6.69	6.51	6.33	6.16	6.60	6.60
	Iskorištenost presjeka prema provjeri ograničenja konačnih neto progiba	$\frac{w_{net,fin}}{L/250}$	[%]	79.75%	77.16%	83.56%	81.35%	79.11%	77.00%	82.46%	82.46%
Volumen SNK za određeni raspon mosta $V_{SNK}$ [m <sup>3</sup> ]	10	V	[m <sup>3</sup> ]	0.440	0.384	0.600	0.432	0.800	0.576	0.720	0.720
Volumen SNK za određeni raspon mosta $V_{SNK}$ [m <sup>3</sup> ]	12	V	[m <sup>3</sup> ]	0.528	0.461	0.720	0.518	0.960	0.691	0.864	0.864
Volumen SNK za određeni raspon mosta $V_{SNK}$ [m <sup>3</sup> ]	14	V	[m <sup>3</sup> ]	0.616	0.538	0.840	0.605	1.120	0.806	1.008	1.008
Volumen SNK za određeni raspon mosta $V_{SNK}$ [m <sup>3</sup> ]	16	V	[m <sup>3</sup> ]	0.704	0.614	0.960	0.691	1.280	0.922	1.152	1.152
Volumen SNK za određeni raspon mosta $V_{SNK}$ [m <sup>3</sup> ]	18	V	[m <sup>3</sup> ]	0.792	0.691	1.080	0.778	1.440	1.037	1.296	1.296
Volumen SNK za određeni raspon mosta $V_{SNK}$ [m <sup>3</sup> ]	20	V	[m <sup>3</sup> ]	0.880	0.768	1.200	0.864	1.600	1.152	1.440	1.440



### 3.) SEKUNDARNA NOSIVA KONSTRUKCIJA – MOST ŠIRINE 2.5 m

Tablica 35: Prikaz rezultata volumena i dimenzija poprečnog presjeka SNK za most korisne širine 2.5m – raspon mosta 10m - 20m – opterećenje pješacima

Opis		Parametar /Oznaka	Mjerna jedinica	Opterećenje pješacima								
ELEMENT - SUSTAV	Korisna širina mosta	s	[m]	2.5								
	Duljina grede	L <sub>i</sub>	[m]	6 10 12								
	Duljina polja/raster oslonaca	p <sub>1</sub>	[m]	2								
	Raster SNK	sn	[m]	2.50	1.25		0.83		0.63			
	Broj SNK	n	[1]	2	3		4		5			
PRESJEK	Širina grede (SNK)	b <sub>snk</sub>	[cm]	10	5	8	5	5	5	6	5	
	Visina grede (SNK)	h <sub>snk</sub>	[cm]	12	16	14	18	14	14	12	14	
POČETNI PROGIB	Dozvoljeni granični početni progib	L/300	[mm]	6.67								
	Rezultantni vertikalni početni progib	w <sub>net</sub>	[mm]	6.63	4.67	6.39	4.83	6.52	6.52	6.59	4.99	
	Iskorištenost presjeka prema provjeri ograničenja početnih progiba	$\frac{w_{net}}{L/300}$	[%]	99.44%	70.08%	95.90%	72.39%	97.82%	97.82%	98.91%	74.85%	
KONAČNI PROGIB	Dozvoljeni granični konačni netto progib	L/250	[mm]	8.00								
	Rezultantni konačni netto progib	w <sub>net,fin</sub>	[mm]	7.04	4.96	6.68	5.05	6.80	6.80	6.88	5.21	
	Iskorištenost presjeka prema provjeri ograničenja konačnih progiba	$\frac{w_{net,fin}}{L/250}$	[%]	87.95%	61.95%	83.55%	63.06%	84.96%	84.96%	86.00%	65.08%	
Volumen SNK za određeni raspon mosta V <sub>SNK</sub> [m <sup>3</sup> ]		10	V	[m <sup>3</sup> ]	0.240	0.160	0.336	0.270	0.280	0.280	0.360	0.350
Volumen SNK za određeni raspon mosta V <sub>SNK</sub> [m <sup>3</sup> ]		12	V	[m <sup>3</sup> ]	0.288	0.192	0.403	0.324	0.336	0.336	0.432	0.420
Volumen SNK za određeni raspon mosta V <sub>SNK</sub> [m <sup>3</sup> ]		14	V	[m <sup>3</sup> ]	0.336	0.224	0.470	0.378	0.392	0.392	0.504	0.490
Volumen SNK za određeni raspon mosta V <sub>SNK</sub> [m <sup>3</sup> ]		16	V	[m <sup>3</sup> ]	0.384	0.256	0.538	0.432	0.448	0.448	0.576	0.560
Volumen SNK za određeni raspon mosta V <sub>SNK</sub> [m <sup>3</sup> ]		18	V	[m <sup>3</sup> ]	0.432	0.288	0.605	0.486	0.504	0.504	0.648	0.630
Volumen SNK za određeni raspon mosta V <sub>SNK</sub> [m <sup>3</sup> ]		20	V	[m <sup>3</sup> ]	0.480	0.320	0.672	0.540	0.560	0.560	0.720	0.700

Tablica 36: Prikaz rezultata volumena i dimenzija poprečnog presjeka SNK za most korisne širine 2.5m – raspon mosta 10m - 20m – opterećenje vozilom

Opis		Parametar /Oznaka	Mjerna jedinica	Opterećenje vozilom										
ELEMENT - SUSTAV	Korisna širina mosta	s	[m]	2.5										
	Duljina grede	L <sub>i</sub>	[m]	6 10 12										
	Duljina polja/raster oslonaca	p <sub>1</sub>	[m]	2										
	Raster SNK	sn	[m]	2.50	1.25		0.83		0.63		0.50			
	Broj SNK	n	[1]	2	3		4		5		6			
PRESJEK	Širina grede (SNK)	b <sub>snk</sub>	[cm]	10	10	10	8	10	6	6	6	6		
	Visina grede (SNK)	h <sub>snk</sub>	[cm]	24	24	22	24	20	24	24	24	24		
POČETNI PROGIB	Dozvoljeni granični početni progib	L/300	[mm]	6.67										
	Rezultantni vertikalni početni progib	w <sub>net</sub>	[mm]	5.49	5.49	6.62	6.40	5.80	5.65	6.50	6.50	6.56	6.56	
	Iskorištenost presjeka prema provjeri ograničenja početnih progiba	$\frac{w_{net}}{L/300}$	[%]	82.29%	82.29%	99.23%	96.02%	87.03%	84.75%	97.44%	97.44%	98.40%	98.40%	
KONAČNI PROGIB	Dozvoljeni granični konačni netto progib	L/250	[mm]	8.00										
	Rezultantni konačni netto progib	w <sub>net,fin</sub>	[mm]	5.60	5.60	6.72	6.50	5.88	5.72	6.55	6.55	6.60	6.60	
	Iskorištenost presjeka prema provjeri ograničenja konačnih progiba	$\frac{w_{net,fin}}{L/250}$	[%]	70.05%	70.05%	83.95%	81.23%	73.48%	71.53%	81.81%	81.81%	82.46%	82.46%	
Volumen SNK za određeni raspon mosta V <sub>SNK</sub> [m <sup>3</sup> ]		10	V	[m <sup>3</sup> ]	0.480	0.480	0.660	0.576	0.800	0.576	0.720	0.720	0.864	0.864
Volumen SNK za određeni raspon mosta V <sub>SNK</sub> [m <sup>3</sup> ]		12	V	[m <sup>3</sup> ]	0.576	0.576	0.792	0.691	0.960	0.691	0.864	0.864	1.037	1.037
Volumen SNK za određeni raspon mosta V <sub>SNK</sub> [m <sup>3</sup> ]		14	V	[m <sup>3</sup> ]	0.672	0.672	0.924	0.806	1.120	0.806	1.008	1.008	1.210	1.210
Volumen SNK za određeni raspon mosta V <sub>SNK</sub> [m <sup>3</sup> ]		16	V	[m <sup>3</sup> ]	0.768	0.768	1.056	0.922	1.280	0.922	1.152	1.152	1.382	1.382
Volumen SNK za određeni raspon mosta V <sub>SNK</sub> [m <sup>3</sup> ]		18	V	[m <sup>3</sup> ]	0.864	0.864	1.188	1.037	1.440	1.037	1.296	1.296	1.555	1.555
Volumen SNK za određeni raspon mosta V <sub>SNK</sub> [m <sup>3</sup> ]		20	V	[m <sup>3</sup> ]	0.960	0.960	1.320	1.152	1.600	1.152	1.440	1.440	1.728	1.728

**4) SEKUNDARNA NOSIVA KONSTRUKCIJA – MOST ŠIRINE 3.0 m**

*Tablica 37: Prikaz rezultata volumena i dimenzija poprečnog presjeka SNK za most korisne širine 3.0m – raspon mosta 10m - 20m – opterećenje pješacima*

Opis		Parametar /Oznaka	Mjerna jedinica	Opterećenje pješacima							
ELEMENT-SUSTAV	Korisna širina mosta	s	[m]	3							
	Duljina grede	$L_1$	[m]	6							
	Duljina polja/raster oslonaca	$p_1$	[m]	10							
	Raster SNK	sn	[m]	12							
	Broj SNK	n	[1]	2							
PRESJEK	Širina grede (SNK)	$b_{snk}$	[cm]	8	5	10	5	6	5	5	5
	Visina grede (SNK)	$h_{snk}$	[cm]	14	18	14	18	14	16	14	14
POČETNI PROGIB	Dozvoljeni granični početni progib	L/300	[mm]	6.67							
	Rezultantni vertikalni početni progib	$w_{net}$	[mm]	6.30	4.76	6.15	5.80	6.52	5.25	5.99	5.99
	iskorištenost presjeka prema provjeri ograničenja početnih progiba	$\frac{w_{net}}{L/300}$	[%]	94.55%	71.39%	92.19%	86.94%	97.85%	78.77%	89.85%	89.85%
KONAČNI PROGIB	Dozvoljeni granični konačni netto progib	L/250	[mm]	8.00							
	Rezultantni konačni netto progib	$w_{net,fin}$	[mm]	6.71	5.07	6.43	6.06	6.80	5.48	6.25	6.25
	iskorištenost presjeka prema provjeri ograničenja konačnih neto progiba	$\frac{w_{net,fin}}{L/250}$	[%]	83.91%	63.35%	80.36%	75.73%	85.00%	68.44%	78.08%	78.08%
Volumen SNK za određeni raspon mosta $V_{SNK}$ [m <sup>3</sup> ]	10	V	[m <sup>3</sup> ]	0.224	0.180	0.420	0.270	0.336	0.320	0.350	0.350
Volumen SNK za određeni raspon mosta $V_{SNK}$ [m <sup>3</sup> ]	12	V	[m <sup>3</sup> ]	0.269	0.216	0.504	0.324	0.403	0.384	0.420	0.420
Volumen SNK za određeni raspon mosta $V_{SNK}$ [m <sup>3</sup> ]	14	V	[m <sup>3</sup> ]	0.314	0.252	0.588	0.378	0.470	0.448	0.490	0.490
Volumen SNK za određeni raspon mosta $V_{SNK}$ [m <sup>3</sup> ]	16	V	[m <sup>3</sup> ]	0.358	0.288	0.672	0.432	0.538	0.512	0.560	0.560
Volumen SNK za određeni raspon mosta $V_{SNK}$ [m <sup>3</sup> ]	18	V	[m <sup>3</sup> ]	0.403	0.324	0.756	0.486	0.605	0.576	0.630	0.630
Volumen SNK za određeni raspon mosta $V_{SNK}$ [m <sup>3</sup> ]	20	V	[m <sup>3</sup> ]	0.448	0.360	0.840	0.540	0.672	0.640	0.700	0.700

*Tablica 38: Prikaz rezultata volumena i dimenzija poprečnog presjeka SNK za most korisne širine 3.0 m – raspon mosta 10m - 20m – opterećenje vozilom*

Opis		Parametar /Oznaka	Mjerna jedinica	Opterećenje vozilom							
ELEMENT-SUSTAV	Korisna širina mosta	s	[m]	3							
	Duljina grede	$L_1$	[m]	6							
	Duljina polja/raster oslonaca	$p_1$	[m]	10							
	Raster SNK	sn	[m]	12							
	Broj SNK	n	[1]	2							
PRESJEK	Širina grede (SNK)	$b_{snk}$	[cm]	10	10	10	6	10	6	6	6
	Visina grede (SNK)	$h_{snk}$	[cm]	24	24	20	24	20	24	24	24
POČETNI PROGIB	Dozvoljeni granični početni progib	L/300	[mm]	6.67							
	Rezultantni vertikalni početni progib	$w_{net}$	[mm]	5.88	5.88	6.05	5.89	6.21	6.05	6.55	6.55
	iskorištenost presjeka prema provjeri ograničenja početnih progiba	$\frac{w_{net}}{L/300}$	[%]	88.25%	88.25%	90.78%	88.41%	93.21%	90.78%	98.18%	98.18%
KONAČNI PROGIB	Dozvoljeni granični konačni netto progib	L/250	[mm]	8.00							
	Rezultantni konačni netto progib	$w_{net,fin}$	[mm]	5.98	5.98	6.14	5.98	6.28	6.12	6.59	6.59
	iskorištenost presjeka prema provjeri ograničenja konačnih neto progiba	$\frac{w_{net,fin}}{L/250}$	[%]	74.80%	74.80%	76.78%	74.74%	78.51%	76.44%	82.40%	82.40%
Volumen SNK za određeni raspon mosta $V_{SNK}$ [m <sup>3</sup> ]	10	V	[m <sup>3</sup> ]	0.720	0.720	0.800	0.576	1.000	0.720	0.864	0.864
Volumen SNK za određeni raspon mosta $V_{SNK}$ [m <sup>3</sup> ]	12	V	[m <sup>3</sup> ]	0.864	0.864	0.960	0.691	1.200	0.864	1.037	1.037
Volumen SNK za određeni raspon mosta $V_{SNK}$ [m <sup>3</sup> ]	14	V	[m <sup>3</sup> ]	1.008	1.008	1.120	0.806	1.400	1.008	1.210	1.210
Volumen SNK za određeni raspon mosta $V_{SNK}$ [m <sup>3</sup> ]	16	V	[m <sup>3</sup> ]	1.152	1.152	1.280	0.922	1.600	1.152	1.382	1.382
Volumen SNK za određeni raspon mosta $V_{SNK}$ [m <sup>3</sup> ]	18	V	[m <sup>3</sup> ]	1.296	1.296	1.440	1.037	1.800	1.296	1.555	1.555
Volumen SNK za određeni raspon mosta $V_{SNK}$ [m <sup>3</sup> ]	20	V	[m <sup>3</sup> ]	1.440	1.440	1.600	1.152	2.000	1.440	1.728	1.728

**4) SEKUNDARNA NOSIVA KONSTRUKCIJA – MOST ŠIRINE 4.0 m**

Tablica 39: Prikaz rezultata volumena i dimenzija poprečnog presjeka SNK za most korisne širine 4.0m – raspon mosta 10m - 20m – opterećenje pješacima

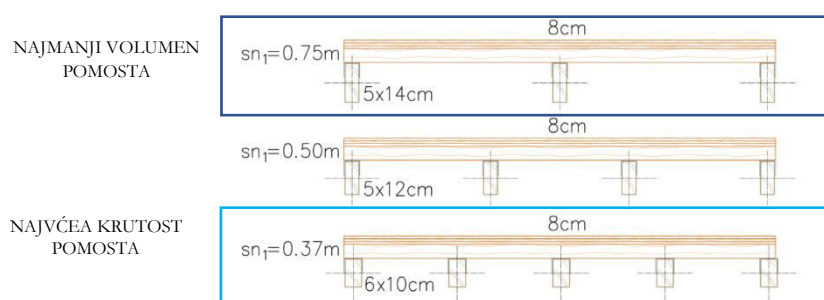
Opis		Parametar /Oznaka	Mjerna jedinica	Opterećenje pješacima							
ELEMENT SUSTAV	Korisna širina mosta	s	[m]	4							
	Duljina grede	$L_1$	[m]	6							
	Duljina polja/raster oslonaca	$p_1$	[m]	10							
	Raster SNK	sn	[m]	12							
	Broj SNK	n	[1]	2							
PRESJEK	Širina grede (SNK)	$b_{gsk}$	[cm]	5	5	5	5	8	5	6	5
	Visina grede (SNK)	$h_{gsk}$	[cm]	18	18	20	20	14	18	14	16
POČETNI PROGIB	Dozvoljeni granični početni progib	L/300	[mm]	6.67							
	Rezultantni vertikalni početni progib	$w_{net}$	[mm]	6.47	6.47	5.64	5.63	6.52	4.92	6.65	5.35
	iskorištenost presjeka prema provjeri ograničenja početnih progiba	$\frac{w_{net}}{L/300}$	[%]	97.01%	97.01%	84.57%	84.42%	97.79%	73.82%	99.69%	80.27%
KONAČNI PROGIB	Dozvoljeni granični konačni netto progib	L/250	[mm]	8.00							
	Rezultantni konačni netto progib	$w_{net,fin}$	[mm]	6.98	6.98	5.89	5.89	6.79	5.13	6.92	5.57
	iskorištenost presjeka prema provjeri ograničenja konačnih netto progiba	$\frac{w_{net,fin}}{L/250}$	[%]	87.20%	87.20%	73.64%	73.64%	84.93%	64.09%	86.54%	69.68%
Volumen SNK za određeni raspon mosta $V_{SNK}$ [m <sup>3</sup> ]	10	V	[m <sup>3</sup> ]	0.180	0.180	0.300	0.300	0.448	0.360	0.420	0.400
Volumen SNK za određeni raspon mosta $V_{SNK}$ [m <sup>3</sup> ]	12	V	[m <sup>3</sup> ]	0.216	0.216	0.360	0.360	0.538	0.432	0.504	0.480
Volumen SNK za određeni raspon mosta $V_{SNK}$ [m <sup>3</sup> ]	14	V	[m <sup>3</sup> ]	0.252	0.252	0.420	0.420	0.627	0.504	0.588	0.560
Volumen SNK za određeni raspon mosta $V_{SNK}$ [m <sup>3</sup> ]	16	V	[m <sup>3</sup> ]	0.288	0.288	0.480	0.480	0.717	0.576	0.672	0.640
Volumen SNK za određeni raspon mosta $V_{SNK}$ [m <sup>3</sup> ]	18	V	[m <sup>3</sup> ]	0.324	0.324	0.540	0.540	0.806	0.648	0.756	0.720
Volumen SNK za određeni raspon mosta $V_{SNK}$ [m <sup>3</sup> ]	20	V	[m <sup>3</sup> ]	0.360	0.360	0.600	0.600	0.896	0.720	0.840	0.800

Tablica 40: Prikaz rezultata volumena i dimenzija poprečnog presjeka SNK za most korisne širine 4.0 m – raspon mosta 10m - 20m – opterećenje vozilom

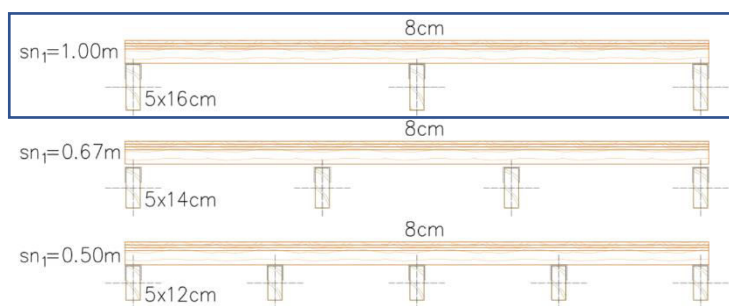
Opis		Parametar /Oznaka	Mjerna jedinica	Opterećenje vozilom							
ELEMENT SUSTAV	Korisna širina mosta	s	[m]	4							
	Duljina grede	$L_1$	[m]	6							
	Duljina polja/raster oslonaca	$p_1$	[m]	10							
	Raster SNK	sn	[m]	12							
	Broj SNK	n	[1]	2							
PRESJEK	Širina grede (SNK)	$b_{gsk}$	[cm]	10	10	8	8	10	6	10	6
	Visina grede (SNK)	$h_{gsk}$	[cm]	24	24	24	24	20	24	20	24
POČETNI PROGIB	Dozvoljeni granični početni progib	L/300	[mm]	6.67							
	Rezultantni vertikalni početni progib	$w_{net}$	[mm]	6.67	6.67	6.41	6.41	6.03	5.87	6.07	5.91
	iskorištenost presjeka prema provjeri ograničenja početnih progiba	$\frac{w_{net}}{L/300}$	[%]	99.99%	99.99%	96.11%	96.11%	90.44%	88.07%	90.99%	88.61%
KONAČNI PROGIB	Dozvoljeni granični konačni netto progib	L/250	[mm]	8.00							
	Rezultantni konačni netto progib	$w_{net,fin}$	[mm]	6.83	6.83	6.50	6.50	6.12	5.96	6.14	5.98
	iskorištenost presjeka prema provjeri ograničenja konačnih netto progiba	$\frac{w_{net,fin}}{L/250}$	[%]	85.34%	85.34%	81.23%	81.23%	76.53%	74.50%	76.78%	74.74%
Volumen SNK za određeni raspon mosta $V_{SNK}$ [m <sup>3</sup> ]	10	V	[m <sup>3</sup> ]	0.720	0.720	0.768	0.768	1.000	0.720	1.200	0.864
Volumen SNK za određeni raspon mosta $V_{SNK}$ [m <sup>3</sup> ]	12	V	[m <sup>3</sup> ]	0.864	0.864	0.922	0.922	1.200	0.864	1.440	1.037
Volumen SNK za određeni raspon mosta $V_{SNK}$ [m <sup>3</sup> ]	14	V	[m <sup>3</sup> ]	1.008	1.008	1.075	1.075	1.400	1.008	1.680	1.210
Volumen SNK za određeni raspon mosta $V_{SNK}$ [m <sup>3</sup> ]	16	V	[m <sup>3</sup> ]	1.152	1.152	1.229	1.229	1.600	1.152	1.920	1.382
Volumen SNK za određeni raspon mosta $V_{SNK}$ [m <sup>3</sup> ]	18	V	[m <sup>3</sup> ]	1.296	1.296	1.382	1.382	1.800	1.296	2.160	1.555
Volumen SNK za određeni raspon mosta $V_{SNK}$ [m <sup>3</sup> ]	20	V	[m <sup>3</sup> ]	1.440	1.440	1.536	1.536	2.000	1.440	2.400	1.728

### 3.3. Parametarska analiza daščane i sekundarne nosive konstrukcije - pomosta drvenog grednog mosta upuštenog kolnika

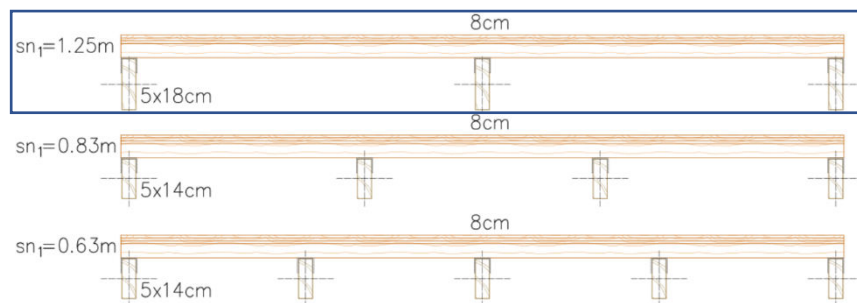
Radi lakšeg prikaza rezultata, na prvim slikama bit će prikazani slučajevi (broj polja kontinuiranog nosača – daske) za svaku širinu mosta. Svaki slučaj opisan je rasterom sekundarne konstrukcije, „ $sn_1$ “, debljinom daske i dimenzijama presjeka SNK.



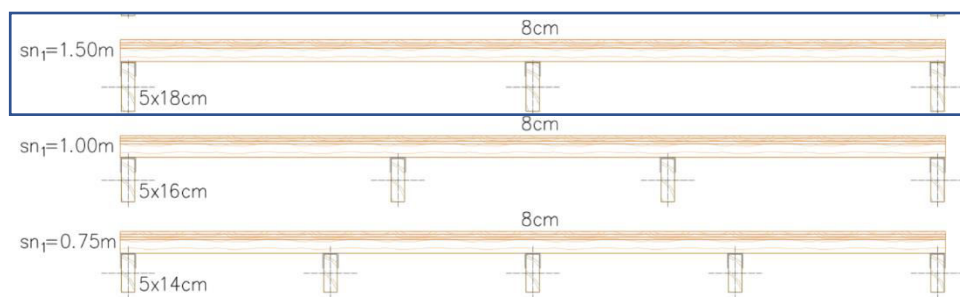
Slika 41: Most širine 1.5m – opterećenje pješacima – mogući statički slučajevi



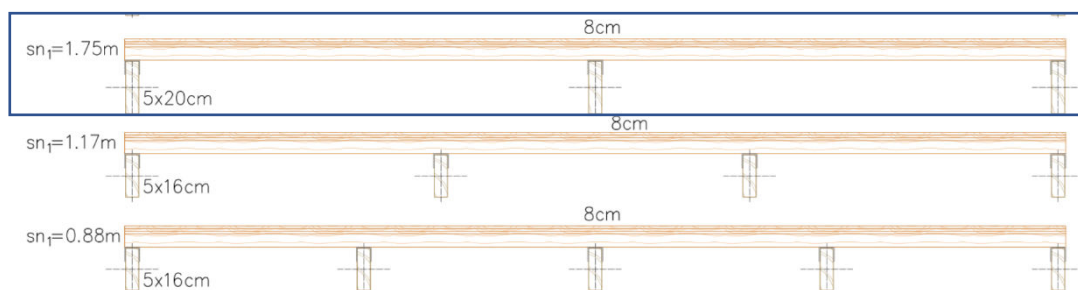
Slika 42: Most širine 2.0m – opterećenje pješacima – mogući statički slučajevi



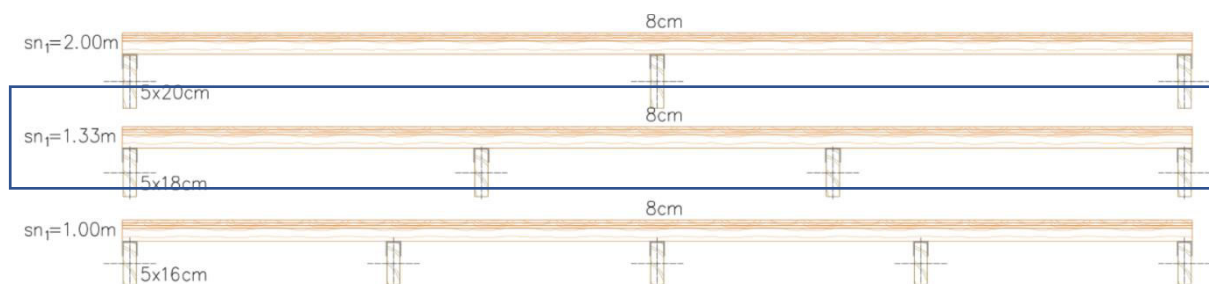
Slika 43: Most širine 2.5m – opterećenje pješacima – mogući statički slučajevi



Slika 44: Most širine 3.0m – opterećenje pješacima – mogući statički slučajevi

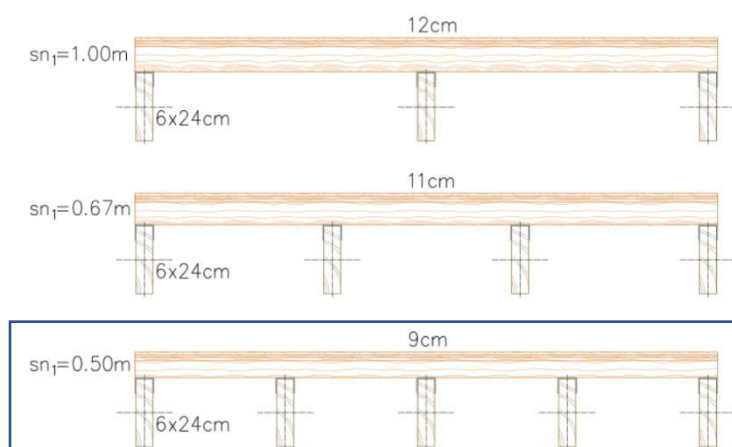


Slika 45: Most širine 3.5m – opterećenje pješacima – mogući statički slučajevi

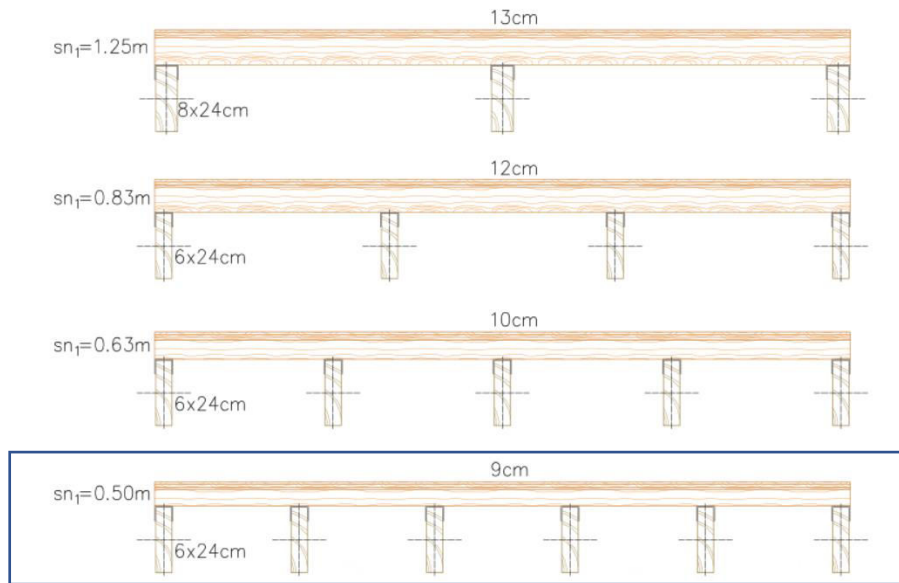


Slika 46: Most širine 4.0m – opterećenje pješacima – mogući statički slučajevi

Kako se vidi na prethodnim slikama, za pješačko opterećenje mogu se usvojiti sustavi preko 2 ili više polja. U inženjerskom pogledu, preporučljivi su oni sustavi gdje je raster SNK od 0.5m do 1.0m. Smanjivanjem rastera SNK odnosno povećanjem broja SNK, povećava se krutost pomosta. U pogledu najmanjeg volumena, sustavi preko 2 polja zauzimaju najmanji volumen, no dodavanjem dodatnog SNK, volumen pomosta se nezamjetno povećava.

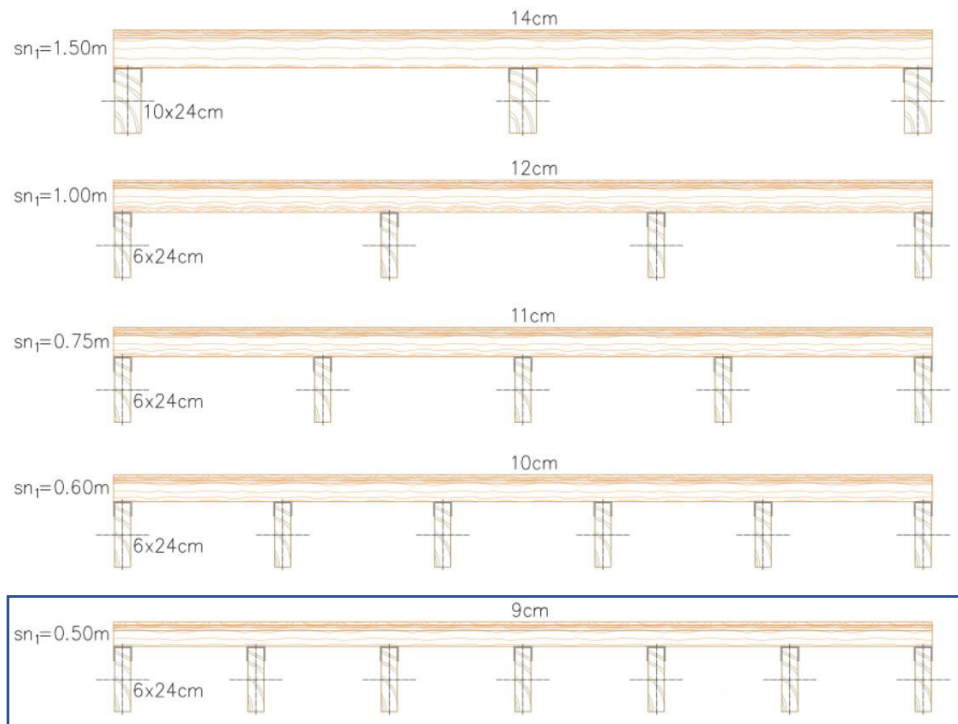


Slika 47: Most širine 2.0m – opterećenje vozilom – mogući statički slučajevi



Slika 48: Most širine 2.5m – opterećenje vozilom – mogući statički slučajevi

MOST ŠIRINE  $s=3.00m$   
opterećenje vozilom



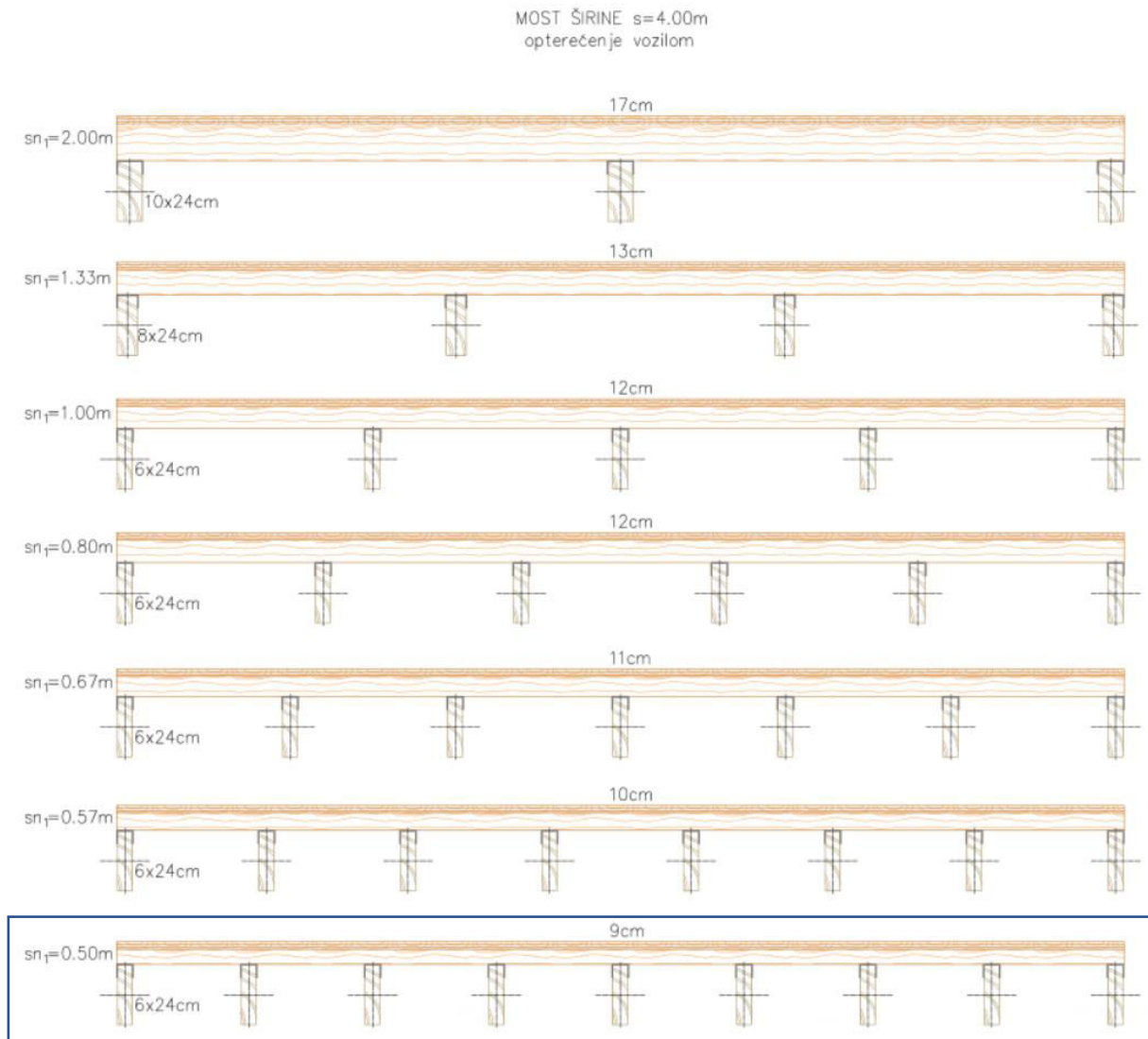
Slika 49: Most širine 3.0m – opterećenje vozilom – mogući statički slučajevi

MOST ŠIRINE  $s=3.50\text{m}$   
opterećenje vozilom



Slika 50: Most širine 3.5m – opterećenje vozilom – mogući statički slučajevi





Slika 51: Most širine 4.0m – opterećenje vozilom – mogući statički slučajevi

Prema prethodnim slikama jasno je uočljivo da kod opterećenje vozilom je najbolji statički sustav sa rasterom SNK u iznosu od 0.5m, gdje vrijedi da je debljina daske 9cm i dimenzije presjeka SNK je 6x24cm. Takva sustav daje najbolju krutost i najmanji volumen pomosta.

Tablica 41: Prikaz rezultata elemenata pomosta sa najmanjim volumenom za svaku širinu mosta za pješačko i opterećenje vozilom

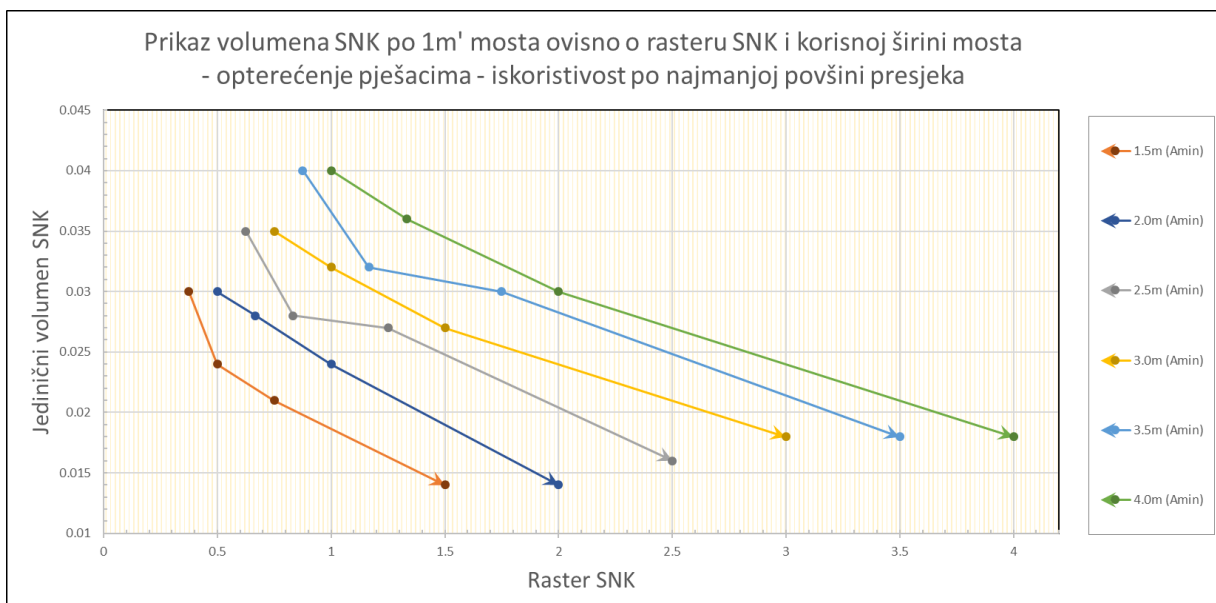
Prikaz rezultata elemenata pomosta za svaku korisnu širinu mosta na opterećenje pješacima i opterećenje vozilom - najmanji volumen pomosta za 1m' mosta													
tip opterećenja		PJEŠACI	VOZILO	PJEŠACI	VOZILO	PJEŠACI	VOZILO	PJEŠACI	VOZILO	PJEŠACI	VOZILO		
KORISNA ŠIRINA MOSTA	s [m]	1.5		2.0		2.5		3.0		3.5		4.0	
Ukupna visina daske	$h_{HP10t}$ [cm]	8	9	8	9	8	9	8	9	8	9	8	9
Zadovoljenost daske po $GSU_{inst}$	$300W_{inst}/s_1$ [%]	62.70%	90.84%	12.54%	90.84%	24.48%	90.90%	42.24%	90.90%	67.03%	81.26%	13.41%	93.90%
Volumen daščane podloge za 1m' mosta	$V_{HP}$ [m <sup>3</sup> ]	0.120	0.180	0.160	0.180	0.200	0.225	0.240	0.270	0.280	0.315	0.320	0.360
Visina SNK grede	$h_{SNK}$ [cm]	14	24	16	24	18	24	18	24	20	24	20	24
Širina SNK grede	$b_{SNK}$ [cm]	5	6	5	6	5	6	5	6	5	6	5	6
Zadovoljenost SNK-grede po $GSU_{inst}$	$300W_{inst}/D_1$ [%]	75.00%	98.40%	82.38%	98.40%	72.39%	82.46%	86.94%	98.40%	74.06%	98.57%	80.27%	74.50%
Raster SNK	$s_1$ [m]	1.50	0.50	1.00	0.50	1.25	0.50	1.50	0.50	1.75	0.50	1.00	1.00
Broj komada SNK-grede	$n_{SNK}$ [1]	3	5	3	5	3	6	3	7	3	8	3	9
Volumen SNK-grede za 1m' mosta	$V_{SNK}$ [m <sup>3</sup> ]	0.021	0.072	0.024	0.072	0.027	0.0864	0.027	0.1008	0.03	0.1152	0.04	0.1296
Odnos volumena SNK-greda i volumena daščane podloge	$V_{SNK}/V_{HP}$ [%]	17.50%	40.00%	15.00%	40.00%	13.50%	38.40%	11.25%	37.33%	10.71%	36.57%	12.50%	36.00%
Ukupni volumen pomosta	$V_{SNK}+V_{HP}$ [m <sup>3</sup> ]	0.141	0.252	0.184	0.252	0.227	0.3114	0.267	0.3708	0.31	0.4302	0.36	0.4896
Iskoristivost ukupnog volumena pomosta po $GSU_{inst}$	$V_{GSU_{inst}}$ [%]	64.53%	93.00%	21.65%	93.00%	30.18%	88.56%	46.76%	92.94%	67.71%	85.89%	20.84%	88.76%

Prema prethodnom poglavlju, gdje su dobiveni rezultati poprečnih presjeka i popratni volumeni, napravljeni su određeni grafikoni radi lakšeg prikaza i odnosa rezultata.

Prvi grafikoni su napravljeni prema proračunu pješačkog opterećenja.

U prvom grafikonu svaki graf određene korisne širine prikazuje jedinični volumen SNK ovisno o njegovom samom rasteru. U tom tipu grafikona rezultati su prikazani na temelju najmanje površine poprečnog presjeka, ali ne i njegovoj iskoristivosti po GSU (odnosno po najmanjem momentu otpora). Svaki presjek zadovoljava po GSU (mjerodavan je početni progib).

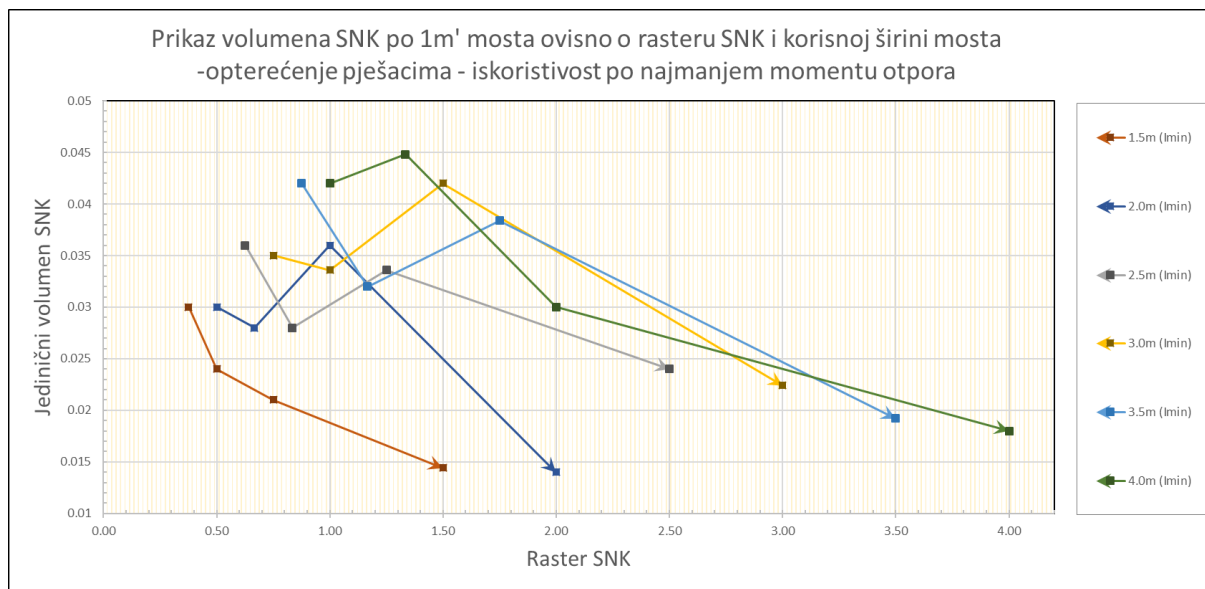
*Graf 4: Prikaz jediničnog volumena SNK za određenu korisnu širinu mosta i za raster SNK – opterećenje pješacima – iskoristivost najmanje površine presjeka*



Pomoć pri čitanju grafa: *Svaki graf je određene boje koja označava korisnu širinu mosta (legenda pokazuje boje grafa o kojoj širini mosta je riječ). X-os označava raster SNK [m], a Y-os jedinični volumen SNK [m<sup>3</sup>] za taj raster. Jedinični volumen dobiven je na temelju umnošku poprečnog presjeka, broju SNK i jedinične dužine od 1m. Sve prve početne točke označene strelicom su vrijednosti dobivene za 2 SNK grede (daščana podloga kao slobodno oslonjena greda na 2 SNK-teoretski). Svaka naredna točka poslije početne označava jednu SNK gredu više (kontinuirana daščana podloga preko 2,3 i 4 polja odnosno na 3,4 i 5 SNK).*

Prethodni grafikon prikazan je na temelju iskoristivosti najmanjeg poprečnog presjeka SNK grede. Slijedeći grafikon je prikazan na temelju najveće iskoristivosti po GSU, odnosno najveće iskoristivosti po momentu tromosti.

Graf 5: Prikaz jediničnog volumena SNK za određenu korisnu širinu mosta i za raster SNK – opterećenje pješacima – iskoristivost najmanjeg momenta tromosti; najveća iskoristivost po GSU



Razlika je između prethodna dva grafa (iskoristivost po površini poprečnog presjeka i po momentu tromosti) je vidno uočljiva i jasna. Neke vrijednosti su iste za određeni raster, ali su neke i različite, tj. veći je kubik drva kod iskoristivosti na manji moment tromosti. Kod promatranja grafova u prvom grafikonu, grafovi nemaju „odskoka“ te su međusobno približno paralelni, te se smanjenjem rastera parabolično približavaju. Kod drugog grafikona pojedini grafovi imaju „odskok“, tj. odstupaju od pravilne putanje, te se međusobno križaju.

Slijedeći grafikon bit će prikazan na temelju volumena pomosta kod daščane kolničke kolničke konstrukcije kad je kolnik dolje! U obzir se uzima volumen daščane konstrukcije i najmanji volumen SNK-greda.

Tablica 42: Jedinični volumen pomosta ovisno o korisnoj širini mosta i rasteru SNK

Najmanji volumen pomosta ovisno o korisnoj širini i o broju i rasteru SNK za 1m² mosta														
Korisna širina mosta	s	[m]	1.5				2.0				2.5			
Raster SNK	sn	[m]	1.50	0.75	0.50	0.38	2.00	1.00	0.67	0.50	2.50	1.25	0.83	0.63
Odnos volumena SNK i dasaka	i <sub>pomost</sub>	[%]	12%	18%	20%	25%	8%	15%	18%	19%	6%	14%	14%	18%
Jedinični volumen po 1m² mosta	V <sub>pomost</sub>	[m³]	0.134	0.141	0.144	0.15	0.194	0.184	0.188	0.190	0.291	0.227	0.228	0.235
Najmanji volumen pomosta ovisno o korisnoj širini i o broju i rasteru SNK za 1m² mosta														
Korisna širina mosta	s	[m]	3.0				3.5				4.0			
Raster SNK	sn	[m]	3.00	1.50	1.00	0.75	3.50	1.75	1.17	0.88	4.00	2.00	1.33	1.00
Odnos volumena SNK i dasaka	i <sub>pomost</sub>	[%]	5%	11%	13%	15%	4%	11%	11%	14%	3%	9%	11%	13%
Jedinični volumen po 1m² mosta	V <sub>pomost</sub>	[m³]	0.378	0.267	0.272	0.275	0.508	0.310	0.312	0.320	0.618	0.350	0.356	0.360
Srednji odnos volumena SNK i dasaka	11.92% izračunat prema najmanjem jediničnom volumenu mosta													

U prethodnoj tablici prikazan je jedinični volumen pomosta po 1m² mosta. Pomost se sastoji od SNK greda i dasaka (daščana podloga). Volumeni su zbrojeni za svaku korisnu širinu mosta i za pojedine rastere SNK svake korisne širine mosta. Volumen SNK koji je u zbroju volumena pomosta je najmanji volumen dobiven na temelju najmanjeg poprečnog presjeka.

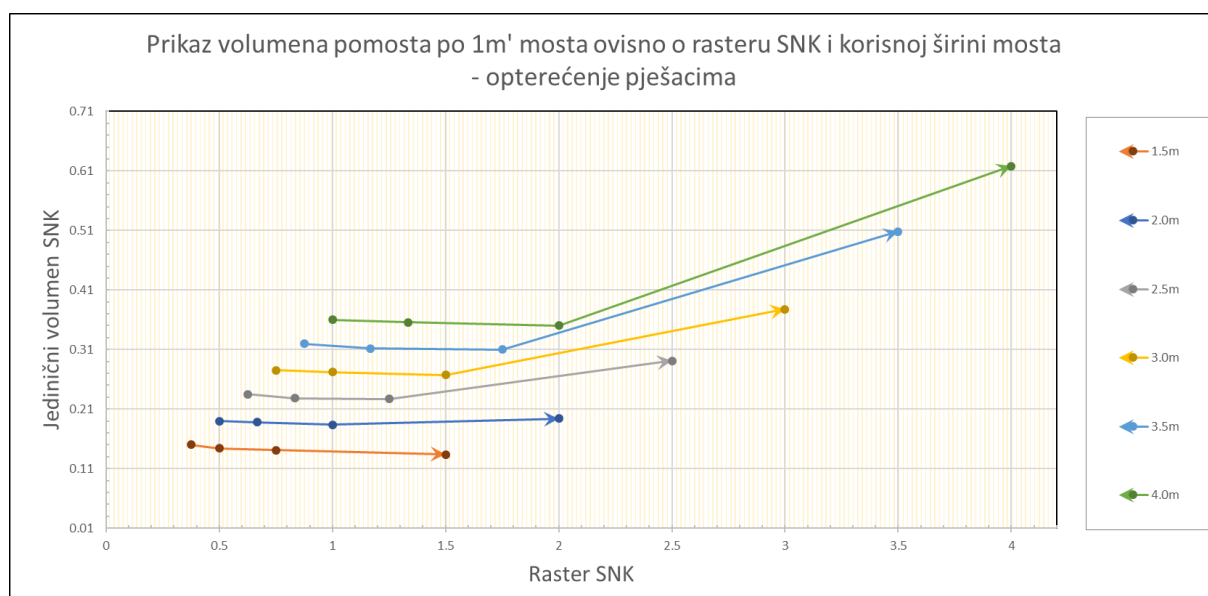
$$V'_{dasaka} + V'_{SNK,A_{min}} = V'_{pomost} \quad (33)$$

Crvene vrijednosti u tablici označavaju najveći volumen pomosta za određenu korisnu širinu mosta. Zelene vrijednosti označavaju najmanji volumen pomosta za određenu korisnu širinu mosta. Za svaki jedinični volumen pomosta dane su vrijednosti odnosa volumena SNK i volumena dasaka:

$$i = \frac{V'_{SNK, A_{min}}}{V'_{dasaka}} \quad (34)$$

U zadnjem redu tablice dan je srednji odnos volumena SNK greda i dasaka (na temelju najmanjeg volumena pomosta).

Graf 6: Prikaz jediničnog volumena pomosta ovisno o rasteru SNK i korisnoj širini mosta – upušten kolnik – opterećenje pješacima

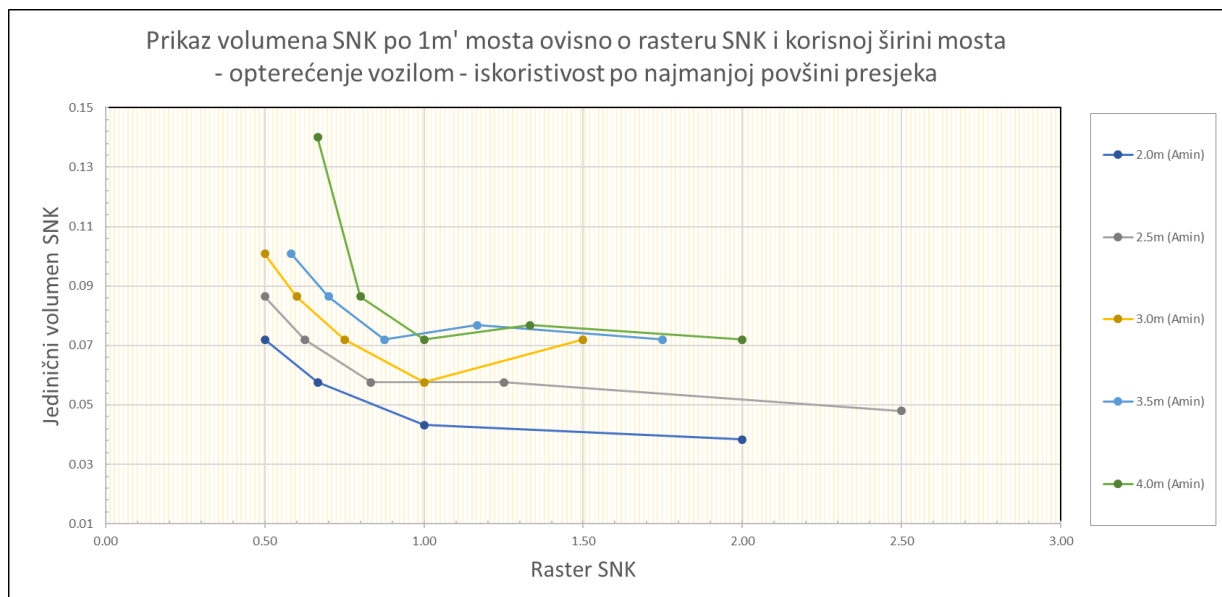


Prethodni grafikon u usporedbi s grafikonom volumena SNK je poprilično različit. Grafovi poprimaju veću vrijednost volumena su sustavi sa manjim broje SNK, te padaju u 2. točku koja minimalna vrijednost volumena pomosta, te se smanjivanjem rastera SNK blago povećava volumen. Razlog blagog povećanja su daske istih ukupnih visina od 8cm (s obzirom da je 5cm min. visina nosivog sloja), te raste samo volumen SNK.

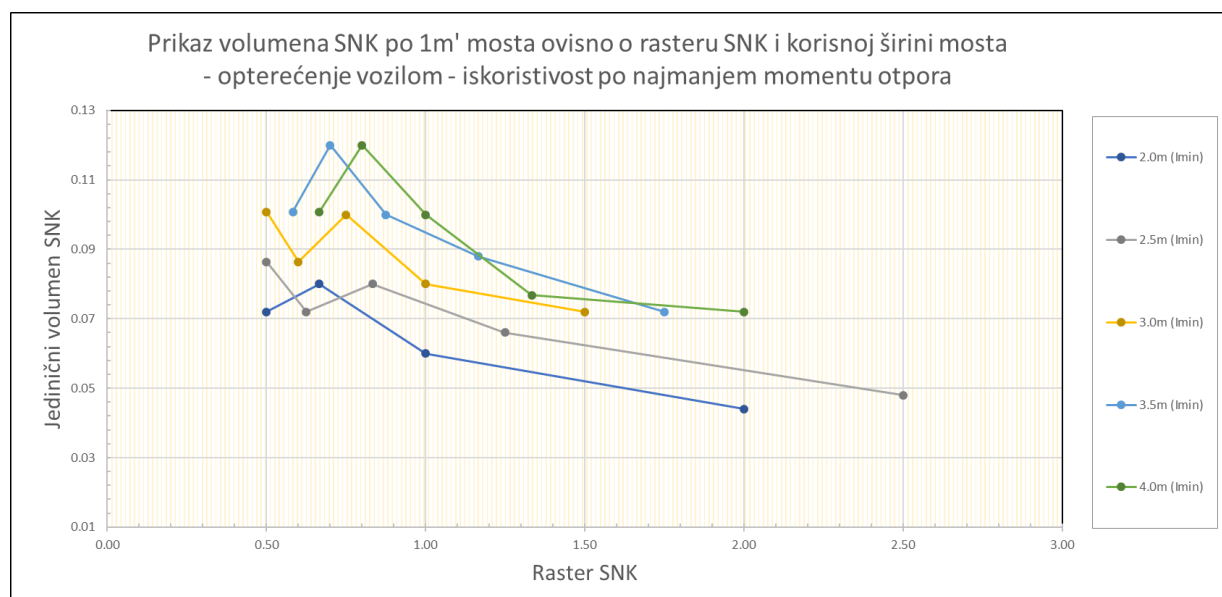
Prema određenim rezultatima zaključak je da je minimalan volumen pomosta za pješačko opterećenje na upuštenom kolniku dobiven na statičkom sustavu daske oslonjene na 3 SNK grede sa odnosom međusobnog volumena 1.2:10 (gotovo skoro 10 puta veći volumen dasaka od SNK greda).

Slijede grafikoni dobiveni na temelju opterećenja vozilom.

Graf 7: Prikaz jediničnog volumena SNK za određenu korisnu širinu mosta i za raster SNK–opterećenje vozilom – iskoristivost najmanje površine presjeka

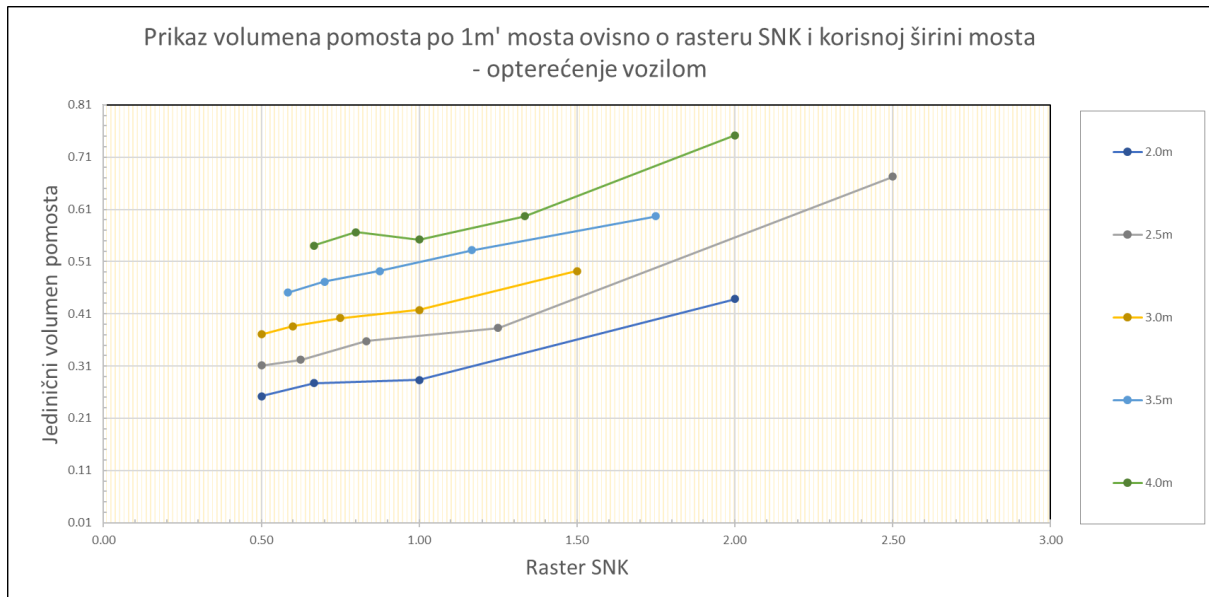


Graf 8: Prikaz jediničnog volumena SNK za određenu korisnu širinu mosta i za raster SNK–opterećenje vozilom – iskoristivost najmanjeg momenta tromosti; najveća iskoristivost po GSU



Razlika između prethodna dva grafikona je što kod najmanje površine poprečnog presjeka grafovi parabolično padaju povećanjem rastera, dok grafovi drugog grafikona doživljavaju skok i približno linearno padaju. Uspoređujući grafikone pješačkog opterećenja i opterećenja vozilom uočava se da grafikoni najmanjeg momenta otpora imaju vrlo sličnu logiku, dok grafikoni najmanje površine presjeka se razlikuju u linearnom i paraboličnom padu. Velika razlika je u jediničnom volumenu mosta. Puno je veći jedinični volumen kod opterećenja vozilom. Slijedi graf jediničnog volumena pomosta za opterećenje vozilom.

Graf 9: Prikaz jediničnog volumena pomosta ovisno o rasteru SNK i korisnoj širini mosta – upušten kolnik – opterećenje vozilom



U grafikonu jediničnog volumena pomosta za opterećenje vozilom, gotovo svi grafovi doživljavaju linearan pad. Što znači da smanjivanjem rastera SNK se smanjuje volumena pomosta, s obzirom da daščana konstrukcija zauzima najveći udio volumena pomosta. Uočljivo je da se smanjenjem rastera SNK smanjuje i visina daske, pa tako i smanjenje ukupnog volumena pomosta (zbog tog razloga graf i opada).

Tablica 43: Jedinični volumen pomosta ovisno o korisnoj širini mosta i rasteru SNK

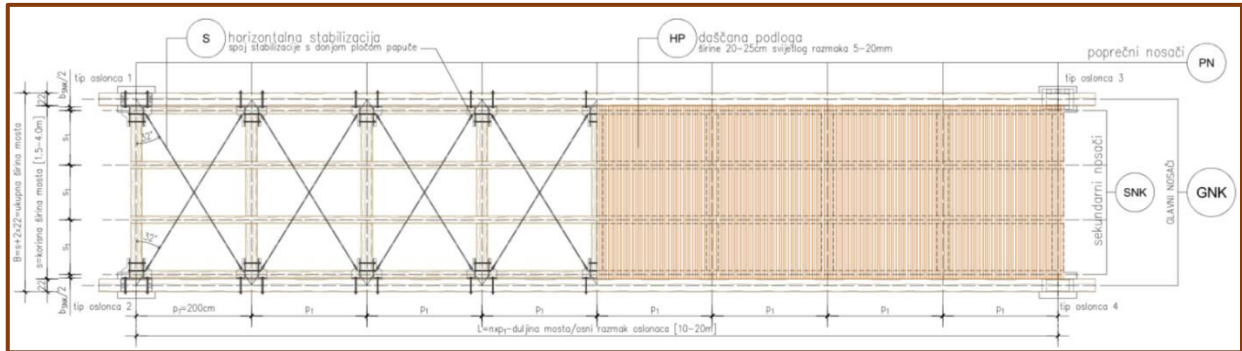
Najmanji volumen pomosta ovisno o korisnoj širini i o broju i rasteru SNK za 1m' mosta																
Korisna širina mosta	s	[m]	2.0				2.5				3.0					
Raster SNK	sn	[m]	2.00	1.00	0.67	0.50	2.50	1.25	0.83	0.63	0.50	1.50	1.00	0.75	0.60	0.50
Odnos volumena SNK i daske	$i_{pomost}$	[%]	10%	18%	26%	40%	8%	18%	19%	29%	38%	17%	16%	22%	29%	37%
Jedinični volumen po 1m' mosta	$V_{pomost}$	[m <sup>3</sup> ]	0.4384	0.2832	0.2776	0.252	0.673	0.3826	0.3576	0.322	0.3114	0.492	0.4176	0.402	0.3864	0.3708
Najmanji volumen pomosta ovisno o korisnoj širini i o broju i rasteru SNK za 1m' mosta																
Korisna širina mosta	s	[m]	3.5				4.0				Srednji odnos volumena SNK i dasaka					
Raster SNK	sn	[m]	1.75	1.17	0.88	0.70	0.58	2.00	1.33	1.00	0.80	0.67	32%			
Odnos volumena SNK i daske	$i_{pomost}$	[%]	14%	17%	17%	22%	29%	11%	15%	15%	18%	23%	izračunat prema najmanjem jediničnom volumenu mosta			
Jedinični volumen po 1m' mosta	$V_{pomost}$	[m <sup>3</sup> ]	0.597	0.5318	0.492	0.4714	0.4508	0.752	0.5968	0.552	0.5664	0.5408				

Također, srednji odnos volumena SNK i daske s obzirom na pješačko opterećenje se povećao ( sa 11.92% na 36%).

Zaključak je slijedeći. Za opterećenje vozilom, prema statističkim podacima i parametarskom analizom preporuča se veći broj SNK, dok za opterećenje pješacima se preporuča 3-4 SNK ovisno o širini mosta.

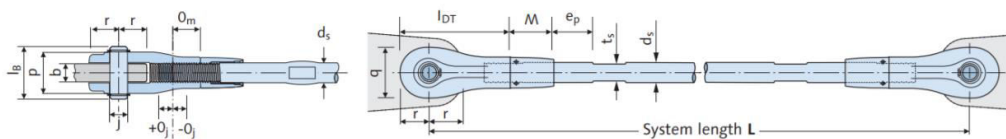
### 3.4. Glavna nosiva konstrukcija i horizontalna stabilizacija

Glavna nosiva konstrukcija je glavni element drvenog grednog mosta koji preuzima opterećenja i prenosi ih do oslonaca. Kod drvenog grednog mosta tipa upuštenog kolnika, dimenzioniraju se 2 glavna nosača. Oni su međusobno povezani sa poprečnim nosačima, gdje je u njihovoj horizontalnoj ravnini (tlocrtu mosta) postavljena horizontalna stabilizacija.



Slika 52: Tlocrtni prikaz horizontalne stabilizacije drvenog grednog mosta upuštenog kolnika

Horizontalna stabilizacija spaja se na križanju poprečnih i glavnih nosača, te su kružnog poprečnog presjeka od čelika. Proizvođač „Halfen“ nudi zanimljiv izbor zatega sa detaljima:



System dimensions [mm]																				
System diam.	$d_s$	6	8	10	12	16	20	24	27	30	36	42	48	52	56	60	①			
Fork length	$l_{DT}$	42	50	60	73	89	110	133	147	160	192	225	265	285	305	335	380	460	520	580
Pin length	$l_B$	18	22	28	32	42	50	58	63	70	82	95	109	117	128	137	155	178	200	227
Fork breadth	$p$	12	16	20	24	33	40	46	51	57	68	79	90	98	107	116	128	146	166	189
Fork height	$q$	17	21	26	31	41	51	61	69	75	90	105	119	125	137	146	176	196	216	236
Screw-in depth	$o_m$	10,5	12,5	15,0	18,5	22,5	27,0	34,0	37,5	42,5	51,0	55,0	62,5	70,5	77,5	85,0	95	115	130	155
Screw-in adjustment	$o_j$	4,5	4,5	5,0	6,5	7,5	8,0	11,0	12,5	12,5	14,0	15,0	17,5	20,0	22,5	25,0	30	39	45	60
Length locking nut	$M$	17,5	20,0	24,5	37,0	41,0	50,0	58,0	63,0	64,0	72,0	83,0	91,0	98,0	105	112	120	148	165	205
Spanner width	$t_s$	5	6	9	11	14	18	22	25	28	33	39	45	49	53	57	- on request -			
Spanner flat position	$e_p$	96	92	85	71	64	131	119	112	106	93	177	164	152	140	128	215	176	250	200
Peg spanner size		- Use soft touch pliers -		25-28	30-32	34-36	40-42	45-50	52-55	68-75	68-75	80-90	80-90	80-90	155/8	155/8	230/10	230/10		
Edge distance	$r$																			
Pin hole diameter	$j$	→ see table dimensions connecting plate page 7																		
Thickness conn. plate	$b$																			

System load capacity																				
System diam. $d_s$ [mm]	①	6	8	10	12	16	20	24	27	30	36	42	48	52	56	60	64	76	85	95
Load capacity $Z_d$ [kN]	③	7,5	13,6	21,5	31,3	71	111	160	209	255	371	510	670	799	923	1074	1216	1725	2157	2695

Notes ③  $Z_d$ : Design load acc. to DIN 18800 (Nov. 1990), if for the combined loads a partial safety factor  $\gamma_F$  has been calculated. The partial safety factor  $\gamma_M$  has been applied in the calculation. See also Type Approvals DETAN-S460 (for system sizes 16 to 95 mm) and DETAN-S (for system sizes 6 to 12 mm).

Minimum system length [mm]																				
System diam. $d_s$ [mm]	①	6	8	10	12	16	20	24	27	30	36	42	48	52	56	60	64	76	85	95
black, hot dip galvanised	⑤	139	155	189	237	267	327	384	416	446	513	586	666	713	760	828	886	1042	1152	1272

Maximum system length with one rod [mm] ④																				
System diam. $d_s$ [mm]	①	6	8	10	12	16	20	24	27	30	36	42	48	52	56	60	64	76	85	95
black, hot dip galvanised	⑤	3044	6051	6060	6073	12085	12107	12128	12140	12148	12179	12220	12264	12277	12290	12324	15356	15432	15482	15532
Maximum rod length [mm]																				
black, hot dip galvanised	⑤	3000	← 6000 →	← 12000 →												← 15000 →				

④ Greater system lengths can be achieved using more than one rod in combination with DETAN couplers.

⑤ Size  $d_s = 6$  mm only available in black (wb).

Slika 53: Katalog zatege „Halfen“ [11]

Zatege zajedno sa poprečnim i glavnim nosačima čine zajednički sustav otporu horizontalnih sila (preuzimaju bočne sile vjetra). U ovom slučaju zatege se postavljaju križno, kako je navedeno, spajaju se u čvoru spoja poprečnog i glavnog nosača. Kod djelovanja vjetra, ne aktiviraju se sve zatege, aktiviraju se one koje preuzimaju vlak i prema naputcima iskustvenih inženjera u proračunu ih treba u programima definirati pod „*tension only*“ (preuzimaju vlak – „*djeluju kao lanac*“)! S obzirom, da se u ovom radu ne dimenzionira na horizontalne sile (potres, sile kočenja, sile vjetra..), u dimenzioniranju uzimat će se samo njihova težina (i volumen), koja se naravno prenosi na glavni nosač. Kako je navedeno, stabilizacija preuzima bočne sile vjetra, stoga ovisi intenzitet vjetra - lokacija mosta, visina mosta iznad tla; te otvorenost krajolika . S obzirom da je pretpostavka da se most nalazi u unutrašnjost Istre ( $v_0=20-25\text{m/s}$ ; kategorija terena II.-III.) mogu se očekivati reprezentativne vrijednosti sila odnosno reprezentativan poprečni presjek poprečnog nosača i zatega.

Odabrani poprečni profil zatege:

$$d_s = 20\text{mm} (16_{\text{min}}\text{mm}) \quad (35)$$

U sljedećoj dani su podaci o odabranoj stabilizaciji:

Tablica 44: Prikaz podataka o stabilizaciji

DULJINA POPREČNE GREDE/KORISNA ŠIRINA MOSTA	ODABRANI PROFIL ZATEGA	DULJINA 1 ZATEGE U POLJU	BR. KOMADA ZATEGE U	KUT IZMEĐU PN I GN	TEŽINA 2 ZATEGE U POLJU	OPTEREĆENJE PO $\text{m}^2$
s [m]	$d_s (\phi)$ [mm]	$L_s$ [m]	$n_s$ [1]	$\alpha$ [°]	[kN]	[ $\text{kN}/\text{m}^2$ ]
1.50	20	2.50	2	36.87	0.013	0.005
2.00		2.83		45.00	0.014	0.004
2.50		3.20		51.34	0.016	0.004
3.00		3.61		56.31	0.018	0.003
3.50		4.03		60.26	0.020	0.003
4.00		4.47		63.43	0.022	0.003

Opterećenje, koje je „razmazano“, je toliko malo da će u kasnijem proračunu opterećenja bit pribrojano zajedno sa ostalim elementima pod stalnu težinu.

Poprečni nosači u ulozi preuzimanja horizontalnih sila, preuzimaju tlak, ali njihova uloga je i prijenosu vertikalnih sila. Kod upuštenog kolnika oni su oslonac pomostu, odnosno oslonac SNK-gredama. Kod kolnika gore oni su glavni u prenošenju horizontalnih sila i eventualno po potrebi kao oslonac sekundarnoj gredi. Za mjerodavnu daljnju analizu, presjek poprečnog nosača uzimat će se kao jedinstvena vrijednost (zasebno kad je kolnik gore i zasebno kad je kolnik dolje). Naime, kad je kolnik gore, širi li se prometni profil dodajemo GN, a duljine poprečnih greda su manje, a raste li raspon mosta povećava se broj poprečnih nosača.



Reprezentativna provjera presjeka je na temelju proračunske vitkosti pravokutnog poprečnog presjeka:

-za izvijanje u smjeru osi y-y koje odgovara savijanju oko osi z-z presjeka, minimalna granična visina presjeka jest:

$$h_{min} \geq \frac{L_{i,y}}{0.289 \cdot \lambda_{max}} \quad (36)$$

-za izvijanje u smjeru osi z-z koje odgovara savijanju oko osi y-y presjeka, minimalna granična širina presjeka jest:

$$b_{min} \geq \frac{L_{i,z}}{0.289 \cdot \lambda_{max}} \quad (37)$$

Propisima je određena granična vrijednost proračunske vitkosti poprečnog presjeka glavnih elemenata konstrukcije bez obzira na smjer izvijanja:

$$\lambda_{max} = 120 \quad (38)$$

S obzirom da su duljine izvijanja u ravnini i izvan ravnine jednake:

$$L_{i,y} = L_{i,z} = s = \text{korisna širina mosta}, \quad (39)$$

granične vrijednosti visine i širine presjeka poprimaju novi oblik formule za ovaj tipičan slučaj:

$$h_{min} \geq \frac{s}{34.68} \quad (40)$$

$$b_{min} \geq \frac{s}{34.68} \quad (41)$$

U sljedećoj tablici dane su dimenzije poprečnog presjeka poprečnog nosača zajedno sa njihovim volumenom Poprečni nosači su tržišne razredne čvrstoće C24 i spadaju u 2.razred uporabe (kao i sekundarne uzdužne grede). Vrijednosti vrijede za tip grednog mosta kada je kolnik dolje.

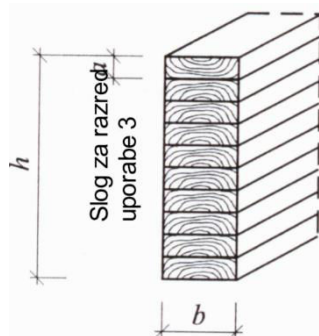
Tablica 45: Prikaz dimenzija poprečne grede sa volumenom za određeni raspon i korisnu širinu mosta

DULJINA POPREČNE GREDE/KORISNA ŠIRINA MOSTA	MINIMALNA ŠIRINA PRESJEKA	MINIMALNA VISINA PRESJEKA	ODABRANA ŠIRINA PRESJEKA	ODABRANA VISINA PRESJEKA	VOLUMEN POPREČNIH GREDA NA RASTERU $p_1=2.00$ m ZA ODREĐENI RASPON MOSTA [m <sup>3</sup> ]					
					s [m]	$b_{min}$ [cm]	$h_{min}$ [cm]	$b_{PN}$ [cm]	$h_{PN}$ [cm]	10 [m]
1.50	4	4	10	14	0.13	0.15	0.17	0.19	0.21	0.23
2.00	6	6			0.17	0.20	0.22	0.25	0.28	0.31
2.50	7	7			0.21	0.25	0.28	0.32	0.35	0.39
3.00	9	9	14	18	0.45	0.53	0.60	0.68	0.76	0.83
3.50	10	10			0.53	0.62	0.71	0.79	0.88	0.97
4.00	12	12			0.60	0.71	0.81	0.91	1.01	1.11

Odabrana su 2 reprezentativna presjeka poprečnih greda: presjek 10x14cm za mostove širine od 1-5-2.5 m, te presjek 14x18 cm za mostove širine 3.0-4.0 m. Razlog odabira većih dimenzija, a i većih visina je zbog otpora vertikalnih opterećenja koja se prenose sa pomosta na poprečne nosače kod upuštenog kolnika (i na strani je sigurnosti). Ipak, na kraju u ukupnom volumenu, udio poprečnih greda je konstantni reprezentativni dio volumena.

### 3.4.1. Proračun glavnog nosača GNK – tip grednog mosta – kolnik dolje

Glavna nosiva konstrukcija je od LLD (lijepljenog lameliranog drva) koja uzima opterećenja na „sebe“ i prenosi ih na oslonce (na naglavnu gredu upornjaka). Drveni gredni most s upuštenim kolnikom se sastoji od 2 LLD glavna nosača. Oni su međusobno povezani sa konstrukcijom cijelog pomosta (poprečne grede, stabilizacija, uzdužne grede i daščana podloga). LLD nosač je obložen ventiliranom oblogom na bočnim stranicama, te ALU-klupicom na gornju stranicu. Bez obzira na zaštitu, na strani sigurnosti pretpostaviti će se razred uporabe 3. Iz tog razloga, zahtijeva se poseban slog LLD:



Slika 54: Slog LLD za razred uporabe 3[3]

Orijentacija lamela prema godovima treba u laminatu osigurati jednake uvjete skupljanja i bubrenja i smanjiti naprezanje sljubnice koja mogu izazvat delaminaciju. Lijeva strana jedne lamele se lijepi s desnom strane druge lamele (desna strana je ona strana bliže srcu). Desne strane lamela na oba ruba presjeka laminata treba okrenuti prema vani. Rubne lamele su lijepljene po lijevoj strani. U strategiji za očuvanje trajnosti laminati u LLD su tanji.

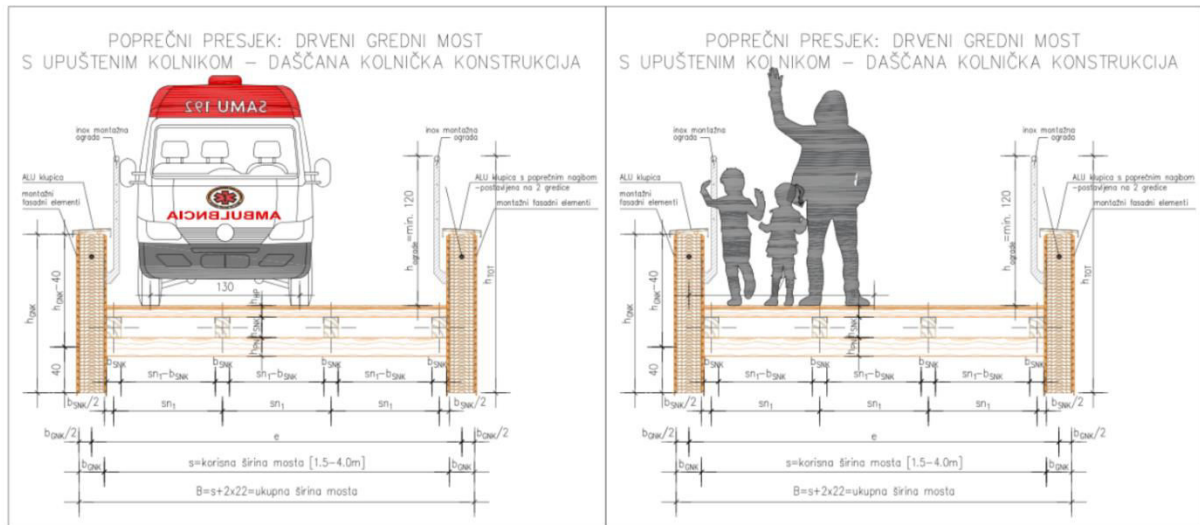
Za LLD nosač koristit će tržišni razred čvrstoće GL28h, te je širina presjeka fiksna vrijednost:

$$b_{SNK} = 22cm \quad (42)$$

Ono što će u proračunima bit parametar je visina LLD nosača  $h_{SNK}$ , a zajedno sa volumenom pomosta i poprečnih greda čine ukupni volumen drven grednog mosta sa upuštenim kolnikom.

Os cjelokupnog pomosta se ne spaja nužno u os glavnog nosača. Spoj GNK sa pomostom varira od 1/4 do sredine (1/2) GNK. Torzijska krutost je bolja ukoliko su osi pomosta i osi GNK-a blizu. Iz tih razloga, te ovisno o visini glavnog nosača varira i visina ograde s obzirom da je minimalna zaštitna visina po pravilniku 120 cm. Kako bi se proračun pojednostavio težina ograde po m' uzet će se kao reprezentativna vrijednost. Statika LLD grede je slobodno oslonjena greda. Svaki LLD drvenog grednog mosta s upuštenim kolnikom preuzima

polovicu opterećenja (stalno i pješaci). Prijenos sile vozila je takav da se vozilo postavlja u najgori mogući položaj: - u poprečnom presjeku što bliže GNK; u uzdužnom presjeku na sredini.



Slika 55: Slikoviti prikaz položaja vozila i pješaka za izračun mjerodavnog opterećenja na GNK

U sljedećoj tablici je proračunato mjerodavno karakteristično stalno opterećenje:

Tablica 46: Prikaz linijskog opterećenja na glavni nosač grednog mosta sa upuštenim kolnikom

HRN EN 1991-1-1:2012; HRN EN 1991-1-1:2012/NA:2012 Eurokod 1 -- Djelovanja na konstrukcije -- Dio 1-1: Opća djelovanja Proračun linijskog opterećenja za 1m' mosta na GNK													
Tip opterećenja		PJEŠACI	PJEŠACI	VOZILO	PJEŠACI	VOZILO	PJEŠACI	VOZILO	PJEŠACI	VOZILO	PJEŠACI	VOZILO	
Korisna širina mosta [m]		1.50	2.00	2.00	2.50	2.50	3.00	3.00	3.50	3.50	4.00	4.00	
HODNA PODLOGA	razred čvrstoće	D30	D30	D30	D30	D30	D30	D30	D30	D30	D30	D30	
	visina daske ( $h_{nosivi}=5\text{cm}$ )	$h_{tot}$ cm	8	8	9	8	9	8	9	8	10	8	12
	širina daske	$b_{daske}$ cm	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25
	duljina daske	$s$ m	1.5	2.0	2.0	2.5	2.5	3.0	3.0	3.5	3.5	4.0	4.0
	karakteristična gustoća	$\rho_k$ kg/m <sup>3</sup>	530	530	530	530	530	530	530	530	530	530	530
	volumen daščane podloge	$V$ [m <sup>3</sup> ]	0.12	0.16	0.18	0.20	0.23	0.24	0.27	0.28	0.35	0.32	0.48
SNK-GREĐICE	karakteristično opterećenje	$q_k$ kN/m <sup>2</sup>	0.42	0.42	0.48	0.42	0.48	0.42	0.48	0.42	0.53	0.42	0.64
	linijsko karakteristično opterećenje na GN	$q'_k$ kN/m	<b>0.32</b>	<b>0.42</b>	<b>0.48</b>	<b>0.53</b>	<b>0.60</b>	<b>0.64</b>	<b>0.72</b>	<b>0.74</b>	<b>0.93</b>	<b>0.85</b>	<b>1.27</b>
	razred čvrstoće	C24	C24	C24	C24	C24	C24	C24	C24	C24	C24	C24	C24
	visina grede	$h_{SNK}$ cm	14	16	24	18	24	18	24	20	24	20	24
	širina grede	$b_{SNK}$ cm	5	5	6	5	6	5	6	5	6	5	6
	min. duljina grede	$L_{min}$ m	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0
PN - POPREČNE GREĐE	max. duljina grede	$L_{max}$ m	12.0	12.0	12.0	12.0	12.0	12.0	12.0	12.0	12.0	12.0	12.0
	raster SNK	$s_1$ m	1.50	1.00	0.50	1.25	0.50	1.50	0.50	1.75	0.58	1.00	1.00
	karakteristična gustoća	$\rho_k$ kg/m <sup>3</sup>	350	350	350	350	350	350	350	350	350	350	350
	volumen SNK	$V$ [m <sup>3</sup> /m]	0.014	0.024	0.072	0.027	0.086	0.027	0.101	0.030	0.101	0.040	0.072
	linijsko karakteristično opterećenje na GN	$q'_k$ kN/m	<b>0.025</b>	<b>0.042</b>	<b>0.126</b>	<b>0.047</b>	<b>0.151</b>	<b>0.047</b>	<b>0.176</b>	<b>0.053</b>	<b>0.176</b>	<b>0.088</b>	<b>0.126</b>
	razred čvrstoće	C24	C24	C24	C24	C24	C24	C24	C24	C24	C24	C24	C24
PRIBORI I DODATNI ELEMENTI	visina grede	$h_{SNK}$ cm	14	14	14	14	14	18	18	18	18	18	
	širina grede	$b_{SNK}$ cm	10	10	10	10	10	14	14	14	14	14	
	duljina grede	$s$ m	1.5	2.0	2.0	2.5	2.5	3.0	3.0	3.5	3.5	4.0	4.0
	raster PN	$p_1$ m	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	
	karakteristična gustoća	$\rho_k$ kg/m <sup>3</sup>	350	350	350	350	350	350	350	350	350	350	
	linijsko karakteristično opterećenje na GN	$q'_k$ kN/m	<b>0.018</b>	<b>0.025</b>	<b>0.025</b>	<b>0.031</b>	<b>0.031</b>	<b>0.066</b>	<b>0.066</b>	<b>0.077</b>	<b>0.077</b>	<b>0.088</b>	<b>0.088</b>
GN	kar. opterećenje pribora, instalacija	$q_{k,pr}$ kN/m <sup>2</sup>	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	
	karakteristično opterećenje ograde	$q_{k,og}$ kN/m	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	
	kar. opterećenje instalacija, zaštita	$q_{k,iz}$ kN/m <sup>2</sup>	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	
	linijsko karakteristično opterećenje na GN	$q'_k$ kN/m	<b>0.45</b>	<b>0.50</b>	<b>0.50</b>	<b>0.55</b>	<b>0.55</b>	<b>0.60</b>	<b>0.60</b>	<b>0.65</b>	<b>0.65</b>	<b>0.70</b>	<b>0.70</b>
GN	GNK - GLAVNI NOSAČI	$q'_k$ kN/m	<i>self weight</i>										
UKUPNO STALNO OPTEREĆENJE NA GN		$g'$ kN/m	<b>0.81</b>	<b>0.99</b>	<b>1.13</b>	<b>1.16</b>	<b>1.33</b>	<b>1.35</b>	<b>1.56</b>	<b>1.52</b>	<b>1.83</b>	<b>1.72</b>	<b>2.19</b>

U sljedećoj tablici su izračunate vrijednosti karakterističnog linijskog opterećenja i karakterističnih sila vozila na GNK:

Tablica 47: Prikaz vrijednosti opterećenja vozilom i pješacima na glavni nosač grednog mosta sa upuštenim kolnikom

HRN EN 1991-2:2012; HRN EN 1991-2:2012/NA:2012 Eurokod 1 -- Djelovanja na konstrukcije -- 2. dio: Prometna opterećenja mostova Proračun linijskog opterećenja za 1m' mosta na GNK							
Korisna širina mosta	[m]	1.50	2.00	2.50	3.00	3.50	4.00
Opterećenje pješaka na GNK	$q_{rk}$ kN/m <sup>2</sup>	5.00					
Linijsko opterećenje pješaka na GNK	$q'_{rk}$ kN/m	3.75	5.00	6.25	7.50	8.75	10.00
Iznos karakteristične sile vozila prve osovine	$Q_{sv1}$ kN	40.00	50.00	56.00	60.00	62.86	65.00
visina daske ( $h_{nosivi}=5cm$ )	$Q_{sv2}$ kN	20.00	25.00	28.00	30.00	31.43	32.50

U sljedećim tablicama su prikazani rezultati dimenzija GNK (LLD nosača) s obzirom na duljinu i širinu mosta, te ovisno o opterećenju.

Tablica 48: Prikaz vrijednosti visine GNK za širinu mosta 1.5m - opterećenje pješacima

Visina presjeka GNK ovisno o korisnoj širini i rasponu mosta - PJEŠACI								
Korisna širina mosta	s	[m]	1.5					
Duljina raspona mosta	L	[m]	10	12	14	16	18	20
Visina presjeka	$h_{GNK}$	[cm]	48	58	68	78	90	102
Dozvoljeni granični početni progib	L/300	[mm]	33.33	40.00	46.67	53.33	60.00	66.67
Rezultantni vertikalni početni progib	$w_{inst}$	[mm]	25.58	30.66	34.47	39.93	44.16	47.26
Iskorištenost presjeka prema provjeri ograničenja početnih progiba	$\frac{w_{inst}}{L/300}$	[%]	76.73%	76.66%	73.86%	74.87%	73.60%	70.89%
Dozvoljeni granični konačni netto progib	L/250	[mm]	40.00	48.00	56.00	64.00	72.00	80.00
Rezultantni konačni netto progib	$w_{nett,fin}$	[mm]	38.71	47.31	54.24	63.92	71.94	78.40
Iskorištenost presjeka prema provjeri ograničenja konačnih neto progiba	$\frac{w_{nett,fin}}{L/300}$	[%]	96.78%	98.55%	96.86%	99.87%	99.92%	98.00%

Tablica 49: Prikaz vrijednosti visine GNK za širinu mosta 2.0m - opterećenje pješacima

Visina presjeka GNK ovisno o korisnoj širini i rasponu mosta - PJEŠACI								
Korisna širina mosta	s	[m]	2.0					
Duljina raspona mosta	L	[m]	10	12	14	16	18	20
Visina presjeka	$h_{GNK}$	[cm]	52	62	74	85	96	108
Dozvoljeni granični početni progib	L/300	[mm]	33.33	40.00	46.67	53.33	60.00	66.67
Rezultantni vertikalni početni progib	$w_{inst}$	[mm]	25.98	32.27	35.81	40.98	45.75	50.43
Iskorištenost presjeka prema provjeri ograničenja početnih progiba	$\frac{w_{inst}}{L/300}$	[%]	77.93%	80.69%	76.74%	76.83%	76.26%	75.64%
Dozvoljeni granični konačni netto progib	L/250	[mm]	40.00	48.00	56.00	64.00	72.00	80.00
Rezultantni konačni netto progib	$w_{nett,fin}$	[mm]	38.07	47.90	54.29	63.11	71.76	79.98
Iskorištenost presjeka prema provjeri ograničenja konačnih neto progiba	$\frac{w_{nett,fin}}{L/300}$	[%]	95.17%	99.79%	96.95%	98.61%	99.67%	99.98%

Tablica 50: Prikaz vrijednosti visine GNK za širinu mosta 2.5m - opterećenje pješacima

Visina presjeka GNK ovisno o korisnoj širini i rasponu mosta - PJEŠACI								
Korisna širina mosta	s	[m]	2.5					
Duljina raspona mosta	L	[m]	10	12	14	16	18	20
Visina presjeka	$h_{GNK}$	[cm]	54	66	78	90	102	114
Dozvoljeni granični početni progib	L/300	[mm]	33.33	40.00	46.67	53.33	60.00	66.67
Rezultantni vertikalni početni progib	$w_{inst}$	[mm]	28.32	32.66	37.21	41.93	46.81	51.84
Iskorištenost presjeka prema provjeri ograničenja početnih progiba	$\frac{w_{inst}}{L/300}$	[%]	84.97%	81.65%	79.73%	78.62%	78.02%	77.76%
Dozvoljeni granični konačni netto progib	L/250	[mm]	40.00	48.00	56.00	64.00	72.00	80.00
Rezultantni konačni netto progib	$w_{nett,fin}$	[mm]	39.99	47.44	54.90	62.80	71.12	79.85
Iskorištenost presjeka prema provjeri ograničenja konačnih neto progiba	$\frac{w_{nett,fin}}{L/300}$	[%]	99.97%	98.83%	98.03%	98.13%	98.78%	99.82%

Tablica 51: Prikaz vrijednosti visine GNK za širinu mosta 3.0m - opterećenje pješacima

Visina presjeka GNK ovisno o korisnoj širini i rasponu mosta - PJEŠACI								
Korisna širina mosta	s	[m]	3.0					
Duljina raspona mosta	L	[m]	10	12	14	16	18	20
Visina presjeka	$h_{GNK}$	[cm]	58	70	82	94	106	120
Dozvoljeni granični početni progib	L/300	[mm]	33.33	40.00	46.67	53.33	60.00	66.67
Rezultantni vertikalni početni progib	$w_{inst}$	[mm]	27.11	32.39	37.90	43.35	49.02	52.24
Iskorištenost presjeka prema provjeri ograničenja početnih progiba	$\frac{w_{inst}}{L/300}$	[%]	81.34%	80.98%	81.21%	81.28%	81.71%	78.35%
Dozvoljeni granični konačni netto progib	L/250	[mm]	40.00	48.00	56.00	64.00	72.00	80.00
Rezultantni konačni netto progib	$w_{nett,fin}$	[mm]	38.24	46.34	54.90	63.71	71.90	78.89
Iskorištenost presjeka prema provjeri ograničenja konačnih neto progiba	$\frac{w_{nett,fin}}{L/300}$	[%]	95.60%	96.55%	98.04%	99.54%	99.86%	98.61%

Tablica 52: Prikaz vrijednosti visine GNK za širinu mosta 3.5m - opterećenje pješacima

Visina presjeka GNK ovisno o korisnoj širini i rasponu mosta - PJEŠACI								
Korisna širina mosta	s	[m]	3.5					
Duljina raspona mosta	L	[m]	10	12	14	16	18	20
Visina presjeka	$h_{GNK}$	[cm]	60	72	84	98	110	124
Dozvoljeni granični početni progib	L/300	[mm]	33.33	40.00	46.67	53.33	60.00	66.67
Rezultantni vertikalni početni progib	$w_{inst}$	[mm]	28.23	34.25	40.40	43.96	49.70	54.21
Iskorištenost presjeka prema provjeri ograničenja početnih progiba	$\frac{w_{inst}}{L/300}$	[%]	84.68%	85.63%	86.57%	82.42%	82.83%	81.32%
Dozvoljeni granični konačni netto progib	L/250	[mm]	40.00	48.00	56.00	64.00	72.00	80.00
Rezultantni konačni netto progib	$w_{nett,fin}$	[mm]	39.27	47.90	55.90	63.56	71.90	79.90
Iskorištenost presjeka prema provjeri ograničenja konačnih neto progiba	$\frac{w_{nett,fin}}{L/300}$	[%]	98.17%	99.79%	99.82%	99.32%	99.86%	99.88%

Tablica 53: Prikaz vrijednosti visine GNK za širinu mosta 4.0m - opterećenje pješacima

Visina presjeka GNK ovisno o korisnoj širini i rasponu mosta - PJEŠACI								
Korisna širina mosta	s	[m]	4.0					
Duljina raspona mosta	L	[m]	10	12	14	16	18	20
Visina presjeka	$h_{GNK}$	[cm]	62	74	88	102	114	128
Dozvoljeni granični početni progib	L/300	[mm]	33.33	40.00	46.67	53.33	60.00	66.67
Rezultantni vertikalni početni progib	$w_{inst}$	[mm]	29.04	34.40	39.90	44.14	49.85	53.20
Iskorištenost presjeka prema provjeri ograničenja početnih progiba	$\frac{w_{inst}}{L/300}$	[%]	87.12%	86.00%	85.50%	82.77%	83.08%	79.80%
Dozvoljeni granični konačni netto progib	L/250	[mm]	40.00	48.00	56.00	64.00	72.00	80.00
Rezultantni konačni netto progib	$w_{nett,fin}$	[mm]	39.99	47.90	55.95	63.20	71.95	79.99
Iskorištenost presjeka prema provjeri ograničenja konačnih neto progiba	$\frac{w_{nett,fin}}{L/300}$	[%]	99.98%	99.79%	99.91%	98.75%	99.93%	99.99%

Tablica 54: Prikaz vrijednosti visine GNK za širinu mosta 2.0m - opterećenje vozilom

Visina presjeka GNK ovisno o korisnoj širini i rasponu mosta - VOZILO								
Korisna širina mosta	s	[m]	2.0					
Duljina raspona mosta	L	[m]	10	12	14	16	18	20
Visina presjeka	$h_{GNK}$	[cm]	62	72	82	92	102	112
Udaljenost ver.sile prve osovine od početka elementa po x-osi		[m]	4.2	5.0	5.9	6.6	7.5	8.3
Dozvoljeni granični početni progib	L/300	[mm]	33.33	40.00	46.67	53.33	60.00	66.67
Rezultantni vertikalni početni progib	$w_{inst}$	[mm]	29.31	34.74	39.28	43.52	47.70	51.51
Iskorištenost presjeka prema provjeri ograničenja početnih progiba	$\frac{w_{inst}}{L/300}$	[%]	87.92%	86.84%	84.16%	81.59%	79.50%	77.26%
Dozvoljeni granični konačni netto progib	L/250	[mm]	40.00	48.00	56.00	64.00	72.00	80.00
Rezultantni konačni netto progib	$w_{nett,fin}$	[mm]	37.57	46.31	54.58	62.96	71.68	79.95
Iskorištenost presjeka prema provjeri ograničenja konačnih neto progiba	$\frac{w_{nett,fin}}{L/300}$	[%]	93.93%	96.48%	97.47%	98.38%	99.55%	99.94%

Tablica 55: Prikaz vrijednosti visine GNK za širinu mosta 2.5m - opterećenje vozilom

Visina presjeka GNK ovisno o korisnoj širini i rasponu mosta - VOZILO								
Korisna širina mosta	s	[m]	2.5					
Duljina raspona mosta	L	[m]	10	12	14	16	18	20
Visina presjeka	$h_{GNK}$	[cm]	64	74	84	95	106	117
Udaljenost ver.sile prve osovine od početka elementa po x-osi		[m]	4.2	5.0	5.9	6.6	7.5	8.3
Dozvoljeni granični početni progib	L/300	[mm]	33.33	40.00	46.67	53.33	60.00	66.67
Rezultantni vertikalni početni progib	$w_{inst}$	[mm]	29.86	35.25	40.87	44.20	47.51	50.48
Iskorištenost presjeka prema provjeri ograničenja početnih progiba	$\frac{w_{inst}}{L/300}$	[%]	89.58%	88.13%	87.57%	82.88%	79.18%	75.72%
Dozvoljeni granični konačni netto progib	L/250	[mm]	40.00	48.00	56.00	64.00	72.00	80.00
Rezultantni konačni netto progib	$w_{nett,fin}$	[mm]	38.32	46.03	55.98	63.83	71.25	78.80
Iskorištenost presjeka prema provjeri ograničenja konačnih neto progiba	$\frac{w_{nett,fin}}{L/300}$	[%]	95.80%	95.90%	99.96%	99.73%	98.96%	98.50%

Tablica 56: Prikaz vrijednosti visine GNK za širinu mosta 3.0m - opterećenje vozilom

Visina presjeka GNK ovisno o korisnoj širini i rasponu mosta - VOZILO								
Korisna širina mosta	s	[m]	3.0					
Duljina raspona mosta	L	[m]	10	12	14	16	18	20
Visina presjeka	$h_{GNK}$	[cm]	66	76	87	98	109	120
Udaljenost ver.sile prve osovine od početka elementa po x-osi		[m]	4.2	5.0	5.9	6.6	7.5	8.3
Dozvoljeni granični početni progib	L/300	[mm]	33.33	40.00	46.67	53.33	60.00	66.67
Rezultantni vertikalni početni progib	$w_{inst}$	[mm]	29.39	35.71	39.76	43.51	47.22	50.53
Iskorištenost presjeka prema provjeri ograničenja početnih progiba	$\frac{w_{inst}}{L/300}$	[%]	88.16%	89.28%	85.20%	81.58%	78.69%	75.80%
Dozvoljeni granični konačni netto progib	L/250	[mm]	40.00	48.00	56.00	64.00	72.00	80.00
Rezultantni konačni netto progib	$w_{nett,fin}$	[mm]	38.10	47.99	55.72	63.43	71.46	79.35
Iskorištenost presjeka prema provjeri ograničenja konačnih neto progiba	$\frac{w_{nett,fin}}{L/300}$	[%]	95.25%	99.98%	99.50%	99.11%	99.25%	99.19%

Tablica 57: Prikaz vrijednosti visine GNK za širinu mosta 3.5m - opterećenje vozilom

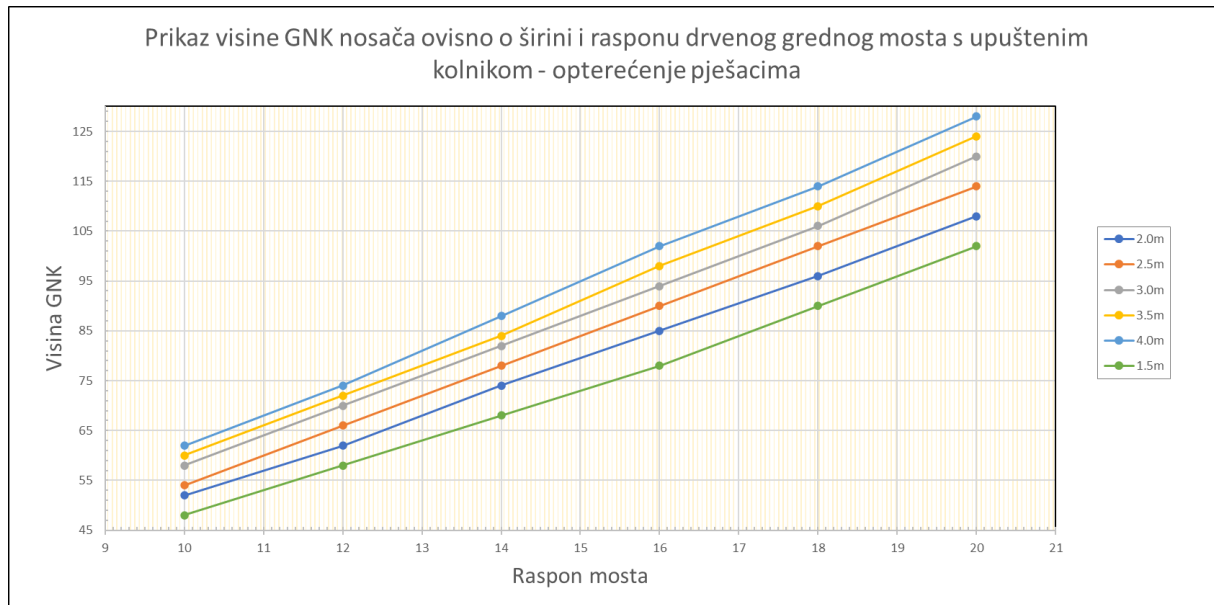
Visina presjeka GNK ovisno o korisnoj širini i rasponu mosta - VOZILO								
Korisna širina mosta	s	[m]	3.5					
Duljina raspona mosta	L	[m]	10	12	14	16	18	20
Visina presjeka	$h_{GNK}$	[cm]	67	78	89	101	113	123
Udaljenost ver.sile prve osovine od početka elementa po x-osi		[m]	4.2	5.0	5.9	6.6	7.5	8.3
Dozvoljeni granični početni progib	L/300	[mm]	33.33	40.00	46.67	53.33	60.00	66.67
Rezultantni vertikalni početni progib	$w_{inst}$	[mm]	29.70	35.10	39.50	42.35	45.22	50.07
Iskorištenost presjeka prema provjeri ograničenja početnih progiba	$\frac{w_{inst}}{L/300}$	[%]	89.10%	87.76%	84.64%	79.41%	75.37%	75.11%
Dozvoljeni granični konačni netto progib	L/250	[mm]	40.00	48.00	56.00	64.00	72.00	80.00
Rezultantni konačni netto progib	$w_{nett,fin}$	[mm]	39.05	47.93	55.99	62.70	69.47	79.71
Iskorištenost presjeka prema provjeri ograničenja konačnih neto progiba	$\frac{w_{nett,fin}}{L/300}$	[%]	97.63%	99.86%	99.98%	97.97%	96.49%	99.64%

Tablica 58: Prikaz vrijednosti visine GNK za širinu mosta 4.0m - opterećenje vozilom

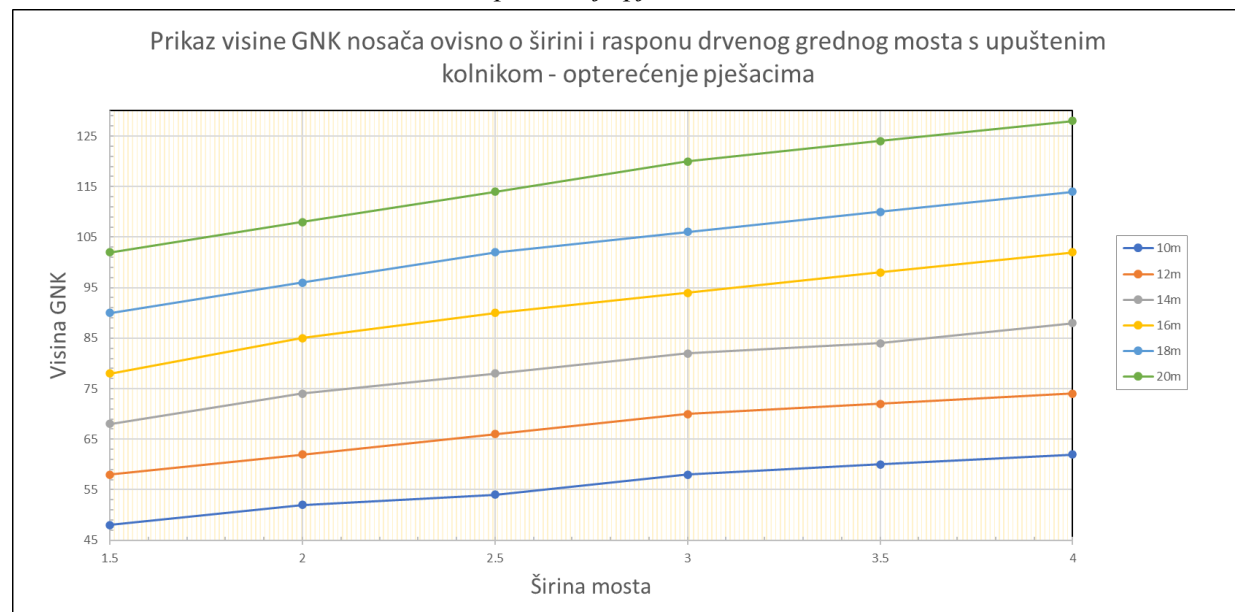
Visina presjeka GNK ovisno o korisnoj širini i rasponu mosta - VOZILO								
Korisna širina mosta	s	[m]	4.0					
Duljina raspona mosta	L	[m]	10	12	14	16	18	20
Visina presjeka	$h_{GNK}$	[cm]	68	80	92	103	115	126
Udaljenost ver.sile prve osovine od početka elementa po x-osi		[m]	4.2	5.0	5.9	6.6	7.5	8.3
Dozvoljeni granični početni progib	L/300	[mm]	33.33	40.00	46.67	53.33	60.00	66.67
Rezultantni vertikalni početni progib	$w_{inst}$	[mm]	29.94	34.24	37.74	42.17	45.37	49.37
Iskorištenost presjeka prema provjeri ograničenja početnih progiba	$\frac{w_{inst}}{L/300}$	[%]	89.82%	85.60%	80.87%	79.07%	75.62%	74.06%
Dozvoljeni granični konačni netto progib	L/250	[mm]	40.00	48.00	56.00	64.00	72.00	79.90
Rezultantni konačni netto progib	$w_{nett,fin}$	[mm]	39.98	47.86	55.00	63.91	71.32	
Iskorištenost presjeka prema provjeri ograničenja konačnih neto progiba	$\frac{w_{nett,fin}}{L/300}$	[%]	99.95%	99.71%	98.21%	99.85%	99.06%	0.00%

### 3.5. Parametarska analiza drvenog grednog mosta sa upuštenim kolnikom

Graf 10: Prikaz visine LLD nosača ovisno o rasponu i širini mosta s upuštenim kolnikom – opterećenje pješacima



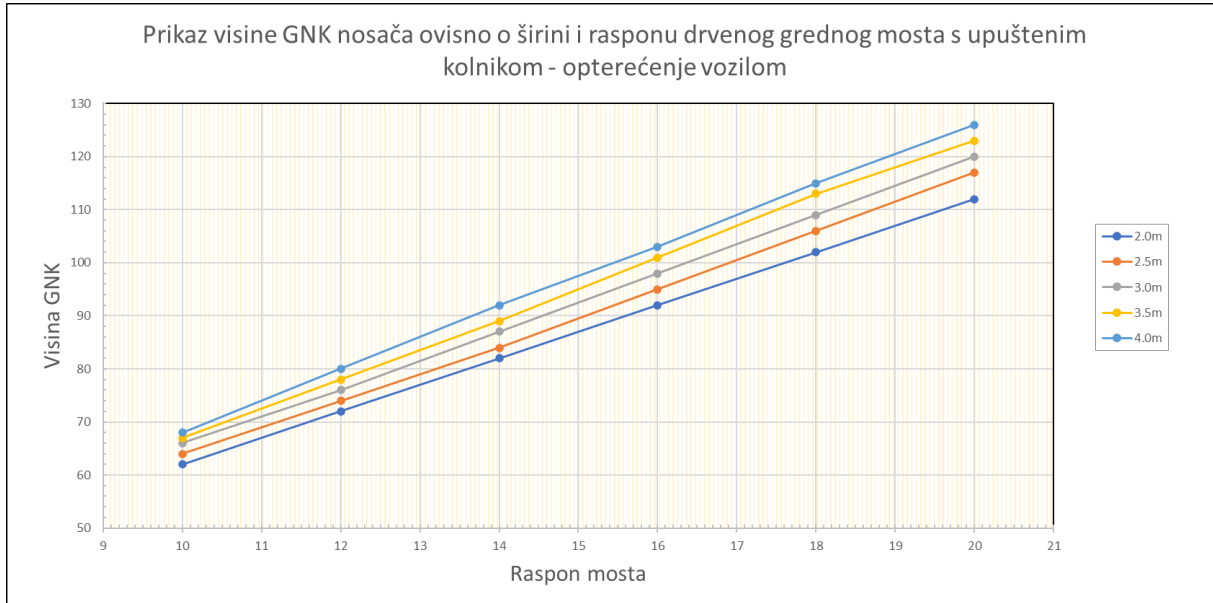
Graf 11: Prikaz visine LLD nosača ovisno o širini i rasponu mosta s upuštenim kolnikom – opterećenje pješacima



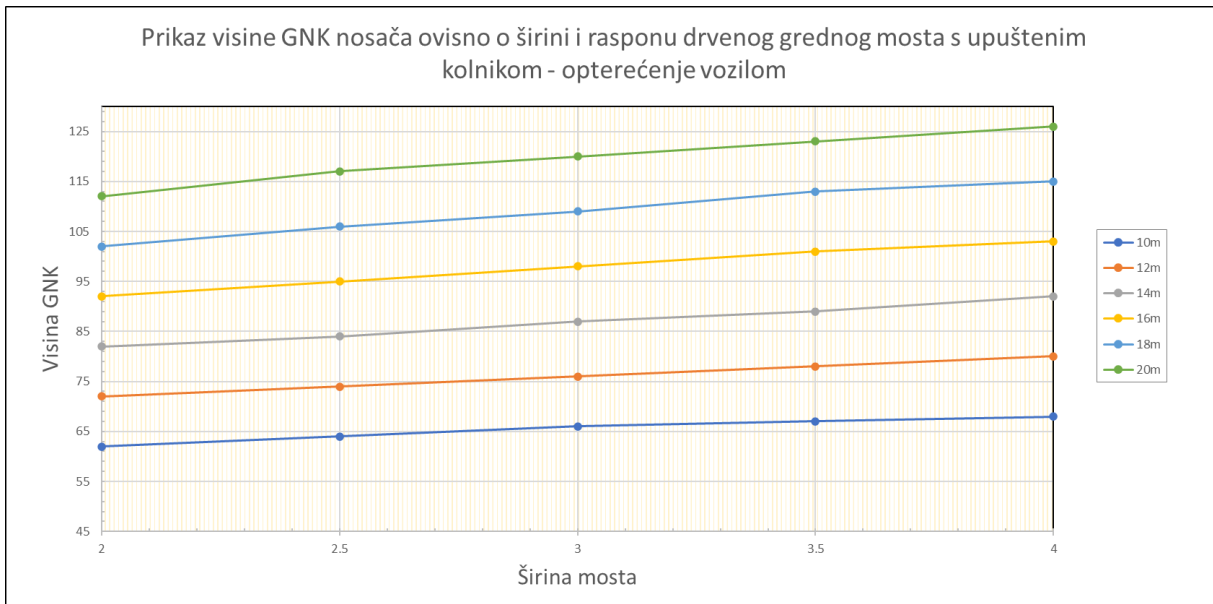
U prethodna dva grafa prikazan je linearan porast visine LLD nosača, s obzirom na porast raspona sa konstantnom širinom kolnika (prvi graf) i obzirom na porast širine mosta sa konstantnim rasponom (drugi graf). U prvom grafu boja krivulje prikazuje širinu mosta, a u drugom prikazuje raspon mosta. Na oba grafa, na y-osi su vrijednosti visine presjeka. U prvom grafu, rezultati visine presjeka se međusobno udaljavaju sa porastom raspona mosta: Primjerice, razlika u visini presjeka LLD mosta širine 2.0m i 3.0m kod raspona od 10m je

6cm, a kod 20m je 12 cm! Prema tome razlika presjeka između određenih širina mosta se linearno povećava sa porastom raspona mosta.

Graf 12: Prikaz visine LLD nosača ovisno o rasponu i širini mosta s upuštenim kolnikom – opterećenje vozilom



Graf 13: Prikaz visine LLD nosača ovisno o širini i rasponu mosta s upuštenim kolnikom – opterećenje vozilom

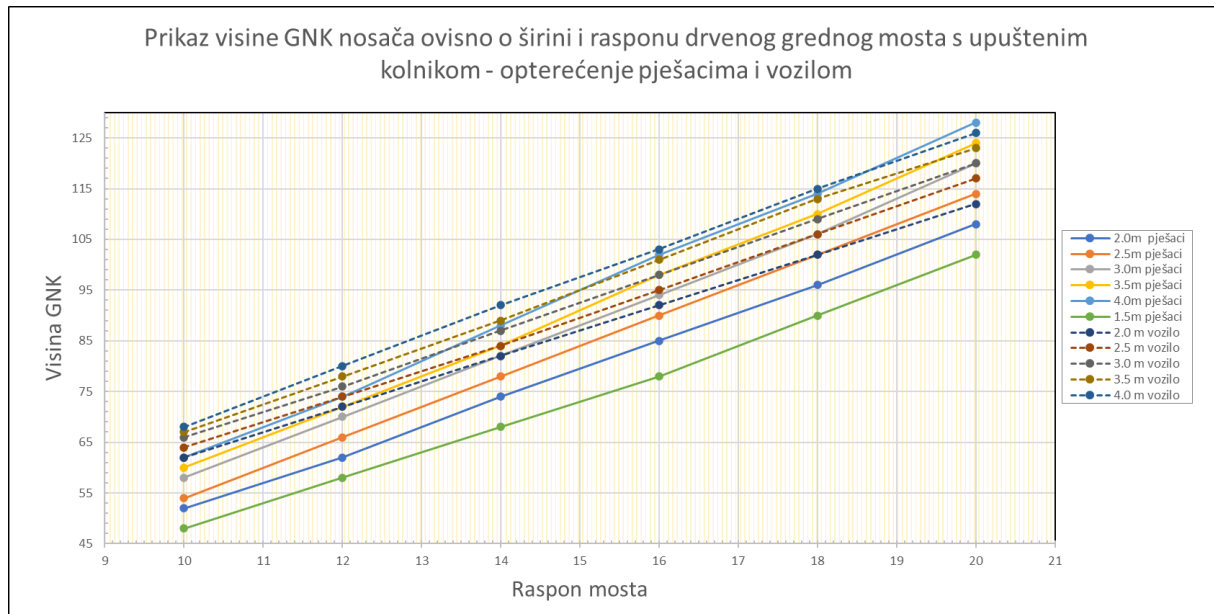


Za prethodna dva grafa vrijedi jednako objašnjene kao u prijašnja dva, samo što je razlika da su rezultati visine presjeka LLD nosača dobiveni na temelju opterećenja vozilom.



Kad bi smo usporedili grafove dobivene na temelju opterećenja vozilom i pješacima; preklop grafova bi izgledao ovako:

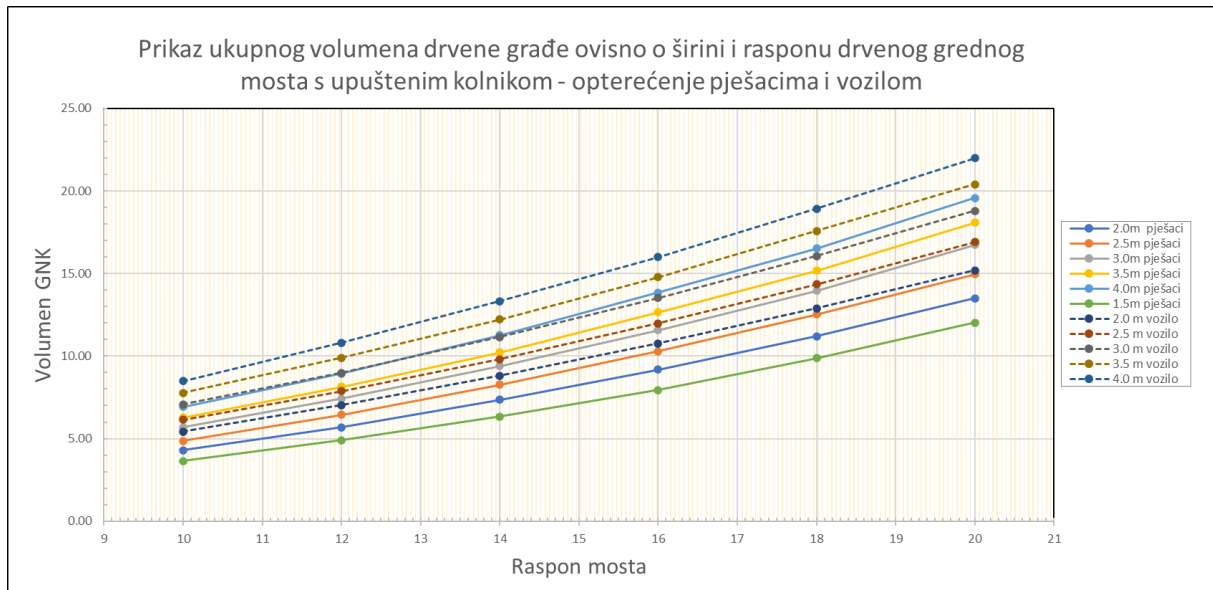
Graf 14: Prikaz visine LLD nosača ovisno o rasponu i širini mosta s upuštenim kolnikom – preklop grafova – opterećenje pješacima i vozilom



Usporedba i očitavanje rezultat slikovito je pojednostavljeno – grafovi iscrtanih linija prikazuje rezultate visine presjeka LLD nosača dobivenih na temelju opterećenja vozilom, a grafovi punih linija na temelju opterećenja pješacima. Grafovi kod opterećenja pješacima imaju veći nagib odnosno rast.

S obzirom na sve dobivene rezultate drvenog grednog mosta s upuštenim kolnikom, sljedeće krivulje su dobivene na temelju zbroja ukupnog volumena drvene građe mosta (od daščane podloge do LLD nosača). Kao u prethodnim grafovima crtkana krivulja označava rezultate dobivene na temelju opterećenja vozilom, dok puna na temelju opterećenja pješacima kako bi bila jasnija usporedba rezultata između različitih opterećenja.

Graf 15: Prikaz ukupnog volumena drvenog grednog mosta s upuštenim kolnikom ovisno o širini, rasponu i opterećenju



Tablica 59: Prikaz generalnih vrijednosti drvenog grednog mosta s upuštenim kolnikom

UKUPNI VOLUMEN DRVENOG GREDNOG MOSTA S UPUŠTENIM KOLNIKOM [m <sup>3</sup> ]													
Opterećenje pješacima							Opterećenje vozilom						
s/L	10	12	14	16	18	20	s/L	10	12	14	16	18	20
1.5	3.65	4.90	6.33	7.94	9.88	12.03	2	5.42	7.02	8.80	10.76	12.89	15.20
2	4.30	5.68	7.36	9.18	11.20	13.49	2.5	6.14	7.89	9.81	11.99	14.35	16.91
2.5	4.86	6.45	8.26	10.28	12.51	14.96	3	7.07	8.99	11.16	13.51	16.06	18.81
3	5.68	7.43	9.39	11.57	13.96	16.73	3.5	7.78	9.90	12.21	14.79	17.58	20.40
3.5	6.27	8.14	10.22	12.65	15.17	18.08	4	8.49	10.80	13.33	15.99	18.93	21.99
4	6.93	8.93	11.27	13.85	16.52	19.57							

Prikaz rezultata elemenata pomosta za svaku korisnu širinu mosta na opterećenje pješacima i opterećenje vozilom - najmanji volumen pomosta za 1m <sup>3</sup> mosta														
tip opterećenja			PJEŠACI		VOZILO		PJEŠACI		VOZILO		PJEŠACI		VOZILO	
KORISNA ŠIRINA MOST	s	[m]	1.5	2.0	2.5	3.0	3.5	4.0						
Ukupna visina daske	$h_{HP,tot}$	[cm]	8	9	8	9	8	9	8	9	8	9	8	9
Visina SNK grede	$h_{SNK}$	[cm]	14	24	18	24	18	24	20	24	20	24	20	24
Širina SNK grede	$b_{SNK}$	[cm]	5	6	5	6	5	6	5	6	5	6	5	6
Broj komada SNK-grede	$n_{SNK}$	[1]	3	5	3	6	3	7	3	8	3	9	3	9

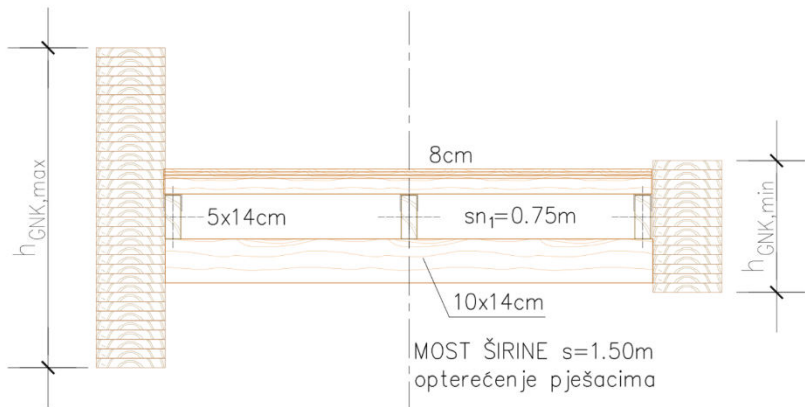
  

POPREČNI PRESJEK: DRVENI GREDNI MOST S UPUŠTENIM KOLNIKOM – DAŠČANA KOLNIČKA KONSTRUKCIJA

POPREČNI PRESJEK: DRVENI GREDNI MOST S UPUŠTENIM KOLNIKOM – DAŠČANA KOLNIČKA KONSTRUKCIJA

Na sljedećim slikama su prikazane dobivene vrijednosti elementa mosta za svaku širinu i raspon mosta ovisno o tipu opterećenja uz kratka obrazloženja (tablica). Poprečni presjek je dvojni – lijevi dio prikazuje visinu GNK za L=20m, a desni dio prikazuje visinu GNK za 10m.

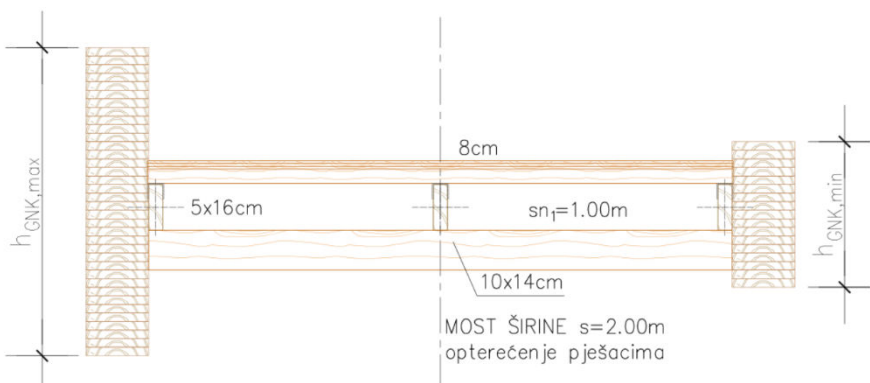
Vrsta prometa	Interventno vozilo	Br. Smjerova prometovanja	Br. Traka	Minimalna širina slobodnog profila	Korisna širina mosta
1 red pješaka	Ne	0	1	1,00 m	1,50 m
1 smjer biciklista	Ne	1	1	1,50 m	



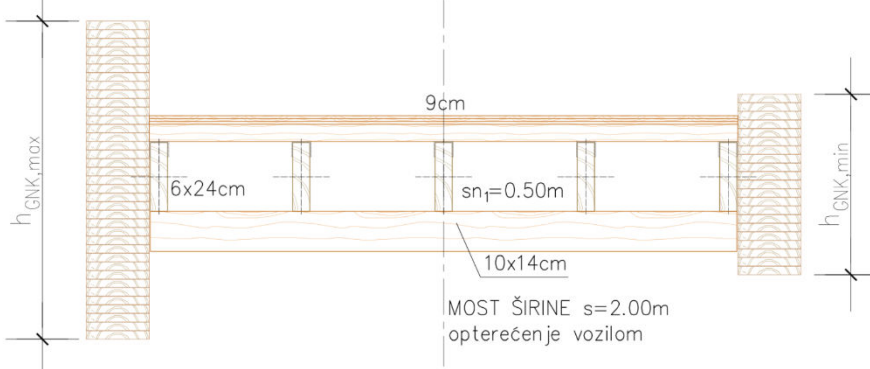
Duljina raspona mosta	Visina presjeka	Volumen mosta
L [m]	$h_{GNK}$ [cm]	V [m <sup>3</sup> ]
10	48	3.65
12	58	4.90
14	68	6.33
16	78	7.94
18	90	9.88
20	102	12.03

Slika 56: Dimenzije mosta s upuštenim kolnikom širine 1.5m – raspona od 10-20m – opterećenje pješacima

Vrsta prometa	Interventno vozilo	Br. Smjerova prometovanja	Br. Traka	Minimalna širina slobodnog profila	Korisna širina mosta
2 reda pješaka	Da	0	2	2,00 m	2,00 m



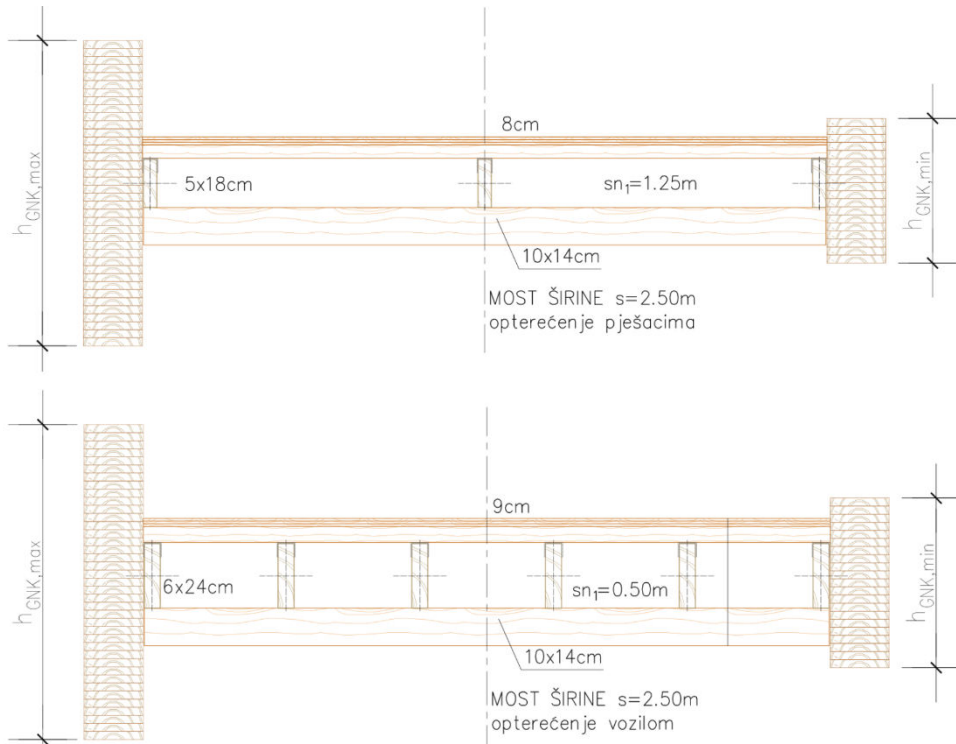
Duljina raspona mosta	Visina presjeka	Volumen mosta
L [m]	$h_{GNK}$ [cm]	V [m <sup>3</sup> ]
10	52	4.30
12	62	5.68
14	74	7.36
16	85	9.18
18	96	11.20
20	108	13.49



Duljina raspona mosta	Visina presjeka	Volumen mosta
L [m]	$h_{GNK}$ [cm]	V [m <sup>3</sup> ]
10	62	5.42
12	72	7.02
14	82	8.80
16	92	10.76
18	102	12.89
20	112	15.20

Slika 57: Dimenzije mosta s upuštenim kolnikom širine 2.0m – raspona od 10-20m – opterećenje pješacima/vozilom

Vrsta prometa	Interventno vozilo	Br. Smjerova prometovanja	Br. Traka	Minimalna širina slobodnog profila	Korisna širina mosta
2 smjera biciklista	Da	2	2	2,50 m	2,50 m

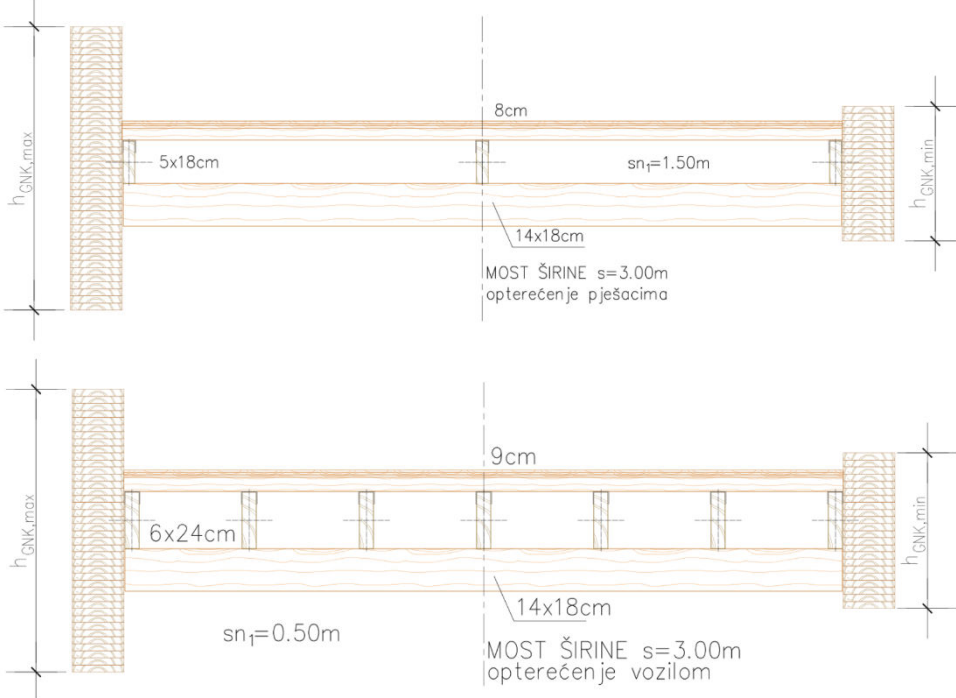


Duljina raspona mosta	Visina presjeka	Volumen mosta
L [m]	$h_{GNK}$ [cm]	V [m <sup>3</sup> ]
10	54	4.86
12	66	6.45
14	78	8.26
16	90	10.28
18	102	12.51
20	114	14.96

Duljina raspona mosta	Visina presjeka	Volumen mosta
L [m]	$h_{GNK}$ [cm]	V [m <sup>3</sup> ]
10	64	6.14
12	74	7.89
14	84	9.81
16	95	11.99
18	106	14.35
20	117	16.91

Slika 58: Dimenzije mosta s upuštenim kolnikom širine 2.5m – raspona od 10-20m – opterećenje pješacima/vozilom

Vrsta prometa	Interventno vozilo	Br. Smjerova prometovanja	Br. Traka	Minimalna širina slobodnog profila	Korisna širina mosta
1 red pješaka i	Da	1	2	3,00 m	3,00 m
1 red biciklista					
3 reda pješaka	Da	0	3	2,80 m	

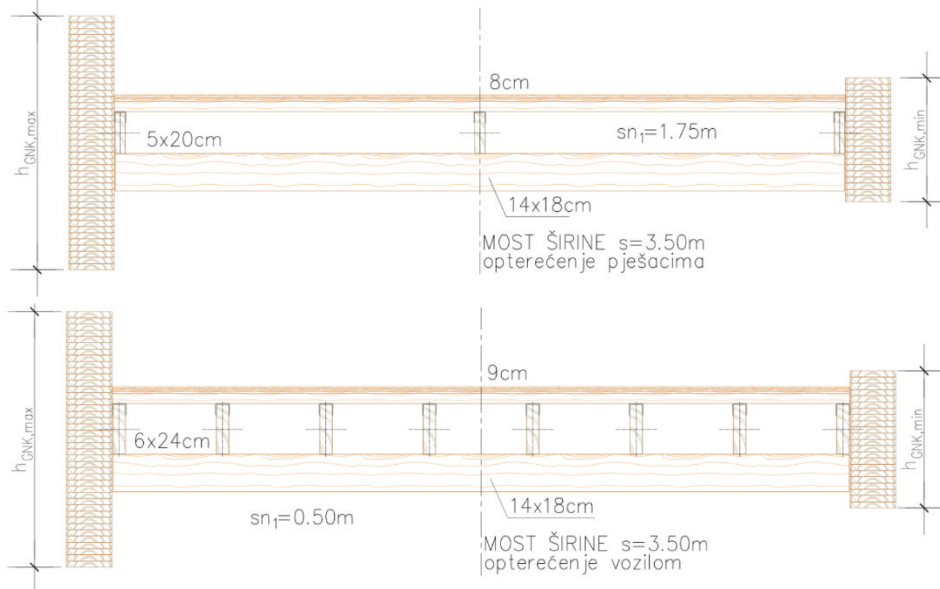


Duljina raspona mosta	Visina presjeka	Volumen mosta
L [m]	$h_{GNK}$ [cm]	V [m <sup>3</sup> ]
10	58	5.68
12	70	7.43
14	82	9.39
16	94	11.57
18	106	13.96
20	120	16.73

Duljina raspona mosta	Visina presjeka	Volumen mosta
L [m]	$h_{GNK}$ [cm]	V [m <sup>3</sup> ]
10	66	7.07
12	76	8.99
14	87	11.16
16	98	13.51
18	109	16.06
20	120	18.81

Slika 59: Dimenzije mosta s upuštenim kolnikom širine 3.0m – raspona od 10-20m – opterećenje pješacima/vozilom

Vrsta prometa	Interventno vozilo	Br. Smjerova prometovanja	Br. Traka	Minimalna širina slobodnog profila	Korisna širina mosta
2 reda pješaka i 1 red biciklista	Da	1	3	3,30 m	3,50 m
1 red pješaka i 2 reda biciklista	Da	2	3	3,50 m	
3 reda biciklista	Da	2	3	3,50 m	

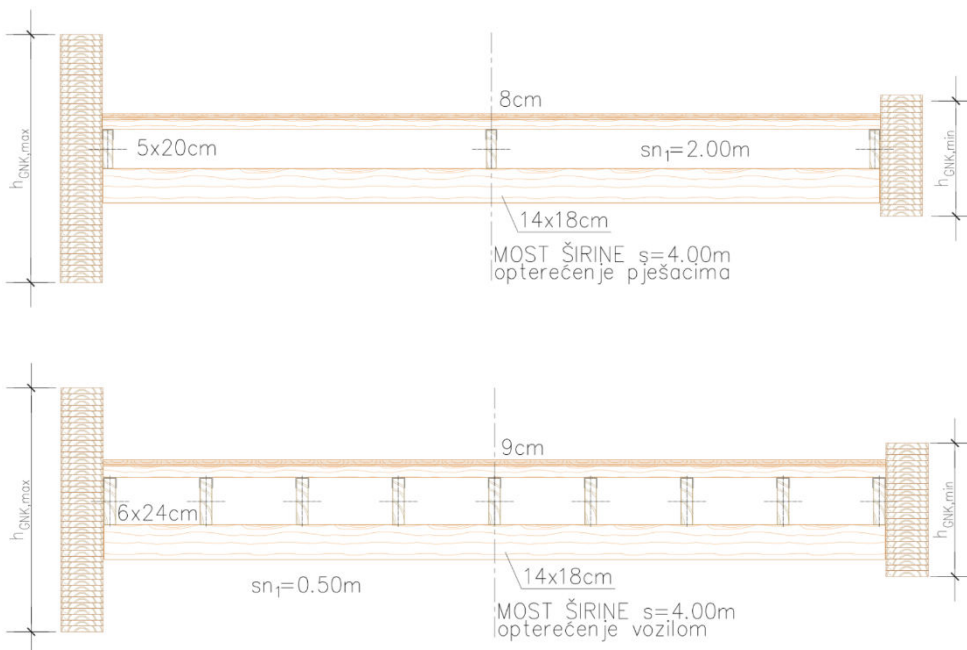


Duljina raspona mosta	Visina presjeka	Volumen mosta
L [m]	$h_{GNK}$ [cm]	V [m <sup>3</sup> ]
10	60	6.27
12	72	8.14
14	84	10.22
16	98	12.65
18	110	15.17
20	124	18.08

Duljina raspona mosta	Visina presjeka	Volumen mosta
L [m]	$h_{GNK}$ [cm]	V [m <sup>3</sup> ]
10	67	7.78
12	78	9.90
14	89	12.21
16	101	14.79
18	113	17.58
20	123	20.40

Slika 60: Dimenzije mosta s upuštenim kolnikom širine 3.5m – raspona od 10-20m – opterećenje pješacima/vozilom

Vrsta prometa	Interventno vozilo	Br. Smjerova prometovanja	Br. Traka	Minimalna širina slobodnog profila	Korisna širina mosta
4 reda pješaka	Da	0	4	3,60 m	4,00 m



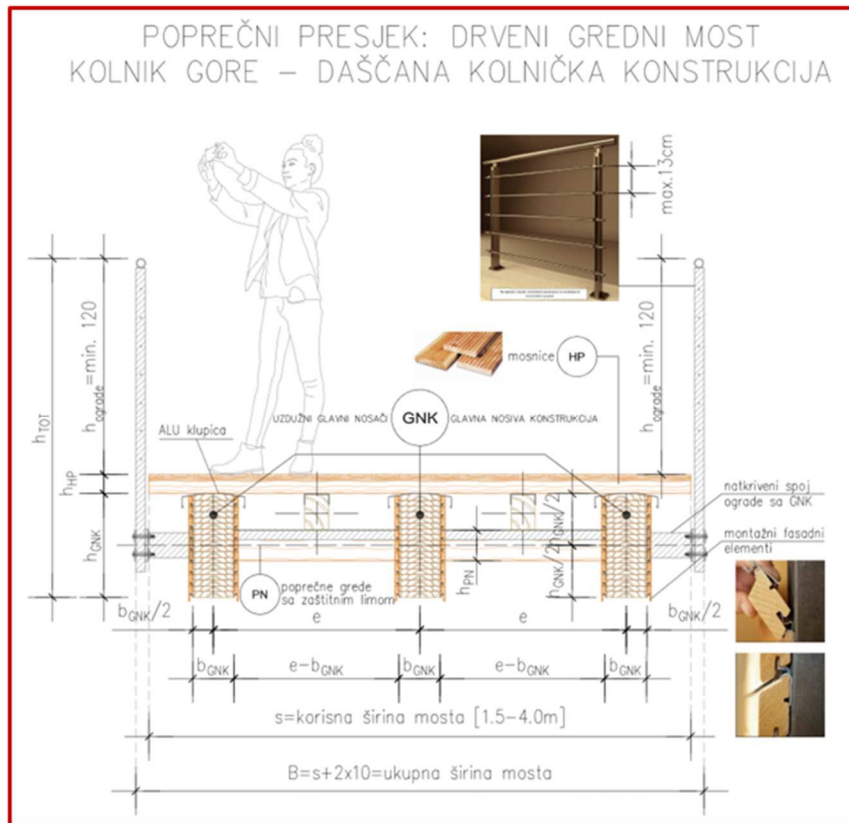
Duljina raspona mosta	Visina presjeka	Volumen mosta
L [m]	$h_{GNK}$ [cm]	V [m <sup>3</sup> ]
10	62	6.93
12	74	8.93
14	88	11.27
16	102	13.85
18	114	16.52
20	128	19.57

Duljina raspona mosta	Visina presjeka	Volumen mosta
L [m]	$h_{GNK}$ [cm]	V [m <sup>3</sup> ]
10	68	8.49
12	80	10.80
14	92	13.33
16	103	15.99
18	115	18.93
20	126	21.99

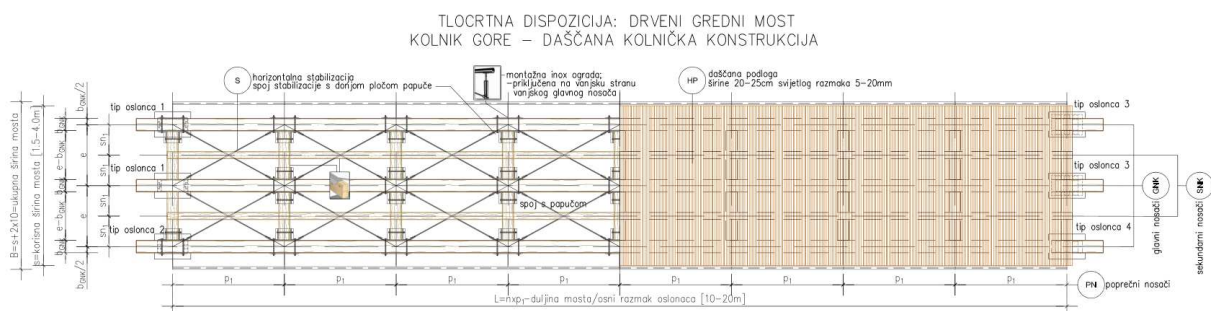
Slika 61: Dimenzije mosta s upuštenim kolnikom širine 4.0m – raspona od 10-20m – opterećenje pješacima/vozilom

U sljedećem poglavlju analizirat će se gredni most sa kolnikom gore. Analiza će biti pojednostavljena, tj. vrijednosti dimenzija SNK i dasaka će se usvojiti prema provedenoj statičkoj i parametarskoj analizi u ovom poglavlju. Naglasak će biti na broju glavnih i sekundarnih nosača.

#### 4. DRVENI GREDNI MOST S KOLNIKOM GORE



Slika 62: Karakteristični poprečni presjek drvenog grednog mosta s „gornjom“ daščanom kolničkom konstrukcijom



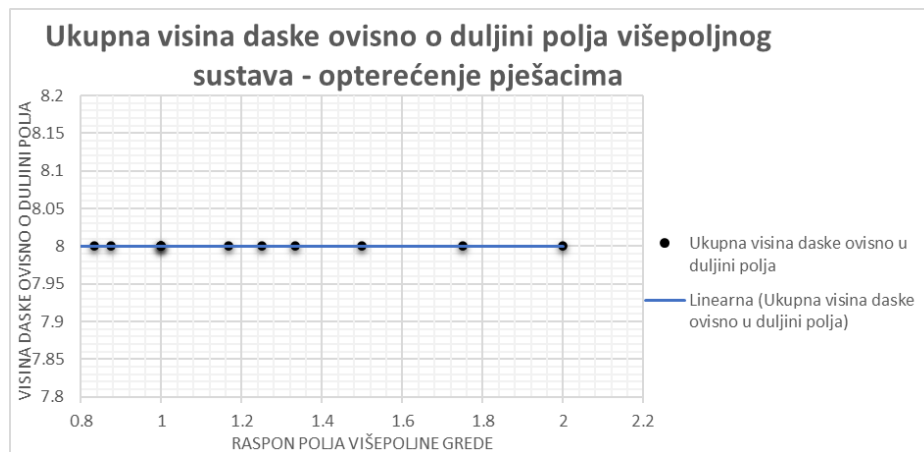
Slika 63: Tlocrtna dvojna dispozicija drvenog grednog mosta s „gornjom“ daščanom kolničkom konstrukcijom

Drveni gredni most sa kolnikom gore vrlo je sličan mostu sa upuštenim kolnikom. Prvotna razlika je da je kolnička konstrukcija (u ovom slučaju daske – daščana konstrukcija) je u ravni gornjeg pojasa glavnih nosača. Daščana konstrukcija se oslanja na sekundarne i glavne nosače – polazište pronalazjenja mjerodavnog mosta. Daščana konstrukcija, tj. daske su opisane u prethodnom poglavlju te su dobivene optimalne vrijednosti ovisno o broju oslonca i širini mosta. Djelovanje koje djeluje na kolnik prebacuje se na glavne vanjske i unutarnje

glavne nosače (ako ih ima). Vanjski nosači preuzimaju najmanji dio opterećenja, dok unutarnji nosač veći dio (mjerodavni za određivanje dimenzije presjeka). Sekundarna konstrukcija SNK ima ulogu oslonca daščane konstrukcije, te ona prenosi opterećenje na poprečne nosače, preko kojih oni prenose na glavne nosače. Iz navedenih razloga, razlika u usporedbi sa mostom sa kolnikom dolje, mosta sa kolnikom gore ima mogućnost postavljanja više glavnih nosača – optimizacija glavnih i sekundarnih nosača.

Prema prethodnom poglavlju proračunato je da u slučaju opterećenje pješacima daska je visine (debljine) 8cm (5cm nosivi sloj i 3cm zaštitni sloj) za sustave preko 2 ili više polja raspona do 2m. Podsjetnik grafa ovisno o ukupnoj visini i rasponu za pješačka opterećenja

*Graf 15: Ovisnost visine o duljini polja višepoljnog sustava – opterećenje pješacima*



U slučaju opterećenja vozilom logika je malo drugačija. Koncentrirane sile vozila uzrokuju veće progibe, stoga slijedi također podsjetnik tablice dobivene u prethodnoj analizi.

*Tablica 60: Prikaz visine daske ovisno duljini raspona kontinuiranog sistema – mogući prolaz interventnog vozila*

KONTINUIRANE GREDE		
Raspon polja	Visina daske	
	$h_{tot}$ [cm]	$b$ [cm]
[do 0.5m]	9	25
[0.5m - 0.63m]	10	25
[0.64m - 0.75m]	11	25
[0.76m - 1.00m]	12	25
[1.01m - 1.33m]	13	25
[1.34m - 1.50m]	14	25
[1.51m - 1.75m]	15	25
[1.76m - 2.00m]	17	25

U svakom slučaju, analiza kod mosta sa kolnikom dolje, preporuča se što manja visina daske s obzirom da je udio u volumenu pomosta najveći. Stoga, polazište u slijedećim proračunima će biti takvo da će se uzimati što manja visina presjeka daščane konstrukcije, te će se za svaku



širinu i raspon mosta odrediti broj i dimenzije SNK (sekundarnih nosača) i GNK (glavnih nosača).

Poprečni nosači i njihove dimenzije uzimaju se također iz prethodnog poglavlja.

Tablica 61: Prikaz dimenzija poprečne grede sa volumenom za određeni raspon i korisnu širinu mosta

DULJINA POPREČNE GREDE/KORISNA ŠIRINA MOSTA	MINIMALNA ŠIRINA PRESJEKA	MINIMALNA VISINA PRESJEKA	ODABRANA ŠIRINA PRESJEKA	ODABRANA VISINA PRESJEKA	VOLUMEN POPREČNIH GREDA NA RASTERU $p_g=2.00$ m ZA ODREĐENI RASPON MOSTA [m <sup>3</sup> ]					
					s [m]	$b_{min}$ [cm]	$h_{min}$ [cm]	$b_{PN}$ [cm]	$h_{PN}$ [cm]	10 [m]
1.50	4	4	10	14	0.13	0.15	0.17	0.19	0.21	0.23
2.00	6	6			0.17	0.20	0.22	0.25	0.28	0.31
2.50	7	7			0.21	0.25	0.28	0.32	0.35	0.39
3.00	9	9	14	18	0.45	0.53	0.60	0.68	0.76	0.83
3.50	10	10			0.53	0.62	0.71	0.79	0.88	0.97
4.00	12	12			0.60	0.71	0.81	0.91	1.01	1.11

#### 4.1. Proračun SNK i GNK – most sa kolnikom gore

Kako bi se pojednostavili proračuni, tj. određivanje broja SNK-a i GNK-a, uzimat će se već dobivene vrijednosti presjeka SNK iz prethodnog poglavlja (s obzirom da su proračuni statike obavljani, te su na strani sigurnosti).

#### 1.) SEKUNDARNA I GLAVNA NOSIVA KONSTRUKCIJA – MOST ŠIRINE 1.5 m

Tablica 62: Opterećenje na GNK ovisno o broju GNK i SNK – most širine 1.5m – pješaci – 3varijante

Proračun opterećenja na mjerodavni GNK - MOST ŠIRINE 1.5m - PJEŠACI					Proračun opterećenja na mjerodavni GNK - MOST ŠIRINE 1.5m - PJEŠACI				
BROJ VANJSKIH GLAVNIH NOSAČA					BROJ VANJSKIH GLAVNIH NOSAČA				
BROJ UNUTARNJIH GLAVNIH NOSAČA					BROJ UNUTARNJIH GLAVNIH NOSAČA				
BROJ SEKUNDARNIH NOSAČA IZMEĐU 2 GNK					BROJ SEKUNDARNIH NOSAČA IZMEĐU 2 GNK				
Opis		Parametar /Oznaka	Mjerna jedinica	Vrijednosti	Opis		Parametar /Oznaka	Mjerna jedinica	Vrijednosti
GEOMETRIJA	Korisna širina mosta	s	[m]	1.5	Korisna širina mosta	s	[m]	1.5	1.5
	Broj SNK	$n_{SNK}$	[kom]	1	Broj SNK	$n_{SNK}$	[kom]	0	0
	Broj GNK	$n_{GNK}$	[kom]	2	Broj GNK	$n_{GNK}$	[kom]	3	3
	Osní razmak između GNK i SNK	$sn_1$	[m]	0.75	Osní razmak između GNK i SNK	$sn_1$	[m]	0	0.0
	Osní razmak između GNK	e	[m]	1.5	Osní razmak između GNK	e	[m]	0	0.75
PRESJEK	Daščana konstrukcija				Daščana konstrukcija				
	Visina daske	$h_{daske}$	[cm]	8	Visina daske	$h_{daske}$	[cm]	8	8
	Jedinični volumen daščane konstrukcije	$V_{daske}$	[m <sup>3</sup> ]	0.12	Jedinični volumen daščane konstrukcije	$V_{daske}$	[m <sup>3</sup> ]	0.12	0.12
	Sekundarni nosač				Sekundarni nosač				
	Dimenzije presjeka	$h_{SNK} \times b_{SNK}$	[cm]	5 14	Dimenzije presjeka	$h_{SNK} \times b_{SNK}$	[cm]	0 0	0 0
	Jedinični volumen 1 SNK	$V_{SNK}$	[m <sup>3</sup> ]	0.007	Jedinični volumen 1 SNK	$V_{SNK}$	[m <sup>3</sup> ]	0	0
	Poprečni nosač				Poprečni nosač				
	Dimenzije presjeka	$h_{PN} \times b_{PN}$	[cm]	10 14	Dimenzije presjeka	$h_{PN} \times b_{PN}$	[cm]	10 14	10 14
	Širina opterećenja koja preuzima GNK	$l'$	[m]	0.75	Širina opterećenja koja preuzima GNK	$l'$	[m]	1	1
	Proračun opterećenja na mjerodavni GNK - MOST ŠIRINE 1.5m - PJEŠACI					Proračun opterećenja na mjerodavni GNK - MOST ŠIRINE 1.5m - PJEŠACI			
BROJ VANJSKIH GLAVNIH NOSAČA					BROJ VANJSKIH GLAVNIH NOSAČA				
BROJ UNUTARNJIH GLAVNIH NOSAČA					BROJ UNUTARNJIH GLAVNIH NOSAČA				
BROJ SEKUNDARNIH NOSAČA IZMEĐU 2 GNK					BROJ SEKUNDARNIH NOSAČA IZMEĐU 2 GNK				
Opis		Parametar /Oznaka	Mjerna jedinica	Vrijednosti	Opis		Parametar /Oznaka	Mjerna jedinica	Vrijednosti
GEOMETRIJA	Korisna širina mosta	s	[m]	1.5	Korisna širina mosta	s	[m]	1.5	1.5
	Broj SNK	$n_{SNK}$	[kom]	0	Broj SNK	$n_{SNK}$	[kom]	0	0
	Broj GNK	$n_{GNK}$	[kom]	4	Broj GNK	$n_{GNK}$	[kom]	4	4
	Osní razmak između GNK i SNK	$sn_1$	[m]	0.0	Osní razmak između GNK i SNK	$sn_1$	[m]	0.0	0.0
	Osní razmak između GNK	e	[m]	0.5	Osní razmak između GNK	e	[m]	0.5	0.5
PRESJEK	Daščana konstrukcija				Daščana konstrukcija				
	Visina daske	$h_{daske}$	[cm]	8	Visina daske	$h_{daske}$	[cm]	8	8
	Jedinični volumen daščane konstrukcije	$V_{daske}$	[m <sup>3</sup> ]	0.12	Jedinični volumen daščane konstrukcije	$V_{daske}$	[m <sup>3</sup> ]	0.12	0.12
	Sekundarni nosač				Sekundarni nosač				
	Dimenzije presjeka	$h_{SNK} \times b_{SNK}$	[cm]	0 0	Dimenzije presjeka	$h_{SNK} \times b_{SNK}$	[cm]	0 0	0 0
	Jedinični volumen 1 SNK	$V_{SNK}$	[m <sup>3</sup> ]	0	Jedinični volumen 1 SNK	$V_{SNK}$	[m <sup>3</sup> ]	0	0
	Poprečni nosač				Poprečni nosač				
	Dimenzije presjeka	$h_{PN} \times b_{PN}$	[cm]	10 14	Dimenzije presjeka	$h_{PN} \times b_{PN}$	[cm]	10 14	10 14
	Širina opterećenja koja preuzima GNK	$l'$	[m]	0.5	Širina opterećenja koja preuzima GNK	$l'$	[m]	0.5	0.5

Kako bi se odabrao mjerodavan poprečni presjek mosta sa kolnikom gore sa mjerodavnim brojem GNK i SNK, logika problema riješit će se na sljedeći način. Vrijednosti visine daske se uzima prema navedenoj tablici (proračunate visine daske ovisno o opterećenju). Drugi korak je postavljanje 2 glavna vanjska nosača, te između njih se postavlja proizvoljan odabir GNK-a, te po potrebi između SNK. Dimenzija presjeka SNK se uzima prema prethodnim dobivenim vrijednostima u prethodnom poglavlju ovisno o opterećenju (odnosno o broju oslonca daske). Zadnji i mjerodavan korak je proračun najopterećenijeg glavnog nosača. Primjer u ovom dijelu za most širine 1.5m, napravljene su 3 „pokusne“ varijante. 1. varijanta je sa 2 GNK-a i sa 1 SNK-a, a zadnja varijanta je samo sa 4 GNK. Mjerodavan most je onaj sa manjim sveukupnim volumenom. 2.varijanta se ne proračunava s obzirom da srednji GNK preuzima na sebe veliki dio opterećenja, dok 3.varijanta će imat veći volumen s obzirom da će linearno rast presjek glavnih nosača. S obzirom na logiku statike rezultat svih presjeka je isti kao i za most sa kolnikom dolje širine 1.5m, osim što u ovom slučaju postoji samo 1 SNK.

Tablica 63: Geometrijske karakteristike mosta sa kolnikom gore i opterećenje na GNK – most širine 1.5m – opterećenje pješacima

Proračun opterećenja na mjerodavni GNK - MOST ŠIRINE 1.5m - PJEŠACI				
BROJ VANJSKIH GLAVNIH NOSAČA		2		
BROJ UNUTARNJIH GLAVNIH NOSAČA		0		
BROJ SEKUNDARNIH NOSAČA IZMEĐU 2 GNK		1		
Opis		Parametar /Oznaka	Mjerna jedinica	Vrijednosti
GEOMETRIJA	Korisna širina mosta	$s$	[m]	1.5
	Širina GNK	$b_{GNK}$	[cm]	22
	Broj SNK	$n_{SNK}$	[kom]	1
	Broj GNK	$n_{GNK}$	[kom]	2
	Osni razmak između GNK i SNK	$sn_1$	[m]	0.75
	Osni razmak između GNK	$e$	[m]	1.5
Daščana konstrukcija				
	Visina daske	$h_{daske}$	[cm]	8
	Volumen daščane konstrukcije za 1m' mosta	$V_{daske}$	[m <sup>3</sup> ]	0.12
Sekundarni nosač				
PRESJEK	Dimenzije presjeka	$h_{SNK} \times b_{SNK}$	[cm]	5 14
	Jedinični volumen 1 SNK	$V_{SNK}$	[m <sup>3</sup> ]	0.007
	Broj SNK	$n_{SNK}$	[kom]	1
	Ukupni volumen SNK za 1m' mosta	$V_{SNK}$	[m <sup>3</sup> ]	0.007
Poprečni nosač				
	Dimenzije presjeka	$h_{PN} \times B_{PN}$	[cm]	10 14
	Proračunska duljina PN	$L_{PN}$	[m]	1.5
	Raster PN	$e_{PN}$	[m]	2.0
OPTEREĆENJE NA GNK	Širina opterećenja koja preuzima GNK	$l'$	[m]	0.75
	kar. opterećenje pribora, instalacija		[kN/m']	0.08
	karakteristično opterećenje ograde		[kN/m']	0.30
	kar. opterećenje instalacija, zaštita		[kN/m']	0.08
	karakteristično opterećenje daske		[kN/m']	0.32
	kar. opterećenje sekundarnog nosača		[kN/m']	0.01
	karakteristično opterećenje poprečnog nosača		[kN/m']	0.02
	Ukupno stalno opterećenje na 1 GNK		[kN/m']	0.80
	Opterećenje pješacima na 1 GNK		[kN/m']	3.75

Tablica 64: Proračunate vrijednosti visina presjeka za GNK most širine 1.5m – opterećenje pješacima

Visina presjeka GNK ovisno o korisnoj širini i rasponu mosta - PJEŠACI								
Korisna širina mosta	s	[m]	1.5					
Duljina raspona mosta	L	[m]	10	12	14	16	18	20
Visina presjeka	$h_{GNK}$	[cm]	48	58	68	78	90	102
Dozvoljeni granični početni progib	$L/300$	[mm]	33.33	40.00	46.67	53.33	60.00	66.67
Rezultantni vertikalni početni progib	$W_{inst}$	[mm]	25.58	30.66	34.47	39.93	44.16	47.26
Iskorištenost presjeka prema provjeri ograničenja početnih progiba	$\frac{W_{inst}}{L/300}$	[%]	76.73%	76.66%	73.86%	74.87%	73.60%	70.89%
Dozvoljeni granični konačni netto progib	$L/250$	[mm]	40.00	48.00	56.00	64.00	72.00	80.00
Rezultantni konačni netto progib	$W_{nett,fin}$	[mm]	38.71	47.31	54.24	63.92	71.94	78.40
Iskorištenost presjeka prema provjeri ograničenja konačnih neto progiba	$\frac{W_{nett,fin}}{L/300}$	[%]	96.78%	98.55%	96.86%	99.87%	99.92%	98.00%

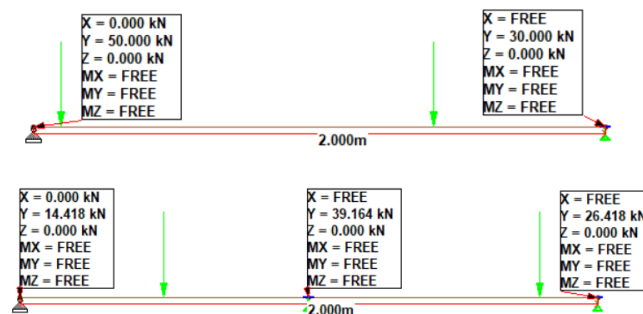
Tablica 65: Proračunate vrijednosti volumena mosta širine 1.5m – opterećenje pješacima

Ukupni volumen mosta sa kolnikom gore - most 1.5m širine - opterećenje PJEŠACI						
Duljina mosta	10	12	14	16	18	20
Volumen daščane konstrukcije	1.2	1.44	1.68	1.92	2.16	2.4
Volumen sekundarne konstrukcije	0.07	0.084	0.098	0.112	0.126	0.14
Volumen poprečne konstrukcije	0.13	0.15	0.17	0.19	0.21	0.23
Volumen GNK	2.11	3.06	4.19	5.49	7.13	8.98
<b>Ukupni volumen</b>	<b>3.508</b>	<b>4.7334</b>	<b>6.1348</b>	<b>7.7122</b>	<b>9.624</b>	<b>11.747</b>

## 2.) SEKUNDARNA I GLAVNA NOSIVA KONSTRUKCIJA – MOST ŠIRINE 2.0 m

Mjerodavni presjek za 2m širine mosta za pješačko opterećenje je analogan kao i za 2m širine mosta sa upušten kolnik – 2 vanjska glavna nosača i 1 sekundarni nosač. Ako bi se postavio jedan unutarnji glavni nosač, on bi preuzeo funkciju sekundarnog (da bi daska ostala preko dva polja). Takav unutarnji GNK kod mosta sa 3 GNK (1 GNK preuzima 1m širine presjeka) bi dao iste rezultate kao i za onaj s 2 GNK (1 GNK preuzima također 1m širine presjeka).

Kod proračuna opterećenja vozilom, provjerit će se sustav sa 3 GNK (2 unutarnja i 1 vanjski) i između glavnih nosača po 1 SNK (sveukupno 2 SNK), te će se usporediti sa sustav ako su samo 2 GNK (vanjski) i 3 SNK između njih. Razlika je u tome što u prvoj varijanti unutarnji GNK preuzima 1m širine mosta i 40kN odnosno 20kN sile od vozila. U drugoj varijanti, vanjski nosač preuzima također 1m širine mosta i 50kN odnosno 25kN sile od vozila.



Slika 64: Statika sustava sa 2 i 3 GNK – najgori položaj vozila

Tablica 66: Geometrijske karakteristike mosta sa kolnikom gore i opterećenje na GNK – most širine 2.0m – opterećenje pješacima

Proračun opterećenja na mjerodavni GNK - MOST ŠIRINE 2.0m - PJEŠACI				
BROJ VANJSKIH GLAVNIH NOSAČA		2		
BROJ UNUTARNJIH GLAVNIH NOSAČA		0		
BROJ SEKUNDARNIH NOSAČA IZMEĐU 2 GNK		1		
Opis		Parametar /Oznaka	Mjerna jedinica	Vrijednosti
GEOMETRIJA	Korisna širina mosta	$s$	[m]	2.0
	Širina GNK	$b_{GNK}$	[cm]	22
	Broj SNK	$n_{SNK}$	[kom]	1
	Broj GNK	$n_{GNK}$	[kom]	2
	Oсни razmak između GNK i SNK	$sn_1$	[m]	1.0
	Oсни razmak između GNK	$e$	[m]	2.0
Daščana konstrukcija				
Visina daske		$h_{daske}$	[cm]	8
Volumen daščane konstrukcije za 1m' mosta		$V_{daske}$	[m <sup>3</sup> ]	0.16
Sekundarni nosač				
Dimenzije presjeka		$h_{SNK} \times b_{SNK}$	[cm]	5 16
Jedinični volumen 1 SNK		$V_{SNK}$	[m <sup>3</sup> ]	0.008
Broj SNK		$n_{SNK}$	[kom]	1
Ukupni volumen SNK za 1m' mosta		$V_{SNK}$	[m <sup>3</sup> ]	0.008
Poprečni nosač				
Dimenzije presjeka		$h_{PN} \times B_{PN}$	[cm]	10 14
Proračunska duljina PN		$L_{PN}$	[m]	2
Raster PN		$e_{PN}$	[m]	2.0
OPTEREĆENJE NA GNK	Širina opterećenja koja preuzima GNK	$l'$	[m]	1
	kar. opterećenje pribora, instalacija		[kN/m']	0.10
	karakteristično opterećenje ograde		[kN/m']	0.30
	kar. opterećenje instalacija, zaštita		[kN/m']	0.10
	karakteristično opterećenje daske		[kN/m']	0.42
	kar. opterećenje sekundarnog nosača		[kN/m']	0.01
	karakteristično opterećenje poprečnog nosača		[kN/m']	0.02
	Ukupno stalno opterećenje na 1 GNK		[kN/m']	0.96
	Opterećenje pješacima na 1 GNK		[kN/m']	5.00

Tablica 67: Proračunate vrijednosti visina presjeka za GNK most širine 2.0m – opterećenje pješacima

Visina presjeka GNK ovisno o korisnoj širini i rasponu mosta - PJEŠACI								
Korisna širina mosta	$s$	[m]	2.0					
Duljina raspona mosta	$L$	[m]	10	12	14	16	18	20
Visina presjeka	$h_{GNK}$	[cm]	52	62	74	85	96	108
Dozvoljeni granični početni progib	$L/300$	[mm]	33.33	40.00	46.67	53.33	60.00	66.67
Rezultantni vertikalni početni progib	$w_{inst}$	[mm]	25.98	32.27	35.81	40.98	45.75	50.43
Iskorištenost presjeka prema provjeri ograničenja početnih progiba	$\frac{w_{inst}}{L/300}$	[%]	77.93%	80.69%	76.74%	76.83%	76.26%	75.64%
Dozvoljeni granični konačni netto progib	$L/250$	[mm]	40.00	48.00	56.00	64.00	72.00	80.00
Rezultantni konačni netto progib	$w_{net,fin}$	[mm]	38.07	47.90	54.29	63.11	71.76	79.98
Iskorištenost presjeka prema provjeri ograničenja konačnih neto progiba	$\frac{w_{net,fin}}{L/300}$	[%]	95.17%	99.79%	96.95%	98.61%	99.67%	99.98%

Tablica 68: Proračunate vrijednosti volumena mosta širine 2.0m – opterećenje pješacima

Ukupni volumen mosta sa kolnikom gore - most 2.0m širine - opterećenej PJEŠACI						
Duljina mosta	10	12	14	16	18	20
Volumen daščane konstrukcije	1.6	1.92	2.24	2.56	2.88	3.2
Volumen sekundarne konstrukcije	0.08	0.096	0.112	0.128	0.144	0.16
Volumen poprečne konstrukcije	0.17	0.20	0.22	0.25	0.28	0.31
Volumen GNK	2.29	3.27	4.56	5.98	7.60	9.50
<b>Ukupni volumen</b>	<b>4.136</b>	<b>5.4856</b>	<b>7.1344</b>	<b>8.924</b>	<b>10.9072</b>	<b>13.172</b>

Tablica 69: Geometrijske karakteristike mosta sa kolnikom gore i opterećenje na GNK – most širine 2.0m – opterećenje vozilom

Proračun opterećenja na mjerodavni GNK - MOST ŠIRINE 2.0m - VOZILO				
BROJ VANJSKIH GLAVNIH NOSAČA				<b>2</b>
BROJ UNUTARNJIH GLAVNIH NOSAČA				<b>1</b>
BROJ SEKUNDARNIH NOSAČA IZMEĐU 2 GNK				<b>1</b>
Opis		Parametar /Oznaka	Mjerna jedinica	Vrijednosti
GEOMETRIJA	Korisna širina mosta	$s$	[m]	<b>2.0</b>
	Širina GNK	$b_{GNK}$	[cm]	<b>22</b>
	Broj SNK	$n_{SNK}$	[kom]	<b>2</b>
	Broj GNK	$n_{GNK}$	[kom]	<b>3</b>
	Osni razmak između GNK i SNK	$sn_1$	[m]	0.5
	Osni razmak između GNK	$e$	[m]	1.0
<b>Daščana konstrukcija</b>				
PRESJEK	Visina daske	$h_{daske}$	[cm]	<b>9</b>
	Volumen daščane konstrukcije za 1m' mosta	$V_{daske}$	[m <sup>3</sup> ]	0.18
	<b>Sekundarni nosač</b>			
	Dimenzije presjeka	$h_{SNK} \times b_{SNK}$	[cm]	<b>6 24</b>
	Jedinični volumen 1SNK	$V_{SNK}$	[m <sup>3</sup> ]	0.0144
	Broj SNK	$n_{SNK}$	[kom]	<b>2</b>
	Ukupni volumen SNK za 1m' mosta	$V_{SNK}$	[m <sup>3</sup> ]	0.0288
	<b>Poprečni nosač</b>			
	Dimenzije presjeka	$h_{PN} \times b_{PN}$	[cm]	<b>10 14</b>
	Proračunska duljina PN	$L_{PN}$	[m]	<b>2</b>
Raster PN	$e_{PN}$	[m]	<b>2.0</b>	
OPTEREĆENJE NA GNK	Širina opterećenja koja preuzima GNK	$l'$	[m]	<b>1</b>
	kar. opterećenje pribora, instalacija		[kN/m']	0.10
	karakteristično opterećenje ograde		[kN/m']	0.00
	kar. opterećenje instalacija, zaštita		[kN/m']	0.10
	karakteristično opterećenje daske		[kN/m']	0.48
	kar. opterećenje sekundarnog nosača		[kN/m']	0.05
	karakteristično opterećenje poprečnog nosača		[kN/m']	0.02
	Ukupno stalno opterećenje na 1 GNK		[kN]	<b>0.75</b>
	Sila prve osovine		[kN]	<b>40.00</b>
	Sila druge osovine		[kN/m']	<b>20.00</b>

Tablica 70: Proračunate vrijednosti visina presjeka za GNK most širine 2.0m – opterećenje vozilom

Visina presjeka GNK ovisno o korisnoj širini i rasponu mosta - VOZILO (3GNK + 2SNK)								
Korisna širina mosta	$s$	[m]	<b>2.0</b>					
Duljina raspona mosta	$L$	[m]	10	12	14	16	18	20
Visina presjeka	$h_{GNK}$	[cm]	<b>56</b>	<b>65</b>	<b>75</b>	<b>84</b>	<b>94</b>	<b>104</b>
Dozvoljeni granični konačni netto progib	$L/250$	[mm]	40.00	48.00	56.00	64.00	72.00	80.00
Rezultantni konačni netto progib	$w_{nett,fin}$	[mm]	39.26	47.90	55.34	63.54	71.70	79.22
Iskorištenost presjeka prema provjeri ograničenja konačnih neto progiba		[%]	<b>98.14%</b>	<b>99.79%</b>	<b>98.83%</b>	<b>99.28%</b>	<b>99.58%</b>	<b>99.03%</b>

Tablica 71: Proračunate vrijednosti volumena mosta širine 2.0m – opterećenje vozilom

Ukupni volumen mosta sa kolnikom gore - most 2.0m širine - opterećenje VOZILO (3GNK+2SNK)						
Duljina mosta	10	12	14	16	18	20
Volumen daščane konstrukcije	1.8	2.16	2.52	2.88	3.24	3.6
Volumen sekundarne konstrukcije	0.288	0.3456	0.4032	0.4608	0.5184	0.576
Volumen poprečne konstrukcije	0.17	0.20	0.22	0.25	0.28	0.31
Volumen GNK	3.70	5.15	6.93	8.87	11.17	13.73
<b>Ukupni volumen</b>	<b>5.952</b>	<b>7.8496</b>	<b>10.0772</b>	<b>12.4632</b>	<b>15.2056</b>	<b>18.212</b>

Rezultati slučaja za dva vanjska GNK i 3 SNK nosača između njih.

Tablica 72: Geometrijske karakteristike mosta sa kolnikom gore i opterećenje na GNK – most širine 2.0m – opterećenje vozilom – varijanta 2

Proračun opterećenja na mjerodavni GNK - MOST ŠIRINE 2.0m - VOZILO				
BROJ VANJSKIH GLAVNIH NOSAČA				<b>2</b>
BROJ UNUTARNJIH GLAVNIH NOSAČA				<b>0</b>
BROJ SEKUNDARNIH NOSAČA IZMEĐU 2 GNK				<b>3</b>
Opis		Parametar /Oznaka	Mjerna jedinica	Vrijednosti
GEOMETRIJA	Korisna širina mosta	$s$	[m]	<b>2.0</b>
	Širina GNK	$b_{GNK}$	[cm]	<b>22</b>
	Broj SNK	$n_{SNK}$	[kom]	<b>3</b>
	Broj GNK	$n_{GNK}$	[kom]	<b>2</b>
	Oсни razmak između GNK i SNK	$sn_1$	[m]	0.5
	Oсни razmak između GNK	$e$	[m]	2.0
<b>Daščana konstrukcija</b>				
Visina daske		$h_{daske}$	[cm]	<b>9</b>
Volumen daščane konstrukcije za 1m' mosta		$V_{daske}$	[m <sup>3</sup> ]	0.18
<b>Sekundarni nosač</b>				
Dimenzije presjeka		$h_{SNK} \times b_{SNK}$	[cm]	<b>6 24</b>
Jedinični volumen 1 SNK		$V_{SNK}$	[m <sup>3</sup> ]	0.0144
Broj SNK		$n_{SNK}$	[kom]	<b>3</b>
Ukupni volumen SNK za 1m' mosta		$V_{SNK}$	[m <sup>3</sup> ]	0.0432
<b>Poprečni nosač</b>				
Dimenzije presjeka		$h_{PN} \times b_{PN}$	[cm]	<b>10 14</b>
Proračunska duljina PN		$L_{PN}$	[m]	<b>2</b>
Raster PN		$e_{PN}$	[m]	<b>2.0</b>
OPTEREĆENJE NA GNK	Širina opterećenja koja preuzima GNK	$l'$	[m]	<b>1</b>
	kar. opterećenje pribora, instalacija		[kN/m']	0.10
	karakteristično opterećenje ograde		[kN/m']	0.30
	kar. opterećenje instalacija, zaštita		[kN/m']	0.10
	karakteristično opterećenje daske		[kN/m']	0.48
	kar. opterećenje sekundarnog nosača		[kN/m']	0.08
	karakteristično opterećenje poprečnog nosača		[kN/m']	0.02
	Ukupno stalno opterećenje na 1 GNK		[kN]	<b>1.08</b>
	Snaga prve osovine		[kN]	<b>50.00</b>
Snaga druge osovine		[kN/m']	<b>25.00</b>	

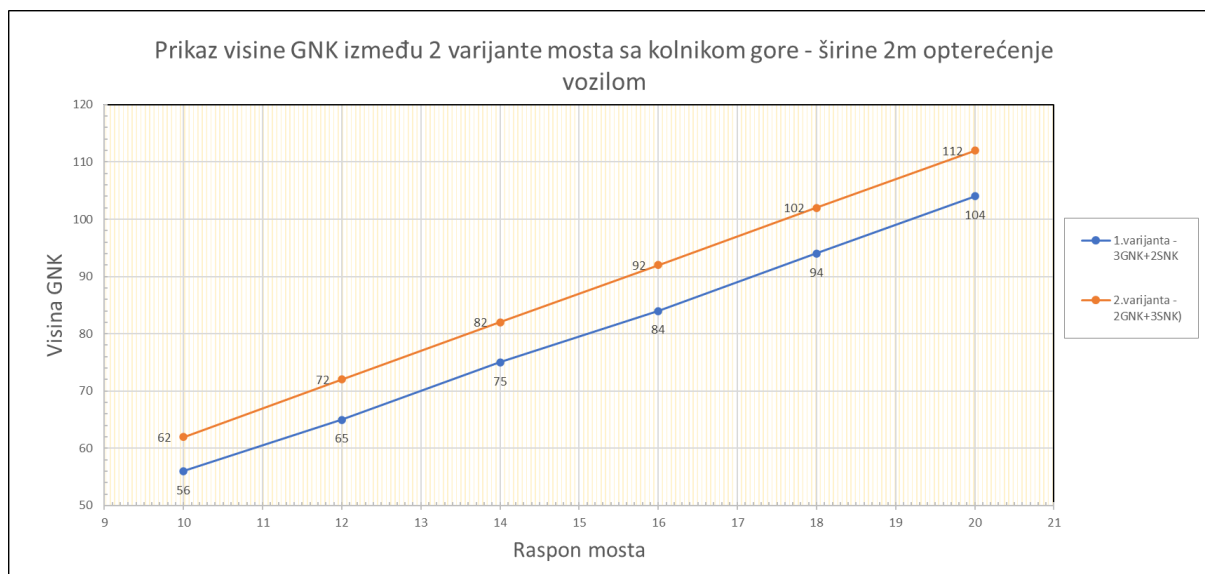
Tablica 73: Proračunate vrijednosti volumena mosta širine 2.0m – opterećenje vozilom – varijanta 2

Visina presjeka GNK ovisno o korisnoj širini i rasponu mosta - VOZILO (2GNK + 3SNK)								
Korisna širina mosta	$s$	[m]	<b>2.0</b>					
Duljina raspona mosta	$L$	[m]	10	12	14	16	18	20
Visina presjeka	$h_{GNK}$	[cm]	<b>62</b>	<b>72</b>	<b>82</b>	<b>92</b>	<b>102</b>	<b>112</b>
Dozvoljeni granični konačni netto progib	$L/250$	[mm]	40.00	48.00	56.00	64.00	72.00	80.00
Rezultantni konačni netto progib	$w_{nett,fin}$	[mm]	39.26	47.90	55.34	63.54	71.70	79.22
Iskorištenost presjeka prema provjeri ograničenja konačnih neto progiba		[%]	<b>98.14%</b>	<b>99.79%</b>	<b>98.83%</b>	<b>99.28%</b>	<b>99.58%</b>	<b>99.03%</b>

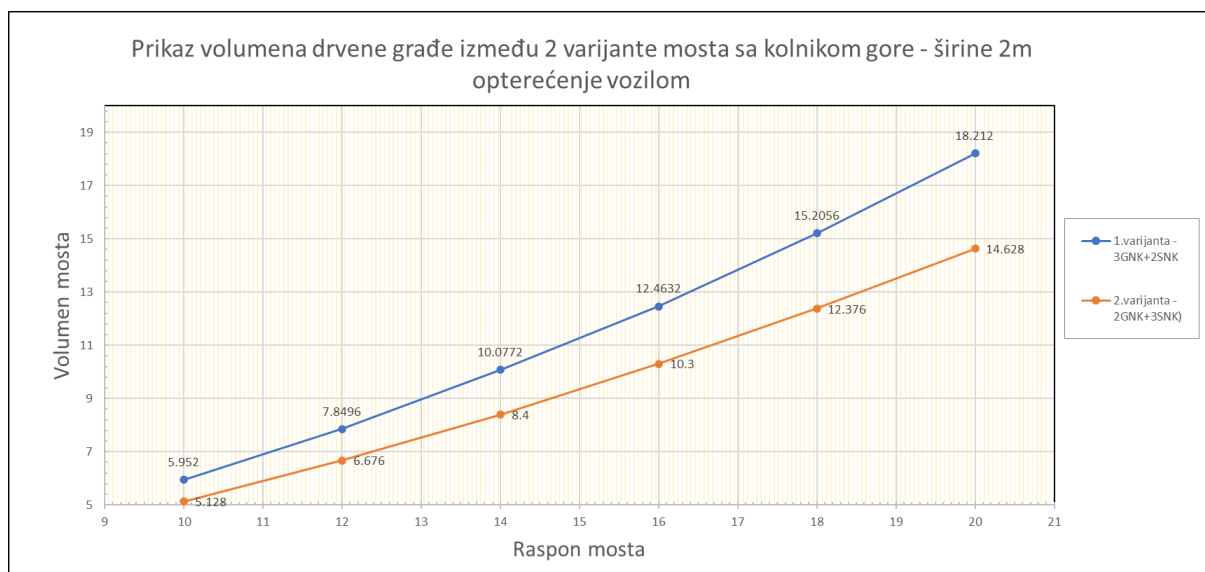
Tablica 74: Proračunate vrijednosti volumena mosta širine 2.0m – opterećenje vozilom – varijanta 2

Ukupni volumen mosta sa kolnikom gore - most 2.0m širine - opterećenje VOZILO (2GNK+3SNK)						
Duljina mosta	10	12	14	16	18	20
Volumen daščane konstrukcije	1.8	2.16	2.52	2.88	3.24	3.6
Volumen sekundarne konstrukcije	0.432	0.5184	0.6048	0.6912	0.7776	0.864
Volumen poprečne konstrukcije	0.17	0.20	0.22	0.25	0.28	0.31
Volumen GNK	2.73	3.80	5.05	6.48	8.08	9.86
<b>Ukupni volumen</b>	<b>5.128</b>	<b>6.676</b>	<b>8.4</b>	<b>10.3</b>	<b>12.376</b>	<b>14.628</b>

Graf 16: Prikaz visine LLD nosača ovisno o rasponu za širinu mosta 2m – 2 varijante mosta sa kolnikom gore



Graf 17: Prikaz ukupnog volumena drvene građe ovisno o rasponu za širinu mosta 2m – 2 varijante mosta sa kolnikom gore



Prema grafičkim analizama za most širine 2m za opterećenje vozilom, razlike su slijedeće – uspoređujući 1. i 2. varijantu, 1.varijanta daje manje presjeke GNK i razlika s obzirom na visinu GNK kod 2.varijante je konstanta, ali u 1.varijanti volumen se kvadratno povećava i veći je nego kod 2. varijante, gdje se volumen linearno povećava.

### 3.) SEKUNDARNA I GLAVNA NOSIVA KONSTRUKCIJA – MOST ŠIRINE 2.5 m

Za opterećenje pješacima potrebo je premostiti daščanu konstrukciju preko min 2polja. 1. varijanta - ako bi se postavio jedan unutarnji GNK i standardna 2 vanjska, za proračun bi bio mjerodavan unutarnji GNK koji preuzima širinu mosta od 1.25m. 2. varijanta - ako bi se postavila 2 vanjska GNK i 1 SNK između njih, vanjski i jedini mjerodavan GNK preuzeo bi također opterećenje u širini od 1.25m. 3. varijanta – ako bi se postavila 4 GNK onda bi mjerodavan za proračun bio unutarnji koji bi preuzimao opterećenje u širini od 0.83m. Drugim riječima preuzeo bi 33% manje opterećenje, ali ukupni volumen bi bio veći jer bi se konstrukcija sastojala od 4 GNK. Za pješačko opterećenje uzet će se se 1.varijanta.

Tablica 75: Geometrijske karakteristike mosta sa kolnikom gore i opterećenje na GNK – most širine 2.5m – opterećenje pješacima

Proračun opterećenja na mjerodavni GNK - MOST ŠIRINE 2.5m - PJEŠACI				
BROJ VANJSKIH GLAVNIH NOSAČA				<b>2</b>
BROJ UNUTARNJIH GLAVNIH NOSAČA				<b>0</b>
BROJ SEKUNDARNIH NOSAČA IZMEĐU 2 GNK				<b>1</b>
Opis		Parametar /Oznaka	Mjerna jedinica	Vrijednosti
GEOMETRIJA	Korisna širina mosta	$s$	[m]	<b>2.5</b>
	Širina GNK	$b_{GNK}$	[cm]	<b>22</b>
	Broj SNK	$n_{SNK}$	[kom]	<b>1</b>
	Broj GNK	$n_{GNK}$	[kom]	<b>2</b>
	Oсни razmak između GNK i SNK	$sn_1$	[m]	1.3
	Oсни razmak između GNK	$e$	[m]	2.0
<b>Daščana konstrukcija</b>				
Visina daske		$h_{daske}$	[cm]	<b>8</b>
Volumen daščane konstrukcije za 1m' mosta		$V_{daske}$	[m <sup>3</sup> ]	0.2
<b>Sekundarni nosač</b>				
Dimenzije presjeka		$h_{SNK} \times b_{SNK}$	[cm]	<b>5 18</b>
Jedinični volumen 1 SNK		$V_{SNK}$	[m <sup>3</sup> ]	0.009
Broj SNK		$n_{SNK}$	[kom]	<b>1</b>
Ukupni volumen SNK za 1m' mosta		$V_{SNK}$	[m <sup>3</sup> ]	0.009
<b>Poprečni nosač</b>				
Dimenzije presjeka		$h_{PN} \times b_{PN}$	[cm]	<b>10 14</b>
Proračunska duljina PN		$L_{PN}$	[m]	<b>2.5</b>
Raster PN		$e_{PN}$	[m]	<b>2.0</b>
OPTEREĆENJE NA GNK	Širina opterećenja koja preuzima GNK	$l'$	[m]	<b>1.25</b>
	kar. opterećenje pribora, instalacija		[kN/m']	0.13
	karakteristično opterećenje ograde		[kN/m']	0.30
	kar. opterećenje instalacija, zaštita		[kN/m']	0.13
	karakteristično opterećenje daske		[kN/m']	0.53
	kar. opterećenje sekundarnog nosača		[kN/m']	0.02
	karakteristično opterećenje poprečnog nosača		[kN/m']	0.03
	Ukupno stalno opterećenje na 1 GNK		[kN/m']	<b>1.13</b>
	Opterećenje pješacima na 1 GNK		[kN/m']	<b>6.25</b>



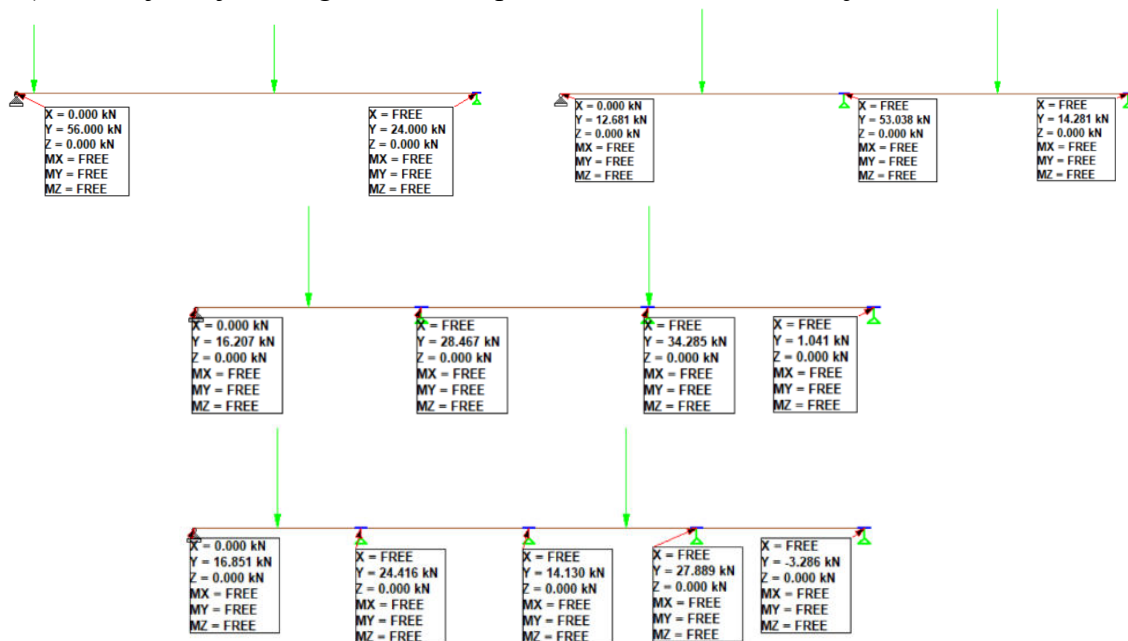
Tablica 76: Proračunate vrijednosti visina presjeka za GNK most širine 2.5m – opterećenje pješacima

Visina presjeka GNK ovisno o korisnoj širini i rasponu mosta - PJEŠACI								
Korisna širina mosta	s	[m]	2.5					
Duljina raspona mosta	L	[m]	10	12	14	16	18	20
Visina presjeka	$h_{GNK}$	[cm]	54	66	78	90	102	114
Dozvoljeni granični početni progib	$L/300$	[mm]	33.33	40.00	46.67	53.33	60.00	66.67
Rezultantni vertikalni početni progib	$w_{inst}$	[mm]	28.32	32.66	37.21	41.93	46.81	51.84
Iskorištenost presjeka prema provjeri ograničenja početnih progiba	$\frac{w_{inst}}{L/300}$	[%]	84.97%	81.65%	79.73%	78.62%	78.02%	77.76%
Dozvoljeni granični konačni netto progib	$L/250$	[mm]	40.00	48.00	56.00	64.00	72.00	80.00
Rezultantni konačni netto progib	$w_{nett,fin}$	[mm]	39.99	47.44	54.90	62.80	71.12	79.85
Iskorištenost presjeka prema provjeri ograničenja konačnih neto progiba	$\frac{w_{nett,fin}}{L/300}$	[%]	99.97%	98.83%	98.03%	98.13%	98.78%	99.82%

Tablica 77: Proračunate vrijednosti volumena mosta širine 2.5m – opterećenje pješacima

Ukupni volumen mosta sa kolnikom gore - most 2.5m širine - opterećenej PJEŠACI						
Duljina mosta	10	12	14	16	18	20
Volumen daščane konstrukcije	2	2.4	2.8	3.2	3.6	4
Volumen sekundarne konstrukcije	0.09	0.108	0.126	0.144	0.162	0.18
Volumen poprečne konstrukcije	0.21	0.25	0.28	0.32	0.35	0.39
Volumen GNK	2.38	3.48	4.80	6.34	8.08	10.03
<b>Ukupni volumen</b>	<b>4.676</b>	<b>6.2378</b>	<b>8.0108</b>	<b>9.995</b>	<b>12.1904</b>	<b>14.597</b>

Za opterećenje vozilom dimenzionirat će se sustav sa 4 GNK (2 vanjska i 2 unutarnja), te će se između svaka 2 GNK postaviti 1 SNK (sveukupno 3 SNK). Raspon daske u poprečnom smjeru iznosi 42cm što je prihvatljivo za visinu daske od 9 cm. Raster GNK je 83 cm (ako bise daska samo oslonila na GNK, ona bi bila visine 12 cm – što povećava volumen drvene građe). 2.varijanta je analogna mostu s upuštenim kolnikom – 2 vanjska GNK i 4 SNK.



Slika 65: Statika sustava sa 2, 3, 4 i 5 GNK – najgori položaj vozila – širina mosta 2.5m

Tablica 78: Geometrijske karakteristike mosta sa kolnikom gore i opterećenje na GNK – most širine 2.5m – opterećenje vozilom

Proračun opterećenja na mjerodavni GNK - MOST ŠIRINE 2.5m - VOZILO				
BROJ VANJSKIH GLAVNIH NOSAČA				2
BROJ UNUTARNJIH GLAVNIH NOSAČA				2
BROJ SEKUNDARNIH NOSAČA IZMEĐU 2 GNK				1
Opis		Parametar /Oznaka	Mjerna jedinica	Vrijednosti
GEOMETRIJA	Korisna širina mosta	$s$	[m]	2.5
	Širina GNK	$b_{GNK}$	[cm]	22
	Broj SNK	$n_{SNK}$	[kom]	3
	Broj GNK	$n_{GNK}$	[kom]	4
	Oсни razmak između GNK i SNK	$sn_1$	[m]	0.42
	Oсни razmak između GNK	$e$	[m]	0.83
PRESJEK	Daščana konstrukcija			
	Visina daske	$h_{daske}$	[cm]	9
	Volumen daščane konstrukcije za 1m' mosta	$V_{daske}$	[m <sup>3</sup> ]	0.225
	Sekundarni nosač			
	Dimenzije presjeka	$h_{SNK} \times b_{SNK}$	[cm]	6 24
	Jedinični volumen 1 SNK	$V_{SNK}$	[m <sup>3</sup> ]	0.0144
	Broj SNK	$n_{SNK}$	[kom]	3
	Ukupni volumen SNK za 1m' mosta	$V_{SNK}$	[m <sup>3</sup> ]	0.0432
	Poprečni nosač			
	Dimenzije presjeka	$h_{PN} \times b_{PN}$	[cm]	10 14
	Proračunska duljina PN	$L_{PN}$	[m]	2.5
	Raster PN	$e_{PN}$	[m]	2.0
OPTEREĆENJE NA GNK	Širina opterećenja koja preuzima GNK	$l'$	[m]	0.83
	kar. opterećenje pribora, instalacija		[kN/m']	0.08
	karakteristično opterećenje ograde		[kN/m']	0.00
	kar. opterećenje instalacija, zaštita		[kN/m']	0.08
	karakteristično opterećenje daske		[kN/m']	0.40
	kar. opterećenje sekundarnog nosača		[kN/m']	0.05
	karakteristično opterećenje poprečnog nosača		[kN/m']	0.02
	Ukupno stalno opterećenje na 1 GNK		[kN]	0.63
	Sila prve osovine		[kN]	34.00
	Sila druge osovine		[kN/m']	17.00

Tablica 79: Proračunate vrijednosti visina presjeka za GNK most širine 2.5m – opterećenje vozilom

Visina presjeka GNK ovisno o korisnoj širini i rasponu mosta - VOZILO (4GNK + 3SNK)								
Korisna širina mosta	$s$	[m]	2.5					
Duljina raspona mosta	$L$	[m]	10	12	14	16	18	20
Visina presjeka	$h_{GNK}$	[cm]	53	63	72	81	90	100
Dozvoljeni granični konačni netto progib	$L/250$	[mm]	40.00	48.00	56.00	64.00	72.00	80.00
Rezultantni konačni netto progib	$w_{nett,fin}$	[mm]	39.70	47.20	55.20	63.70	71.66	79.50
Iskorištenost presjeka prema provjeri ograničenja konačnih neto progiba		[%]	99.25%	98.33%	98.57%	99.53%	99.53%	99.38%

Tablica 80: Proračunate vrijednosti volumena mosta širine 2.5m – opterećenje vozilom

Ukupni volumen mosta sa kolnikom gore - most 2.5m širine - opterećenje VOZILO (4GNK+3SNK)							
Duljina mosta	10	12	14	16	18	20	
Volumen daščane konstrukcije	2.25	2.7	3.15	3.6	4.05	4.5	
Volumen sekundarne konstrukcije	0.432	0.5184	0.6048	0.6912	0.7776	0.864	
Volumen poprečne konstrukcije	0.21	0.25	0.28	0.32	0.35	0.39	
Volumen GNK	4.66	6.65	8.87	11.40	14.26	17.60	
<b>Ukupni volumen</b>	<b>7.556</b>	<b>10.1162</b>	<b>12.9052</b>	<b>16.011</b>	<b>19.4336</b>	<b>23.349</b>	

2.varijanta (2GNK + 4 SNK):

Tablica 81: Geometrijske karakteristike mosta sa kolnikom gore i opterećenje na GNK – most širine 2.5m – opterećenje vozilom – 2.varijanta

Proračun opterećenja na mjerodavni GNK - MOST ŠIRINE 2.5m - VOZILO				
BROJ VANJSKIH GLAVNIH NOSAČA				2
BROJ UNUTARNJIH GLAVNIH NOSAČA				0
BROJ SEKUNDARNIH NOSAČA IZMEĐU 2 GNK				4
Opis	Parametar /Oznaka	Mjerna jedinica	Vrijednosti	
GEOMETRIJA	Korisna širina mosta	$s$	[m]	2.5
	Širina GNK	$b_{GNK}$	[cm]	22
	Broj SNK	$n_{SNK}$	[kom]	4
	Broj GNK	$n_{GNK}$	[kom]	2
	Osni razmak između GNK i SNK	$sn_1$	[m]	0.50
	Osni razmak između GNK	$e$	[m]	2.50
PRESJEK	Daščana konstrukcija			
	Visina daske	$h_{daske}$	[cm]	9
	Volumen daščane konstrukcije za 1m' mosta	$V_{daske}$	[m <sup>3</sup> ]	0.225
	Sekundarni nosač			
	Dimenzije presjeka	$h_{SNK} \times b_{SNK}$	[cm]	6 24
	Jedinični volumen 1 SNK	$V_{SNK}$	[m <sup>3</sup> ]	0.0144
	Broj SNK	$n_{SNK}$	[kom]	4
	Ukupni volumen SNK za 1m' mosta	$V_{SNK}$	[m <sup>3</sup> ]	0.0576
	Poprečni nosač			
	Dimenzije presjeka	$h_{PN} \times b_{PN}$	[cm]	10 14
	Proračunska duljina PN	$L_{PN}$	[m]	2.5
	Raster PN	$e_{PN}$	[m]	2.0
OPTEREĆENJE NA GNK	Širina opterećenja koja preuzima GNK	$l'$	[m]	1.25
	kar. opterećenje pribora, instalacija		[kN/m']	0.13
	karakteristično opterećenje ograde		[kN/m']	0.30
	kar. opterećenje instalacija, zaštita		[kN/m']	0.13
	karakteristično opterećenje daske		[kN/m']	0.60
	kar. opterećenje sekundarnog nosača		[kN/m']	0.10
	karakteristično opterećenje poprečnog nosača		[kN/m']	0.03
	Ukupno stalno opterećenje na 1 GNK		[kN]	1.28
	Sila prve osovine		[kN]	56.00
Sila druge osovine		[kN/m']	28.00	

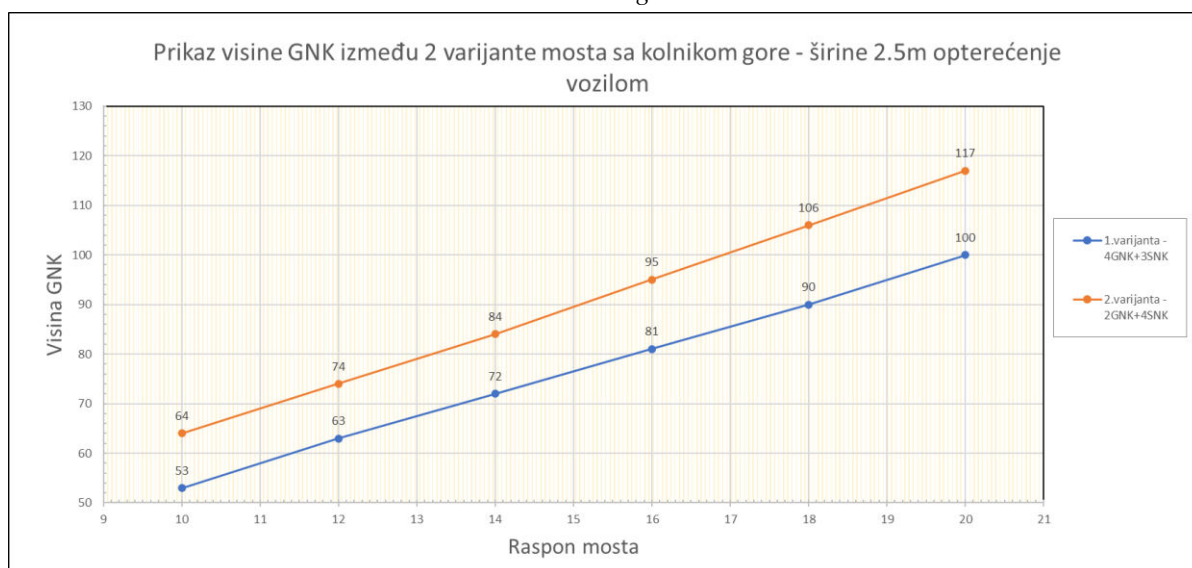
Tablica 82: Proračunate vrijednosti visina presjeka za GNK most širine 2.5m – opterećenje vozilom – 2.varijanta

Visina presjeka GNK ovisno o korisnoj širini i rasponu mosta - VOZILO (2GNK + 4SNK)								
Korisna širina mosta	$s$	[m]	2.5					
Duljina raspona mosta	$L$	[m]	10	12	14	16	18	20
Visina presjeka	$h_{GNK}$	[cm]	64	74	84	95	106	117
Dozvoljeni granični konačni netto progib	$L/250$	[mm]	40.00	48.00	56.00	64.00	72.00	80.00
Rezultantni konačni netto progib	$w_{nett,fin}$	[mm]	38.32	46.03	55.98	63.83	71.25	78.80
Iskorištenost presjeka prema provjeri ograničenja konačnih neto progiba		[%]	95.80%	95.90%	99.96%	99.73%	98.96%	98.50%

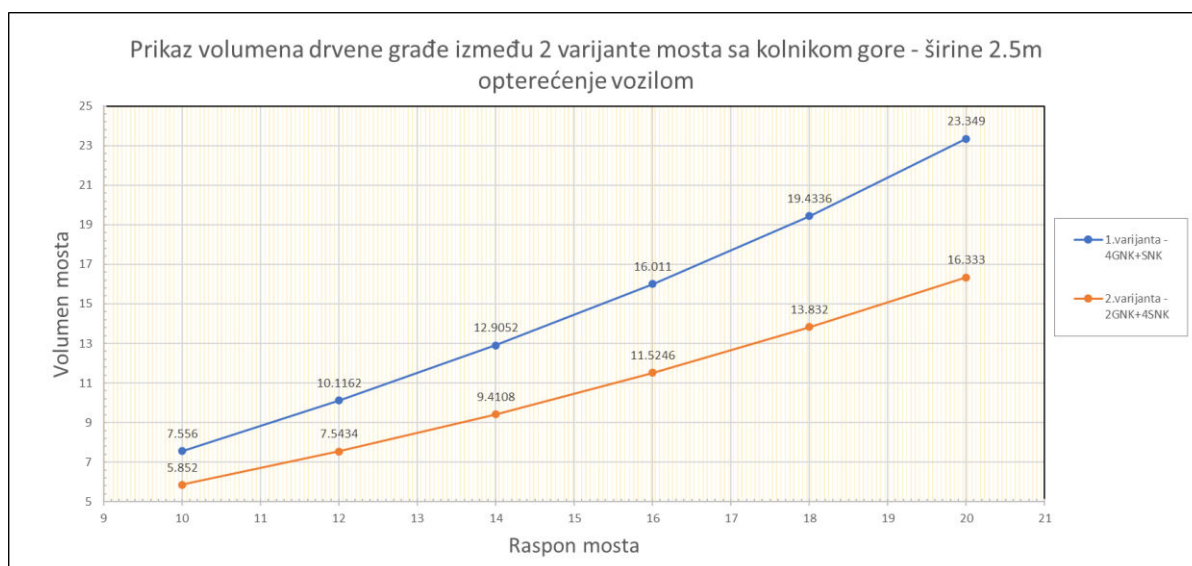
Tablica 83: Proračunate vrijednosti volumena mosta širine 2.5m – opterećenje vozilom – 2.varijanta

Ukupni volumen mosta sa kolnikom gore - most 2.5m širine - opterećenje VOZILO (2GNK+4SNK)						
Duljina mosta	10	12	14	16	18	20
Volumen daščane konstrukcije	2.25	2.7	3.15	3.6	4.05	4.5
Volumen sekundarne konstrukcije	0.576	0.6912	0.8064	0.9216	1.0368	1.152
Volumen poprečne konstrukcije	0.21	0.25	0.28	0.32	0.35	0.39
Volumen GNK	2.82	3.91	5.17	6.69	8.40	10.30
<b>Ukupni volumen</b>	<b>5.852</b>	<b>7.5434</b>	<b>9.4108</b>	<b>11.5246</b>	<b>13.832</b>	<b>16.333</b>

*Graf 18: Prikaz visine LLD nosača ovisno o rasponu za širinu mosta 2.5m – 2 varijante mosta sa kolnikom gore*



*Graf 19: Prikaz ukupnog volumena drvene građe ovisno o rasponu za širinu mosta 2.5m – 2 varijante mosta sa kolnikom gore*

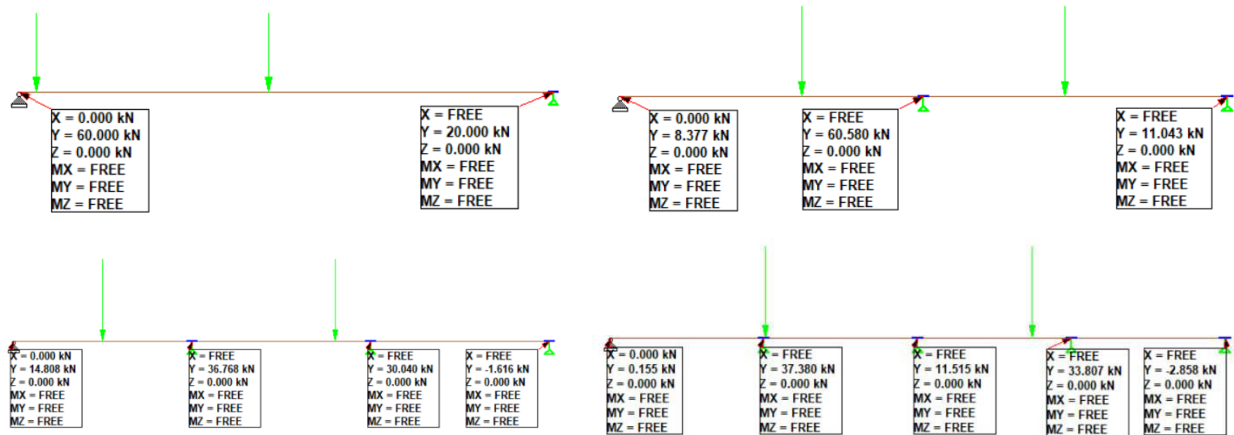


Logika razlike je ista kao kod širine mosta od 2m. Ovdje je razlika što je u 1. varijanti veće kvadratno odstupanje ukupnog volumena, jer je veći broj GNK.

#### **4.) SEKUNDARNA I GLAVNA NOSIVA KONSTRUKCIJA – MOST ŠIRINE 3.0 m**

Za pješačko opterećenje provjerit će se 2 varijante geometrije poprečnog presjeka mosta. 1. varijanta je sa 4 GNK (2 vanjska i 2 unutarnja) bez SNK-a. U tom slučaju unutarnji GNK preuzima širinu opterećenja u iznosu od 1m. 2.varijanta je analogna kao kod mosta sa upuštenim kolnikom – 2 GNK i 1 SNK. Vanjski GNK preuzima opterećenje od 1.5m.

Za opterećenje vozilom također će biti provedene iste 2 varijante kao i za pješačko opterećenje. Razlog k tome je da je neovisno o broju nosača, najpovoljniji onaj slučaj sa 4 nosača – preuzima najmanje sile od vozila. U toj varijanti postaviti će se po 1 SNK kako bi raspon daske bio 0.5m. U 2.varijanti postaviti će se 2 vanjska GNK i 5 SNK između njih.



Slika 66: Statika sustava sa 2, 3, 4 i 5 GNK – najgori položaj vozila – širina mosta 3.0m

Tablica 84: Geometrijske karakteristike mosta sa kolnikom gore i opterećenje na GNK – most širine 3.0m – opterećenje pješacima

Proračun opterećenja na mjerodavni GNK - MOST ŠIRINE 3.0m - PJEŠACI					
BROJ VANJSKIH GLAVNIH NOSAČA		2			
BROJ UNUTARNJIH GLAVNIH NOSAČA		2			
BROJ SEKUNDARNIH NOSAČA IZMEĐU 2 GNK		0			
Opis		Parametar /Oznaka	Mjerna jedinica	Vrijednosti	
GEOMETRIJA	Korisna širina mosta	$s$	[m]	3.0	
	Širina GNK	$b_{GNK}$	[cm]	22	
	Broj SNK	$n_{SNK}$	[kom]	0	
	Broj GNK	$n_{GNK}$	[kom]	4	
	Oсни razmak između GNK i SNK	$sn_1$	[m]	0.0	
	Oсни razmak između GNK	$e$	[m]	1.0	
<b>Daščana konstrukcija</b>					
PRESJEK	Visina daske	$h_{daske}$	[cm]	8	
	Volumen daščane konstrukcije za 1m' mosta	$V_{daske}$	[m <sup>3</sup> ]	0.24	
	<b>Sekundarni nosač</b>				
	Dimenzije presjeka	$h_{SNK} \times b_{SNK}$	[cm]	0	0
	Jedinični volumen 1 SNK	$V_{SNK}$	[m <sup>3</sup> ]	0	
	Broj SNK	$n_{SNK}$	[kom]	0	
	Ukupni volumen SNK za 1m' mosta	$V_{SNK}$	[m <sup>3</sup> ]	0	
	<b>Poprečni nosač</b>				
	Dimenzije presjeka	$h_{PN} \times B_{PN}$	[cm]	14	18
	Proračunska duljina PN	$L_{PN}$	[m]	3	
Raster PN	$e_{PN}$	[m]	2.0		
OPTEREĆENJE NA GNK	Širina opterećenja koja preuzima GNK	$l'$	[m]	1	
	kar. opterećenje pribora, instalacija		[kN/m']	0.10	
	kakteristično opterećenje ograde		[kN/m']	0.00	
	kar. opterećenje instalacija, zaštita		[kN/m']	0.10	
	kakteristično opterećenje daske		[kN/m']	0.42	
	kar. opterećenje sekundarnog nosača		[kN/m']	0.00	
	kakteristično opterećenje poprečnog nosača		[kN/m']	0.04	
	Ukupno stalno opterećenje na 1 GNK		[kN/m']	0.67	
Opterećenje pješacima na 1 GNK		[kN/m']	5.00		

Tablica 85: Proračunate vrijednosti visina presjeka za GNK most širine 3.0m – opterećenje pješacima

Visina presjeka GNK ovisno o korisnoj širini i rasponu mosta - PJEŠACI - 4 GNK								
Korisna širina mosta	s	[m]	<b>3.0</b>					
Duljina raspona mosta	L	[m]	10	12	14	16	18	20
Visina presjeka	$h_{GNK}$	[cm]	<b>49</b>	<b>60</b>	<b>71</b>	<b>82</b>	<b>93</b>	<b>104</b>
Dozvoljeni granični konačni netto progib	L/250	[mm]	40.00	48.00	56.00	64.00	72.00	80.00
Rezultantni konačni netto progib	$w_{net,fin}$	[mm]	39.88	47.40	55.00	63.90	71.70	79.78
Iskorištenost presjeka prema provjeri ograničenja konačnih neto progiba	$\frac{w_{net,fin}}{L/300}$	[%]	<b>99.70%</b>	<b>98.75%</b>	<b>98.21%</b>	<b>99.84%</b>	<b>99.58%</b>	<b>99.73%</b>

Tablica 86: Proračunate vrijednosti volumena mosta širine 3.0m – opterećenje pješacima

Ukupni volumen mosta sa kolnikom gore - most 3.0m širine - opterećenje PJEŠACI - 4 GNK						
Duljina mosta	10	12	14	16	18	20
Volumen daščane konstrukcije	2.4	2.88	3.36	3.84	4.32	4.8
Volumen sekundarne konstrukcije	0	0	0	0	0	0
Volumen poprečne konstrukcije	0.45	0.53	0.60	0.68	0.76	0.83
Volumen GNK	4.31	6.34	8.75	11.55	14.73	18.30
<b>Ukupni volumen</b>	<b>7.17</b>	<b>9.75</b>	<b>12.71</b>	<b>16.07</b>	<b>19.81</b>	<b>23.94</b>

## 2. varijanta – 2 GNK + 1 SNK

Tablica 87: Geometrijske karakteristike mosta sa kolnikom gore i opterećenje na GNK – most širine 3.0m – opterećenje pješacima – 2. varijanta

Proračun opterećenja na mjerodavni GNK - MOST ŠIRINE 3.0m - PJEŠACI				
BROJ VANJSKIH GLAVNIH NOSAČA		<b>2</b>		
BROJ UNUTARNJIH GLAVNIH NOSAČA		<b>0</b>		
BROJ SEKUNDARNIH NOSAČA IZMEĐU 2 GNK		<b>1</b>		
Opis		Parametar /Oznaka	Mjerna jedinica	Vrijednosti
GEOMETRIJA	Korisna širina mosta	s	[m]	<b>3.0</b>
	Širina GNK	$b_{GNK}$	[cm]	<b>22</b>
	Broj SNK	$n_{SNK}$	[kom]	<b>1</b>
	Broj GNK	$n_{GNK}$	[kom]	<b>2</b>
	Osni razmak između GNK i SNK	$sn_1$	[m]	1.5
	Osni razmak između GNK	e	[m]	3.0
PRESJEK	<b>Daščana konstrukcija</b>			
	Visina daske	$h_{daske}$	[cm]	<b>8</b>
	Volumen daščane konstrukcije za 1m' mosta	$V_{daske}$	[m <sup>3</sup> ]	0.24
	<b>Sekundarni nosač</b>			
	Dimenzije presjeka	$h_{SNK} \times b_{SNK}$	[cm]	<b>5 18</b>
	Jedinični volumen 1 SNK	$V_{SNK}$	[m <sup>3</sup> ]	0.009
	Broj SNK	$n_{SNK}$	[kom]	<b>1</b>
	Ukupni volumen SNK za 1m' mosta	$V_{SNK}$	[m <sup>3</sup> ]	0.009
	<b>Poprečni nosač</b>			
	Dimenzije presjeka	$h_{PN} \times b_{PN}$	[cm]	<b>14 18</b>
Proračunska duljina PN	$L_{PN}$	[m]	<b>3</b>	
Raster PN	$e_{PN}$	[m]	<b>2.0</b>	
OPTEREĆENJE NA GNK	Širina opterećenja koja preuzima GNK	$l'$	[m]	<b>1.5</b>
	kar. opterećenje pribora, instalacija		[kN/m']	0.15
	karakteristično opterećenje ograde		[kN/m']	0.30
	kar. opterećenje instalacija, zaštita		[kN/m']	0.15
	karakteristično opterećenje daske		[kN/m']	0.64
	kar. opterećenje sekundarnog nosača		[kN/m']	0.02
	karakteristično opterećenje poprečnog nosača		[kN/m']	0.07
	Ukupno stalno opterećenje na 1 GNK		[kN/m']	<b>1.32</b>
Opterećenje pješacima na 1 GNK		[kN/m']	<b>7.50</b>	

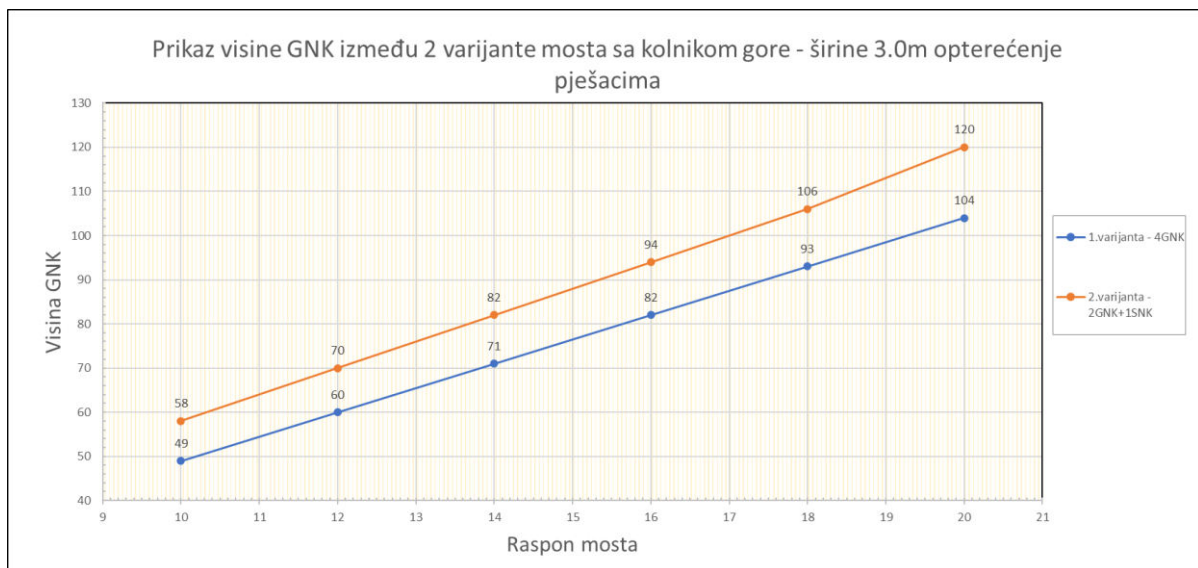
Tablica 88: Proračunate vrijednosti visina presjeka za GNK most širine 3.0m – opterećenje pješacima – 2.varijanta

Visina presjeka GNK ovisno o korisnoj širini i rasponu mosta - PJEŠACI - 2 GNK + 1 SNK								
Korisna širina mosta	s	[m]	3.0					
Duljina raspona mosta	L	[m]	10	12	14	16	18	20
Visina presjeka	$h_{GNK}$	[cm]	58	70	82	94	106	120
Dozvoljeni granični konačni netto progib	$L/250$	[mm]	40.00	48.00	56.00	64.00	72.00	80.00
Rezultantni konačni netto progib	$w_{nett,fin}$	[mm]	38.24	46.34	54.90	63.71	71.90	78.89
Iskorištenost presjeka prema provjeri ograničenja konačnih neto progiba	$\frac{w_{nett,fin}}{L/300}$	[%]	95.60%	96.55%	98.04%	99.54%	99.86%	98.61%

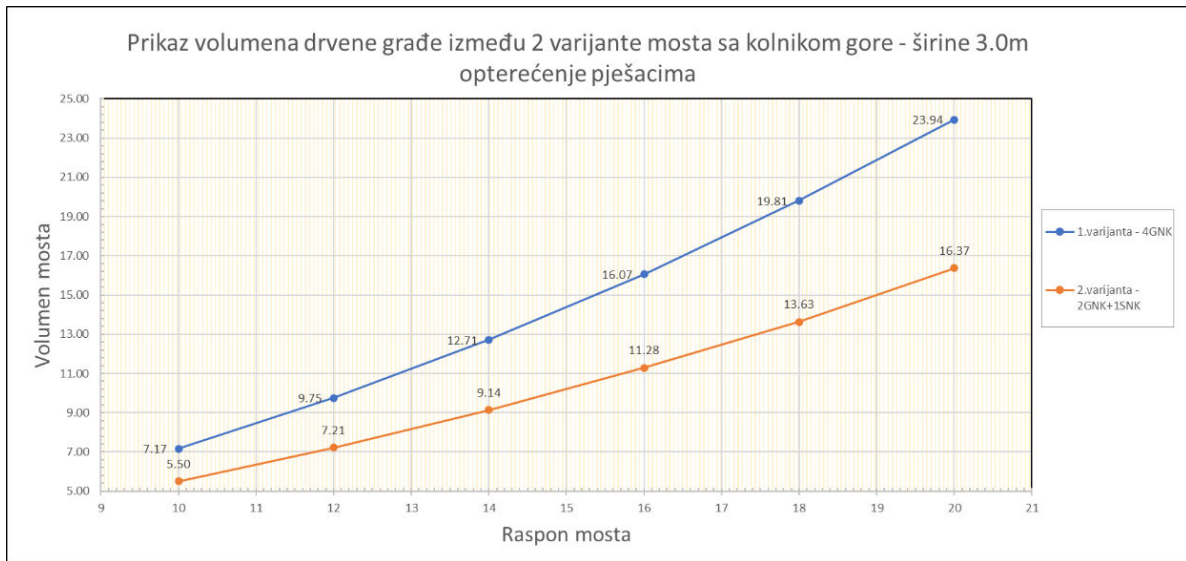
Tablica 89: Proračunate vrijednosti volumena mosta širine 3.0m – opterećenje pješacima – 2.varijanta

Ukupni volumen mosta sa kolnikom gore - most 2.5m širine - opterećenje PJEŠACI - 2 GNK + 1 SNK						
Duljina mosta	10	12	14	16	18	20
Volumen daščane konstrukcije	2.4	2.88	3.36	3.84	4.32	4.8
Volumen sekundarne konstrukcije	0.09	0.108	0.126	0.144	0.162	0.18
Volumen poprečne konstrukcije	0.45	0.53	0.60	0.68	0.76	0.83
Volumen GNK	2.55	3.70	5.05	6.62	8.40	10.56
<b>Ukupni volumen</b>	<b>5.50</b>	<b>7.21</b>	<b>9.14</b>	<b>11.28</b>	<b>13.63</b>	<b>16.37</b>

Graf 20: Prikaz visine LLD nosača ovisno o rasponu za širinu mosta 3.0m – 2 varijante mosta sa kolnikom gore – opterećenje pješaci



Graf 21: Prikaz ukupnog volumena drvene građe ovisno o rasponu za širinu mosta 3.0m – 2 varijante mosta sa kolnikom gore – opterećenje pješaci



Tablica 90: Geometrijske karakteristike mosta sa kolnikom gore i opterećenje na GNK – most širine 3.0m – opterećenje vozilom – 1. varijanta

Proračun opterećenja na mjerodavni GNK - MOST ŠIRINE 3.0m - VOZILO				
BROJ VANJSKIH GLAVNIH NOSAČA		2		
BROJ UNUTARNJIH GLAVNIH NOSAČA		2		
BROJ SEKUNDARNIH NOSAČA IZMEĐU 2 GNK		3		
Opis		Parametar /Oznaka	Mjerna jedinica	Vrijednosti
GEOMETRIJA	Korisna širina mosta	$s$	[m]	3.0
	Širina GNK	$b_{GNK}$	[cm]	22
	Broj SNK	$n_{SNK}$	[kom]	3
	Broj GNK	$n_{GNK}$	[kom]	4
	Osni razmak između GNK i SNK	$sn_1$	[m]	0.50
	Osni razmak između GNK	$e$	[m]	1.00
PRESJEK	Daščana konstrukcija			
	Visina daske	$h_{daske}$	[cm]	9
	Volumen daščane konstrukcije za 1m' mosta	$V_{daske}$	[m³]	0.27
	Sekundarni nosač			
	Dimenzije presjeka	$h_{SNK} \times b_{SNK}$	[cm]	6 24
	Jedinični volumen 1 SNK	$V_{SNK}$	[m³]	0.0144
	Broj SNK	$n_{SNK}$	[kom]	3
	Ukupni volumen SNK za 1m' mosta	$V_{SNK}$	[m³]	0.0432
	Poprečni nosač			
	Dimenzije presjeka	$h_{PN} \times b_{PN}$	[cm]	14 18
Proračunska duljina PN	$L_{PN}$	[m]	3	
Raster PN	$e_{PN}$	[m]	2.0	
OPTEREĆENJE NA GNK	Širina opterećenja koja preuzima GNK	$l'$	[m]	1.00
	kar. opterećenje pribora, instalacija		[kN/m']	0.10
	karakteristično opterećenje ograde		[kN/m']	0.00
	kar. opterećenje instalacija, zaštita		[kN/m']	0.10
	karakteristično opterećenje daske		[kN/m']	0.48
	kar. opterećenje sekundarnog nosača		[kN/m']	0.05
	karakteristično opterećenje poprečnog nosača		[kN/m']	0.04
	Ukupno stalno opterećenje na 1 GNK		[kN]	0.77
	Sila prve osovine		[kN]	37.00
Sila druge osovine		[kN/m']	18.50	



Tablica 91: Proračunate vrijednosti visina presjeka za GNK most širine 3.0m – opterećenje vozilom

Visina presjeka GNK ovisno o korisnoj širini i rasponu mosta - VOZILO (4GNK + 3SNK)								
Korisna širina mosta	s	[m]	3.0					
Duljina raspona mosta	L	[m]	10	12	14	16	18	20
Visina presjeka	$h_{GNK}$	[cm]	55	65	74	83	93	103
Dozvoljeni granični konačni netto progib	L/250	[mm]	40.00	48.00	56.00	64.00	72.00	80.00
Rezultantni konačni netto progib	$w_{nett,fin}$	[mm]	39.50	47.00	55.40	63.00	71.80	79.50
Iskorištenost presjeka prema provjeri ograničenja konačnih neto progiba		[%]	98.75%	97.92%	98.93%	98.44%	99.72%	99.38%

Tablica 92: Proračunate vrijednosti volumena mosta širine 3.0m – opterećenje vozilom

Ukupni volumen mosta sa kolnikom gore - most 3.0m širine - opterećenje VOZILO (4GNK+3SNK)						
Duljina mosta	10	12	14	16	18	20
Volumen daščane konstrukcije	2.7	3.24	3.78	4.32	4.86	5.4
Volumen sekundarne konstrukcije	0.432	0.5184	0.6048	0.6912	0.7776	0.864
Volumen poprečne konstrukcije	0.45	0.53	0.60	0.68	0.76	0.83
Volumen GNK	4.84	6.86	9.12	11.69	14.73	18.13
<b>Ukupni volumen</b>	<b>8.4256</b>	<b>11.1516</b>	<b>14.1064</b>	<b>17.378</b>	<b>21.1248</b>	<b>25.2236</b>

## 2. varijanta – 2 vanjska GNK i 5 SNK

Tablica 93: Geometrijske karakteristike mosta sa kolnikom gore i opterećenje na GNK – most širine 3.0m – opterećenje vozilom – 2. varijanta

Proračun opterećenja na mjerodavni GNK - MOST ŠIRINE 3.0m - VOZILO					
BROJ VANJSKIH GLAVNIH NOSAČA		2			
BROJ UNUTARNJIH GLAVNIH NOSAČA		0			
BROJ SEKUNDARNIH NOSAČA IZMEĐU 2 GNK		5			
Opis		Parametar /Oznaka	Mjerna jedinica	Vrijednosti	
GEOMETRIJA	Korisna širina mosta	s	[m]	3.0	
	Širina GNK	$b_{GNK}$	[cm]	22	
	Broj SNK	$n_{SNK}$	[kom]	5	
	Broj GNK	$n_{GNK}$	[kom]	2	
	Osni razmak između GNK i SNK	$sn_1$	[m]	0.50	
	Osni razmak između GNK	e	[m]	3.00	
<b>Daščana konstrukcija</b>					
Visina daske		$h_{daske}$	[cm]	9	
Volumen daščane konstrukcije za 1m <sup>3</sup> mosta		$V_{daske}$	[m <sup>3</sup> ]	0.27	
<b>Sekundarni nosač</b>					
Dimenzije presjeka		$h_{SNK} \times b_{SNK}$	[cm]	6 24	
Jedinični volumen 1 SNK		$V_{SNK}$	[m <sup>3</sup> ]	0.0144	
Broj SNK		$n_{SNK}$	[kom]	5	
Ukupni volumen SNK za 1m <sup>3</sup> mosta		$V_{SNK}$	[m <sup>3</sup> ]	0.072	
<b>Poprečni nosač</b>					
Dimenzije presjeka		$h_{PN} \times B_{PN}$	[cm]	14 18	
Proračunska duljina PN		$L_{PN}$	[m]	3	
Raster PN		$e_{PN}$	[m]	2.0	
OPTEREĆENJE NA GNK	Širina opterećenja koja preuzima GNK		$l'$	[m]	1.50
	kar. opterećenje pribora, instalacija			[kN/m']	0.15
	karakteristično opterećenje ograde			[kN/m']	0.30
	kar. opterećenje instalacija, zaštita			[kN/m']	0.15
	karakteristično opterećenje daske			[kN/m']	0.72
	kar. opterećenje sekundarnog nosača			[kN/m']	0.13
	karakteristično opterećenje poprečnog nosača			[kN/m']	0.07
	Ukupno stalno opterećenje na 1 GNK			[kN]	1.51
	Sila prve osovine			[kN]	60.00
	Sila druge osovine			[kN/m']	30.00

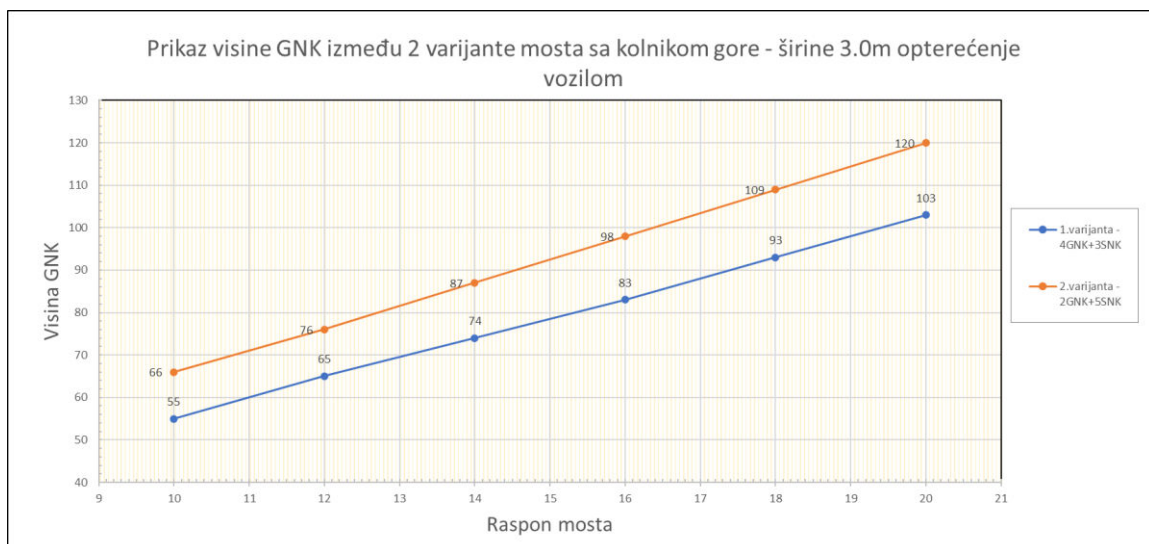
Tablica 94: Proračunate vrijednosti visina presjeka za GNK most širine 3.0m – opterećenje vozilom

Visina presjeka GNK ovisno o korisnoj širini i rasponu mosta - VOZILO (2GNK + 5SNK)								
Korisna širina mosta	s	[m]	<b>3.0</b>					
Duljina raspona mosta	L	[m]	10	12	14	16	18	20
Visina presjeka	$h_{GNK}$	[cm]	<b>66</b>	<b>76</b>	<b>87</b>	<b>98</b>	<b>109</b>	<b>120</b>
Dozvoljeni granični konačni netto progib	L/250	[mm]	40.00	48.00	56.00	64.00	72.00	80.00
Rezultantni konačni netto progib	$W_{net,fin}$	[mm]	38.10	47.99	55.72	63.43	71.46	79.35
Iskorištenost presjeka prema provjeri ograničenja konačnih neto progiba		[%]	<b>95.25%</b>	<b>99.98%</b>	<b>99.50%</b>	<b>99.11%</b>	<b>99.25%</b>	<b>99.19%</b>

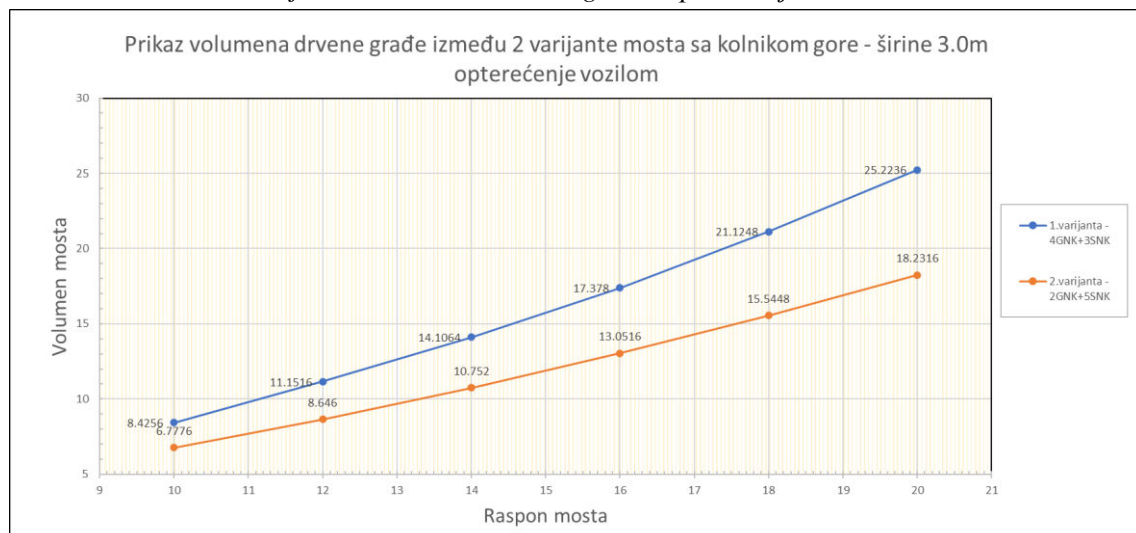
Tablica 95: Proračunate vrijednosti volumena mosta širine 3.0m – opterećenje vozilom

Ukupni volumen mosta sa kolnikom gore - most 3.0m širine - opterećenje VOZILO (2GNK+5SNK)						
Duljina mosta	10	12	14	16	18	20
Volumen daščane konstrukcije	2.7	3.24	3.78	4.32	4.86	5.4
Volumen sekundarne konstrukcije	0.72	0.864	1.008	1.152	1.296	1.44
Volumen poprečne konstrukcije	0.45	0.53	0.60	0.68	0.76	0.83
Volumen GNK	2.90	4.01	5.36	6.90	8.63	10.56
<b>Ukupni volumen</b>	<b>6.7776</b>	<b>8.646</b>	<b>10.752</b>	<b>13.0516</b>	<b>15.5448</b>	<b>18.2316</b>

Graf 22: Prikaz visine LLD nosača ovisno o rasponu za širinu mosta 3.0m – 2 varijante mosta sa kolnikom gore – opterećenje vozilom



Graf 23: Prikaz ukupnog volumena drvene građe ovisno o rasponu za širinu mosta 3.0m – 2 varijante mosta sa kolnikom gore – opterećenje vozilom



### 5.) SEKUNDARNA I GLAVNA NOSIVA KONSTRUKCIJA – MOST ŠIRINE 3.5 m

U slučaju opterećenja pješacima, također će se usporedit 2 varijante. 1. varijanta – postaviti će se 4 GNK bez SNK (može se postaviti po 1 SNK između glavnih nosača, ali ne utječe na smanjenje visine daske, s obzirom da je daska na rasponu između 2 GNK najmanje visine – ono što bi promijenilo bi se povećala krutost pomosta). 2. varijanta analogna je kao kod mosta s kolnikom dolje. Postavit će se 2 vanjska GNK te između njih 2 SNK.

Tablica 96: Geometrijske karakteristike mosta sa kolnikom gore i opterećenje na GNK – most širine 3.5m – opterećenje pješacima – 1. varijanta

Proračun opterećenja na mjerodavni GNK - MOST ŠIRINE 3.5m - PJEŠACI				
BROJ VANJSKIH GLAVNIH NOSAČA		2		
BROJ UNUTARNJIH GLAVNIH NOSAČA		2		
BROJ SEKUNDARNIH NOSAČA IZMEĐU 2 GNK		0		
Opis		Parametar /Oznaka	Mjerna jedinica	Vrijednosti
GEOMETRIJA	Korisna širina mosta	$s$	[m]	3.5
	Širina GNK	$b_{GNK}$	[cm]	22
	Broj SNK	$n_{SNK}$	[kom]	0
	Broj GNK	$n_{GNK}$	[kom]	4
	Osní razmak između GNK i SNK	$sn_1$	[m]	0.0
	Osní razmak između GNK	$e$	[m]	1.17
Daščana konstrukcija				
	Visina daske	$h_{daske}$	[cm]	8
	Volumen daščane konstrukcije za 1m' mosta	$V_{daske}$	[m <sup>3</sup> ]	0.28
Sekundarni nosač				
	Dimenzije presjeka	$h_{SNK} \times b_{SNK}$	[cm]	0 0
	Jedinični volumen 1 SNK	$V_{SNK}$	[m <sup>3</sup> ]	0
	Broj SNK	$n_{SNK}$	[kom]	0
	Ukupni volumen SNK za 1m' mosta	$V_{SNK}$	[m <sup>3</sup> ]	0
Poprečni nosač				
	Dimenzije presjeka	$h_{PN} \times B_{PN}$	[cm]	14 18
	Proračunska duljina PN	$L_{PN}$	[m]	3.5
	Raster PN	$e_{PN}$	[m]	2.0
OPTEREĆENJE NA GNK	Širina opterećenja koja preuzima GNK	$l'$	[m]	1.17
	kar. opterećenje pribora, instalacija		[kN/m']	0.12
	karakteristično opterećenje ograde		[kN/m']	0.00
	kar. opterećenje instalacija, zaštita		[kN/m']	0.12
	karakteristično opterećenje daske		[kN/m']	0.49
	kar. opterećenje sekundarnog nosača		[kN/m']	0.00
	karakteristično opterećenje poprečnog nosača		[kN/m']	0.05
	Ukupno stalno opterećenje na 1 GNK		[kN/m']	0.78
Opterećenje pješacima na 1 GNK		[kN/m']	5.83	

Tablica 97: Proračunate vrijednosti visina presjeka za GNK most širine 3.5m – opterećenje pješacima – 1. varijanta

Visina presjeka GNK ovisno o korisnoj širini i rasponu mosta - PJEŠACI - 4 GNK								
Korisna širina mosta	$s$	[m]	3.5					
Duljina raspona mosta	$L$	[m]	10	12	14	16	18	20
Visina presjeka	$h_{GNK}$	[cm]	52	63	74	85	97	109
Dozvoljeni granični konačni netto progib	$L/250$	[mm]	40.00	48.00	56.00	64.00	72.00	80.00
Rezultantni konačni netto progib	$w_{nett,fin}$	[mm]	39.00	47.00	55.40	63.80	71.60	79.00
Iskorištenost presjeka prema provjeri ograničenja konačnih neto progiba	$\frac{w_{nett,fin}}{L/300}$	[%]	97.50%	97.92%	98.93%	99.69%	99.44%	98.75%

Tablica 98: Proračunate vrijednosti volumena mosta širine 3.5m – opterećenje pješacima – 1.varijanta

Ukupni volumen mosta sa kolnikom gore - most 3.5m širine - opterećenje PJEŠACI - 4 GNK						
Duljina mosta	10	12	14	16	18	20
Volumen daščane konstrukcije	2.8	3.36	3.92	4.48	5.04	5.6
Volumen sekundarne konstrukcije	0	0	0	0	0	0
Volumen poprečne konstrukcije	0.53	0.62	0.71	0.79	0.88	0.97
Volumen GNK	4.58	6.65	9.12	11.97	15.36	19.18
<b>Ukupni volumen</b>	<b>7.91</b>	<b>10.63</b>	<b>13.74</b>	<b>17.24</b>	<b>21.29</b>	<b>25.75</b>

Tablica 99: Geometrijske karakteristike mosta sa kolnikom gore i opterećenje na GNK – most širine 3.5m – opterećenje pješacima – 2. varijanta

Proračun opterećenja na mjerodavni GNK - MOST ŠIRINE 3.5m - PJEŠACI				
BROJ VANJSKIH GLAVNIH NOSAČA		2		
BROJ UNUTARNJIH GLAVNIH NOSAČA		0		
BROJ SEKUNDARNIH NOSAČA IZMEĐU 2 GNK		1		
Opis		Parametar /Oznaka	Mjerna jedinica	Vrijednosti
GEOMETRIJA	Korisna širina mosta	$s$	[m]	3.5
	Širina GNK	$b_{GNK}$	[cm]	22
	Broj SNK	$n_{SNK}$	[kom]	1
	Broj GNK	$n_{GNK}$	[kom]	4
	Osnu razmak između GNK i SNK	$sn_1$	[m]	1
	Osnu razmak između GNK	$e$	[m]	3.50
<b>Daščana konstrukcija</b>				
	Visina daske	$h_{daske}$	[cm]	8
	Volumen daščane konstrukcije za 1m' mosta	$V_{daske}$	[m <sup>3</sup> ]	0.28
<b>Sekundarni nosač</b>				
	Dimenzije presjeka	$h_{SNK} \times b_{SNK}$	[cm]	5 20
	Jedinični volumen 1 SNK	$V_{SNK}$	[m <sup>3</sup> ]	0.01
	Broj SNK	$n_{SNK}$	[kom]	2
	Ukupni volumen SNK za 1m' mosta	$V_{SNK}$	[m <sup>3</sup> ]	0.02
<b>Poprečni nosač</b>				
	Dimenzije presjeka	$h_{PN} \times B_{PN}$	[cm]	14 18
	Proračunska duljina PN	$L_{PN}$	[m]	3.5
	Raster PN	$e_{PN}$	[m]	2.0
OPTEREĆENJE NA GNK	Širina opterećenja koja preuzima GNK	$l'$	[m]	1.75
	kar. opterećenje pribora, instalacija		[kN/m']	0.18
	karakteristično opterećenje ograde		[kN/m']	0.30
	kar. opterećenje instalacija, zaštita		[kN/m']	0.18
	karakteristično opterećenje daske		[kN/m']	0.74
	kar. opterećenje sekundarnog nosača		[kN/m']	0.04
	karakteristično opterećenje poprečnog nosača		[kN/m']	0.08
	Ukupno stalno opterećenje na 1 GNK		[kN/m']	1.50
Opterećenje pješacima na 1 GNK		[kN/m']	8.75	

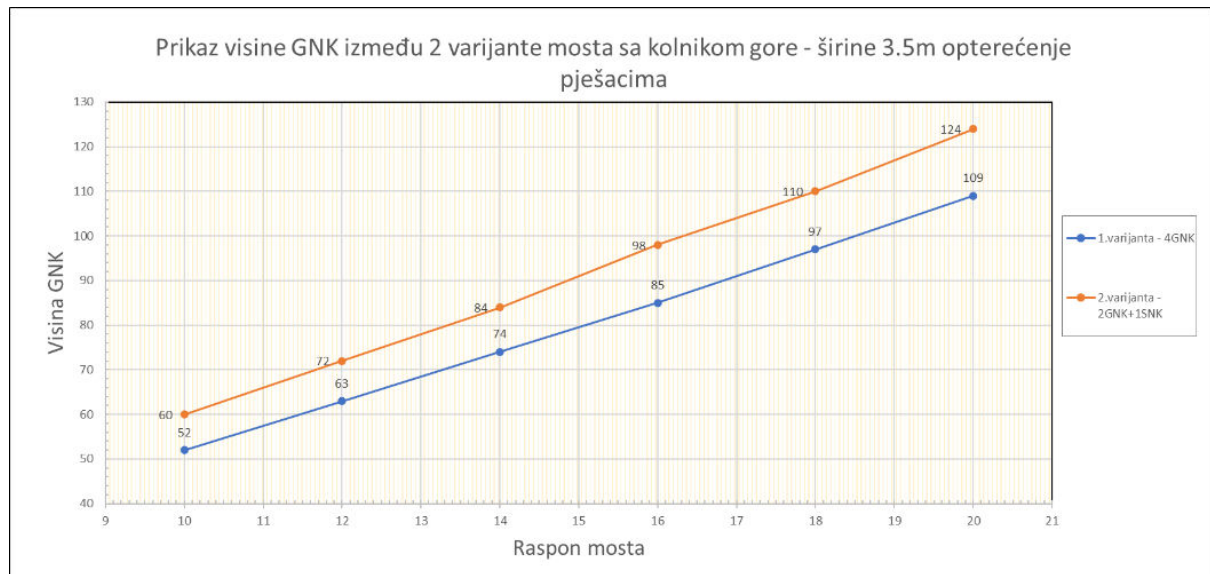
Tablica 100: Proračunate vrijednosti visina presjeka za GNK most širine 3.5m – opterećenje pješacima – 2.varijanta

Visina presjeka GNK ovisno o korisnoj širini i rasponu mosta - PJEŠACI - 2 GNK + 2 SNK								
Korisna širina mosta	$s$	[m]	3.5					
Duljina raspona mosta	$L$	[m]	10	12	14	16	18	20
Visina presjeka	$h_{GNK}$	[cm]	60	72	84	98	110	124
Dozvoljeni granični konačni netto progib	$L/250$	[mm]	40.00	48.00	56.00	64.00	72.00	80.00
Rezultantni konačni netto progib	$w_{nett,fin}$	[mm]	39.27	47.90	55.90	63.56	71.90	79.90
Iskorištenost presjeka prema provjeri ograničenja konačnih neto progiba	$\frac{w_{nett,fin}}{L/300}$	[%]	98.17%	99.79%	99.82%	99.32%	99.86%	99.88%

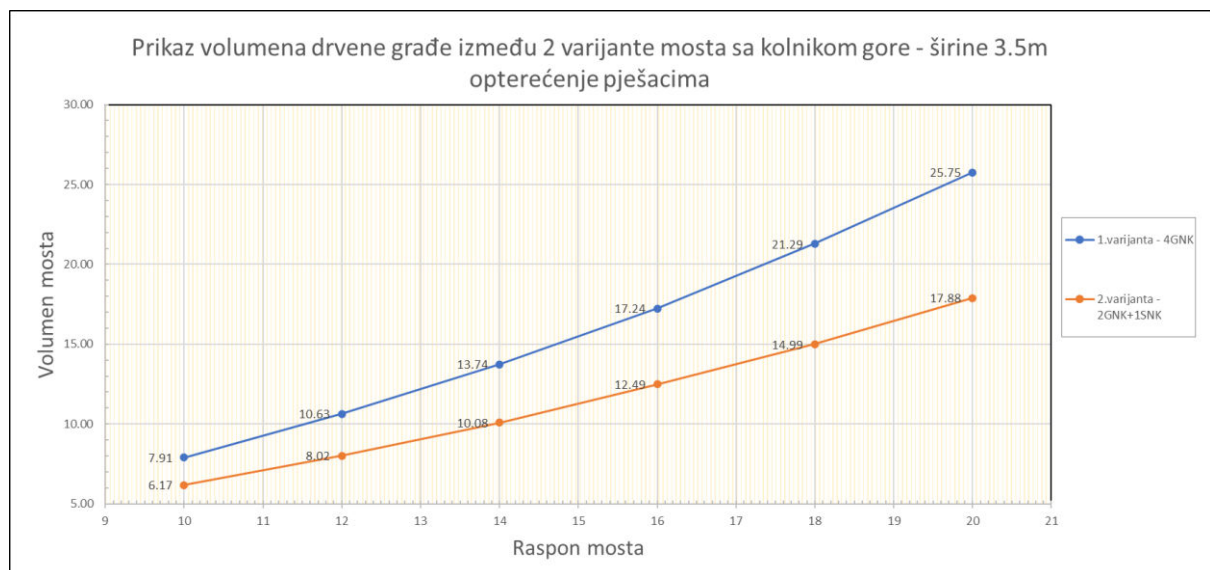
Tablica 101: Proračunate vrijednosti volumena mosta širine 3.5m – opterećenje pješacima – 2.varijanta

Ukupni volumen mosta sa kolnikom gore - most 3.5m širine - opterećenje PJEŠACI - 2 GNK + 1 SNK						
Duljina mosta	10	12	14	16	18	20
Volumen daščane konstrukcije	2.8	3.36	3.92	4.48	5.04	5.6
Volumen sekundarne konstrukcije	0.2	0.24	0.28	0.32	0.36	0.4
Volumen poprečne konstrukcije	0.53	0.62	0.71	0.79	0.88	0.97
Volumen GNK	2.64	3.80	5.17	6.90	8.71	10.91
<b>Ukupni volumen</b>	<b>6.17</b>	<b>8.02</b>	<b>10.08</b>	<b>12.49</b>	<b>14.99</b>	<b>17.88</b>

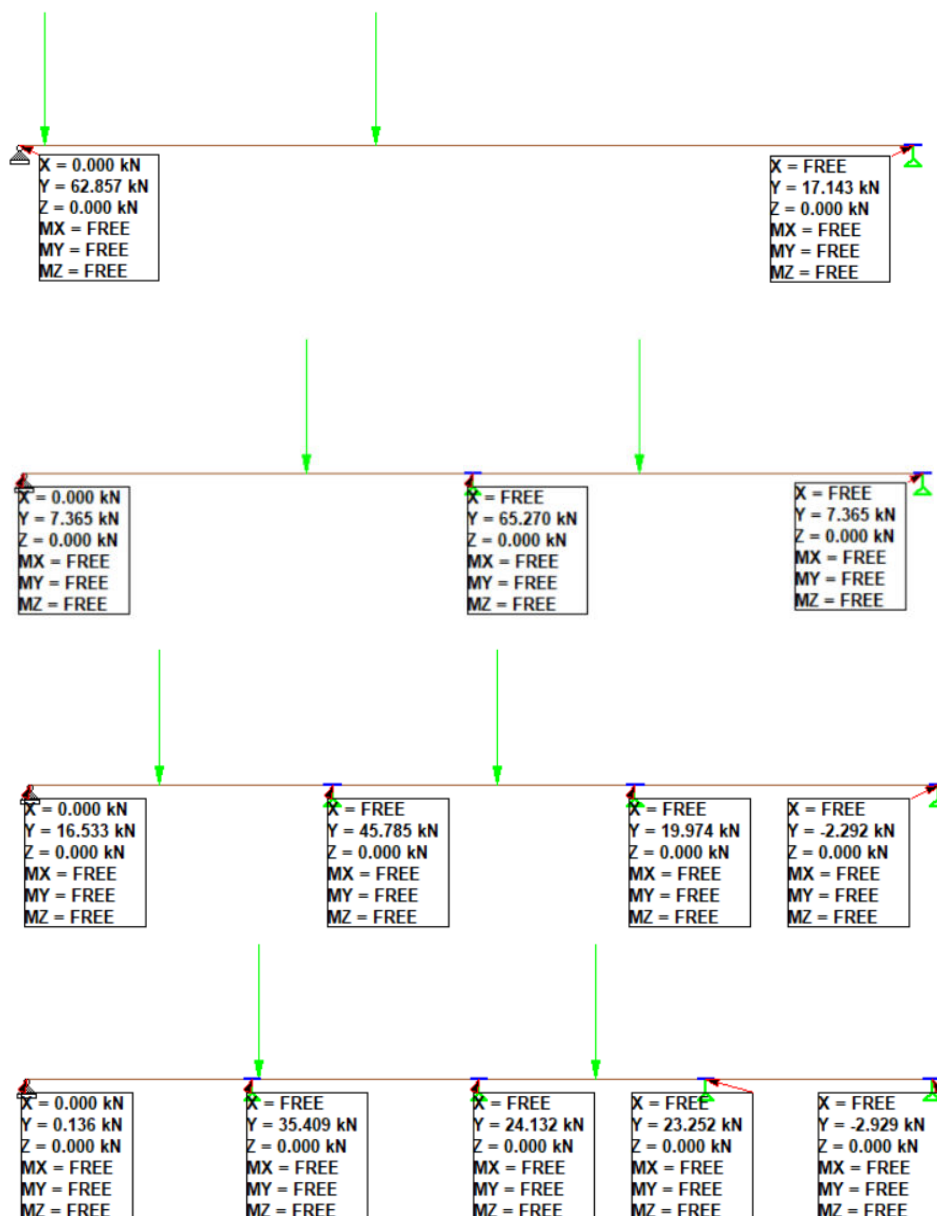
Graf 24: Prikaz visine LLD nosača ovisno o rasponu za širinu mosta 3.5m – 2 varijante mosta sa kolnikom gore – opterećenje pješaci



Graf 25: Prikaz ukupnog volumena drvene građe ovisno o rasponu za širinu mosta 3.5m – 2 varijante mosta sa kolnikom gore – opterećenje pješaci



Kod opterećenja vozilom, također će se provjeriti 2 varijante. 1. varijanta – 5 GNK (2 vanjska i 3 unutarnja), te između glavnih nosača po 1 SNK (4 SNK). Razlog odabira je što GNK preuzima najmanju silu od vozila. SNK se postavlja kako bi se ostvarila najmanja debljina daske. 2. varijanta – 2 vanjska GNK i 6 SNK između njih (razlika od sustava kod kolnika dolje je smanjena visina daske s većim broj SNK).



Slika 67: Statika sustava sa 2, 3, 4 i 5 GNK – najgori položaj vozila – širina mosta 3.5m

Tablica 102: Geometrijske karakteristike mosta sa kolnikom gore i opterećenje na GNK – most širine 3.5m – opterećenje vozilom – 1.varijanta

Proračun opterećenja na mjerodavni GNK - MOST ŠIRINE 3.5m - VOZILO			
BROJ VANJSKIH GLAVNIH NOSAČA		2	
BROJ UNUTARNJIH GLAVNIH NOSAČA		3	
BROJ SEKUNDARNIH NOSAČA IZMEĐU 2 GNK		1	
Opis	Parametar /Oznaka	Mjerna jedinica	Vrijednosti
GEOMETRIJA	Korisna širina mosta	$s$	[m] 3.5
	Širina GNK	$b_{GNK}$	[cm] 22
	Broj SNK	$n_{SNK}$	[kom] 4
	Broj GNK	$n_{GNK}$	[kom] 5
	Osni razmak između GNK i SNK	$sn_1$	[m] 0.44
	Osni razmak između GNK	$e$	[m] 0.88
Daščana konstrukcija			
	Visina daske	$h_{daske}$	[cm] 9
	Volumen daščane konstrukcije za 1m' mosta	$V_{daske}$	[m <sup>3</sup> ] 0.315
Sekundarni nosač			
	Dimenzije presjeka	$h_{SNK} \times b_{SNK}$	[cm] 6 24
	Jedinični volumen 1SNK	$V_{SNK}$	[m <sup>3</sup> ] 0.0144
	Broj SNK	$n_{SNK}$	[kom] 4
	Ukupni volumen SNK za 1m' mosta	$V_{SNK}$	[m <sup>3</sup> ] 0.0576
Poprečni nosač			
	Dimenzije presjeka	$h_{PN} \times b_{PN}$	[cm] 14 18
	Proračunska duljina PN	$L_{PN}$	[m] 3.5
	Raster PN	$e_{PN}$	[m] 2.0
OPTEREĆENJE NA GNK	Širina opterećenja koja preuzima GNK	$l'$	[m] 0.88
	kar. opterećenje pribora, instalacija		[kN/m'] 0.09
	karakteristično opterećenje ograde		[kN/m'] 0.00
	kar. opterećenje instalacija, zaštita		[kN/m'] 0.09
	karakteristično opterećenje daske		[kN/m'] 0.42
	kar. opterećenje sekundarnog nosača		[kN/m'] 0.05
	karakteristično opterećenje poprečnog nosača		[kN/m'] 0.04
	Ukupno stalno opterećenje na 1 GNK		[kN] 0.68
	Sila prve osovine		[kN] 35.00
Sila druge osovine		[kN/m'] 17.50	

Tablica 103: Proračunate vrijednosti visina presjeka za GNK most širine 3.5m – opterećenje vozilom

Visina presjeka GNK ovisno o korisnoj širini i rasponu mosta - VOZILO (5GNK + 4SNK)								
Korisna širina mosta	$s$	[m]	3.5					
Duljina raspona mosta	$L$	[m]	10	12	14	16	18	20
Visina presjeka	$h_{GNK}$	[cm]	54	64	73	82	92	102
Dozvoljeni granični konačni netto progib	$L/250$	[mm]	40.00	48.00	56.00	64.00	72.00	80.00
Rezultantni konačni netto progib	$w_{nett,fin}$	[mm]	39.70	47.23	55.80	63.10	71.20	79.87
Iskorištenost presjeka prema provjeri ograničenja konačnih neto progiba		[%]	99.25%	98.40%	99.64%	98.59%	98.89%	99.84%

Tablica 104: Proračunate vrijednosti volumena mosta širine 3.5m – opterećenje vozilom

Ukupni volumen mosta sa kolnikom gore - most 3.5m širine - opterećenje VOZILO (5GNK+4SNK)						
Duljina mosta	10	12	14	16	18	20
Volumen daščane konstrukcije	3.15	3.78	4.41	5.04	5.67	6.3
Volumen sekundarne konstrukcije	0.576	0.6912	0.8064	0.9216	1.0368	1.152
Volumen poprečne konstrukcije	0.53	0.62	0.71	0.79	0.88	0.97
Volumen GNK	5.94	8.45	11.24	14.43	18.22	22.44
<b>Ukupni volumen</b>	<b>10.1952</b>	<b>13.5366</b>	<b>17.164</b>	<b>21.1874</b>	<b>25.8048</b>	<b>30.8622</b>

2. varijanta – 2 vanjska GNK i 6 SNK

Tablica 105: Geometrijske karakteristike mosta sa kolnikom gore i opterećenje na GNK – most širine 3.5m – opterećenje vozilom – 2. varijanta

Proračun opterećenja na mjerodavni GNK - MOST ŠIRINE 3.5m - VOZILO				
BROJ VANJSKIH GLAVNIH NOSAČA				2
BROJ UNUTARNJIH GLAVNIH NOSAČA				0
BROJ SEKUNDARNIH NOSAČA IZMEĐU 2 GNK				6
Opis		Parametar /Oznaka	Mjerna jedinica	Vrijednosti
GEOMETRIJA	Korisna širina mosta	$s$	[m]	3.5
	Širina GNK	$b_{GNK}$	[cm]	22
	Broj SNK	$n_{SNK}$	[kom]	6
	Broj GNK	$n_{GNK}$	[kom]	2
	Osni razmak između GNK i SNK	$sn_1$	[m]	0.50
	Osni razmak između GNK	$e$	[m]	3.50
<b>Daščana konstrukcija</b>				
	Visina daske	$h_{daske}$	[cm]	9
	Volumen daščane konstrukcije za 1m' mosta	$V_{daske}$	[m <sup>3</sup> ]	0.315
<b>Sekundarni nosač</b>				
	Dimenzije presjeka	$h_{SNK} \times b_{SNK}$	[cm]	6 24
	Jedinični volumen 1 SNK	$V_{SNK}$	[m <sup>3</sup> ]	0.0144
	Broj SNK	$n_{SNK}$	[kom]	6
	Ukupni volumen SNK za 1m' mosta	$V_{SNK}$	[m <sup>3</sup> ]	0.0864
<b>Poprečni nosač</b>				
	Dimenzije presjeka	$h_{PN} \times B_{PN}$	[cm]	14 18
	Proračunska duljina PN	$L_{PN}$	[m]	3.5
	Raster PN	$e_{PN}$	[m]	2.0
OPTEREĆENJE NA GNK	Širina opterećenja koja preuzima GNK	$l'$	[m]	1.75
	kar. opterećenje pribora, instalacija		[kN/m']	0.18
	karakteristično opterećenje ograde		[kN/m']	0.30
	kar. opterećenje instalacija, zaštita		[kN/m']	0.18
	karakteristično opterećenje daske		[kN/m']	0.83
	kar. opterećenje sekundarnog nosača		[kN/m']	0.15
	karakteristično opterećenje poprečnog nosača		[kN/m']	0.08
	Ukupno stalno opterećenje na 1 GNK		[kN]	1.71
	Sila prve osovine		[kN]	62.00
Sila druge osovine		[kN/m']	31.00	

Tablica 106: Proračunate vrijednosti visina presjeka za GNK most širine 3.5m – opterećenje vozilom – 2. varijanta

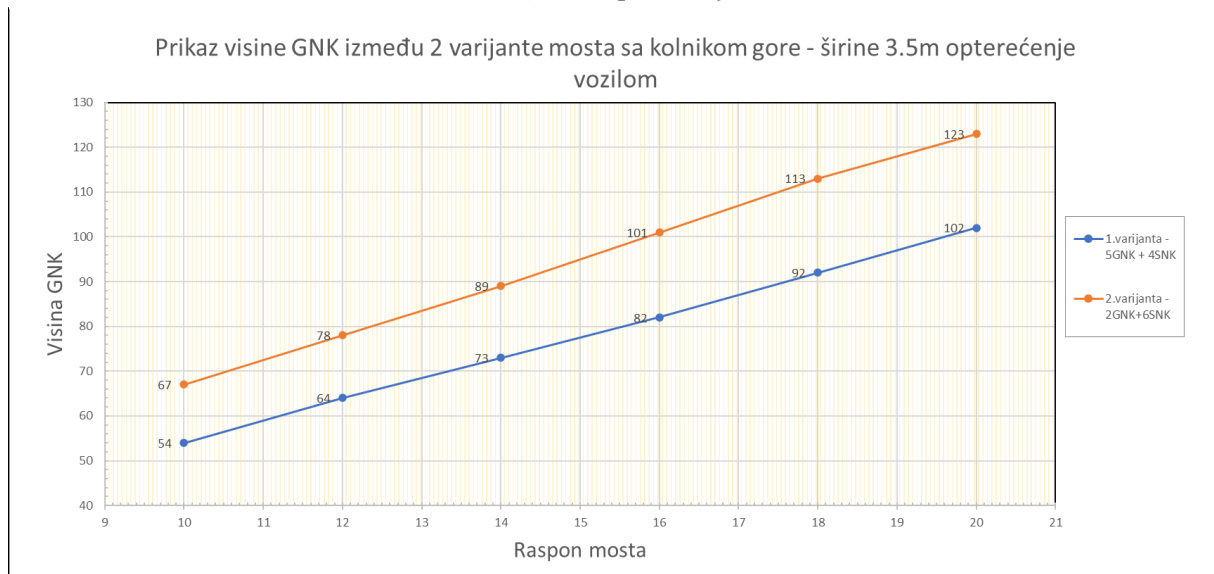
Visina presjeka GNK ovisno o korisnoj širini i rasponu mosta - VOZILO (2GNK + 6SNK)								
Korisna širina mosta	$s$	[m]	3.5					
Duljina raspona mosta	$L$	[m]	10	12	14	16	18	20
Visina presjeka	$h_{GNK}$	[cm]	67	78	89	101	113	123
Dozvoljeni granični konačni netto progib	$L/250$	[mm]	40.00	48.00	56.00	64.00	72.00	80.00
Rezultantni konačni netto progib	$w_{nett,fin}$	[mm]	39.05	47.93	55.99	62.70	69.47	79.71
Iskorištenost presjeka prema provjeri ograničenja konačnih neto progiba		[%]	97.63%	99.86%	99.98%	97.97%	96.49%	99.64%

Tablica 107: Proračunate vrijednosti volumena mosta širine 3.5m – opterećenje vozilom – 2. varijanta

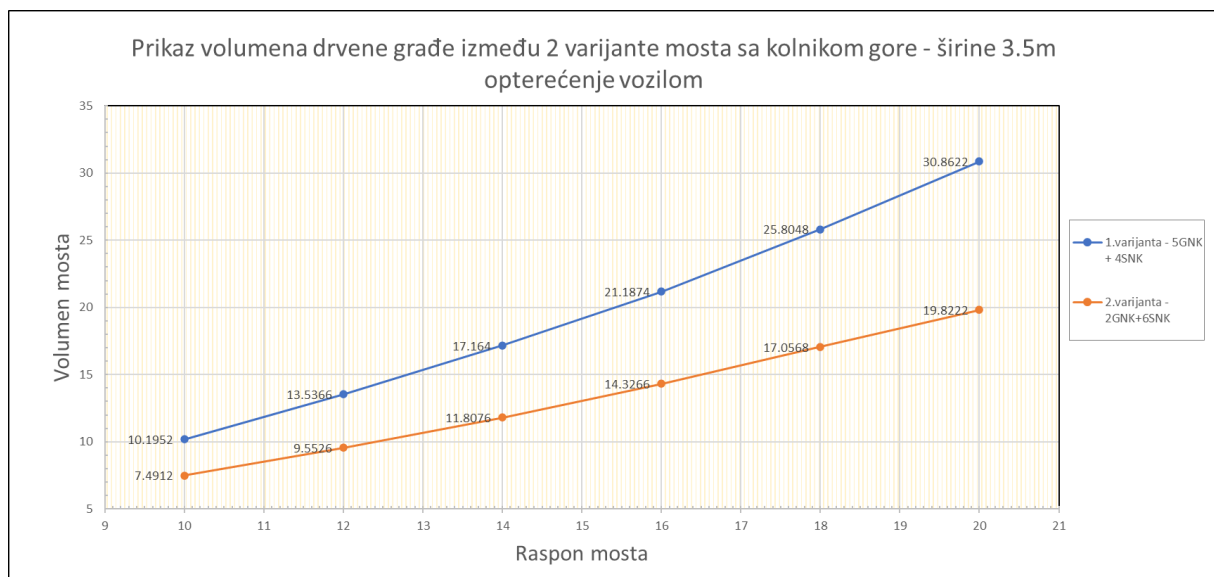
Ukupni volumen mosta sa kolnikom gore - most 3.5m širine - opterećenje VOZILO (2GNK+6SNK)						
Duljina mosta	10	12	14	16	18	20
Volumen daščane konstrukcije	3.15	3.78	4.41	5.04	5.67	6.3
Volumen sekundarne konstrukcije	0.864	1.0368	1.2096	1.3824	1.5552	1.728
Volumen poprečne konstrukcije	0.53	0.62	0.71	0.79	0.88	0.97
Volumen GNK	2.95	4.12	5.48	7.11	8.95	10.82
<b>Ukupni volumen</b>	<b>7.4912</b>	<b>9.5526</b>	<b>11.8076</b>	<b>14.3266</b>	<b>17.0568</b>	<b>19.8222</b>



*Graf 26: Prikaz visine LLD nosača ovisno o rasponu za širinu mosta 3.5m – 2 varijante mosta sa kolnikom gore – opterećenje vozilo*



*Graf 27: Prikaz ukupnog volumena drvene građe ovisno o rasponu za širinu mosta 3.5m – 2 varijante mosta sa kolnikom gore – opterećenje vozilo*



## **6.) SEKUNDARNA I GLAVNA NOSIVA KONSTRUKCIJA – MOST ŠIRINE 4.0 m**

Za opterećenje pješacima mogla bi se napraviti usporedba sa 4 i 5 GNK, ali prema prethodnim proračunima, zaključak je da sustav sa 5 GNK bi dao nešto malo manje presjeke, nego li sustav sa 4 GNK, a volumen drvene građe sa 5 GNK bi bio veći, ali sustav bi bio krući. Stoga, 1. varijanta – sustav sa 4 GNK bez SNK (npr. da se postavi konstruktivno 1 SNK između svaka 2 GNK, pomost bi bio krući, što bi se savjetovalo za izvedbu). 2. varijanta je sustav sa 2 vanjska GNK i 1 SNK između njih.

Tablica 108: Geometrijske karakteristike mosta sa kolnikom gore i opterećenje na GNK – most širine 4.0m – opterećenje pješacima – 1. varijanta

Proračun opterećenja na mjerodavni GNK - MOST ŠIRINE 4.0m - PJEŠACI				
BROJ VANJSKIH GLAVNIH NOSAČA				<b>2</b>
BROJ UNUTARNJIH GLAVNIH NOSAČA				<b>2</b>
BROJ SEKUNDARNIH NOSAČA IZMEĐU 2 GNK				<b>0</b>
Opis		Parametar /Oznaka	Mjerna jedinica	Vrijednosti
GEOMETRIJA	Korisna širina mosta	$s$	[m]	<b>4.0</b>
	Širina GNK	$b_{GNK}$	[cm]	<b>22</b>
	Broj SNK	$n_{SNK}$	[kom]	<b>0</b>
	Broj GNK	$n_{GNK}$	[kom]	<b>4</b>
	Osni razmak između GNK i SNK	$sn_1$	[m]	0
	Osni razmak između GNK	$e$	[m]	1.00
PRESJEK	Daščana konstrukcija			
	Visina daske	$h_{daske}$	[cm]	<b>8</b>
	Volumen daščane konstrukcije za 1m' mosta	$V_{daske}$	[m <sup>3</sup> ]	0.32
	Sekundarni nosač			
	Dimenzije presjeka	$h_{SNK} \times b_{SNK}$	[cm]	<b>0 0</b>
	Jedinični volumen 1 SNK	$V_{SNK}$	[m <sup>3</sup> ]	0
	Broj SNK	$n_{SNK}$	[kom]	<b>0</b>
	Ukupni volumen SNK za 1m' mosta	$V_{SNK}$	[m <sup>3</sup> ]	0
	Poprečni nosač			
	Dimenzije presjeka	$h_{PN} \times B_{PN}$	[cm]	<b>14 18</b>
	Proračunska duljina PN	$L_{PN}$	[m]	<b>4</b>
Raster PN	$e_{PN}$	[m]	<b>2.0</b>	
OPTEREĆENJE NA GNK	Širina opterećenja koja preuzima GNK	$l'$	[m]	<b>1.33</b>
	kar. opterećenje pribora, instalacija		[kN/m']	0.13
	karakteristično opterećenje ograde		[kN/m']	0.00
	kar. opterećenje instalacija, zaštita		[kN/m']	0.13
	karakteristično opterećenje daske		[kN/m']	0.57
	kar. opterećenje sekundarnog nosača		[kN/m']	0.00
	karakteristično opterećenje poprečnog nosača		[kN/m']	0.06
	Ukupno stalno opterećenje na 1 GNK		[kN/m']	<b>0.89</b>
	Opterećenje pješacima na 1 GNK		[kN/m']	<b>6.67</b>

Tablica 109: Proračunate vrijednosti visina presjeka za GNK most širine 4.0m – opterećenje pješacima – 1.varijanta

Visina presjeka GNK ovisno o korisnoj širini i rasponu mosta - PJEŠACI - 4 GNK								
Korisna širina mosta	$s$	[m]	<b>4.0</b>					
Duljina raspona mosta	$L$	[m]	10	12	14	16	18	20
Visina presjeka	$h_{GNK}$	[cm]	<b>54</b>	<b>65</b>	<b>76</b>	<b>87</b>	<b>99</b>	<b>111</b>
Dozvoljeni granični konačni netto progib	$L/250$	[mm]	40.00	48.00	56.00	64.00	72.00	80.00
Rezultantni konačni netto progib	$w_{nett,fin}$	[mm]	39.10	47.20	55.30	63.00	71.40	79.70
Iskorištenost presjeka prema provjeri ograničenja konačnih neto progiba	$\frac{w_{nett,fin}}{L/300}$	[%]	<b>97.75%</b>	<b>98.33%</b>	<b>98.75%</b>	<b>98.44%</b>	<b>99.17%</b>	<b>99.63%</b>

Tablica 110: Proračunate vrijednosti visina presjeka za GNK most širine 4.0m – opterećenje pješacima – 1.varijanta

Ukupni volumen mosta sa kolnikom gore - most 3.5m širine - opterećenje PJEŠACI - 4 GNK						
Duljina mosta	10	12	14	16	18	20
Volumen daščane konstrukcije	3.2	3.84	4.48	5.12	5.76	6.4
Volumen sekundarne konstrukcije	0	0	0	0	0	0
Volumen poprečne konstrukcije	0.60	0.71	0.81	0.91	1.01	1.11
Volumen GNK	4.75	6.86	9.36	12.25	15.68	19.54
<b>Ukupni volumen</b>	<b>8.56</b>	<b>11.41</b>	<b>14.65</b>	<b>18.28</b>	<b>22.45</b>	<b>27.04</b>

## 2. varijanta – 2 vanjska GNK i 3 SNK

Tablica 111: Geometrijske karakteristike mosta sa kolnikom gore i opterećenje na GNK – most širine 4.0m – opterećenje pješacima – 2. varijanta

Proračun opterećenja na mjerodavni GNK - MOST ŠIRINE 4.0m - PJEŠACI				
BROJ VANJSKIH GLAVNIH NOSAČA		2		
BROJ UNUTARNJIH GLAVNIH NOSAČA		0		
BROJ SEKUNDARNIH NOSAČA IZMEĐU 2 GNK		1		
Opis	Parametar /Oznaka	Mjerna jedinica	Vrijednosti	
GEOMETRIJA	Korisna širina mosta	$s$	[m]	4.0
	Širina GNK	$b_{GNK}$	[cm]	22
	Broj SNK	$n_{SNK}$	[kom]	1
	Broj GNK	$n_{GNK}$	[kom]	2
	Oсни razmak između GNK i SNK	$sn_1$	[m]	2
	Oсни razmak između GNK	$e$	[m]	4.00
Daščana konstrukcija				
Visina daske	$h_{daske}$	[cm]	8	
Volumen daščane konstrukcije za 1m' mosta	$V_{daske}$	[m <sup>3</sup> ]	0.32	
Sekundarni nosač				
Dimenzije presjeka	$h_{SNK} \times b_{SNK}$	[cm]	5 20	
Jedinični volumen 1 SNK	$V_{SNK}$	[m <sup>3</sup> ]	0.01	
Broj SNK	$n_{SNK}$	[kom]	1	
Ukupni volumen SNK za 1m' mosta	$V_{SNK}$	[m <sup>3</sup> ]	0.01	
Poprečni nosač				
Dimenzije presjeka	$h_{PN} \times B_{PN}$	[cm]	14 18	
Proračunska duljina PN	$L_{PN}$	[m]	4	
Raster PN	$e_{PN}$	[m]	2.0	
OPTEREĆENJE NA GNK	Širina opterećenja koja preuzima GNK	$l'$	[m]	2.00
	kar. opterećenje pribora, instalacija		[kN/m']	0.20
	karakteristično opterećenje ograde		[kN/m']	0.30
	kar. opterećenje instalacija, zaštita		[kN/m']	0.20
	karakteristično opterećenje daske		[kN/m']	0.85
	kar. opterećenje sekundarnog nosača		[kN/m']	0.02
	karakteristično opterećenje poprečnog nosača		[kN/m']	0.09
	Ukupno stalno opterećenje na 1 GNK		[kN/m']	1.65
	Opterećenje pješacima na 1 GNK		[kN/m']	10.00

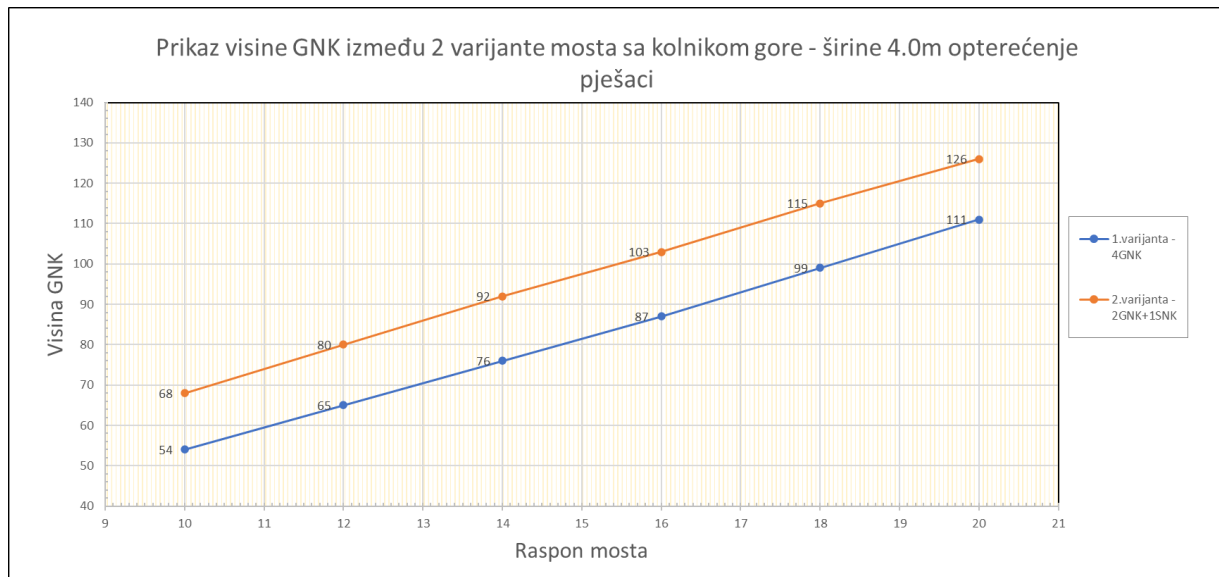
Tablica 112: Proračunate vrijednosti visina presjeka za GNK most širine 4.0m – opterećenje pješacima – 2.varijanta

Visina presjeka GNK ovisno o korisnoj širini i rasponu mosta - PJEŠACI - 2 GNK + 1SNK								
Korisna širina mosta	$s$	[m]	4.0					
Duljina raspona mosta	$L$	[m]	10	12	14	16	18	20
Visina presjeka	$h_{GNK}$	[cm]	68	80	92	103	115	126
Dozvoljeni granični konačni netto progib	$L/250$	[mm]	40.00	48.00	56.00	64.00	72.00	80.00
Rezultantni konačni netto progib	$w_{nett,fin}$	[mm]	39.98	47.86	55.00	63.91	71.32	79.00
Iskorištenost presjeka prema provjeri ograničenja konačnih neto progiba	$\frac{w_{nett,fin}}{L/300}$	[%]	99.95%	99.71%	98.21%	99.85%	99.06%	98.75%

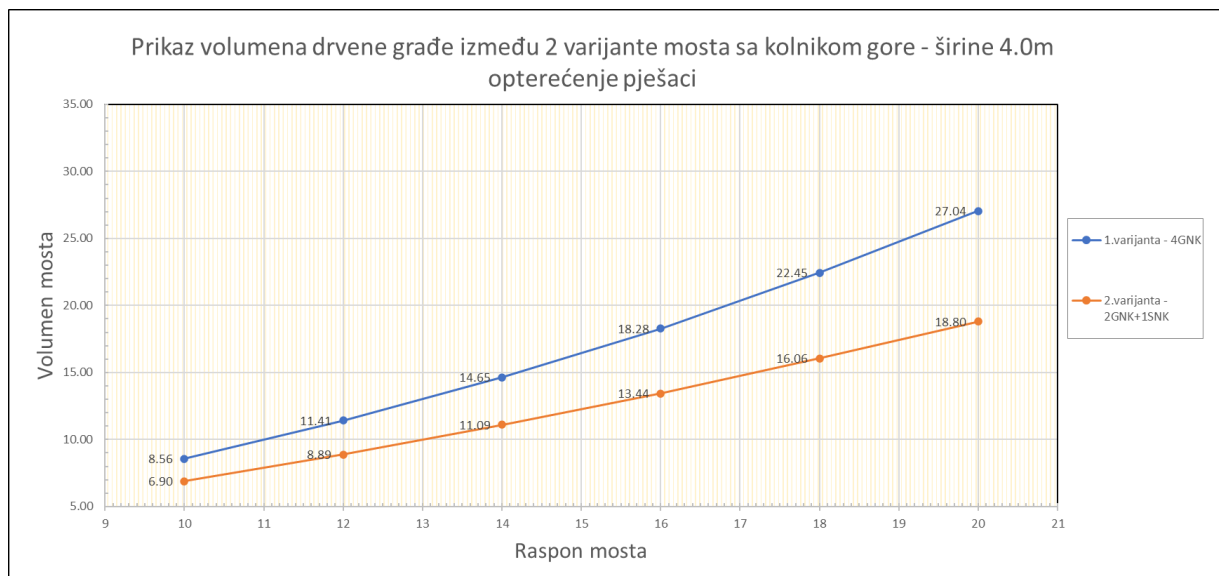
Tablica 113: Proračunate vrijednosti visina presjeka za GNK most širine 4.0m – opterećenje pješacima – 2.varijanta

Ukupni volumen mosta sa kolnikom gore - most 4.0m širine - opterećenje PJEŠACI - 2 GNK + 1SNK						
Duljina mosta	10	12	14	16	18	20
Volumen daščane konstrukcije	3.2	3.84	4.48	5.12	5.76	6.4
Volumen sekundarne konstrukcije	0.1	0.12	0.14	0.16	0.18	0.2
Volumen poprečne konstrukcije	0.60	0.71	0.81	0.91	1.01	1.11
Volumen GNK	2.99	4.22	5.67	7.25	9.11	11.09
<b>Ukupni volumen</b>	<b>6.90</b>	<b>8.89</b>	<b>11.09</b>	<b>13.44</b>	<b>16.06</b>	<b>18.80</b>

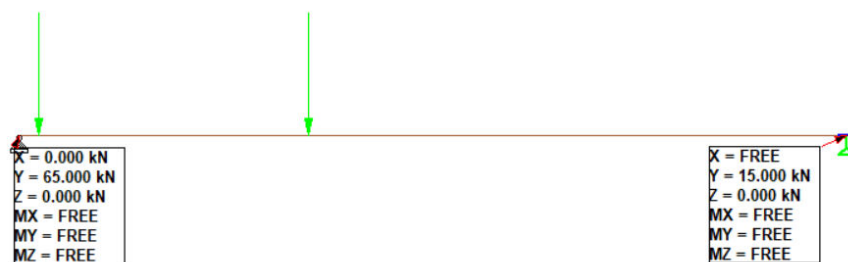
Graf 28: Prikaz visine LLD nosača ovisno o rasponu za širinu mosta 4.0m – 2 varijante mosta sa kolnikom gore – opterećenje pješaci



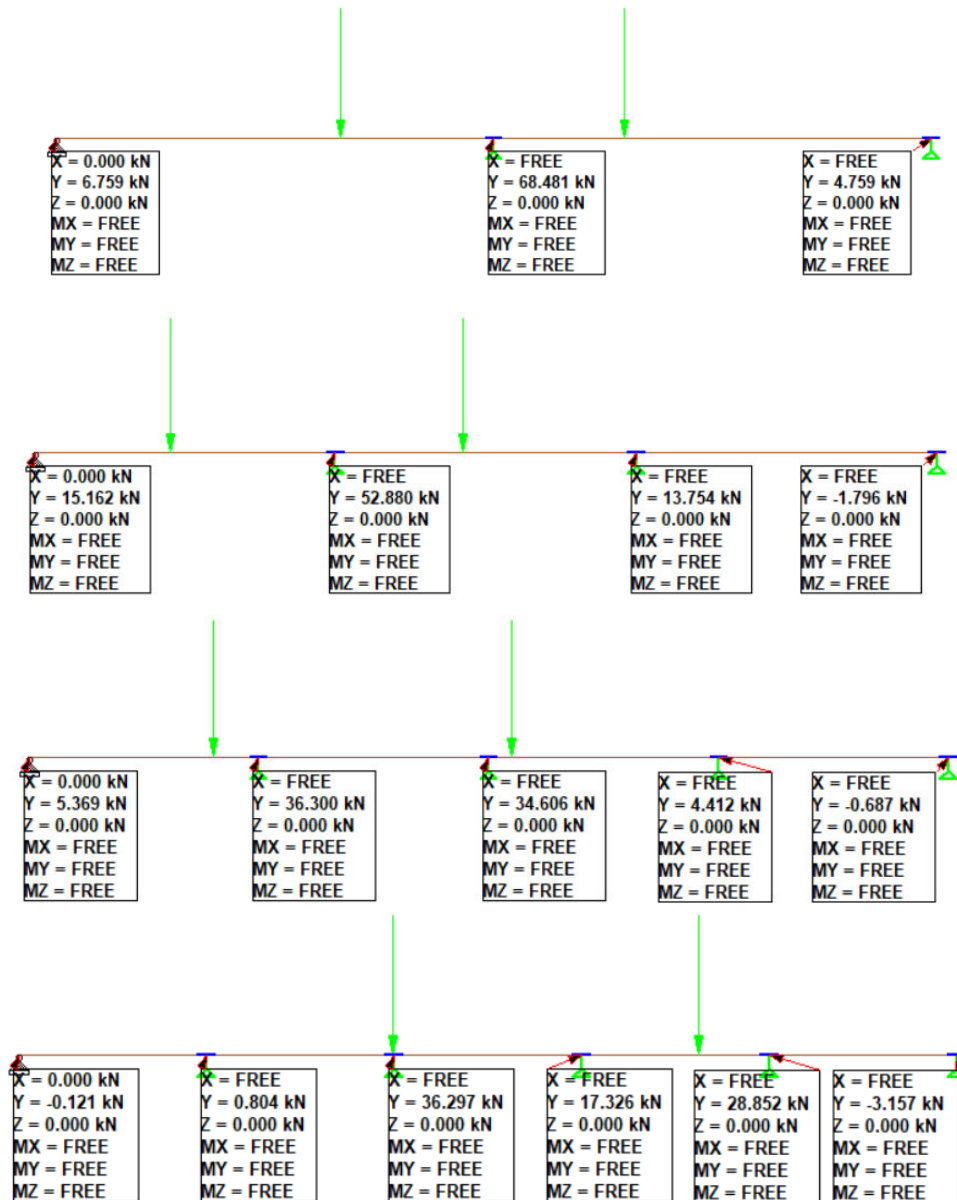
Graf 29: Prikaz ukupnog volumena drvene građe ovisno o rasponu za širinu mosta 4.0m – 2 varijante mosta sa kolnikom gore – opterećenje pješaci



Prema prethodnim proračunima, složite će se sustav tako da preuzme najmanju silu od vozila. Statike sustava su prikazane na sljedećim slikama.



Slika 68: Statika sustava sa 2 GNK – najgori položaj vozila – širina mosta 4.0m



Slika 69: Statika sustava sa 3, 4, 5 i 6 GNK – najgori položaj vozila – širina mosta 4.0m

Prema statiki i prenošenju opterećenja sile od vozila napraviti će se sustav 1. varijante – 5 GNK i između svakog GNK po 1 SNK (4 SNK sveukupno). Sustav sa 3 ili 4 GNK dat će gotovo iste rezultate presjeka GNK-a, a veći volumen. 2. varijanta je 2 vanjska GNK i 7 SNK između njih (analogan sustavu s kolnikom dolje).

Tablica 114: Geometrijske karakteristike mosta sa kolnikom gore i opterećenje na GNK – most širine 4.0m – opterećenje vozilom – I.varijanta

Proračun opterećenja na mjerodavni GNK - MOST ŠIRINE 4.0m - VOZILO				
BROJ VANJSKIH GLAVNIH NOSAČA				2
BROJ UNUTARNJIH GLAVNIH NOSAČA				3
BROJ SEKUNDARNIH NOSAČA IZMEĐU 2 GNK				1
Opis		Parametar /Oznaka	Mjerna jedinica	Vrijednosti
GEOMETRIJA	Korisna širina mosta	$s$	[m]	4.0
	Širina GNK	$b_{GNK}$	[cm]	22
	Broj SNK	$n_{SNK}$	[kom]	4
	Broj GNK	$n_{GNK}$	[kom]	5
	Osni razmak između GNK i SNK	$sn_1$	[m]	0.50
	Osni razmak između GNK	$e$	[m]	1.00
Daščana konstrukcija				
PRESJEK	Visina daske	$h_{daske}$	[cm]	9
	Volumen daščane konstrukcije za 1m' mosta	$V_{daske}$	[m <sup>3</sup> ]	0.36
	Sekundarni nosač			
	Dimenzije presjeka	$h_{SNK} \times b_{SNK}$	[cm]	6 24
	Jedinični volumen 1 SNK	$V_{SNK}$	[m <sup>3</sup> ]	0.0144
	Broj SNK	$n_{SNK}$	[kom]	4
	Ukupni volumen SNK za 1m' mosta	$V_{SNK}$	[m <sup>3</sup> ]	0.0576
	Poprečni nosač			
	Dimenzije presjeka	$h_{PN} \times b_{PN}$	[cm]	14 18
	Proračunska duljina PN	$L_{PN}$	[m]	4
Raster PN	$e_{PN}$	[m]	2.0	
OPTEREĆENJE NA GNK	Širina opterećenja koja preuzima GNK	$l'$	[m]	1.00
	kar. opterećenje pribora, instalacija		[kN/m']	0.10
	karakteristično opterećenje ograde		[kN/m']	0.00
	kar. opterećenje instalacija, zaštita		[kN/m']	0.10
	karakteristično opterećenje daske		[kN/m']	0.48
	kar. opterećenje sekundarnog nosača		[kN/m']	0.05
	karakteristično opterećenje poprečnog nosača		[kN/m']	0.04
	Ukupno stalno opterećenje na 1 GNK		[kN]	0.77
	Sila prve osovine		[kN]	36.00
	Sila druge osovine		[kN/m']	18.00

Tablica 115: Proračunate vrijednosti visina presjeka za GNK most širine 4.0m – opterećenje vozilom – I.varijanta

Visina presjeka GNK ovisno o korisnoj širini i rasponu mosta - VOZILO (5GNK + 4SNK)								
Korisna širina mosta	$s$	[m]	4.0					
Duljina raspona mosta	$L$	[m]	10	12	14	16	18	20
Visina presjeka	$h_{GNK}$	[cm]	54	64	73	82	92	102
Dozvoljeni granični konačni netto progib	$L/250$	[mm]	40.00	48.00	56.00	64.00	72.00	80.00
Rezultantni konačni netto progib	$w_{nett,fin}$	[mm]	39.70	47.23	55.80	63.10	71.20	79.87
Iskorištenost presjeka prema provjeri ograničenja konačnih neto progiba		[%]	99.25%	98.40%	99.64%	98.59%	98.89%	99.84%

Tablica 116: Proračunate vrijednosti volumena mosta širine 4.0m – opterećenje vozilom – I.varijanta

Ukupni volumen mosta sa kolnikom gore - most 4.0m širine - opterećenje VOZILO (5GNK+4SNK)						
Duljina mosta	10	12	14	16	18	20
Volumen daščane konstrukcije	3.6	4.32	5.04	5.76	6.48	7.2
Volumen sekundarne konstrukcije	0.576	0.6912	0.8064	0.9216	1.0368	1.152
Volumen poprečne konstrukcije	0.60	0.71	0.81	0.91	1.01	1.11
Volumen GNK	5.94	8.45	11.24	14.43	18.22	22.44
<b>Ukupni volumen</b>	<b>10.7208</b>	<b>14.1648</b>	<b>17.8948</b>	<b>22.0208</b>	<b>26.7408</b>	<b>31.9008</b>

2. varijanta – 2 vanjska GNK i 7 SNK

Tablica 117: Geometrijske karakteristike mosta sa kolnikom gore i opterećenje na GNK – most širine 4.0m – opterećenje vozilom – 2. varijanta

Proračun opterećenja na mjerodavni GNK - MOST ŠIRINE 4.0m - VOZILO				
BROJ VANJSKIH GLAVNIH NOSAČA		2		
BROJ UNUTARNJIH GLAVNIH NOSAČA		0		
BROJ SEKUNDARNIH NOSAČA IZMEĐU 2 GNK		7		
Opis		Parametar /Oznaka	Mjerna jedinica	Vrijednosti
GEOMETRIJA	Korisna širina mosta	$s$	[m]	4.0
	Širina GNK	$b_{GNK}$	[cm]	22
	Broj SNK	$n_{SNK}$	[kom]	7
	Broj GNK	$n_{GNK}$	[kom]	2
	Osni razmak između GNK i SNK	$sn_1$	[m]	0.50
	Osni razmak između GNK	$e$	[m]	4.00
<b>Daščana konstrukcija</b>				
PRESJEK	Visina daske	$h_{daske}$	[cm]	9
	Volumen daščane konstrukcije za 1m' mosta	$V_{daske}$	[m <sup>3</sup> ]	0.36
	<b>Sekundarni nosač</b>			
	Dimenzije presjeka	$h_{SNK} \times b_{SNK}$	[cm]	6 24
	Jedinični volumen 1SNK	$V_{SNK}$	[m <sup>3</sup> ]	0.0144
	Broj SNK	$n_{SNK}$	[kom]	7
	Ukupni volumen SNK za 1m' mosta	$V_{SNK}$	[m <sup>3</sup> ]	0.1008
	<b>Poprečni nosač</b>			
	Dimenzije presjeka	$h_{PN} \times B_{PN}$	[cm]	14 18
	Proračunska duljina PN	$L_{PN}$	[m]	4
Raster PN	$e_{PN}$	[m]	2.0	
OPTEREĆENJE NA GNK	Širina opterećenja koja preuzima GNK	$l'$	[m]	2.00
	kar. opterećenje pribora, instalacija		[kN/m']	0.20
	karakteristično opterećenje ograde		[kN/m']	0.30
	kar. opterećenje instalacija, zaštita		[kN/m']	0.20
	karakteristično opterećenje daske		[kN/m']	0.95
	kar. opterećenje sekundarnog nosača		[kN/m']	0.09
	karakteristično opterećenje poprečnog nosača		[kN/m']	0.09
	Ukupno stalno opterećenje na 1 GNK		[kN]	1.83
	Sila prve osovine		[kN]	65.00
Sila druge osovine		[kN/m']	32.50	

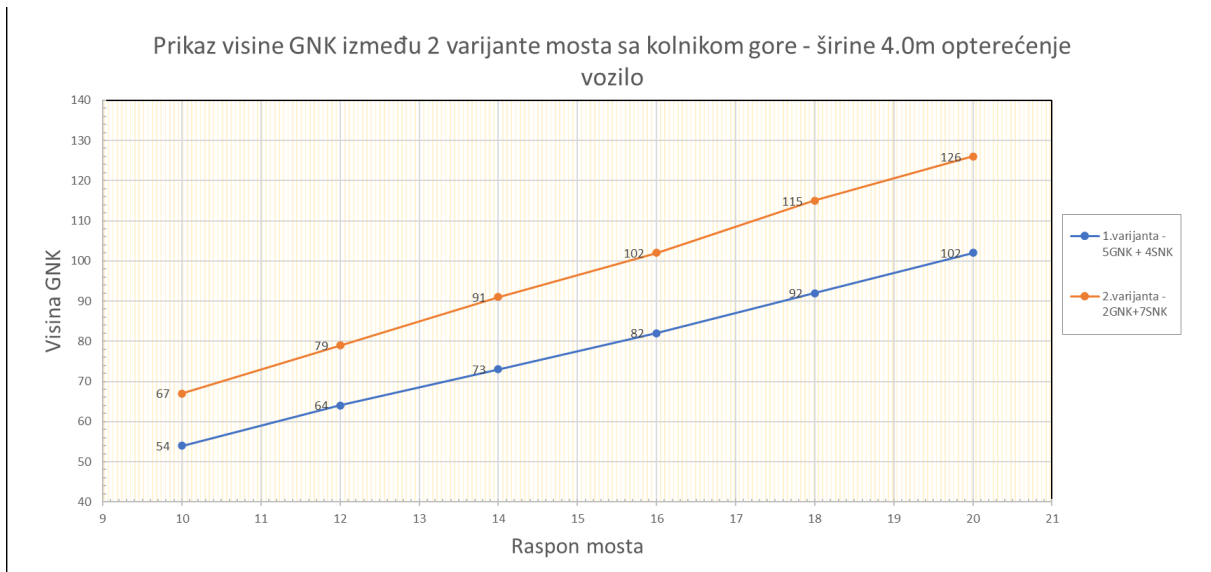
Tablica 118: Proračunate vrijednosti visina presjeka za GNK most širine 4.0m – opterećenje vozilom – 2. varijanta

Visina presjeka GNK ovisno o korisnoj širini i rasponu mosta - VOZILO (2GNK + 7SNK)								
Korisna širina mosta	$s$	[m]	4.0					
Duljina raspona mosta	$L$	[m]	10	12	14	16	18	20
Visina presjeka	$h_{GNK}$	[cm]	67	79	91	102	115	126
Dozvoljeni granični konačni netto progib	$L/250$	[mm]	40.00	48.00	56.00	64.00	72.00	80.00
Rezultantni konačni netto progib	$w_{nett,fin}$	[mm]	39.70	47.23	55.80	63.10	71.20	79.87
Iskorištenost presjeka prema provjeri ograničenja konačnih neto progiba		[%]	99.25%	98.40%	99.64%	98.59%	98.89%	99.84%

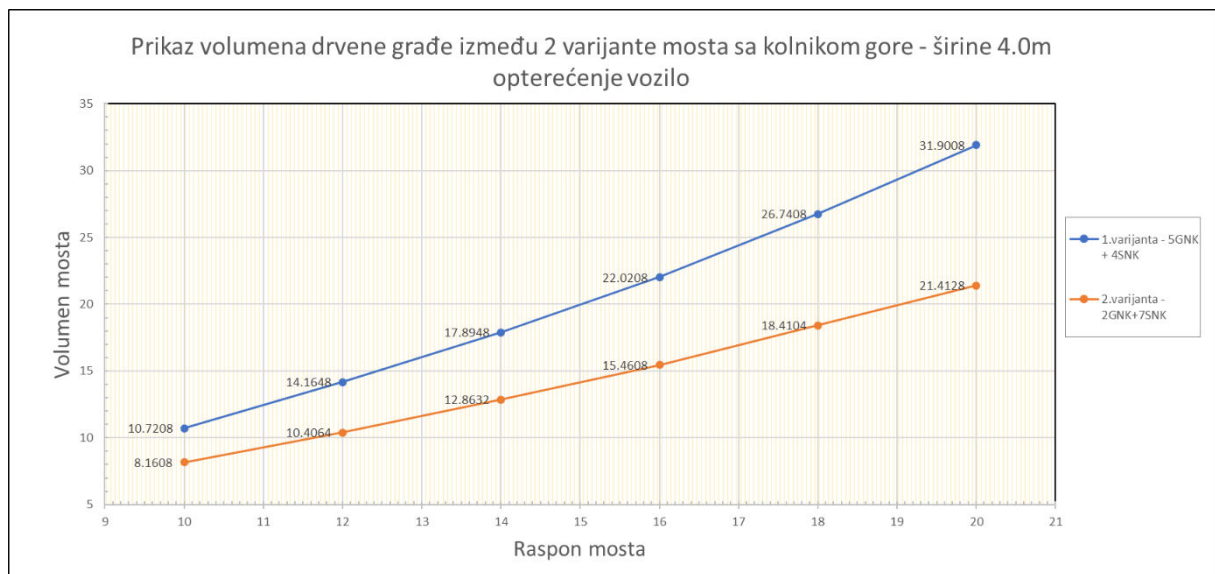
Tablica 119: Proračunate vrijednosti volumena mosta širine 4.0m – opterećenje vozilom – 2. varijanta

Ukupni volumen mosta sa kolnikom gore - most 4.0m širine - opterećenje VOZILO (2GNK+7SNK)						
Duljina mosta	10	12	14	16	18	20
Volumen daščane konstrukcije	3.6	4.32	5.04	5.76	6.48	7.2
Volumen sekundarne konstrukcije	1.008	1.2096	1.4112	1.6128	1.8144	2.016
Volumen poprečne konstrukcije	0.60	0.71	0.81	0.91	1.01	1.11
Volumen GNK	2.95	4.17	5.61	7.18	9.11	11.09
<b>Ukupni volumen</b>	<b>8.1608</b>	<b>10.4064</b>	<b>12.8632</b>	<b>15.4608</b>	<b>18.4104</b>	<b>21.4128</b>

*Graf 30: Prikaz visine LLD nosača ovisno o rasponu za širinu mosta 4.0m – 2 varijante mosta sa kolnikom gore – opterećenje vozilo*



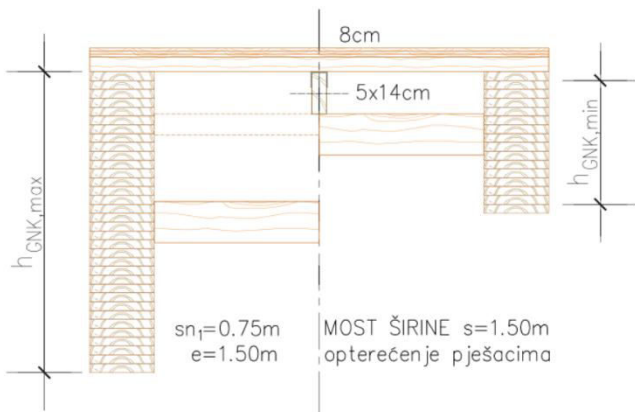
*Graf 31: Prikaz ukupnog volumena drvene građe ovisno o rasponu za širinu mosta 4.0m – 2 varijante mosta sa kolnikom gore – opterećenje vozilo*





## 4.2. Parametarska analiza drvenog grednog mosta sa kolnikom gore – usporedna analiza mosta sa kolnikom dolje

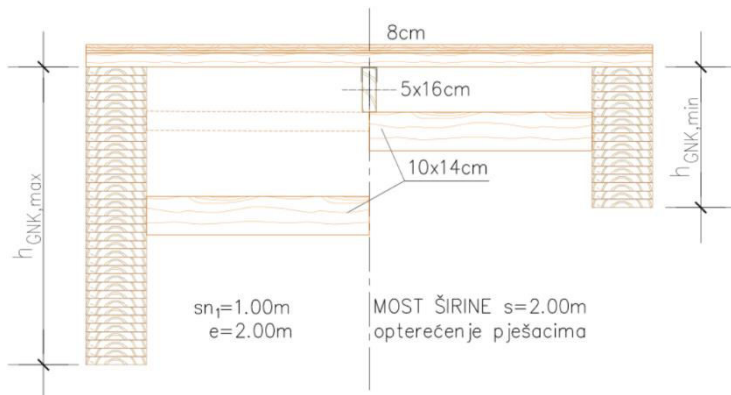
Vrsta prometa	Interventno vozilo	Br. Smjerova prometovanja	Br. Traka	Minimalna širina slobodnog profila	Korisna širina mosta
1 red pješaka	Ne	0	1	1,00 m	1,50 m
1 smjer biciklista	Ne	1	1	1,50 m	



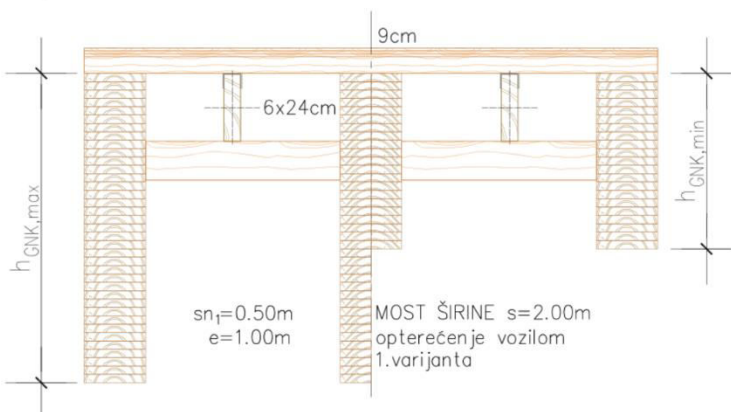
Duljina raspona mosta	Visina presjeka	Volumen mosta
L [m]	$h_{GNK}$ [cm]	V [m <sup>3</sup> ]
10	48	3.51
12	58	4.73
14	68	6.13
16	78	7.71
18	90	9.62
20	102	11.75

Slika 70: Dimenzije mosta sa kolnikom gore širine 1.5m – raspona od 10-20m – opterećenje pješacima

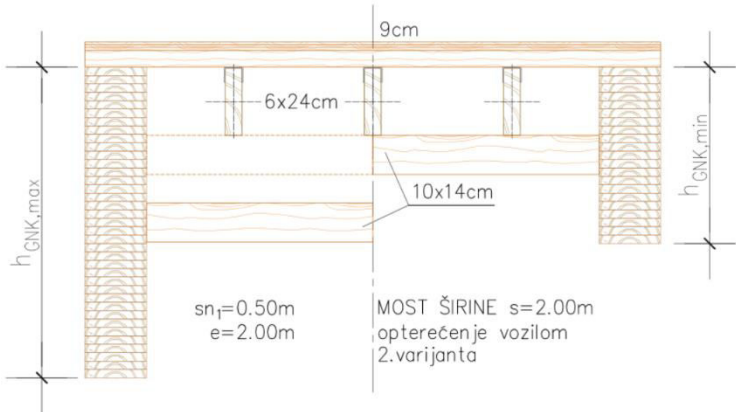
Vrsta prometa	Interventno vozilo	Br. Smjerova prometovanja	Br. Traka	Minimalna širina slobodnog profila	Korisna širina mosta
2 reda pješaka	Da	0	2	2,00 m	2,00 m



Duljina raspona mosta	Visina presjeka	Volumen mosta	Pješaci
L [m]	$h_{GNK}$ [cm]	V [m <sup>3</sup> ]	
10	52	4.14	
12	62	5.49	
14	74	7.13	
16	85	8.92	
18	96	10.91	
20	108	13.17	



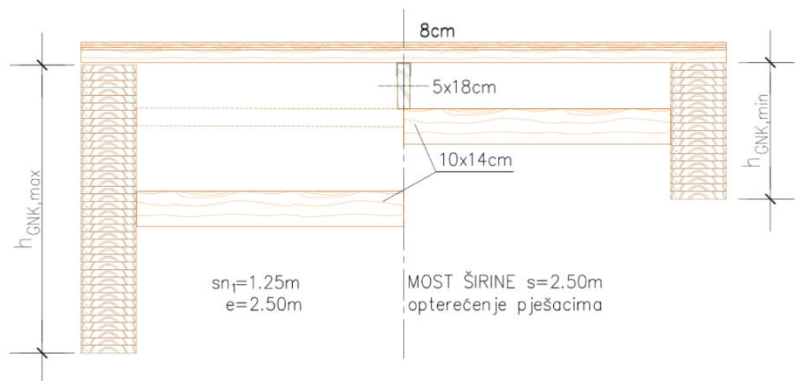
Duljina raspona mosta	Visina presjeka	Volumen mosta	Vozilo - 1. varijanta
L [m]	$h_{GNK}$ [cm]	V [m <sup>3</sup> ]	
10	56	5.95	
12	65	7.85	
14	75	10.08	
16	84	12.46	
18	94	15.21	
20	104	18.21	



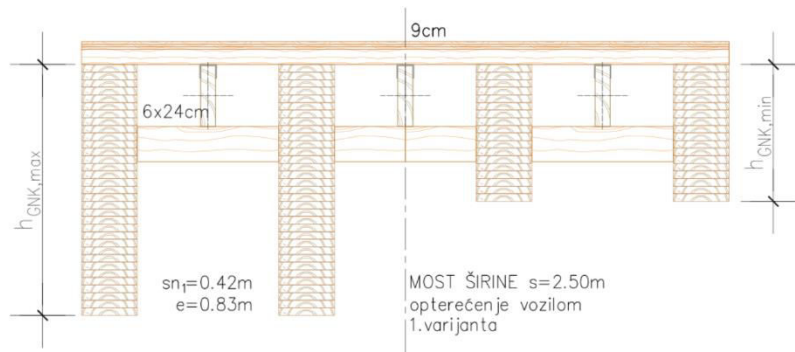
Duljina raspona mosta	Visina presjeka	Volumen mosta	Vozilo - 2.varijanta
L [m]	$h_{GNK}$ [cm]	V [m <sup>3</sup> ]	
10	62	5.13	
12	72	6.68	
14	82	8.40	
16	92	10.30	
18	102	12.38	
20	112	14.63	

Slika 71: Dimenzije mosta sa kolnikom gore širine 2.0m – raspona od 10-20m – opterećenje pješacima/vozilom

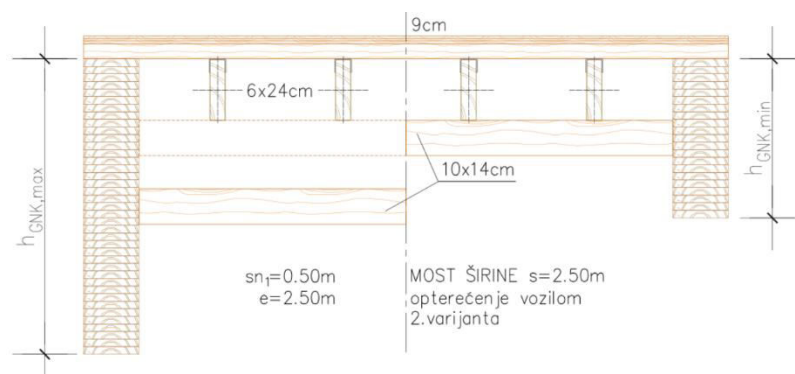
Vrsta prometa	Interventno vozilo	Br. Smjerova prometovanja	Br. Traka	Minimalna širina slobodnog profila	Korisna širina mosta
2 smjera biciklista	Da	2	2	2,50 m	2,50 m



Duljina raspona mosta	Visina presjeka	Volumen mosta	Pješaci
L [m]	$h_{GNK}$ [cm]	V [m <sup>3</sup> ]	
10	54	4.68	
12	66	6.24	
14	78	8.01	
16	90	10.00	
18	102	12.19	
20	114	14.60	



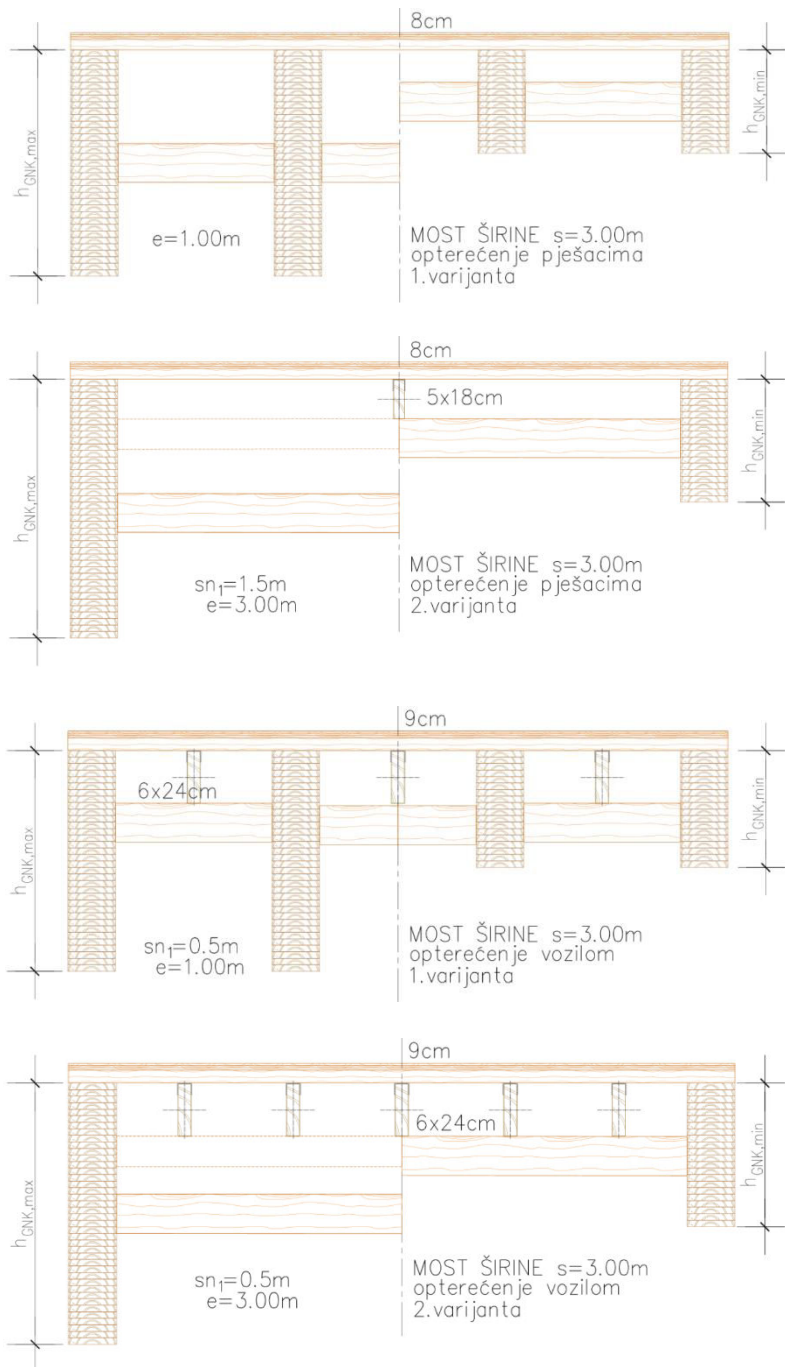
Duljina raspona mosta	Visina presjeka	Volumen mosta	Vozilo - 1.varijanta
L [m]	$h_{GNK}$ [cm]	V [m <sup>3</sup> ]	
10	53	7.56	
12	63	10.12	
14	72	12.91	
16	81	16.01	
18	90	19.43	
20	100	23.35	



Duljina raspona mosta	Visina presjeka	Volumen mosta	Vozilo - 2.varijanta
L [m]	$h_{GNK}$ [cm]	V [m <sup>3</sup> ]	
10	64	5.85	
12	74	7.54	
14	84	9.41	
16	95	11.52	
18	106	13.83	
20	117	16.33	

Slika 72: Dimenzije mosta sa kolnikom gore širine 2.5m – raspona od 10-20m – opterećenje pješacima/vozilom

Vrsta prometa	Interventno vozilo	Br. Smjerova prometovanja	Br. Traka	Minimalna širina slobodnog profila	Korisna širina mosta
1 red pješaka i	Da	1	2	3,00 m	3,00 m
1 red biciklista					
3 reda pješaka	Da	0	3	2,80 m	



Duljina raspona mosta	Visina presjeka	Volumen mosta
L [m]	$h_{GNK}$ [cm]	V [m <sup>3</sup> ]
10	49	7.17
12	60	9.75
14	71	12.71
16	82	16.07
18	93	19.81
20	104	23.94

Pješaci - 1.varijanta

Duljina raspona mosta	Visina presjeka	Volumen mosta
L [m]	$h_{GNK}$ [cm]	V [m <sup>3</sup> ]
10	58	5.50
12	70	7.21
14	82	9.14
16	94	11.28
18	106	13.63
20	120	16.37

Pješaci - 2.varijanta

Duljina raspona mosta	Visina presjeka	Volumen mosta
L [m]	$h_{GNK}$ [cm]	V [m <sup>3</sup> ]
10	55	8.43
12	65	11.15
14	74	14.11
16	83	17.38
18	93	21.12
20	103	25.22

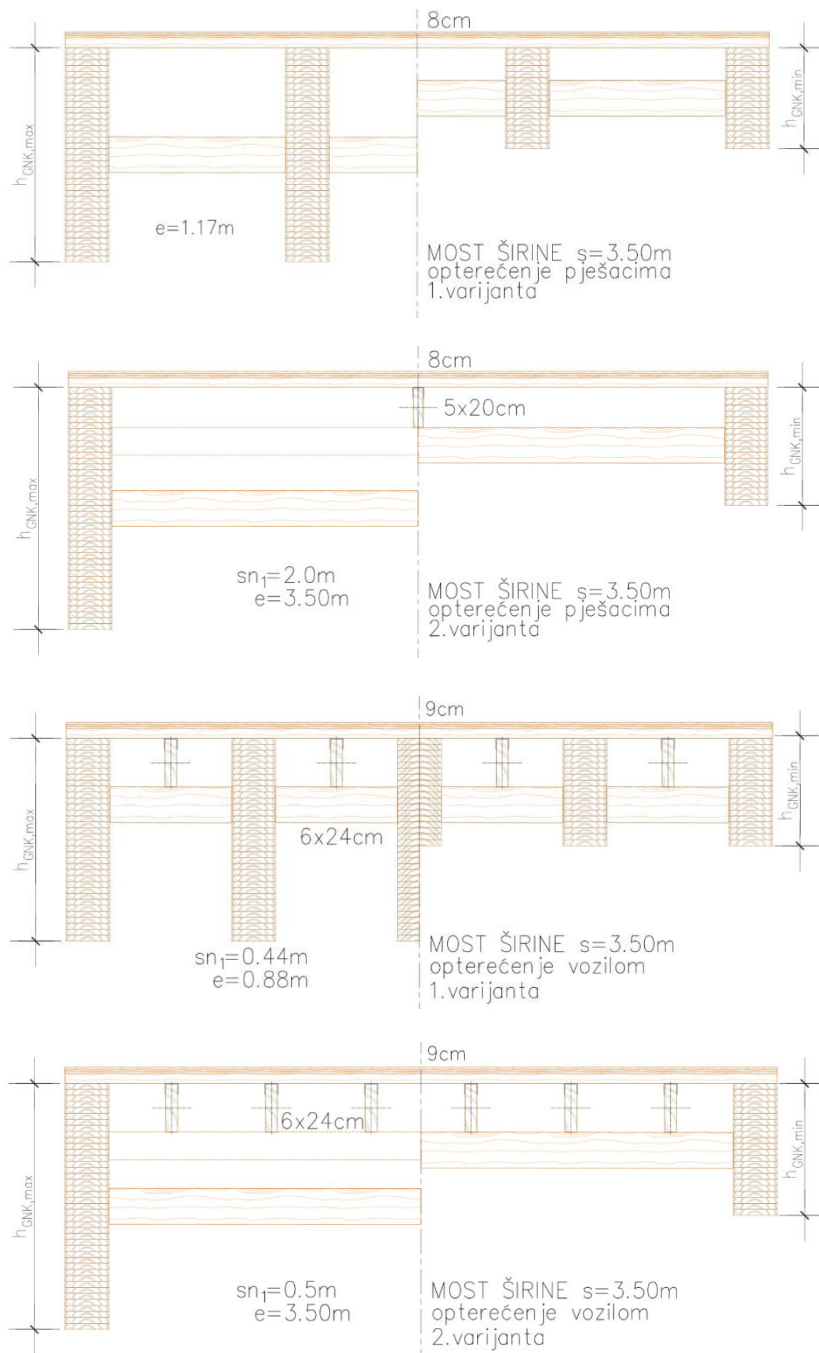
Vozilo - 1.varijanta

Duljina raspona mosta	Visina presjeka	Volumen mosta
L [m]	$h_{GNK}$ [cm]	V [m <sup>3</sup> ]
10	66	6.78
12	76	8.65
14	87	10.75
16	98	13.05
18	109	15.54
20	120	18.23

Vozilo - 2.varijanta

Slika 73: Dimenzije mosta sa kolnikom gore širine 3.0m – raspona od 10-20m – opterećenje pješacima/vozilom

Vrsta prometa	Interventno vozilo	Br. Smjerova prometovanja	Br. Traka	Minimalna širina slobodnog profila	Korisna širina mosta
2 reda pješaka i 1 red biciklista	Da	1	3	3,30 m	3,50 m
1 red pješaka i 2 reda biciklista	Da	2	3	3,50 m	
3 reda biciklista	Da	2	3	3,50 m	



Duljina raspona mosta	Visina presjeka	Volumen mosta
L [m]	$h_{GNK}$ [cm]	V [m <sup>3</sup> ]
10	52	7.91
12	63	10.63
14	74	13.74
16	85	17.24
18	97	21.29
20	109	25.75

Pješaci - 1. varijanta

Duljina raspona mosta	Visina presjeka	Volumen mosta
L [m]	$h_{GNK}$ [cm]	V [m <sup>3</sup> ]
10	60	6.17
12	72	8.02
14	84	10.08
16	98	12.49
18	110	14.99
20	124	17.88

Pješaci - 2. varijanta

Duljina raspona mosta	Visina presjeka	Volumen mosta
L [m]	$h_{GNK}$ [cm]	V [m <sup>3</sup> ]
10	54	10.20
12	64	13.54
14	73	17.16
16	82	21.19
18	92	25.80
20	102	30.86

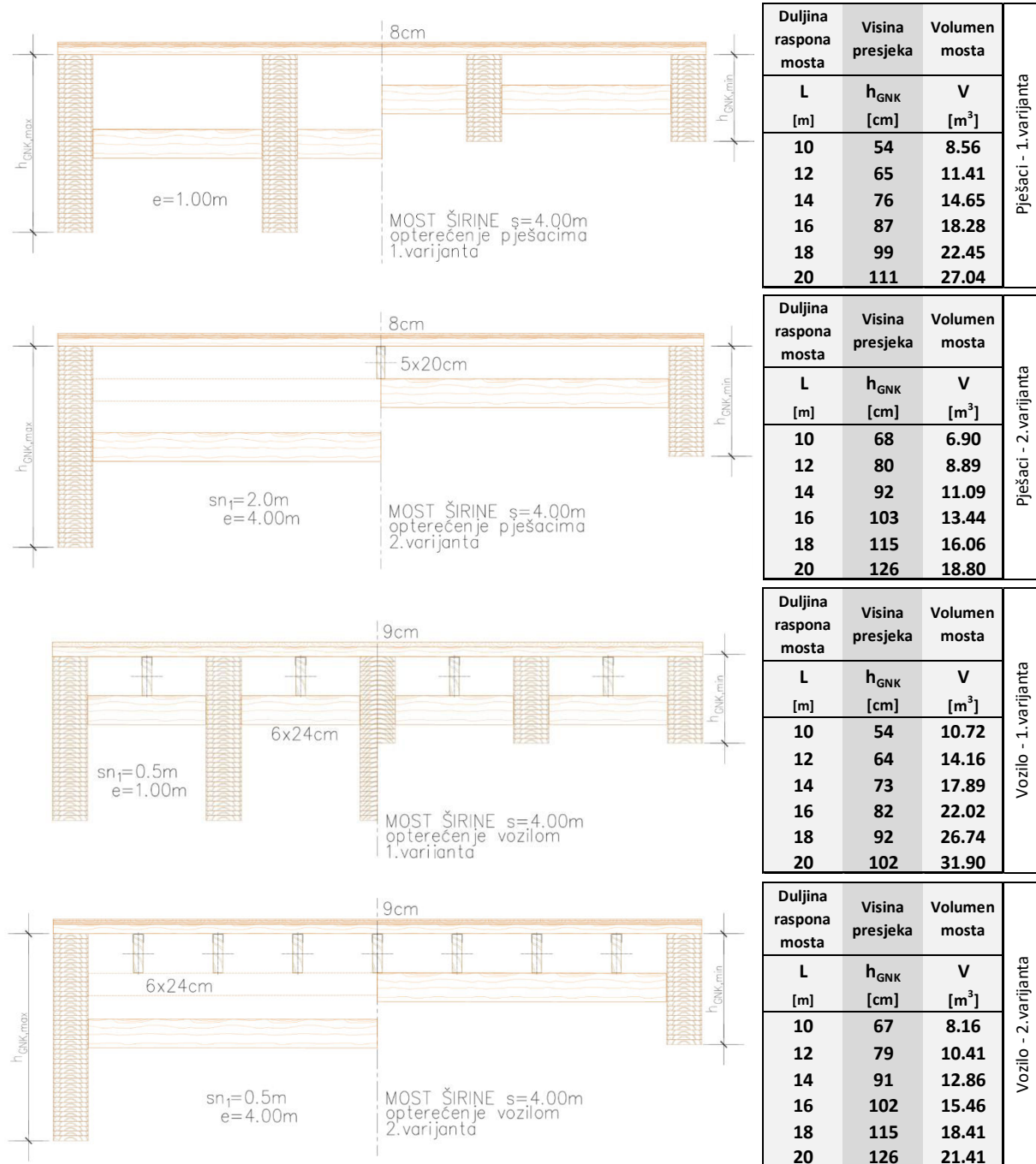
Vozilo - 1. varijanta

Duljina raspona mosta	Visina presjeka	Volumen mosta
L [m]	$h_{GNK}$ [cm]	V [m <sup>3</sup> ]
10	67	7.49
12	78	9.55
14	89	11.81
16	101	14.33
18	113	17.06
20	123	19.82

Vozilo - 2. varijanta

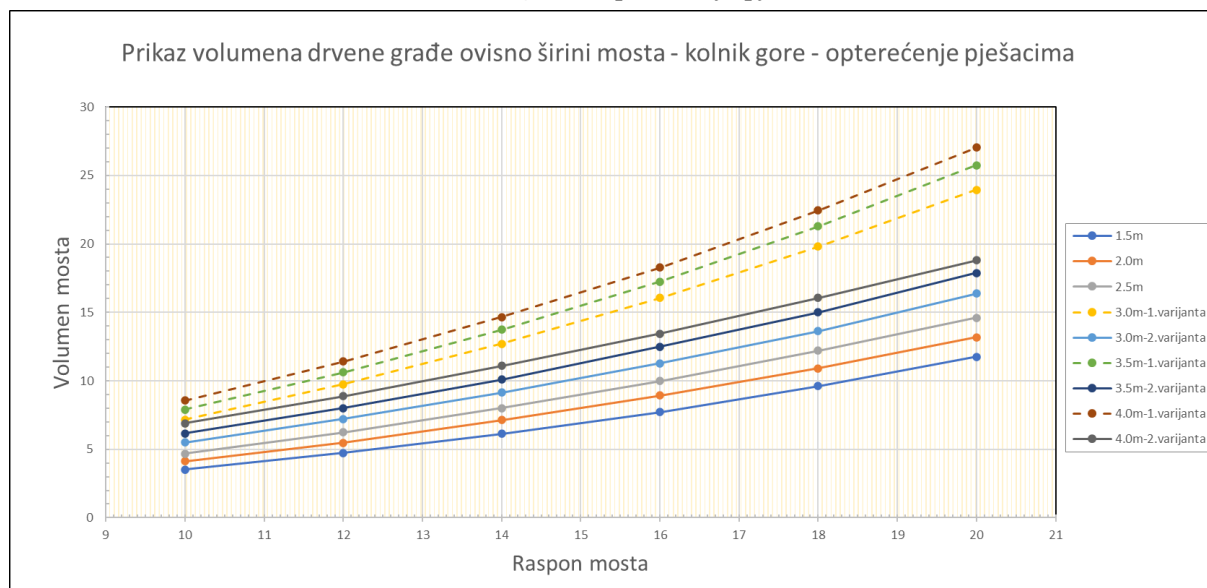
Slika 74: Dimenzije mosta sa kolnikom gore širine 3.5m – raspona od 10-20m – opterećenje pješacima/vozilom

Vrsta prometa	Interventno vozilo	Br. Smjerova prometovanja	Br. Traka	Minimalna širina slobodnog profila	Korisna širina mosta
4 reda pješaka	Da	0	4	3,60 m	4,00 m

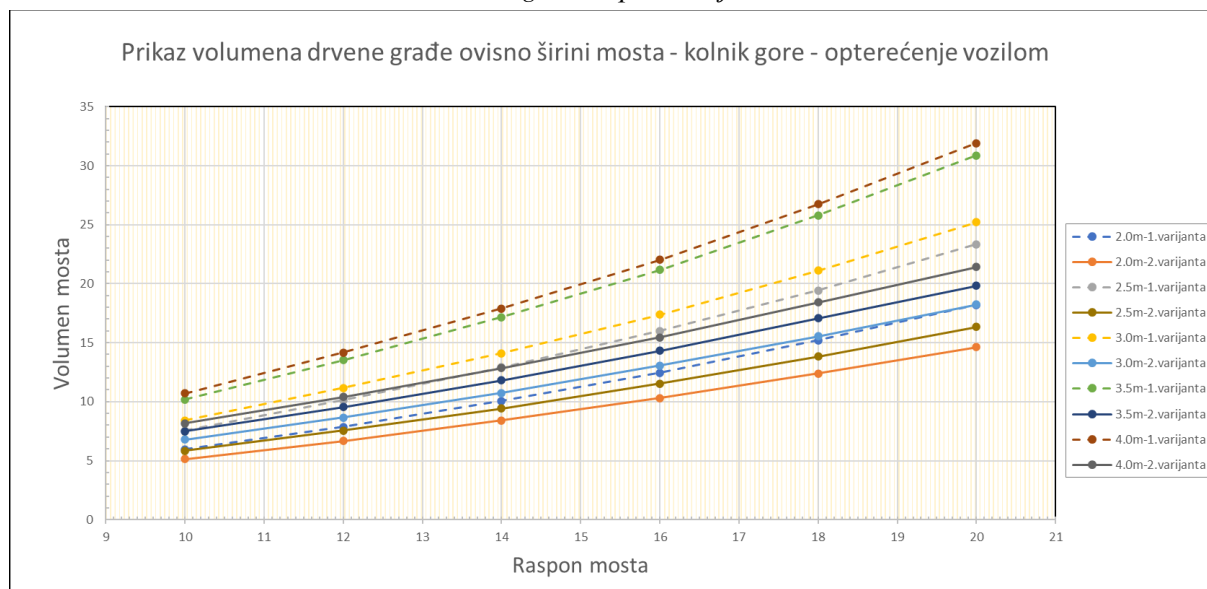


Slika 75: Dimenzije mosta sa kolnikom gore širine 4.0m – raspona od 10-20m – opterećenje pješacima/vozilom

Graf 32: Prikaz ukupnog volumena drvene građe ovisno o rasponu i širini mosta – varijante mosta sa kolnikom gore – opterećenje pješaci



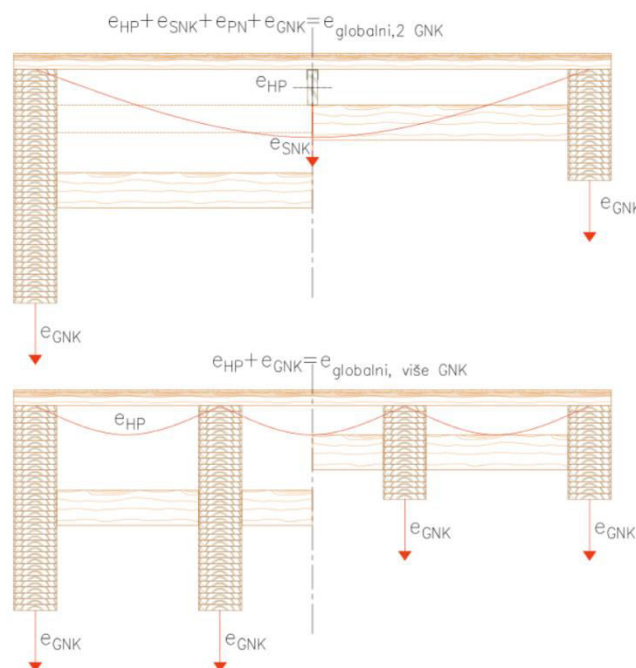
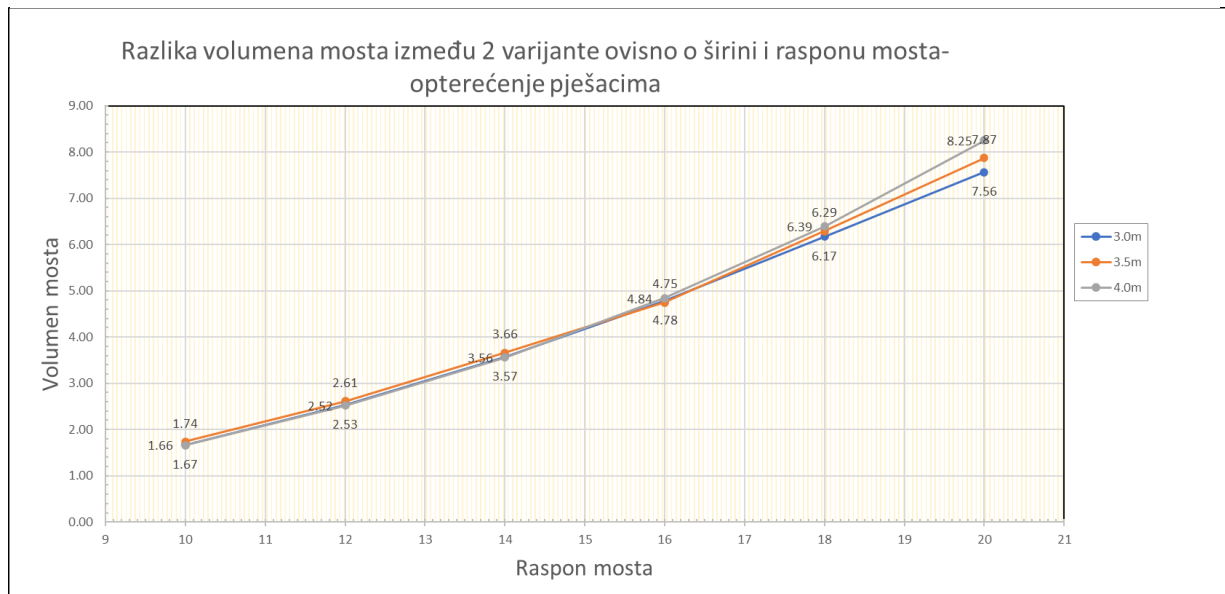
Graf 33: Prikaz ukupnog volumena drvene građe ovisno o rasponu i širini mosta – varijante mosta sa kolnikom gore – opterećenje vozilo



Prema prethodnim slikama i dobivenim grafovima, analiza rezultata raspravit će se usporedno sa tipom mosta sa kolnikom dolje. Kako je navedeno, zadane su 2 varijante slaganja mosta sa kolnikom gore. 1. varijanta sustav sa više GNK, a 2.varijanta je sustava sa 2 vanjska GNK (bez unutarnjih GNK). U slučaju pješačkog opterećenja, mosta sa kolnikom gore i kolnikom dolje do širine 2.5m ima gotovo istu logiku prenošenja sila, sa gotovo istim brojem elemenata (most sa kolnikom dolje ima 2 SNK više) – 2 vanjska GNK, te po 1 SNK između njih.

Povećanjem širine mosta, od 3.0m rezultati između 2 tipa mosta se počinju razlikovati.

Graf 34: Prikaz razlike volumena između varijanti za određenu širinu i raspon mosta



Slika 76: Globalni pomak – razlika između varijanti mosta

Kako se vidi na grafu, za svaku širinu mosta, razlika u volumenu sa povećanjem raspona se povećava. Do raspona 16m razlike u volumenu su podjednake, ali povećavanjem raspona (od 16m nadalje) volumenske razlike se počinju kvadratno razlikovati. Razlog tome je taj što 1.varijante imaju 4 GNK, a 2.varijante po 2 GNK (analogno mostu sa kolnikom dolje). Mosta sa 3 GNK dao bi gotovo iste presjeke GNK kao i onaj sa 2 GNK, tj. unutarnji GNK kod kolnika gore bi bio isti (nešto malo veći) kao onaj vanjski GNK kod kolnika dolje. Osnovna razlika

između tipa mosta sa 2 GNK i tipa mosta sa više od 3 GNK je u globalnoj krutosti. Most sa 2 GNK, bilo riječ o tipu sa kolnikom gore ili kolnikom dolje, je manje krutosti odnosno s laičke perspektive mostovi su „mekši“. Pomost - kolnička konstrukcija doživljava veći progib. Takvom pomostu, SNK pridonosi krutosti pomosta, ali ne i globalnoj krutosti u toliko velikoj mjeri. Kad bi se zbrojili lokalni progibi, most sa više GNK bi dao manje sveukupne progibe. Razlog je vrlo jednostavan i prikazan je slikovito na slici. Referentna ravnina je ravnina površine daske (hodne podloge). Njen pomak je veći kod tipa mosta sa 2 GNK, s obzirom da

svi elementi sudjeluju u otporu, ali ti elementi nemaju veliki moment inercije presjeka, jer na kraju krajeve svo opterećenje prelazi na vanjski GNK. Kod sustava sa više GNK priča je nešto drugačija. Globalni pomak je manji s obzirom da najveću ulogu u tome imaju GNK, jer imaju najveći moment inercije presjeka. Stoga, zaključno s time, mostovi sa više GNK daju veću krutost mosta i pružaju udobnost pješaka ili vozila tijekom prometovanja. Pitanje koje se postavlja je slijedeće: „Koji onda tip mosta izvesti?“. Sustavi sa više GNK se preporučuju kod većeg broja prometa, s obzirom da promet „umara“ konstrukciju, ali je zato i cijena nešto veća u pogledu volumenu drvene građe. Ono što bi još trebalo naglasit kod 2.varijante mosta (2GNK) je broj SNK. Naime, 1 SNK (odnosno 3 SNK kod mosta sa kolnikom dolje) je dovoljan u pogledu stabilnosti za pješačko opterećenje. Kako je prije dokazano u odnosu volumena SNK i daske, preporuča se raster SNK od 0.75m do 1.0m, ponajviše zbog udobnosti korištenja i konstruktivne perspektive.

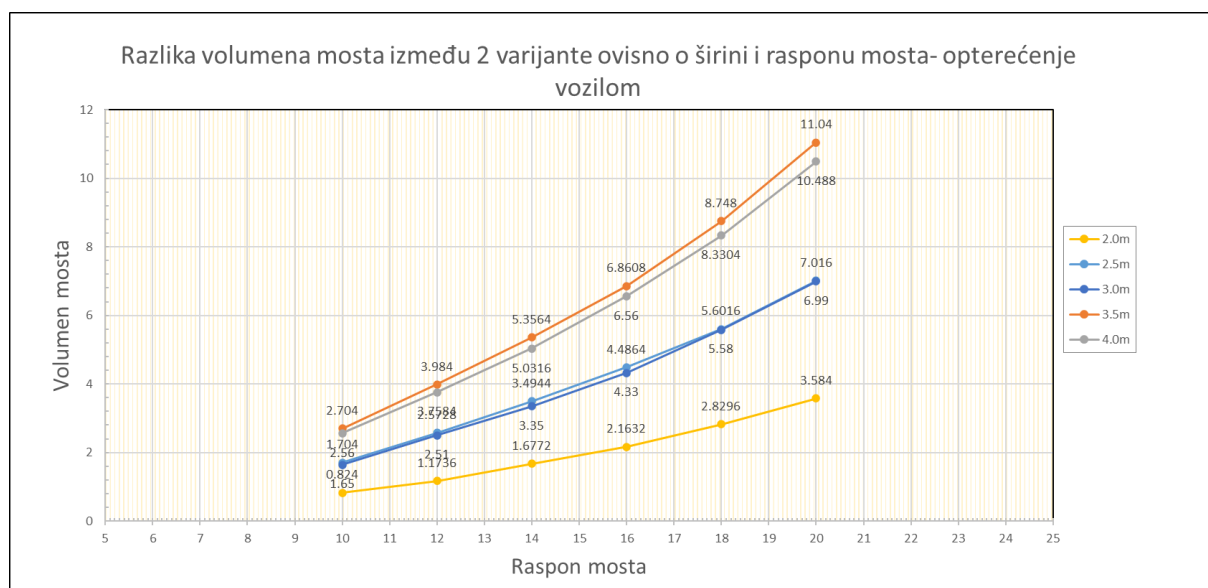
2.varijanta - opterećenje vozilom	Broj GNK ovisno o širini mosta		$F_{nGNK}/F_{2GNK}$
	širina mosta	broj GNK	
	[m]	[kom]	[%]
	2.00	3	78%
	2.50	4	61%
	3.00	4	62%
	3.50	5	56%
	4.00	5	55%

Tablica 120: Broj GNK za 2.varijantu ovisno o širini mosta

Kod opterećenja vozilom bit će prikazana ne samo usporedba sa 2 GNK (koja ja analogna mostu sa kolnikom dolje), nego i usporedba sa povećanjem broja GNK. Razlog takvog odabira je statički prijenos sile vozila na GNK, odnosno onaj broj GNK koji preuzima najmanju moguću silu od

vozila. U tablici je prikazan postotak te sile koju GNK preuzima kod sustava sa više GNK. Taj postotak je odličan parametar za analizu.

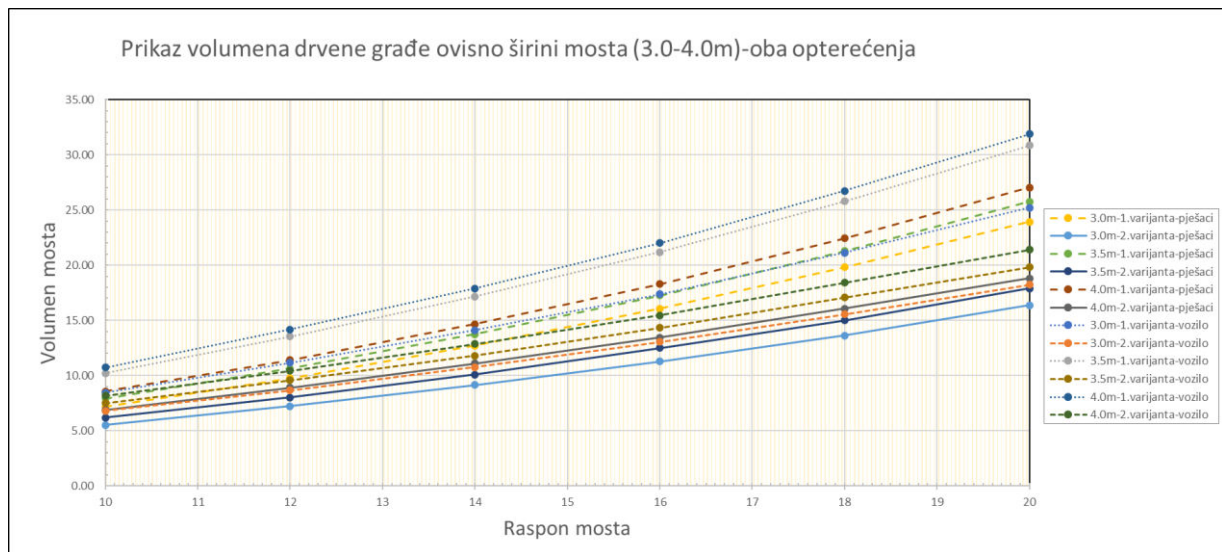
Graf 35: Prikaz razlike volumena između varijanti za određenu širinu i raspon mosta





Na prethodnom grafu prikazane su razlike u volumenu između 2. varijanti. Uspoređujući graf sa grafom kod pješačkog opterećenja, može se zaključiti sljedeće. Grafovi koji imaju veći broj GNK imaju kvadratnu razliku volumena s obzirom na tipove mosta sa 2 GNK. Za most širine 3m, pješačko opterećenje daje volumensku razliku u iznosu od  $7.56\text{m}^3$ , a kod opterećenja vozilom  $7\text{m}^3$ . Rezultat iste volumenske razlike je taj što oba tipa u 1. varijanti imaju 4 GNK. Za most širine 4m, pješačko opterećenje daje volumensku razliku u iznosu od  $8.25\text{m}^3$ , a kod opterećenja vozilom  $10.5\text{m}^3$ . Razlog veće volumenske razlike je taj što kod opterećenja vozilom, most ima 1 GNK više. Iz toga je zaključak da povećanjem broja GNK se kvadratno povećava razlika u volumenu između mosta sa većim brojem GNK i mosta sa 2 GNK. Što se tiče opterećenja vozilom, svaka 1. varijanta ima po jedan SNK između GNK, što je razlika kod modeliranja za pješačko opterećenje (most je krući). U pogledu usporedbe između 1. i 2. varijante logika i objašnjenje je isto kao za pješačko opterećenje. Na slijedećem grafu su prikazani volumeni 1. i 2. varijante mosta širine od 3m do 4m za oba opterećenja.

Graf 36: Prikaz volumena između varijanti za određenu širinu i raspon mosta – oba opterećenja



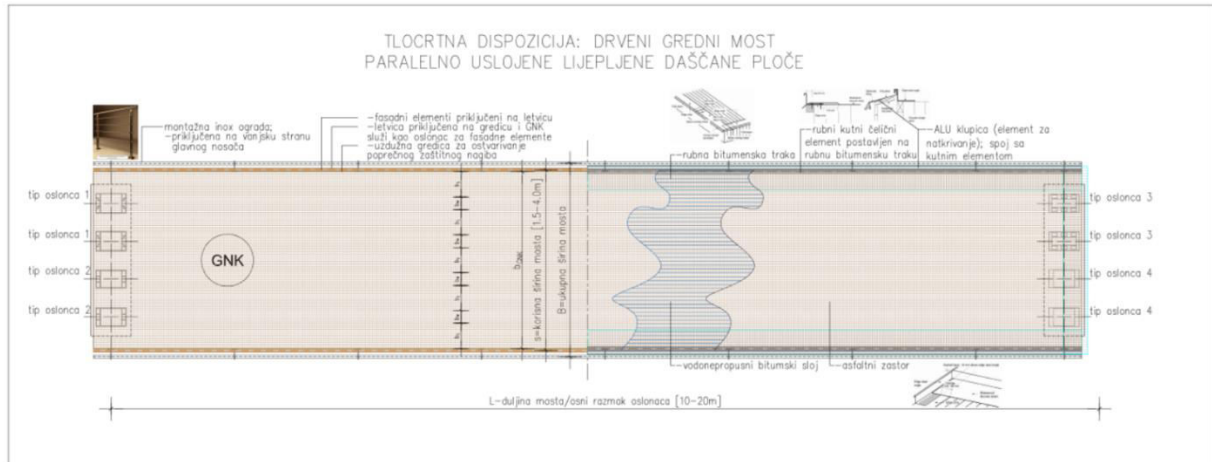
Ono što je prvo za naglasiti i što je već objašnjeno je da grafovi odstupaju sa većim volumenom zbog većeg broja GNK (u ovom slučaju za most širine 3.5 i 4.0m – za opterećenje vozilom). Ostali grafovi dobivaju međusobno odstupanje u volumenu kod raspona mosta 16m. Uspoređujući most širine 3m 1. varijante, može se reći da nema velikog odstupanja u volumenu kod pješačkog i opterećenja vozilom – zbog istog broja GNK.

Zaključak usporedbe mosta kolnika gore i kolnika dolje i mjera optimizacija je slijedeća:

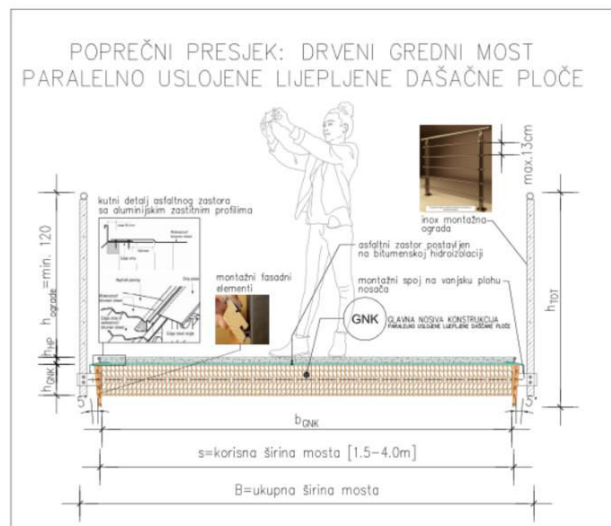
- Tip mosta s kolnikom gore daje mogućnost broja odabira glavnih nosača (GNK), što pridonosi većoj krutosti mosta
- Tip mosta s kolnikom gore daje veće volumene drvene građe zbog broja GNK
- Za opterećenje pješacima, optimalna totalna visina daske je 8cm sa rasterom oslonca od 0.75m do 1.00m
  - Za taj raster dimenzije sekundarne grede (SNK), prema Rettenmeierovom katalogu su 5x14cm
- Za opterećenje vozilom, optimalna totalna visina daske je 9cm sa rasterom oslonca do 0.5m
  - Za taj raster dimenzije sekundarne grede (SNK), prema Rettenmeierovom katalogu su 6x24cm
- Kod većeg broja prometa i učestalog korištenja mosta, konstrukcija sa kolnikom gore je preporučljiva zbog svoje krutosti i udobnosti korištenja
- Most do širine 2m, preporučljivo i optimalno ju je izvoditi sa 2 GNK, neovisno o poziciji kolnika (dolje/gore)
- Oba tipa mosta preuzimaju horizontalne sile čeličnim spregovima u ravnini poprečnih nosača
- Kod opterećenja vozilom, presjeci elemenata su veći, što čini konstrukciju krućom nego kod opterećenja pješacima
- Prema reprezentativnim vrijednostima, udobnija je ona konstrukcija sa manjim rasponom, te ona konstrukcija dobivena na temelju opterećenja vozilom
  - Tip mosta sa kolnikom gore sa  $\geq 2$  GNK čini konstrukciju udobnijom
- Ovisno o tipu i širini mosta, tip sa 3 GNK nije optimalan iz razloga što unutarnji GNK preuzima najveći dio opterećenja i daje jednake rezultate presjeka kao za most sa 2 GNK
  - Jedina prednost je krutost mosta i za izvedbu mosta širine 2m
- Ovisno o zahtjevima za konstrukciju, manji rasponi mostova daju manje razlike u ukupnom volumenu ovisno o poziciji kolnika i mogućnosti prolaska vozila
  - Jedna od glavnih smjernica za odabir je učestalost prometa
  - Mostovi širine od 3.0 - 4.0m preporučljivo je izvoditi sa 4 GNK i 1 SNK između pojedinih glavnih nosača kod većeg broja prometa

## 5. DRVENI GREDNI MOST - PLOČASTI NOSAČI

### 5.1. Pločasti most – lijepljene uslojene daske



Slika 77: Karakteristični tlocrtni presjek drvenog grednog mosta - paralelno uslojene dasčane ploče



Slika 78: Karakteristični poprečni presjek drvenog grednog mosta - paralelno uslojene dasčane ploče

Tip grednog mosta sa kolničkom pločom čini jedinstveni sustav jednog nosača. Daske su paralelno uslojene po debljini (sjekomice, po rubu) i spojene su lijepljenjem. Prednost takvih mostova je ta što imaju vrlo dobru nosivost za veća prometna opterećenja, te prednost u usporedbi sa dasčanim pomostom je trajnost (lamelirane kolničke ploče su veće trajnosti). Razlog trajnosti je zbog djelotvornog brtvljenja zajedno sa mjerama zaštite, odnosno razradom detalja za prevenciju zadržavanja vode.

Ovakav tip pločastog mosta i prednapetog mosta napravljena je usporedba u tezi „*Finite Element Modelling of Local Interlaminar Slip in Stress-Laminated - Timber Bridges*“. Ono što treba naglasiti da je proračun zasnovan na ortotropnoj teoriji ploča, modelu ploče kao roštilja, te na kraju pojednostavljenoj metodi proračuna. Kako bi osnovne stvari od

mehaničkih i materijalnih karakteristika bile zadovoljene, pomoć pri rješavanju problema je odrađen u software-u. „Bitno svojstvo sustava lameliranih kolničkih ploča od mekog drva su odnosi modula (na bazi ortotropije)[12,13]:

Tip kolničke ploče	$E_{90,mean} / E_{0,mean}$	$G_{0,mean} / E_{0,mean}$	$G_{90,mean} / G_{0,mean}$
Lamelirana, spojena čavlima	0	0,06	0,05
Lamelirana, prednapeta			
- piljeno drvo	0,015	0,06	0,08
- blanjano drvo	0,020	0,06	0,10
Lijepljena lamelirana	0,030	0,06	0,15

Tablica 121: Prikaz vrijednosti odnosa modula prema EC5[7]

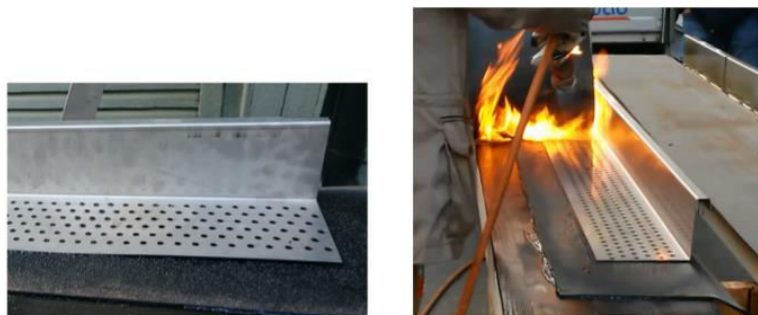
Površinski i zaštitni sloj čini asfaltni zastor.



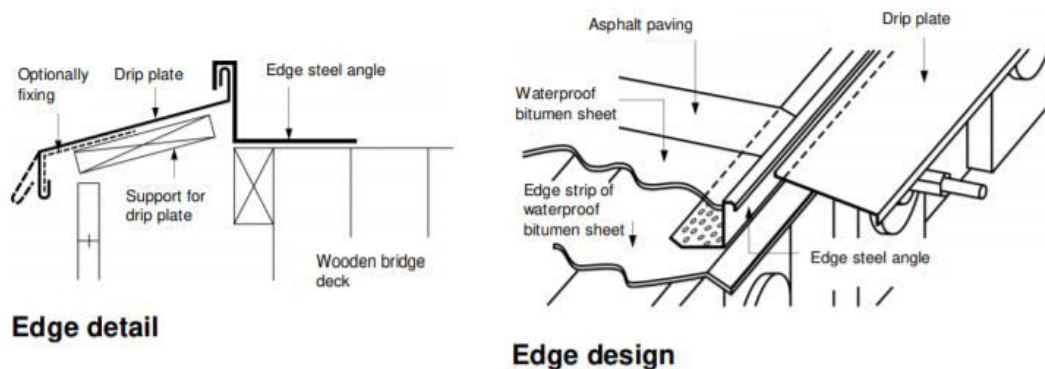
Slika 79: Slojevi konstrukcije na pločastim elementima[12]

Na priloženim slikama, jasno se vide slojevi koji se postavljaju na nosač, gdje u oba načina primarna zaštita asfaltna (u fazi izvedbe) od drvenog pločastog nosača, te sama funkcija je sprječavanja prodora vode (nakon izvedbe).

Na sljedećim slikama prikazana je pred izvedba asfaltna, odnosno izvedba bitumena.

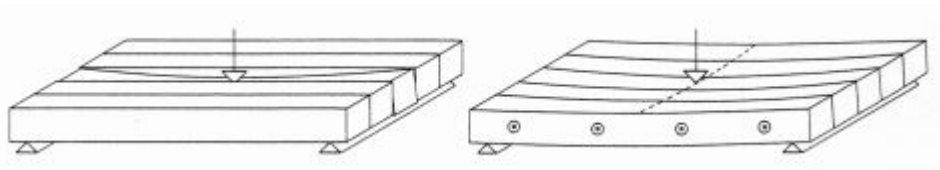


Slika 80: Kutni čelični element potreban za izvedbu asfaltna[5]

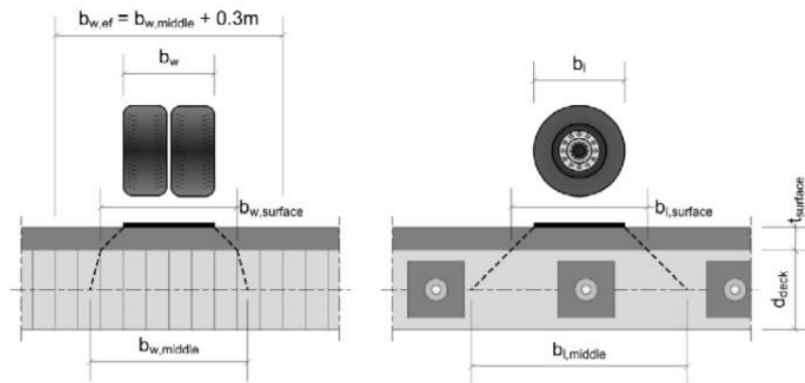


Slika 81: Detalji postavljanja elementa prije izlijevanja asfaltna[5]

Poprečno prednapinjanje lameliranih kolničkih ploča šipkama ili nategama se povećava nosivost uslojenih lamela čija je krutost u poprečnom smjeru okomito na vlakna mala.

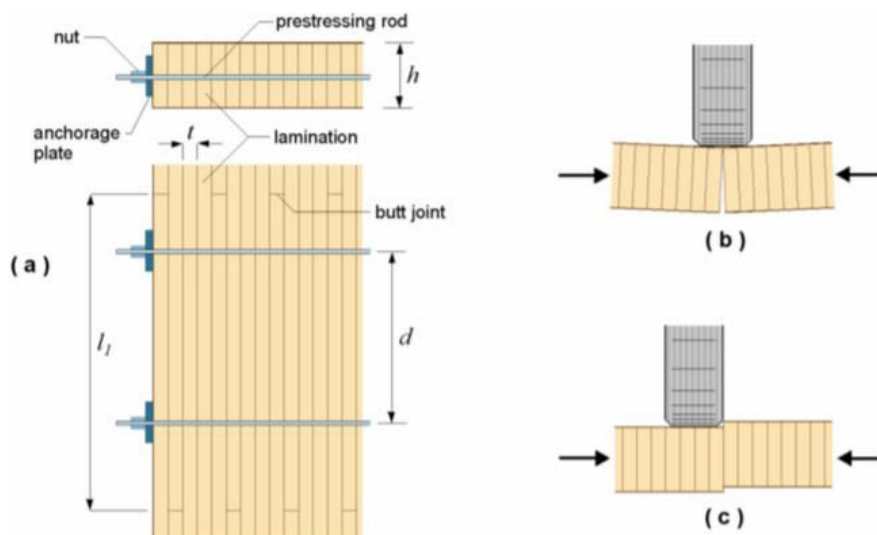


Slika 82: Razlika posljedice nanošenja vertikalne sile između neprednapetog i prednapetog nosača[12]



Slika 83: Distribucija opterećenja kroz slojeve prednapetog nosača prema Eurokodu[12]

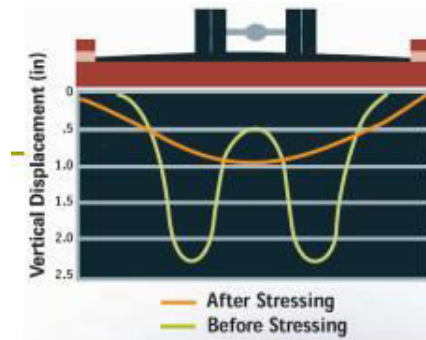
Problematika neprednapete ploče je takozvana „punching shear stress“, odnosno sila cijepanja između lamela od utjecaja vertikalne poprečne rezne sile.



Slika 84: Slikoviti prikaz utjecaja rezne sile na sloj između lamela – prednapeta ploča[12]

Osnovni proračun prednapete ploče može se primijeniti pojednostavljena metoda na grednoj teoriji – ploča se proračunava kao niz greda proračunske širine, te se mehanička svojstva sklopa transformiraju uzimajući u obzir krutost i posmičnu otpornost ploče.

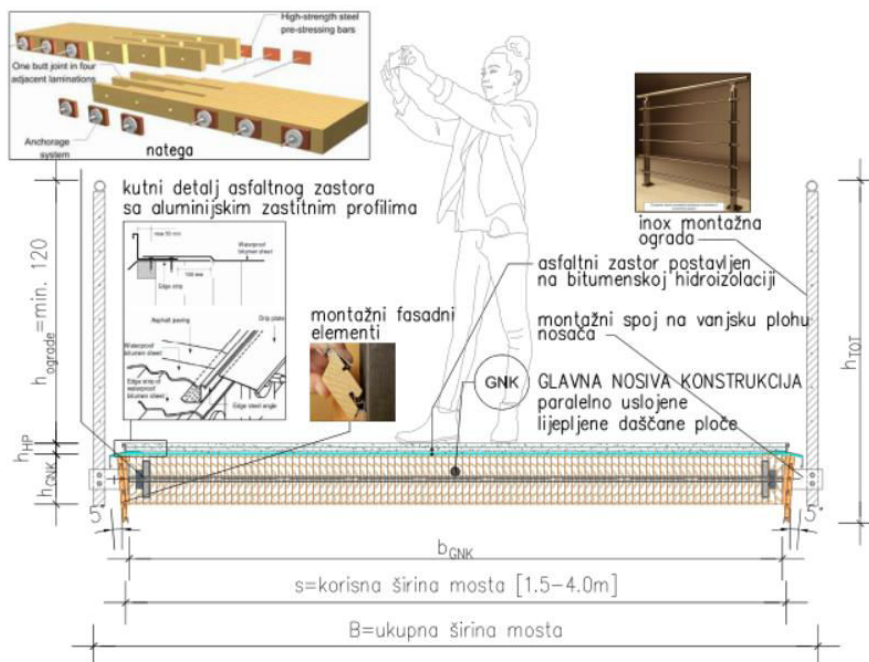
Osnovna razlika prednapete ploče je ta što natega, sa laičkog promatranja, „drži“ elemente lamela na „okupu“, te se prema otpornost materijala pomaci smanjuju. Slijedi slika osnovnih razlika prednapetog i neprednapetog nosača.



Slika 85: Slikoviti prikaz utjecaja prednapinjanja na pomake[3]

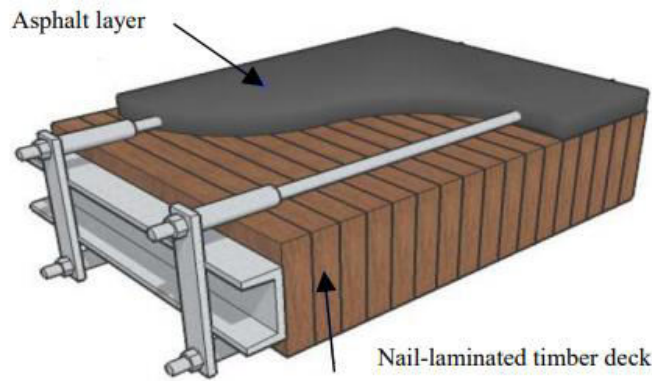
## 5.2. Prednapeti lamelirani nosači

### POPREČNI PRESJEK: DRVENI GREDNI MOST PREDNAPETA PLOČA OD PARALELNO USLOJENIH DASAKA



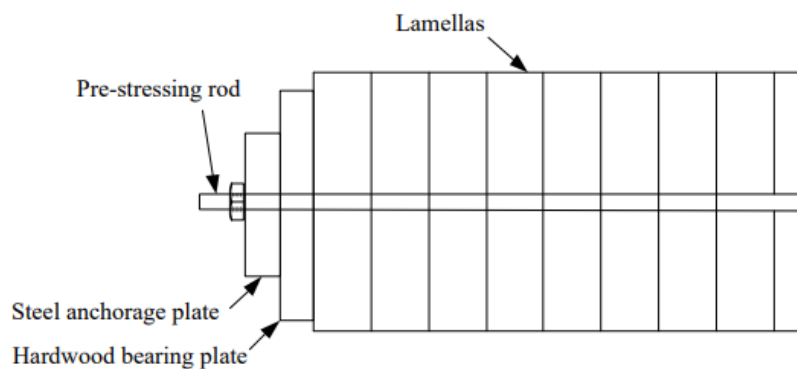
Slika 86: Karakteristični poprečni presjek drvenog grednog mosta – prednapeti nosač

Povijest prednapetih lameliranih nosača kreće 1970. god, gdje je prvi primjer korišten u Kanadi. Ideja koja je potaknula inženjere je bila rekonstrukcija čavlanog lameliranog nosača mosta. Ideja rekonstrukcije je bila takva da su taj nosač poprečno prednapeli kako bi rekonstrukcija mosta bila zadovoljavajuća. Nakon te izvedbe započela su studije i analiziranja prednapetih lameliranih nosača[13].

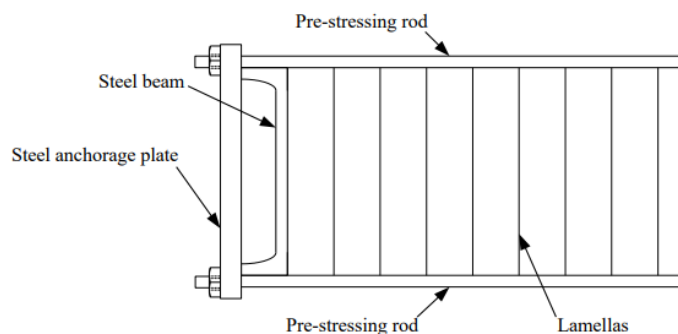


Slika 87: Skica prvog prednapetog nosača na rekonstrukciji mosta – prednapete šipke iznad i ispod nosača[13]

Izvedba prednapetog drvenog nosača može biti od LLD, cjelovitog drva ili lameliranih uslojenih dasaka. Kako bi se ploča ponašala kao ortotropna, laminati su poprečno prednapeti nategom odnosno vlačnom šipkom. Šipka se postavlja u već izbušene rupe u laminatu ili se mogu postaviti iznad i ispod samog lameliranog nosača[13].



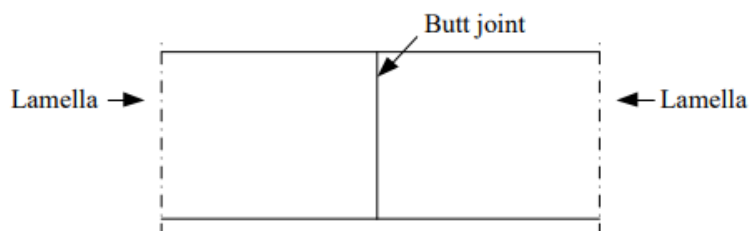
Slika 88: Izvođeni prednapeti nosač – šipke postavljene u predbušenim rupama u lamelama[13]



Slika 89: Izvođeni prednapeti nosač – šipke postavljene iznad i ispod nosača[13]

Prednapeta sila stvara otpornu silu trenja između lamela tako da je njihov odgovor u pogledu cijelog nosača postaje sličan kao ortotropna ploča. Postavljanjem vertikalne sile na takav prednapeti nosač, odnosno na lamelu, sila se raspodjeljuje na ostale lamele, što za ne-

prednapeti nosač nije slučaj. Za veće mostove, kontinuiran nosač, izvodi se „butt joint“ spoj kako bi se povećala duljina lamela. Iz tog razloga, nema limitirane duljine ploče.[5,12,13g



Slika 90: Elevacija „butt joint“ spoja – nastavljanje lamela[13]

Kad je riječ o prenapetom nosaču koji je podvrgnut opterećenju, problem je taj da sila prednapinjanja mora biti dovoljna tako da spoj (trenje) između lamela bude zadovoljavajući, odnosno da ne dođe klizanja među lamela. Drugi problem je da sila prednapinjanja mora biti minimalna da ne dođe do otvaranja lamela pri dnu presjeka. Do prvog problema dolazi kad je nosač opterećen poprečnom reznom silom, dok drugi problem dolazi kad je riječ o poprečnom savijanju. Zaključak je da sila prednapinjanja mora biti na visokom nivou kako ne bi došlo do ovakvih načina otkazivanja.

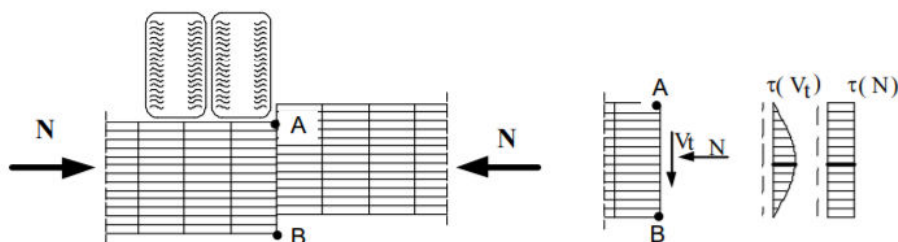


Figure 2.12 Interlaminar slip due to transversal shear.

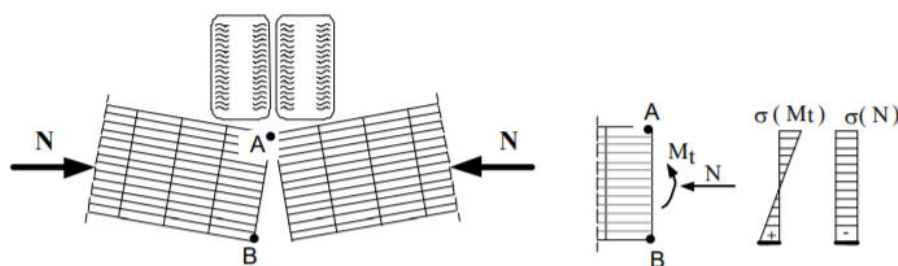


Figure 2.13 Opening between the lamellas in the bottom of the deck caused by transversal bending.

Slika 91: Klizanje uslijed poprečne sile i otvaranje lamela uslijed poprečnog savijanja[5,12]

Koeficijent trenja između lamela ima 3 svojstva: smjer vlakanaca (koeficijent trenja je veći u smjeru poprečnih vlakanaca nego u uzdužnom smjeru), hrapavost podloge (blanjano ili piljeno drvo – piljeno drvo ima veći koeficijent trenja) i sadržaj vlage (koeficijent trenja je veći kako se sadržaj vlage povećava). Vrlo bitan parametar- koeficijent trenja, za analizu u



računalnim programima treba uzet u obzir i treba pažljivo modelirati kako bi dao što približnije rezultate. Nanošenje sile i način nanošenja sila jedna je od uvjeta za analizu i ponašanje nosača.[5,12,13]

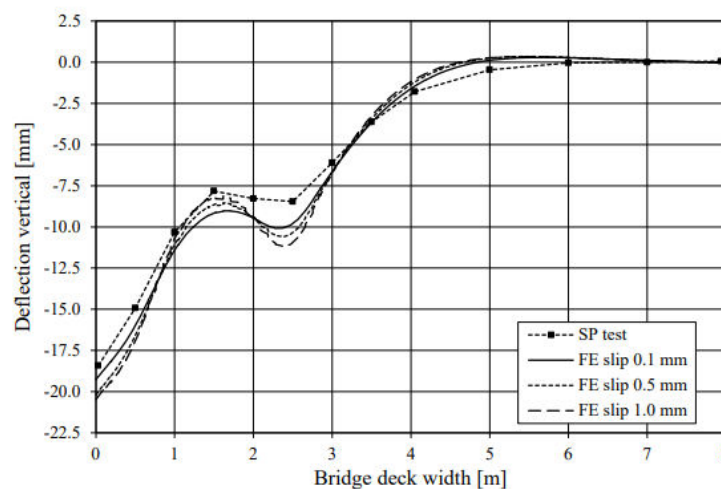
Kod proračuna uslojenih lijepljenih daščanih ploča, moguća su dva pristupa modeliranja – linearni i nelinearni model. Razlika je vrlo jednostavna i prikazana je na sljedećoj slici.



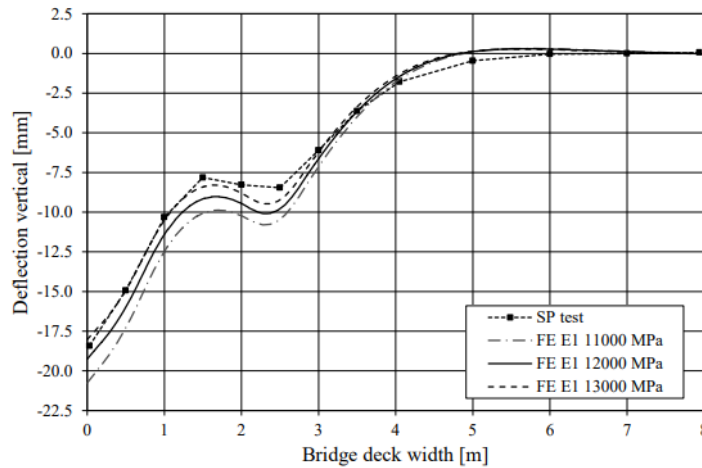
Slika 92: a) Otvaranje i klizanje lamela na dnu presjeka za nelinearnu analizu. b) Linearna analiza – bez otvaranja i klizanja lamela[13]

Kao što je prikazano na slici, nelinearna analiza uzima u obzir otvaranja i klizanje lamela na dnu presjeka, dok linearna analiza uzima nosač u cjelini, drugim riječima nema otvaranja i klizanja između lamela. Uspoređujući kakvi rezultati mogu doći između linearne i nelinearne analize su takvi da kod nelinearne analize progib dolazi nešto malo veći zbog međuklizanja lamela prouzročen poprečnom silom.

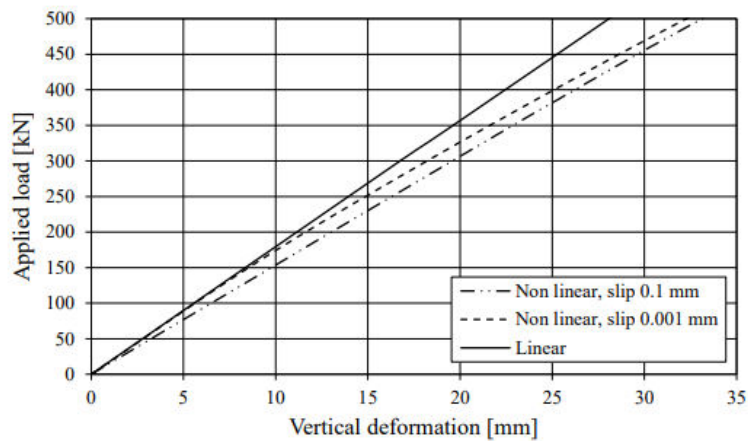
Prema određenim modelima analize u „*Finite Element Modelling of Local Interlaminar Slip in Stress-Laminated - Timber Bridges*“ dani su grafovi koji opisuju ponašanje elementa u ovisnosti o širini mosta, vertikalnom pomaku, elastičnom klizanju i krutosti.[13]



Slika 93: Učinak pomaka na različiti „elastic slip“ na modelima[13]



Slika 94: Učinak pomaka na različitu krutost na modelima[13]

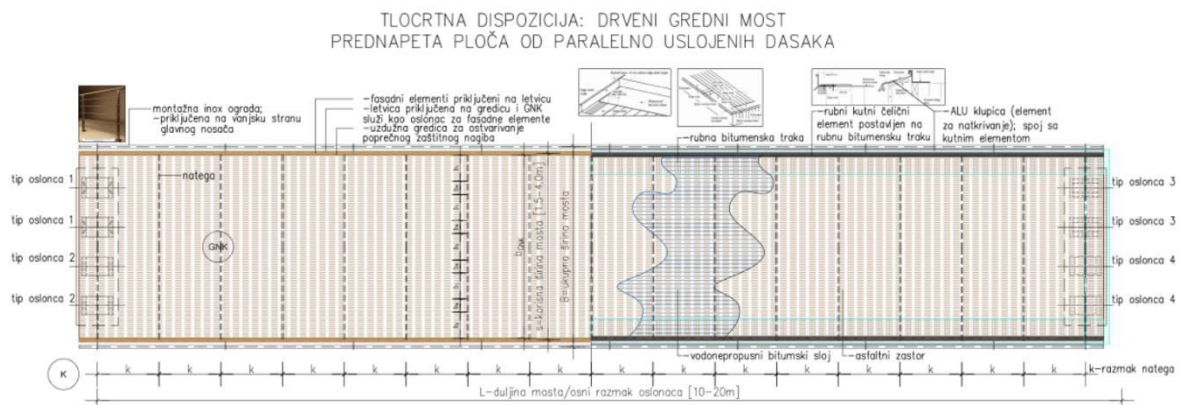


Slika 95: Učinak pomaka ovisno pristupu (ne)linearna analize[13]

Zaključci koji su doneseni mogu se svrstat u dvije teorije:

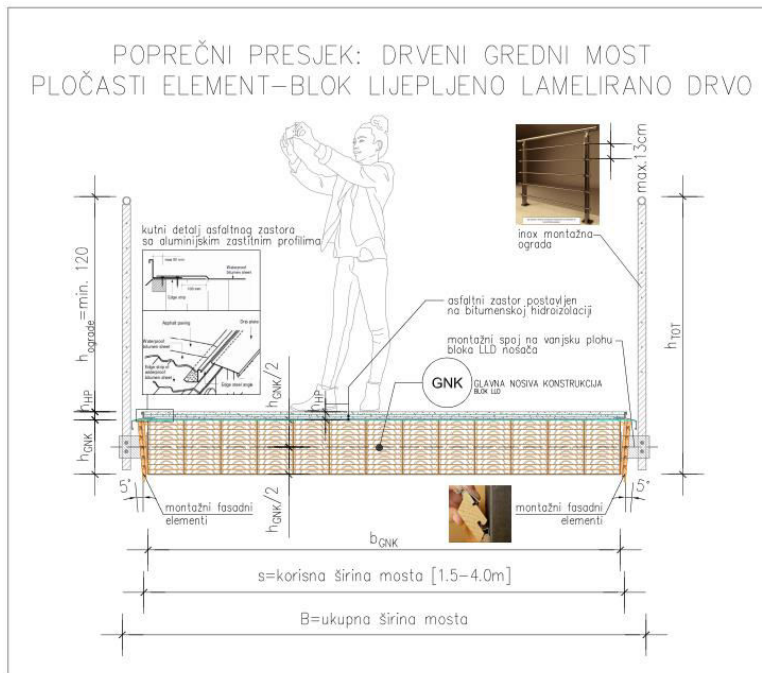
Prva je da s većim elastičnim klizanjem nelinearan model je već nelinearan od početka, dok manje elastično klizanje nelinearni model je približno linearan do trenutka kad se pojavi prvo veće klizanje.[13]

U sljedećem poglavlju, visine nosača vrijedi za blok LLD i uslojene lijepljene daščane ploče! Nema razlike u pogledu progiba i vibracije mosta!

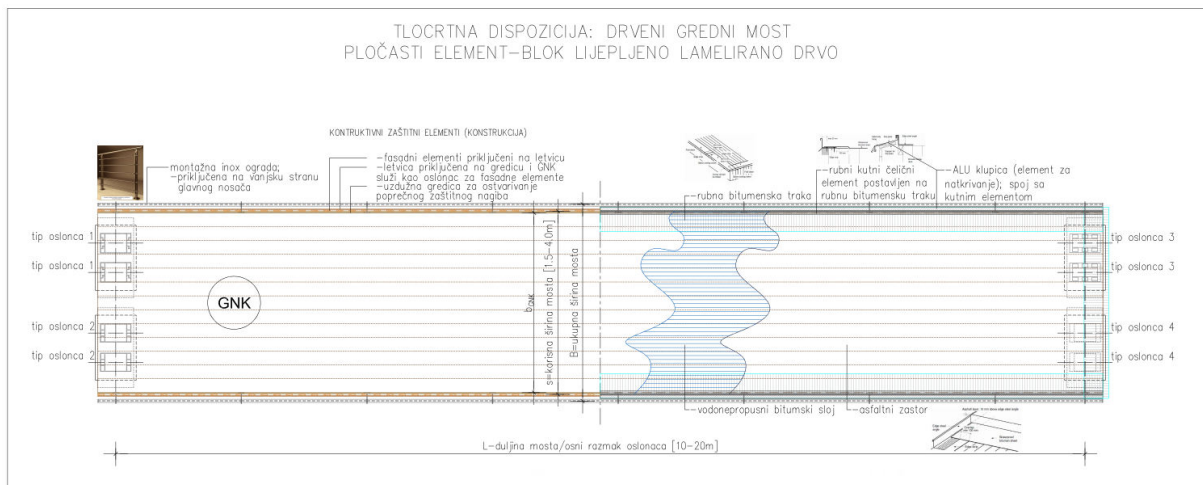


Slika 96: Karakteristični tlocrtni presjek drvenog grednog mosta – prednapeti nosač

### 5.3. Pločasti nosač – blok LLD

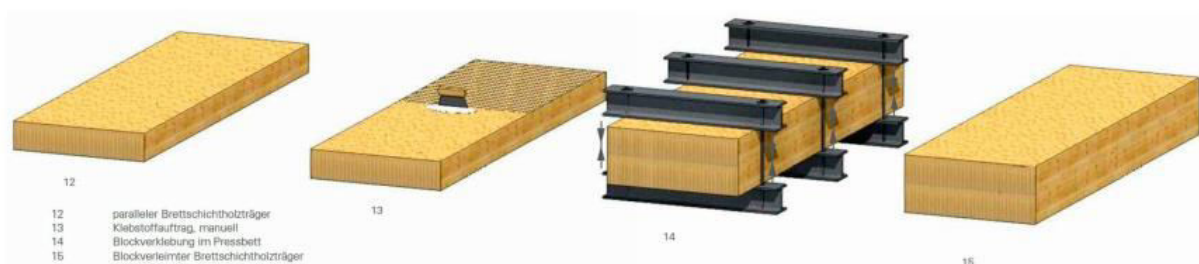


Slika 97: Karakteristični poprečni presjek drvenog grednog mosta – blok LLD



Slika 98: Karakteristični tlocrtni presjek drvenog grednog mosta – blok LLD

Blok LLD dobiva se procesom lijepljena više LLD elemenata kako bi se ostvarili veći presjeci.

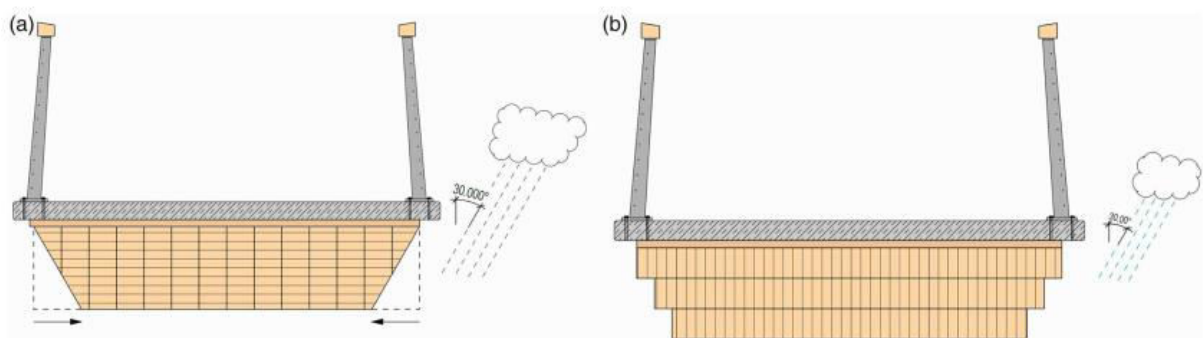


Slika 99: Shematski prikaz proizvodnje blok LLD-a[14]

Sa blok LLD moguće je proizvesti velike masivne presjek kako bi se dobila velika nosivost za velike raspone. Ovakva proizvodnja omogućava mogućnost proizvodnje elemenata sa velikim dimenzijama sa konstantnom kvalitetom: duljine od 50m na više, širine i visine veće od 3m. Proizvodnja omogućava i mogućnost zakrivljenja takvog elementa u jednom (jedna os) ili oba smjera (u dvije osi), te stepeničasta ili trapezna izvedba poprečnog presjeka.[14]



Slika 100: Prikaz zakrivljenog LLD nosača mosta[14]



Slika 101: Prikaz trapeznog i stepeničastog presjeka[14]

Trapezni i stepeničasti presjeci omogućavaju svojim oblikom zaštitu od vanjskih utjecaja. Osim poprečnog presjeka, također se primjenjuju stepeničasti i trapezni oblici u smjeru raspona mosta.[14]

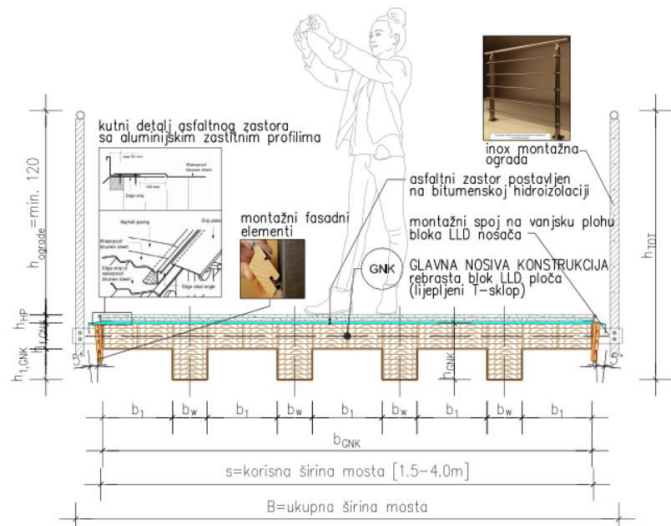


Slika 102: Prikaz zakrivljenog stepeničastog blok LLD nosača[14]

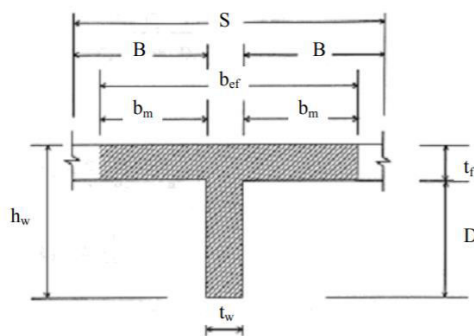
### 5.4. Rebrasta blok LLD ploča (lijepljeni T-sklop)

Rebrasta blok LLD ploča u odnosu na prednapetu rebrastu T ploče se bazira kao odnos prednapetog i ne-prednapetog nosača od uslojenih lijepljenih dasaka. Kod dimenzioniranja nosača treba dimenzionirati geometriju odnosno efektivnu širina T presjeka. Varijable koje utječu na širinu T-presjeka su raspon mosta, osni razmak između susjednog T-presjeka (hrpta), debljina pojasnice, debljina hrpta, visina hrpta i čvrstoća materijala:

POPREČNI PRESJEK: DRVENI GREDNI MOST  
 REBRATA BLOK LLD PLOČA – LIJEPLJENI T-SKLOP



Slika 103: Karakteristični poprečni presjek drvenog grednog mosta – T-nosač



$$b_{ef} = \min \left\{ \begin{array}{l} b_{e1} = 2 \cdot b_m + t_w \\ b_{e2} = S \\ b_{e3} = \frac{L}{8} \end{array} \right.$$

$$\frac{b_m}{B} = 0.4586 + \left( \frac{1}{B} \right) \cdot \left( \frac{D}{t_f} \right) \cdot \left( \frac{E_{Lw}}{E_{Lf}} \right)$$

- $t_f$  Thickness of the flange
- $t_w$  Width of the web
- $S$  Spacing of webs
- $L$  Length of the bridge span
- $B$  One-half clear distance between the webs
- $D$  Depth of portion of web that is outside the deck
- $E_{Lw}$  Longitudinal modulus of elasticity of the web
- $E_{Lf}$  Longitudinal modulus of elasticity of the deck

Slika 104: Sudjelujuća širina pojasnice T-presjeka rebrastog nosača[13]

Uspoređivanjem prethodnih pločastih mostova, ovaj tip rebrastog mosta je u prednosti zbog slobodnog izbora modeliranja geometrije. Za dobivanje mjerodavnog presjeka najveću kontrolu kod proračun progiba i vibracija ima uloga visina presjeka odnosno duljina hrpta. Pojasnica bi trebala biti prednapeta kod raspona većih mostova i mostova koji preuzimaju veće koncentrirane sile kao sile vozila. Tako da, zbog većih volumena dobivenih u prethodnim analizama pločastih mostova, rebrasti most daje manje volumene.

Usporedno sa uslojenim lijepljenim daskama, za rebrasti most treba izvršiti i kontrolu naprezanja u T-presjeku odnosno nosivost po GSN koju sam T-presjek zahtijeva.

Kako bi se pojednostavila usporedba na prethodne dobivene rezultate, fiksirat će se vrijednosti debljina pojasnica, broja T-presjeka i širine hrpta. Reprezentativne vrijednosti dobivene za na raspon 10m, širine 2m i 20m, širine 4m.

Primjeri izvedenih rebrastih mostova:

- Väg 50 Borlänge-Falun, Sweden



<b>Structure type</b>	T-beam stress-laminated glulam bridge
<b>Year of construction</b>	2004
<b>Number of spans</b>	2
<b>Bridge type</b>	Pedestrian
<b>Total length</b>	50m
<b>Width</b>	4,035m

- Lusbäcken bridge in Borlänge in Sweden



<b>Structural system</b>	Box-beam stress-laminated glulam bridge
<b>Year of construction</b>	1998
<b>Number of spans</b>	1
<b>Bridge type</b>	vehicle
<b>Total length</b>	21m
<b>Width</b>	8m

Slika 105: Primjeri izvedenih drvenih rebrastih mostova[14]

### 5.5. Proračun pločastog nosača - blok LLD/lijepljene uslojene daske

U proračunima kako bi smanjili vlastitu težinu na optimalne vrijednosti, postaviti će se asfalt AC8 surf koji može biti debljine 3cm, ali se preporuča 4cm sa najvećim zrnom od 8mm. Takav tip asfalta prema iskustvenim inženjerima ima odlična svojstva za protuproklizavanja, pa je pogodan za bicikliste i povremena vozila (servisna/interventna). Svojstvo takvog asfalta preporuča se za drvene konstrukcije. Zapreminska težina iznosi  $2.5 \frac{kN}{m^3}$ , odnosno opterećenje koje iznosi po  $m^2$  je:

$$g_{asfalt} = 0.1 \frac{kN}{m^2} \quad (42)$$

Ostala vlastita težina koja ulazi u proračun je težina pločastog nosača koja će se uzeti po automatizmu u software-u, te instalacije, dodatni elementi, pribori, ograda itd. u iznosu od:

$$g_{dodatno} = 0.25 \frac{kN}{m^2} \quad (43)$$

Tako da ukupna težina iznosi:

$$g = g_{nosač} + 0.35 \frac{kN}{m^2} \quad (44)$$

Opterećenje pješacima i vozilom uzimat će se vrijednosti koje su definirane u prethodnim poglavljima.

Kako bi upotpunili zahtjeve proračunske kombinacije kao mjerodavnu uzimat će se nazovistalna kombinacija, gdje je nosač svrstan u razred uporabe 3 (ma da s obzirom na zaštitu samog elementa se može svrstat u razred uporabe 2). Za provjeru progiba kod vozila preporuča se ograničenje progiba  $L/400$  za pločaste elemente, te je u svrhu strane sigurnosti. Kako bi se pojednostavila izrada rezultata koristit će linearna analiza. Slijede rezultati dimenzija kolničke ploče ovisno o rasponu i širini mosta. Proračun je dobiven u računalnom programu „SCIA Engineer“.

Tablica 122: Prikaz vrijednosti visine GNK za širinu mosta 1.5m - opterećenje pješacima

Visina presjeka GNK ovisno o korisnoj širini i rasponu mosta - PJEŠACI								
Korisna širina mosta	s	[m]	1.5					
Duljina raspona mosta	L	[m]	10	12	14	16	18	20
Visina presjeka	$h_{GNK}$	[cm]	32	40	49	58	67	76
Kriterij udobnosti	$f_n$	[Hz]	2.50	2.50	2.50	2.50	2.50	2.50
Dinamički utjecaj	f	[Hz]	3.79	3.53	3.38	3.22	3.08	2.91
Iskorištenost presjeka prema provjeri udobnosti	$f/f_n$	[%]	65.96%	70.82%	73.96%	77.64%	81.17%	85.91%
Kružna frekvencija	$\omega$	[1/s]	23.82	22.19	21.26	20.25	19.36	18.29
Dozvoljeni granični konačni netto progib	$L/300$	[mm]	33.33	40.00	46.67	53.33	60.00	66.67
Rezultantni konačni netto progib	$W_{nett,fin}$	[mm]	32.80	39.80	45.50	52.30	59.30	66.00
Iskorištenost presjeka prema provjeri ograničenja konačnih neto progiba	$\frac{W_{nett,fin}}{L/300}$	[%]	98.40%	99.50%	97.50%	98.06%	98.83%	99.00%
Volumen drvene nosača	V	[m <sup>3</sup> ]	4.8	7.2	10.29	13.92	18.09	22.8

Tablica 123: Prikaz vrijednosti visine GNK za širinu mosta 2.0m - opterećenje pješacima

Visina presjeka GNK ovisno o korisnoj širini i rasponu mosta - PJEŠACI								
Korisna širina mosta	s	[m]	2.0					
Duljina raspona mosta	L	[m]	10	12	14	16	18	20
Visina presjeka	$h_{GNK}$	[cm]	33	40	49	57	66	75
Kriterij udobnosti	$f_n$	[Hz]	2.50	2.50	2.50	2.50	2.50	2.50
Dinamički utjecaj	f	[Hz]	3.91	3.56	3.45	3.20	3.12	2.96
Iskorištenost presjeka prema provjeri udobnosti	$f/f_n$	[%]	63.94%	70.22%	72.46%	78.13%	80.13%	84.46%
Kružna frekvencija	$\omega$	[1/s]	24.59	22.35	21.07	20.13	19.59	18.59
Dozvoljeni granični konačni netto progib	$L/300$	[mm]	33.33	40.00	46.67	53.33	60.00	66.67
Rezultantni konačni netto progib	$W_{nett,fin}$	[mm]	31.60	39.90	46.50	53.20	58.10	66.60
Iskorištenost presjeka prema provjeri ograničenja konačnih neto progiba	$\frac{W_{nett,fin}}{L/300}$	[%]	94.80%	99.75%	99.64%	99.75%	96.83%	99.90%
Volumen drvene nosača	V	[m <sup>3</sup> ]	6.6	9.6	13.72	18.24	23.76	30

Tablica 124: Prikaz vrijednosti visine GNK za širinu mosta 2.5m - opterećenje pješacima

Visina presjeka GNK ovisno o korisnoj širini i rasponu mosta - PJEŠACI								
Korisna širina mosta	s	[m]	2.5					
Duljina raspona mosta	L	[m]	10	12	14	16	18	20
Visina presjeka	$h_{GNK}$	[cm]	32	39	49	57	64	74
Kriterij udobnosti	$f_n$	[Hz]	2.50	2.50	2.50	2.50	2.50	2.50
Dinamički utjecaj	f	[Hz]	3.79	3.31	3.38	3.31	3.05	2.93
Iskorištenost presjeka prema provjeri udobnosti	$f/f_n$	[%]	65.96%	75.53%	73.96%	75.53%	81.97%	85.32%
Kružna frekvencija	$\omega$	[1/s]	23.79	21.43	21.25	20.82	19.17	18.41
Dozvoljeni granični konačni netto progib	$L/300$	[mm]	33.33	40.00	46.67	53.33	60.00	66.67
Rezultantni konačni netto progib	$W_{nett,fin}$	[mm]	32.90	39.50	45.50	52.50	59.80	66.50
Iskorištenost presjeka prema provjeri ograničenja konačnih neto progiba	$\frac{W_{nett,fin}}{L/300}$	[%]	98.70%	98.75%	97.50%	98.44%	99.67%	99.75%
Volumen drvene nosača	V	[m <sup>3</sup> ]	8	11.7	17.15	22.8	28.8	37

Tablica 125: Prikaz vrijednosti visine GNK za širinu mosta 3.0m - opterećenje pješacima

Visina presjeka GNK ovisno o korisnoj širini i rasponu mosta - PJEŠACI								
Korisna širina mosta	s	[m]	3.0					
Duljina raspona mosta	L	[m]	10	12	14	16	18	20
Visina presjeka	$h_{GNK}$	[cm]	32	40	49	55	64	74
Kriterij udobnosti	$f_n$	[Hz]	2.50	2.50	2.50	2.50	2.50	2.50
Dinamički utjecaj	f	[Hz]	3.79	3.53	3.38	3.16	3.02	2.93
Iskorištenost presjeka prema provjeri udobnosti	$f/f_n$	[%]	65.96%	70.82%	73.96%	79.11%	82.78%	85.32%
Kružna frekvencija	$\omega$	[1/s]	23.79	22.17	21.24	19.87	18.97	18.41
Dozvoljeni granični konačni netto progib	L/300	[mm]	33.33	40.00	46.67	53.33	60.00	66.67
Rezultantni konačni netto progib	$w_{nett,fin}$	[mm]	32.90	39.80	45.70	53.20	59.30	65.90
Iskorištenost presjeka prema provjeri ograničenja konačnih neto progiba	$\frac{w_{nett,fin}}{L/300}$	[%]	98.70%	99.50%	97.93%	99.75%	98.83%	98.85%
Volumen drvene nosača	V	[m <sup>3</sup> ]	9.6	14.4	20.58	26.4	34.56	44.4

Tablica 126: Prikaz vrijednosti visine GNK za širinu mosta 3.5m - opterećenje pješacima

Visina presjeka GNK ovisno o korisnoj širini i rasponu mosta - PJEŠACI								
Korisna širina mosta	s	[m]	3.5					
Duljina raspona mosta	L	[m]	10	12	14	16	18	20
Visina presjeka	$h_{GNK}$	[cm]	30	38	46	55	65	75
Kriterij udobnosti	$f_n$	[Hz]	2.50	2.50	2.50	2.50	2.50	2.50
Dinamički utjecaj	f	[Hz]	3.77	3.53	3.32	3.16	3.08	2.98
Iskorištenost presjeka prema provjeri udobnosti	$f/f_n$	[%]	66.31%	70.82%	75.30%	79.11%	81.17%	83.89%
Kružna frekvencija	$\omega$	[1/s]	23.66	22.16	20.71	19.86	19.35	18.72
Dozvoljeni granični konačni netto progib	L/300	[mm]	33.33	40.00	46.67	53.33	60.00	66.67
Rezultantni konačni netto progib	$w_{nett,fin}$	[mm]	32.50	39.20	46.20	53.20	59.20	65.70
Iskorištenost presjeka prema provjeri ograničenja konačnih neto progiba	$\frac{w_{nett,fin}}{L/300}$	[%]	97.50%	98.00%	99.00%	99.75%	98.67%	98.55%
Volumen drvene nosača	V	[m <sup>3</sup> ]	10.5	15.96	22.54	30.8	40.95	52.5

Tablica 127: Prikaz vrijednosti visine GNK za širinu mosta 4.0m - opterećenje pješacima

Visina presjeka GNK ovisno o korisnoj širini i rasponu mosta - PJEŠACI								
Korisna širina mosta	s	[m]	4.0					
Duljina raspona mosta	L	[m]	10	12	14	16	18	20
Visina presjeka	$h_{GNK}$	[cm]	29	38	46	55	65	75
Kriterij udobnosti	$f_n$	[Hz]	2.50	2.50	2.50	2.50	2.50	2.50
Dinamički utjecaj	f	[Hz]	3.58	3.52	3.32	3.18	3.09	2.99
Iskorištenost presjeka prema provjeri udobnosti	$f/f_n$	[%]	69.83%	71.02%	75.30%	78.62%	80.91%	83.61%
Kružna frekvencija	$\omega$	[1/s]	22.5	22.1	21.4	19.97	19.4	18.76
Dozvoljeni granični konačni netto progib	L/300	[mm]	33.33	40.00	46.67	53.33	60.00	66.67
Rezultantni konačni netto progib	$w_{nett,fin}$	[mm]	33.00	39.50	46.00	53.00	59.00	65.00
Iskorištenost presjeka prema provjeri ograničenja konačnih neto progiba	$\frac{w_{nett,fin}}{L/300}$	[%]	99.00%	98.75%	98.57%	99.38%	98.33%	97.50%
Volumen drvene nosača	V	[m <sup>3</sup> ]	11.6	18.24	25.76	35.2	46.8	60

Tablica 128: Prikaz vrijednosti visine GNK za širinu mosta 2.0m - opterećenje vozilom

Visina presjeka GNK ovisno o korisnoj širini i rasponu mosta - VOZILO								
Korisna širina mosta	s	[m]	2.0					
Duljina raspona mosta	L	[m]	10	12	14	16	18	20
Visina presjeka	$h_{GNK}$	[cm]	41	48	57	66	75	84
Kriterij udobnosti	$f_n$	[Hz]	2.50	2.50	2.50	2.50	2.50	2.50
Dinamički utjecaj	f	[Hz]	4.07	3.72	3.57	3.50	3.38	3.27
Iskorištenost presjeka prema provjeri udobnosti	$f/f_n$	[%]	61.43%	67.20%	70.03%	71.43%	73.96%	76.45%
Kružna frekvencija	$\omega$	[1/s]	25.59	23.35	22.45	21.91	21.25	20.54
Dozvoljeni granični konačni netto progib	L/400	[mm]	25.00	30.00	35.00	40.00	45.00	50.00
Rezultantni konačni netto progib	$w_{nett,fin}$	[mm]	24.10	29.80	34.80	39.80	43.10	49.80
Iskorištenost presjeka prema provjeri ograničenja konačnih neto progiba	$\frac{w_{nett,fin}}{L/400}$	[%]	96.40%	99.33%	99.43%	99.50%	95.78%	99.60%
Volumen drvene nosača	V	[m <sup>3</sup> ]	8.2	11.52	15.96	21.12	27	33.6



Tablica 129: Prikaz vrijednosti visine GNK za širinu mosta 2.5m - opterećenje vozilom

Visina presjeka GNK ovisno o korisnoj širini i rasponu mosta - VOZILO								
Korisna širina mosta	s	[m]	2.5					
Duljina raspona mosta	L	[m]	10	12	14	16	18	20
Visina presjeka	$h_{GNK}$	[cm]	40	48	56	64	73	83
Kriterij udobnosti	$f_n$	[Hz]	2.50	2.50	2.50	2.50	2.50	2.50
Dinamički utjecaj	f	[Hz]	3.96	3.69	3.59	3.44	3.31	3.24
Iskorištenost presjeka prema provjeri udobnosti	$f/f_n$	[%]	63.13%	67.75%	69.64%	72.67%	75.53%	77.16%
Kružna frekvencija	$\omega$	[1/s]	24.86	23.16	22.55	21.59	20.81	20.35
Dozvoljeni granični konačni netto progib	L/400	[mm]	25.00	30.00	35.00	40.00	45.00	50.00
Rezultantni konačni netto progib	$w_{net,fin}$	[mm]	24.90	29.80	34.90	39.80	44.80	49.80
Iskorištenost presjeka prema provjeri ograničenja konačnih neto progiba	$\frac{w_{net,fin}}{L/400}$	[%]	99.60%	99.33%	99.71%	99.50%	99.56%	99.60%
Volumen drvene nosača	V	[m <sup>3</sup> ]	10	14.4	19.6	25.6	32.85	41.5

Tablica 130: Prikaz vrijednosti visine GNK za širinu mosta 3.0m - opterećenje vozilom

Visina presjeka GNK ovisno o korisnoj širini i rasponu mosta - VOZILO								
Korisna širina mosta	s	[m]	3.0					
Duljina raspona mosta	L	[m]	10	12	14	16	18	20
Visina presjeka	$h_{GNK}$	[cm]	37	45	54	60	70	80
Kriterij udobnosti	$f_n$	[Hz]	2.50	2.50	2.50	2.50	2.50	2.50
Dinamički utjecaj	f	[Hz]	4.18	3.93	3.81	3.61	3.55	3.46
Iskorištenost presjeka prema provjeri udobnosti	$f/f_n$	[%]	59.81%	63.61%	65.62%	69.25%	70.42%	72.25%
Kružna frekvencija	$\omega$	[1/s]	26.26	24.7	23.93	22.67	22.28	21.73
Dozvoljeni granični konačni netto progib	L/400	[mm]	25.00	30.00	35.00	40.00	45.00	50.00
Rezultantni konačni netto progib	$w_{net,fin}$	[mm]	24.40	29.80	34.40	39.80	44.70	49.80
Iskorištenost presjeka prema provjeri ograničenja konačnih neto progiba	$\frac{w_{net,fin}}{L/400}$	[%]	97.60%	99.33%	98.29%	99.50%	99.33%	99.60%
Volumen drvene nosača	V	[m <sup>3</sup> ]	11.1	16.2	22.68	28.8	37.8	48

Tablica 131: Prikaz vrijednosti visine GNK za širinu mosta 3.5m - opterećenje vozilom

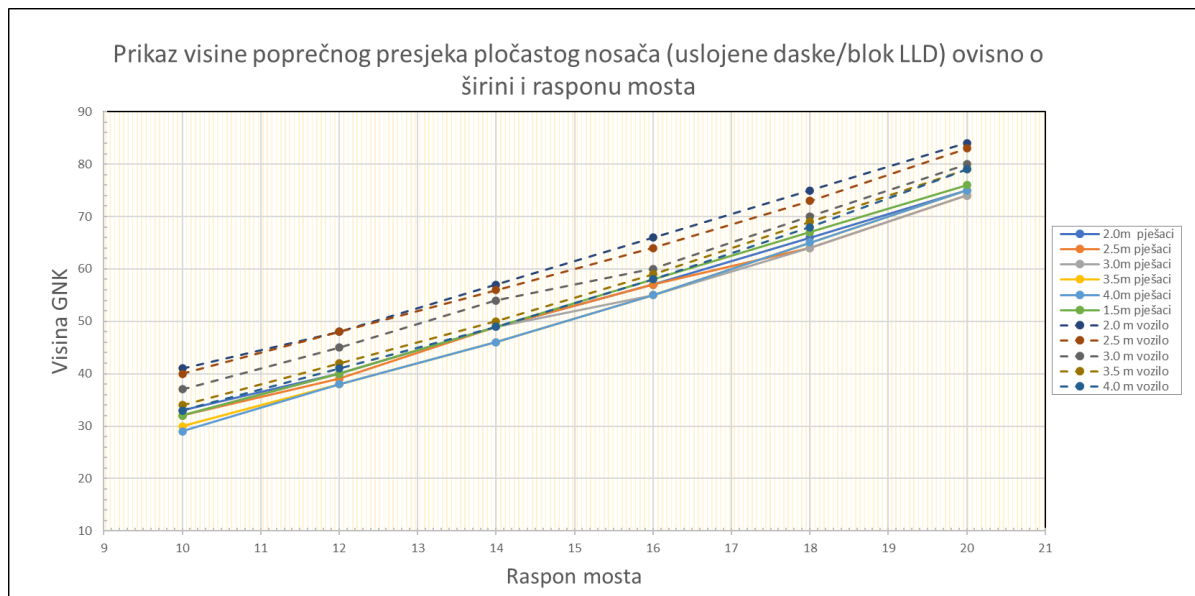
Visina presjeka GNK ovisno o korisnoj širini i rasponu mosta - VOZILO								
Korisna širina mosta	s	[m]	3.5					
Duljina raspona mosta	L	[m]	10	12	14	16	18	20
Visina presjeka	$h_{GNK}$	[cm]	34	42	50	59	69	79
Kriterij udobnosti	$f_n$	[Hz]	2.50	2.50	2.50	2.50	2.50	2.50
Dinamički utjecaj	f	[Hz]	4.24	4.02	3.84	3.69	3.63	3.54
Iskorištenost presjeka prema provjeri udobnosti	$f/f_n$	[%]	58.96%	62.19%	65.10%	67.75%	68.87%	70.62%
Kružna frekvencija	$\omega$	[1/s]	26.65	25.24	24.12	23.21	22.8	22.24
Dozvoljeni granični konačni netto progib	L/400	[mm]	25.00	30.00	35.00	40.00	45.00	50.00
Rezultantni konačni netto progib	$w_{net,fin}$	[mm]	24.10	29.20	34.60	39.90	44.60	49.80
Iskorištenost presjeka prema provjeri ograničenja konačnih neto progiba	$\frac{w_{net,fin}}{L/400}$	[%]	96.40%	97.33%	98.86%	99.75%	99.11%	99.60%
Volumen drvene nosača	V	[m <sup>3</sup> ]	11.9	17.64	24.5	33.04	43.47	55.3

Tablica 132: Prikaz vrijednosti visine GNK za širinu mosta 4.0m - opterećenje vozilom

Visina presjeka GNK ovisno o korisnoj širini i rasponu mosta - VOZILO								
Korisna širina mosta	s	[m]	4.0					
Duljina raspona mosta	L	[m]	10	12	14	16	18	20
Visina presjeka	$h_{GNK}$	[cm]	33	41	49	58	68	79
Kriterij udobnosti	$f_n$	[Hz]	2.50	2.50	2.50	2.50	2.50	2.50
Dinamički utjecaj	f	[Hz]	4.27	4.07	3.86	3.78	3.71	3.58
Iskorištenost presjeka prema provjeri udobnosti	$f/f_n$	[%]	58.55%	61.43%	64.77%	66.14%	67.39%	69.83%
Kružna frekvencija	$\omega$	[1/s]	26.82	25.56	24.28	23.78	23.32	22.52
Dozvoljeni granični konačni netto progib	L/400	[mm]	25.00	30.00	35.00	40.00	45.00	50.00
Rezultantni konačni netto progib	$w_{net,fin}$	[mm]	24.40	29.30	34.80	39.60	44.20	49.90
Iskorištenost presjeka prema provjeri ograničenja konačnih neto progiba	$\frac{w_{net,fin}}{L/400}$	[%]	97.60%	97.67%	99.43%	99.00%	98.22%	99.80%
Volumen drvene nosača	V	[m <sup>3</sup> ]	13.2	19.68	27.44	37.12	48.96	63.2

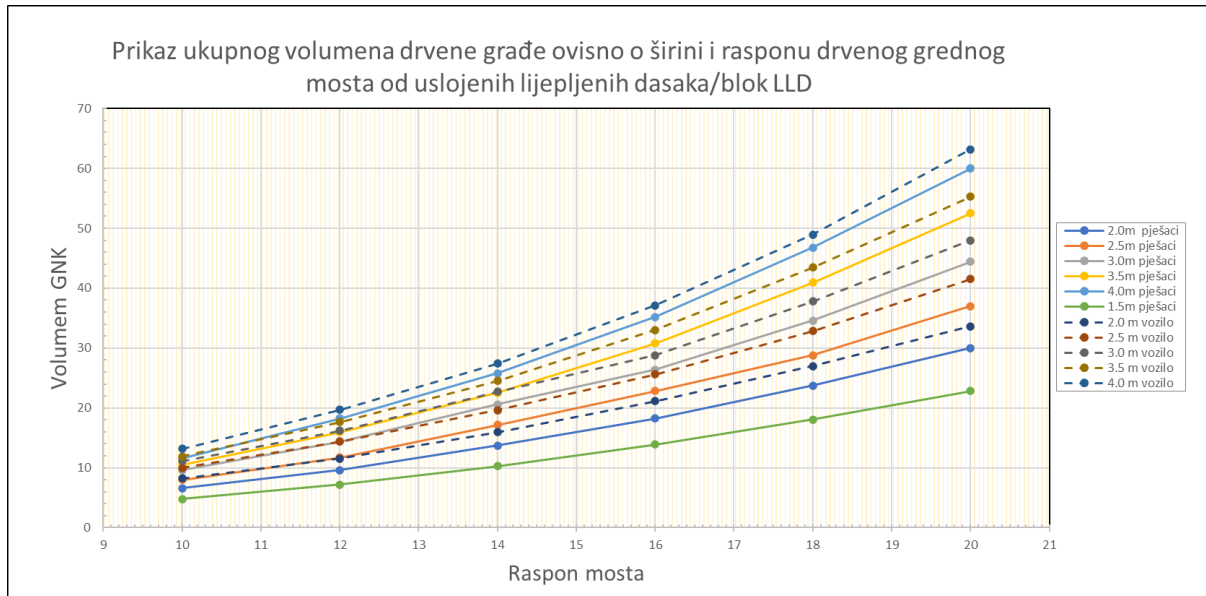
## 5.6. Parametarska analiza pločastog nosača (blok LLD/lijepljene uslojene daske) – usporedna varijanta sa lijepljenim T-nosačem i samim prednapinjanjem

Graf 37: Prikaz visine glavnog nosača (uslojene lijepljene daščane ploče/blok LLD) ovisno o rasponu i širini mosta



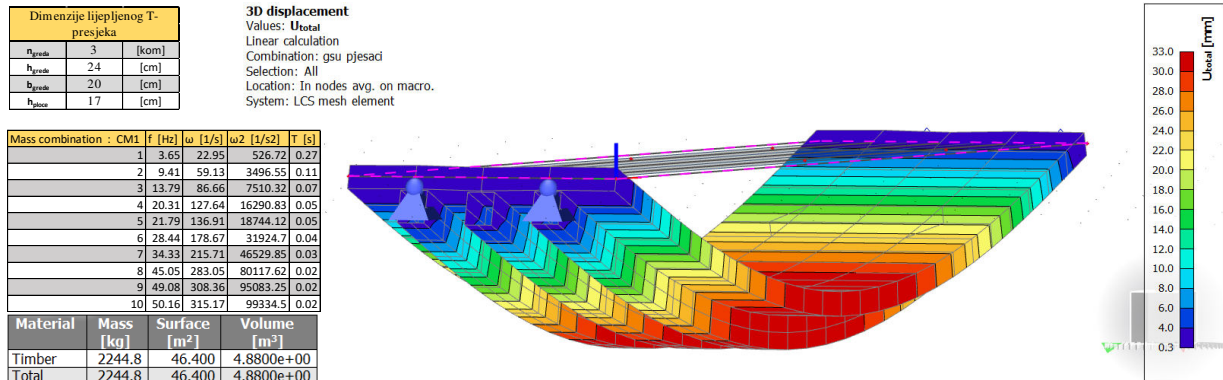
Prvi prethodni graf prikazuje: svaka krivulja označava širinu mosta (i opterećenje na koje je proračunato) prikazuje kako raste visina presjeka (y-os) s obzirom na raspon mosta (x-os). Može se uočiti da nema velikog odstupanja od presjeka dobivenih na temelju opterećenja vozila i pješaka. No međutim, uspoređujući zasebno rezultate dobivene na različita opterećenja, može se uočiti da za isti raspon mosta, povećavajući širinu mosta, visina nosača se smanjuje. Razlog tome je što se širina presjeka povećava, što znači da se volumen povećanjem širine mosta ne smanjuje. Statička razlika je ta da opterećenje pješacima se povećava povećanjem širine, tj. opterećenje je po cijeloj plohi nosača, dok vozilo se postavlja u najgori položaj.

Graf 38: Prikaz volumena glavnog nosača (uslojene lijepljene dasčane ploče/blok LLD) ovisno o rasponu i širini mosta

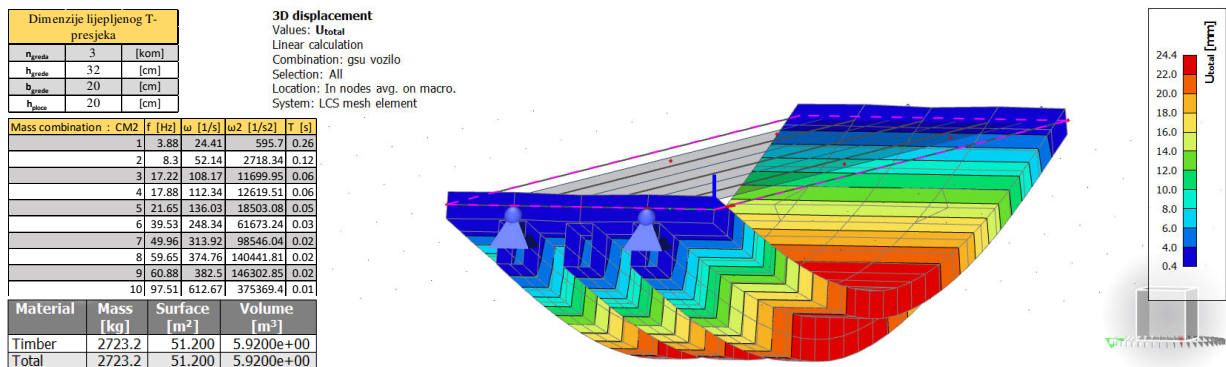


Uspoređujući drugi graf koji prikazuje u ovom slučaju volumen mosta, a ne visinu kao u prethodnom grafu, vidi se zanimljiva razlika – krivulje se (dobivene na opterećenje vozilom i dobivene na opterećenje pješacima) međusobno preklapaju, tj. npr. volumen mosta dobiven pješačkim opterećenjem za određenu širinu mosta ne odstupa od volumena dobivenog za istu širinu mosta dobiven opterećenjem vozilom. Ono što se još može zaključiti je da se ti volumeni počnu razlikovati povećanje rasponom mosta i to je krivulja koja je približno parabolna (kvadratna). Drugim riječima za manje raspone, ako se npr. u projektu traži veći broj traka (pješačkih/biciklističkih) i da je omogućen prolazak interventnog vozila, razlika nije velika ukoliko bi se izabrao most s većom širinom, dok za veće raspone u odabiru širine i prolazak interventnog vozila, razlika u volumnu je veća! Zaključak se temelji na volumenu drvene građe (ne računajući izvedbu, spojeve itd..).

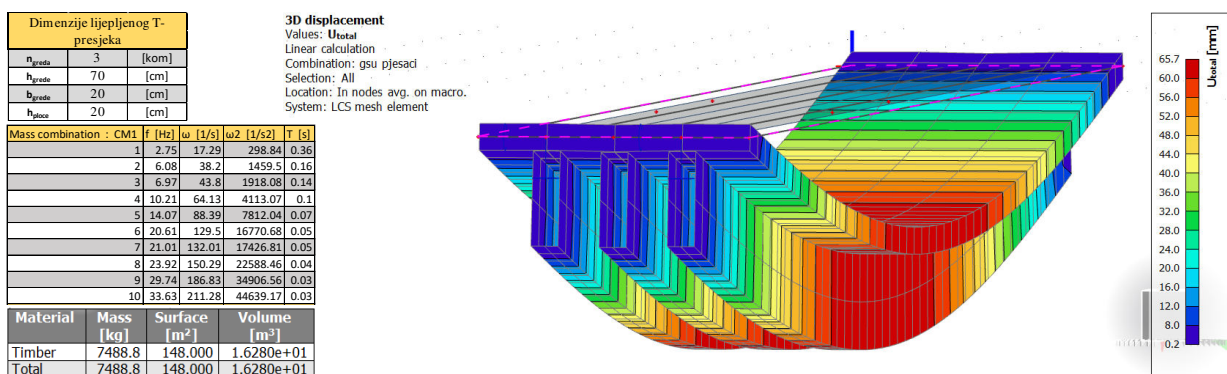
## Reprezentativne vrijednosti dimenzija lijepljenog T-nosača za most duljine 10m i 20m i širine 2m i 4m.



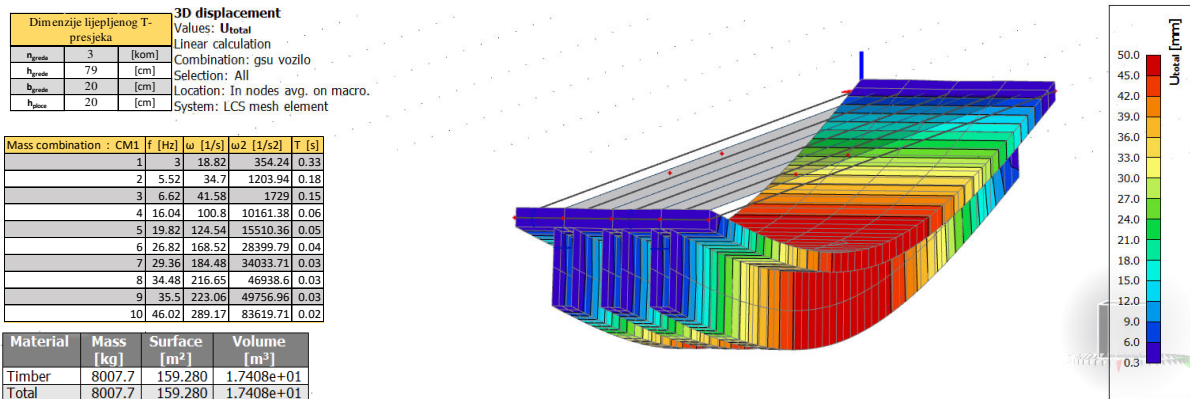
Slika 106: Prikaz progiba lijepljenog T-nosača i rezultata volumena i frekvencija – opterećenje pješacima – L=10m (duljina mosta); s=2m (širina mosta)



Slika 107: Prikaz progiba lijepljenog T-nosača i rezultata volumena i frekvencija – opterećenje vozilom – L=10m (duljina mosta); s=2m (širina mosta)

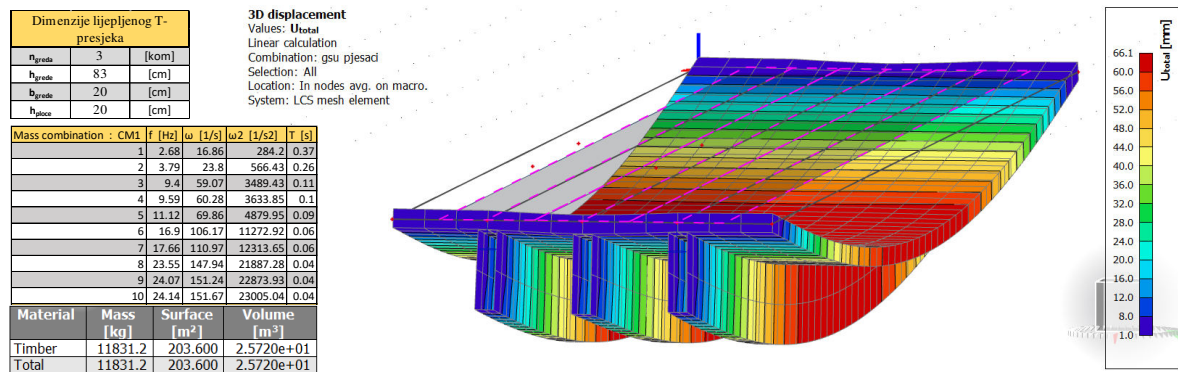


Slika 108: Prikaz progiba lijepljenog T-nosača i rezultata volumena i frekvencija – opterećenje pješacima – L=20m (duljina mosta); s=2m (širina mosta)

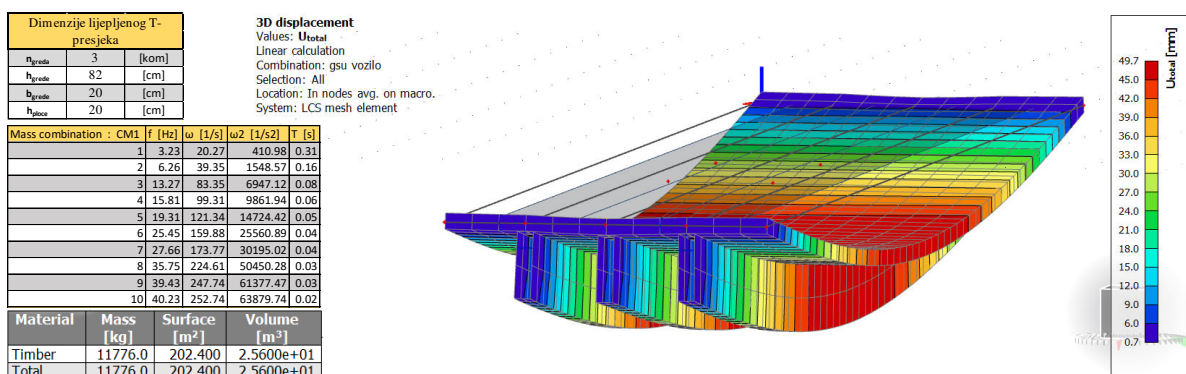


Slika 109: Prikaz progiba lijepljenog T-nosača i rezultata volumena i frekvencija – opterećenje vozilom – L=20m (duljina mosta); s=2m (širina mosta)

Reprezentativne vrijednosti dimenzija lijepljenog T-nosača za most duljine 20m i širine 4m.



Slika 110: Prikaz progiba lijepljenog T-nosača i rezultata volumena i frekvencija – opterećenje pješacima – L=20m (duljina mosta); s=4m (širina mosta)



Slika 111: Prikaz progiba lijepljenog T-nosača i rezultata volumena i frekvencija – opterećenje vozilom – L=20m (duljina mosta); s=4m (širina mosta)

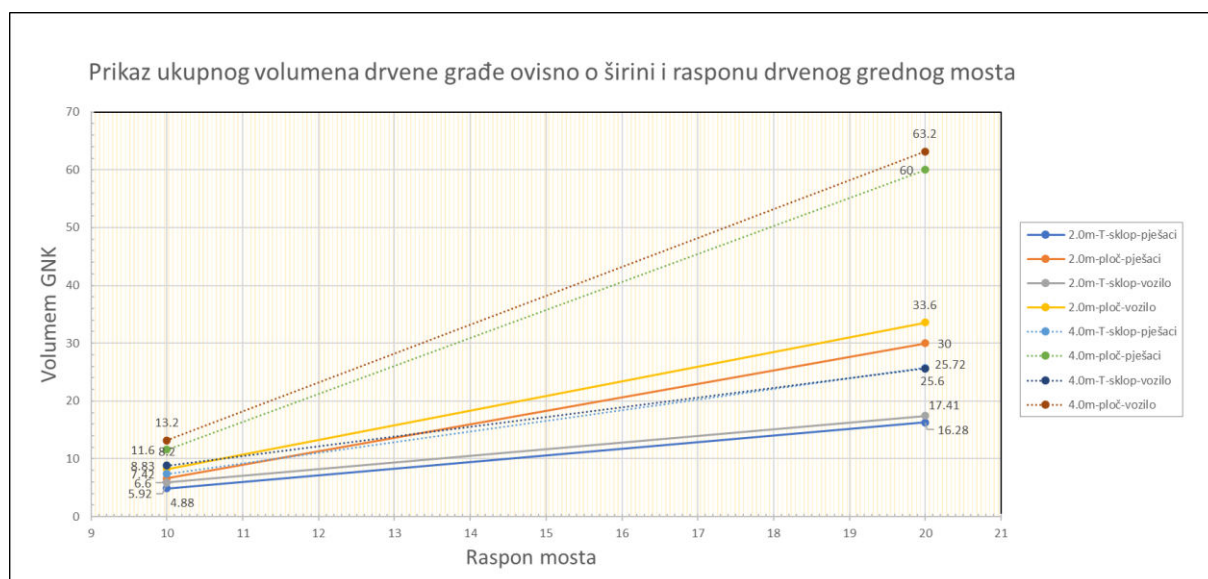
Kako bi se pojednostavila usporedba rebrastog T-nosača, napravljeni su modeli sa 3 rebra širine hrpta 20cm i debljine ploče/pojasnice 20(17)cm.

Tablica 133: Prikaz volumena mosta T-nosača i pločastog prema reprezentativnim vrijednostima

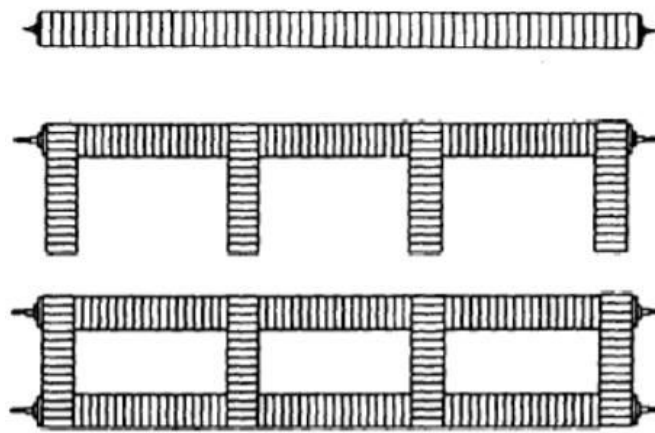
Volumen drvene građe lijepljenog T-sklopa					
raspon mosta L		10		20	
tip opterećenja		pješaci	vozilo	pješaci	vozilo
Širina mosta "s"	2	4.88	5.92	16.28	17.41
	4	7.42	8.83	25.72	25.6
Volumen drvene građe pločastog mosta					
raspon mosta L		10		20	
tip opterećenja		pješaci	vozilo	pješaci	vozilo
Širina mosta "s"	2	6.6	8.2	30	33.6
	4	11.6	13.2	60	63.2
Odnos volumena drvene građe lijepljenog T-sklopa i pločastog mosta					
raspon mosta L		10		20	
tip opterećenja		pješaci	vozilo	pješaci	vozilo
Širina mosta "s"	2	74%	72%	54%	52%
	4	64%	67%	43%	41%

Pločasti tip mosta od uslojenih lijepljenih dasaka ili blok LLD daje veće vrijednosti volumena drvene građe nego podtip pločastog elementa T-nosača. Razlog tome baziran je na geometriji presjeka. Naime oba tipa mostova (pločasti tipovi) su masivniji od grednog tipa sa kolnikom dolje ili gore. Takav tip mosta ima jedan zaseban element koji je nosiv i vrlo krut. T-nosač ima prednost nad pravokutnim poprečnim presjekom zbog modeliranja geometrije (prednost-visina presjeka). Prema reprezentativnim statističkim podacima, kako raste širina i raspon mosta pločasti pravokutni presjeci imaju veću volumnu razliku od lijepljenih T-nosača. Parametarska razlika je prikazana na sljedećem grafu.

Graf 39: Prikaz vrijednosti volumena mosta od uslojenih lijepljenih dasaka/blok LLD i lijepljenog T-sklopa



Kako su pločasti mostovi masivniji, njihova upotreba je primjenjiva na veća opterećenja – cestovni promet. Naime sile vozila su većeg intenziteta nego od interventnih vozila i tu dolazi do problema navedenog u prethodnom poglavlju – odvajanje lamela. Kako bi u dimenzioniranju konstrukcije trebalo provjeriti naprezanja, za pločaste mostove treba provjeriti odvajanje lamela odnosno posmik prouzrokovan od rezne sile vozila. Za takve tipove mostova koji su pločasti od uslojenih lijepljenih dasaka ili blok LLD ili lijepljenog T-sklopa, valjalo bi poprečno prednapet nosač kako ne bi došlo do lokalnog loma konstrukcije. Najveća prednost prednapetih nosača je ta što mostovi kratkih raspona mogu biti proizvedeni u tvornici u jednom komadu.



Slika 112: Tipovi modeliranja poprečnog presjeka od lijepljenih dasaka i/ili blok LLD sa prednapinjanjem[13]

## 6. ZAKLJUČAK

U diplomskom radu, analiza je provedena na slobodno oslonjenim grednim mostovima na kratkim do srednje duljim rasponima: od 10 do 20m s korakom od 2m, te širine od 1.5 do 4m. s korakom od 0.5m. Dobiveni rezultati temeljeni su na 2 odvojena tipa opterećenja: pješaci i servisno vozilo. Analizirani tipovi mosta su svrstani u 2 glavne skupine: gredni i pločasti.

Gredni most se provjerio u 2 varijante s obzirom na položaj kolnika: „donja“ daščana kolnička konstrukcija položena između 2 glavna nosača, te „gornja“ daščana kolnička konstrukcija položena na više glavnih nosača. Daščana konstrukcija se sastoji od profiliranih dasaka koje su od tvrdog drveta čvrstoće D30. Tvrdo drvo je korišteno zbog svojstva habanja, s obzirom da je daščana konstrukcija najviše izložena vanjskim utjecajima. Kod nedopuštenog prelaska servisnog vozila, način izvedbe dasaka rezultiralo je debljinom daske od 8cm sa rasterom oslonca od 0.75 do 1.00m. Kod dopuštenog prelaska servisnog vozila, debljina daske je 9cm sa maksimalnim rasterom oslonca do 0.50m. Širina daske je uobičajenih 20cm, ali parametarskom analizom i konstruktivnom preporukom širina od 25 cm se koristi ako je omogućen prelazak vozila (koncentrirana sila od vozila). Sekundarna nosiva konstrukcija odnosno grede su od mekanog cjelovitog drva C24 i imaju svrhu oslonca daskama, te ulogu krutosti pomosta. Prema tržišnim vrijednostima dimenzija presjeka, dokazalo se da visina tih gredica iz navedenih razloga imaju bitnu ulogu. Pa tako kod opterećenja pješacima preporučljivo je koristiti presjek 5x14 cm (min. moment inercije presjeka  $4600\text{cm}^3$ ), dok za opterećenje vozilom presjek 6x24cm ( $27700\text{ cm}^3$ ) – 6 puta veći moment inercije kod prolaska servisnog vozila. Ti presjeci vrijede, ako se poštuje njihov raster (ovisno o opterećenju), te raspon kontinuirane grede mora biti maksimalno 2m, s obzirom da se fiksirao raster poprečnih greda na 2m. Te grede su optimalne i minimalne duljine 6m – u pogledu izvedbe, transporta i statičkog smisla (raspon preko 3 polja). Poprečne grede imaju sekundarnu ulogu prijenosa opterećenja sa pomosta na glavne nosače, dok primarnu ulogu imaju u prostornoj stabilnosti (vertikalni štapni element u horizontalnoj rešetki – spregu). Kosi elementi horizontalne stabilizacije čine čelične šipke malog punog promjera koji se spajaju u spojeve poprečne i glavne grede. Poprečni nosači mogu biti oblikovanog čeličnog profila, ali je u radu uzeto cjelovito meko drvo čvrstoće C24. Ovi dijelovi konstrukcije vrijede i za tip kolnika „dolje“ i „gore“. Osnovna razlika tipa mosta sa kolnikom „gore“ je proizvoljan odabir broja glavnih nosača. Za istu širinu mosta, ukupan volumen mosta veći je kod gornje kolničke konstrukcije, s obzirom da najveći udio volumena zauzimaju glavni nosači. Glavni nosači su od



homogenog lijepljenog lameliranog drva čvrstoće GL28h. Pozitivna strana tipa mosta sa gornjom kolničkom konstrukcijom su manji poprečni presjeci glavnih nosača (transport i izvedba), veća krutost i bolja udobnost korištenja. Prema optimizaciji, kako bi se izbjegli sustavi sa 3 glavna nosača, preporuča se izvedba mosta širine od 3.00 do 4.00m sa gornjom kolničkom konstrukcijom koju prenose 4 glavna nosača. Do širine 2.50/3.00m preporuka je tip mosta sa donjom ili gornjom kolničkom konstrukcijom, sa 2 glavna nosača, koja zajedno s pomostom čine most vjerodostojno udobnim i krutim. Osnovna razlika između različitih opterećenja (pješaci – vozilo) je dobivena dimenzija (visina) presjeka koja povećava krutost i udobnost korištenja, ali zato povećava volumen drvene građe – cijenu. Za veće raspone je optimalan most sa većim brojem glavnih nosača.

Druga glavna skupina podjela su pločasti mostovi. Analizirani takvog tipa mosta, analiza je svrstana u 1 skupinu i u 2 podtipa. Ta skupina je sastavljena od paralelno uslojenih lijepljenih dasaka ili blok lameliranog drva. Naime, razlike u proračuna između ta 2 tipa građe nema. Naime, presjeci koji su analizirani su pravokutnog poprečnog presjeka i zauzimaju veću volumensku drvenu građu kod većih raspona. Prednost tih mostova je taj da su vrlo korisni za manje raspone, tako da od 14m do 20ak m prednost imaju tipovi mosta sa daščanom konstrukcijom (gredni mostovi) kod pješakog prometa. Kod većih raspona, poprečne i uzdužne presjeke je potrebno modelirati tako da se drvena građa u boljem postotku iskoristi, jer potpuni kvadratni presjeci daju bespotrebno veći volumen kako bi zadovoljili stabilnost i nosivost, a ne krutost (širina „ $b=s$ “ >> visina „ $h$ “). Takvi mostovi sa izmodeliranim adekvatnim optimalnim presjecima, za velike raspone koriste se za cestovni promet. Cestovni promet odnosno vozila uzrokuju veće sile, koje bi izmodelirani puni lamelirani presjeci preuzeli ulogu preuzimanja opterećenja nad tipovima mosta sa kolničkom konstrukcijom. Podtip pločastih analiziranih mostova svrstan je u 2 skupine: prednapeti nosač i lijepljeni T-presjek. Prednapeti nosač ima prednost na punim pločastim zbog poprečnog prednapinjanja. Naime, poprečno prednapinjanje omogućuje elementu bolju preraspodjelu opterećenja na samom elementu, te za manje raspone pravokutnog poprečnog presjeka je idealan tip zbog toga što se cijeli most može prethodno napraviti u tvornici i montažno izvesti na gradilištu. Lijepljeni T-presjek je jedan od primjera modeliranja poprečnog lameliranog presjeka. Analizom je napravljena usporedba između punog lameliranog nosača i nosača lijepljenog T-presjekom. Takav most zauzima prednost na punim poprečnim presjekom zbog svoje krutosti, jer dominantna razlika je u visini nosača. Razlike u volumenu drvene građe se kreću između 40 i 75%. Problem T-presjeka i punog nosača, je opterećenje vozilom koja uzrokuje silu

cijepanja između lijepljenih lamela. Rješenje takvog problema se može ostvariti poprečnim prednapinjanjem.

Prema analiziranim diskutiranim podacima zaključci su sljedeći. Za mostove namijenjene pješacima, širina mosta mora biti odabrana prema zahtjevima investitora baziranih na broj pješaka i/ili biciklista u vršnom satu. Za mostove vrlo malih raspona preporuka je poprečno prednapeti nosač za pješačko-biciklistički promet – izrada cijelog sklopa u tvornici. Za veće raspone do 20m (25m) preporuka je most sa daščanom kolničkom konstrukcijom. Odabir broja glavnih nosača ovisi o raspoloživosti visine presjeka – za veće raspone i širine preporuka je mosta sa gornjom daščanom kolničkom konstrukcijom. Za cestovne mostove preporuka su puni blok lamelirani nosači ili nosač od lijepljenog T-presjeka. Neovisno o tipu mosta i njegovoj namijeni, neophodan naglasak je na trajnosti i zaštiti. Mnoga oštećenja i nestabilnosti, zbog nepravilnog izvođenja i zaštite dovode su drvene mostove do sloma ili neuporabivosti. Adekvatnim izvođenjem, zaštitom i modeliranjem spojeva drvenu konstrukciju se dovodi do veće trajnosti i uporabivosti.

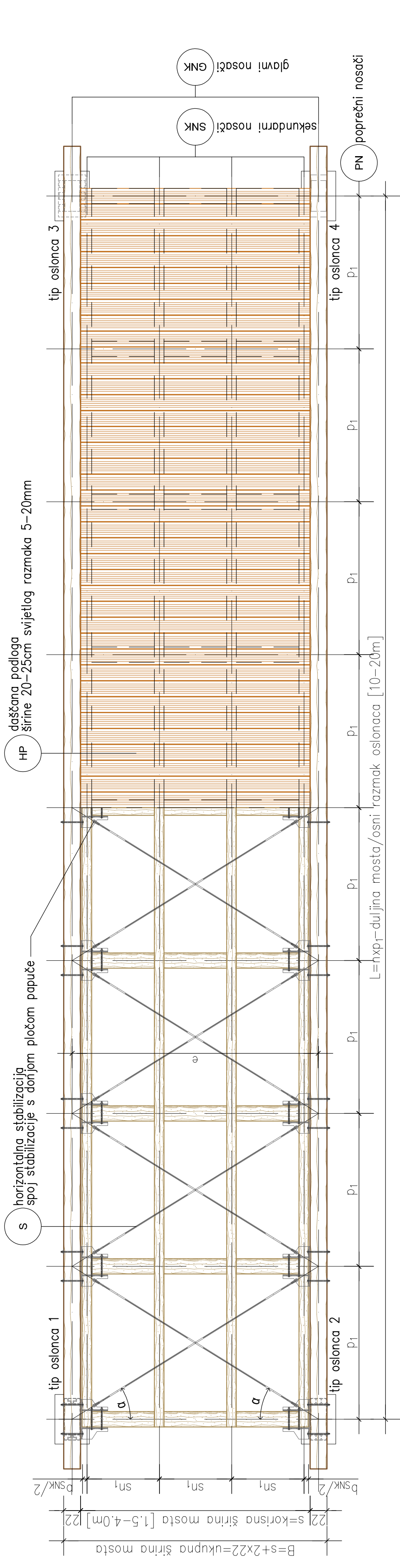
## 7. LITERATURA

- [1] Narodne novine (2016.) *Zakon o cestama: Pravilnik o biciklističkoj infrastrukturi*. Zagreb. Narodne novine d.d., br. 84/2011, 22/2013, 54/2013, 148/2013, 92/2014, str. 1-9.
- [2] Narodne novine (2001.) *Zakon o sigurnosti prometa na cestama. Pravilnik o osnovnim uvjetima kojima javne ceste izvan naselja i njihovi elementi moraju udovoljavati sa stajališta sigurnosti prometa*. Zagreb. Narodne novine d.d., broj 59/96. – pročišćeni tekst
- [3] Bjelanović, A., *Predavanja iz kolegija „Drvene konstrukcije“ i „Osnove drvenih konstrukcija“*, 2020.
- [4] Qualitätsgemeinschaft Holzbrückenbau, *Trogbrücke, Balkentragwerk*, <https://holzbrueckenbau.com/holzbruecken/>, 2020.
- [5] Pousette A., Malo K.A., Thelandersson S., Fortino S., Salokangas L., Wacker J., *Durable Timber Bridges Final Report and Guidelines*, RISE Research Institutes of Sweden, Skellefteå, 2017.
- [6] HRN EN 1991-2:2008, Eurokod 1: Djelovanja na konstrukcije – 2.dio: Prometna opterećenja mostova, 2007-2009
- [7] HRN EN 1995-1-1:2013, Eurokod 5: Projektiranje drvenih konstrukcija, 2007-2009
- [8] HRN EN 1990, Eurokod 0: Osnove projektiranja konstrukcija, 2007-2009
- [9] <https://www.drvo-trgovina.hr/>, 2020.
- [10] <https://www.rennenmeier.com/de/>, 2020.
- [11] Leviat B.V.2021 a CRH Company, Brochure *Detan Rod Systems Technical Product Information*“, <https://www.halfen.com/en/641/brochures/>, 2021.
- [12] Franke S., Franke B., Widmann R., *COST Timber Bridge Conference – CTBC 2014*, Bern University of Applied Sciences, Biel, Switzerland, 2014.
- [13] Hellgren Jacob, Lundberg Ludwig, *Finite Element Modelling of Local Interlaminar Slip in Stress-Laminated-Timber Bridges*, Mater's Thesis in The Master's programme Structural Engineering and Building Performance Design, Chalmers University of Technology, Göteborg, Sweden, 2011.
- [14] Frank Mielbach, *Design Ideas for Solid Timber Bridges*“, Wood Material Science and Engineering, 13:3, 184-189, DOI:10.1080/17480272.2018.1463291

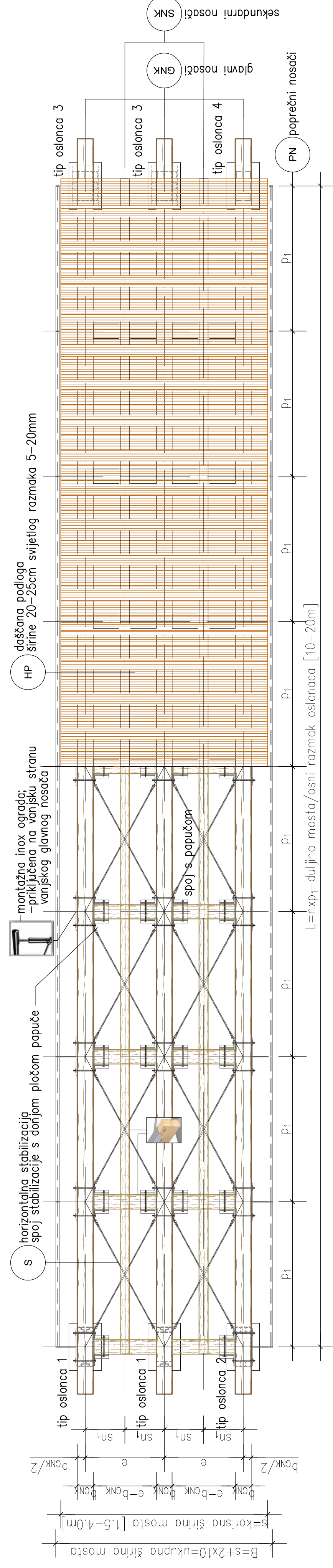
**Prilozi**

**Nacrti**

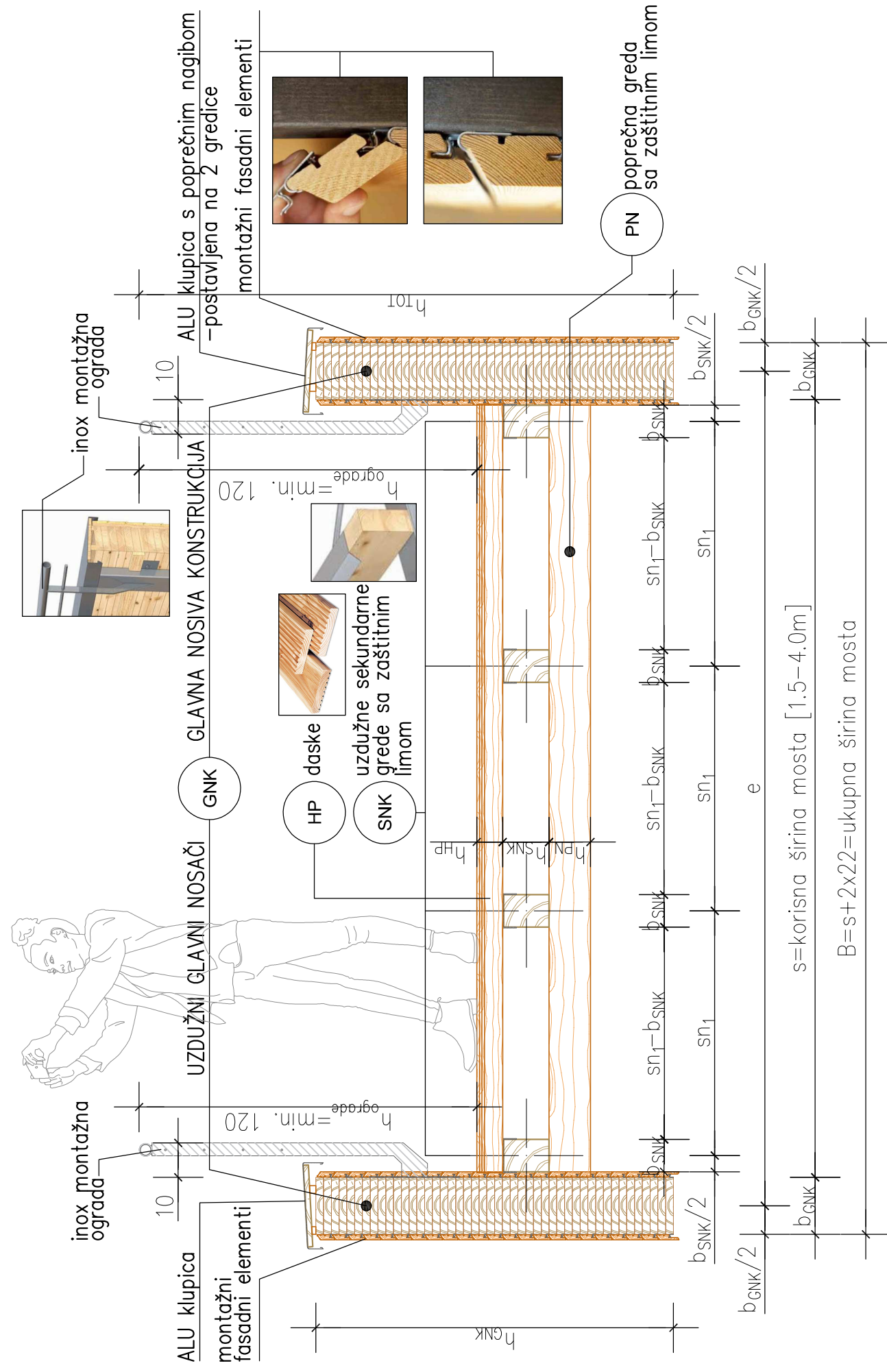
TLOCRTNA DISPOZICIJA: DRVENI GREDNI MOST  
S UPUŠTENIM KOLNIKOM – DAŠČANA KOLNIČKA KONSTRUKCIJA



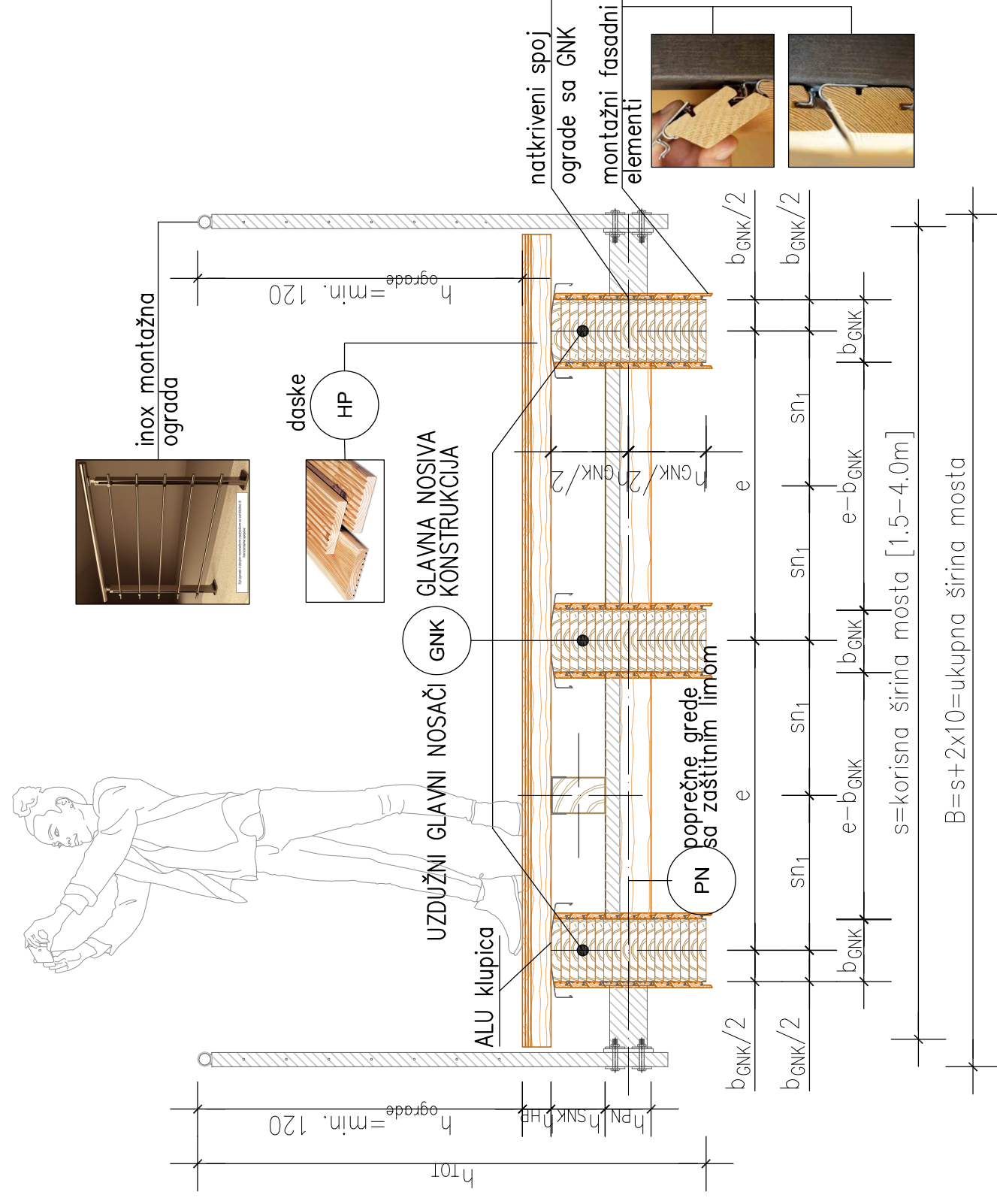
TLOCRTNA DISPOZICIJA: DRVENI GREDNI MOST  
KOLNIK GORE – DAŠČANA KOLNIČKA KONSTRUKCIJA



POPREČNI PRESJEK: DRVENI GREDNI MOST  
S UPUŠTENIM KOLNIKOM – DAŠČANA KOLNIČKA KONSTRUKCIJA

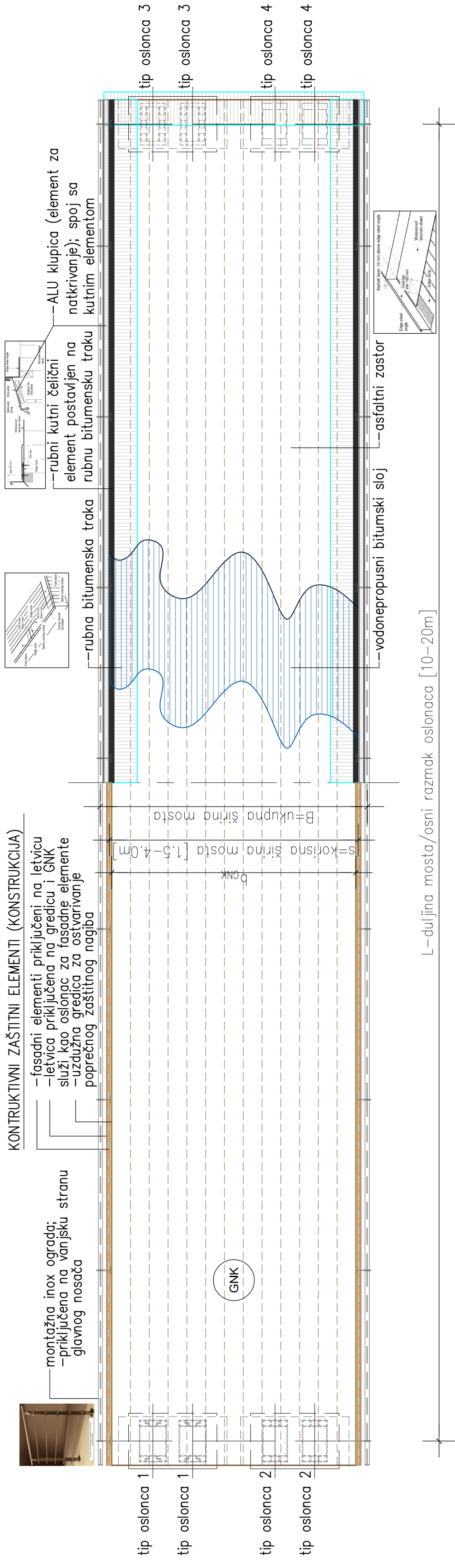


POPREČNI PRESJEK: DRVENI GREDNI MOST  
KOLNIK GORE – DAŠČANA KOLNIČKA KONSTRUKCIJA

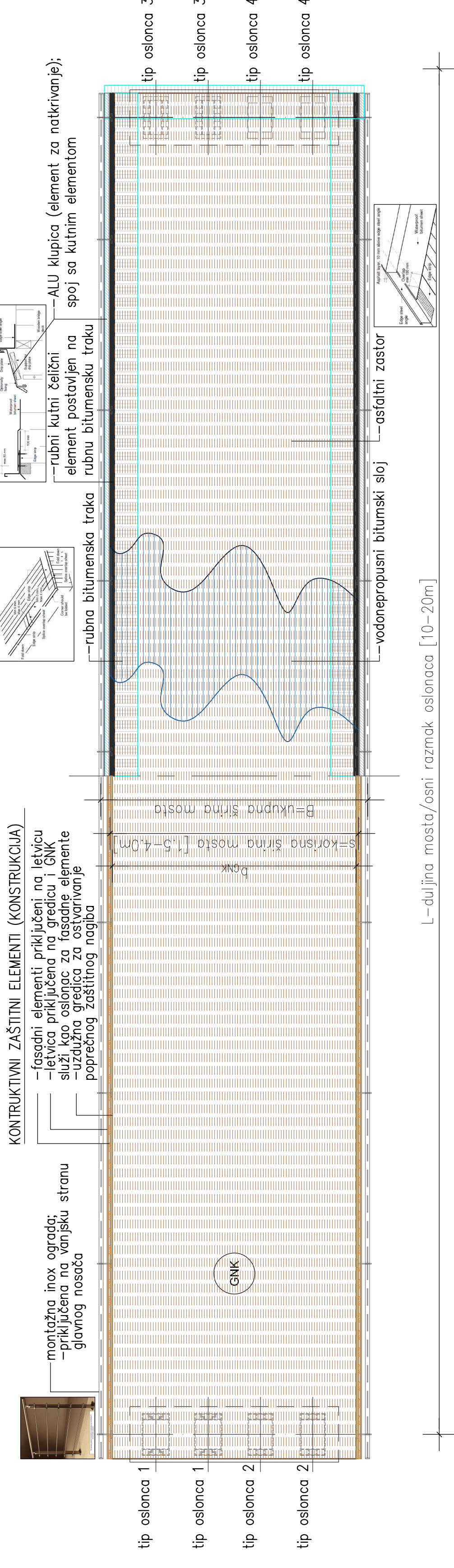


GF	GRAĐEVINSKI FAKULTET SVEUČILIŠTE U RIJECI		
	Diplomski rad:	Naziv nacrta:	
Parametarske studije pješačkih i biciklističkih drvenih mostova grednog tipa - varijacije kolničkih sklopova i poprečnih dispozicija		Pješački gredni drveni most - tipovi s donjom i gornjom pozicijom kolnika	
Student:	Davor Pavoković, univ.bacc.ing.aedif.	Kolegij:	
Mentor:	Izv.prof.dr.sc. Adriana Bjelanović, dipl. ing. građ.	Daturn:	1:40, 1:20
		Mjerilo:	1:40, 1:20
		Datum:	1.40, 1.20
		Drvene konstrukcije	1/3

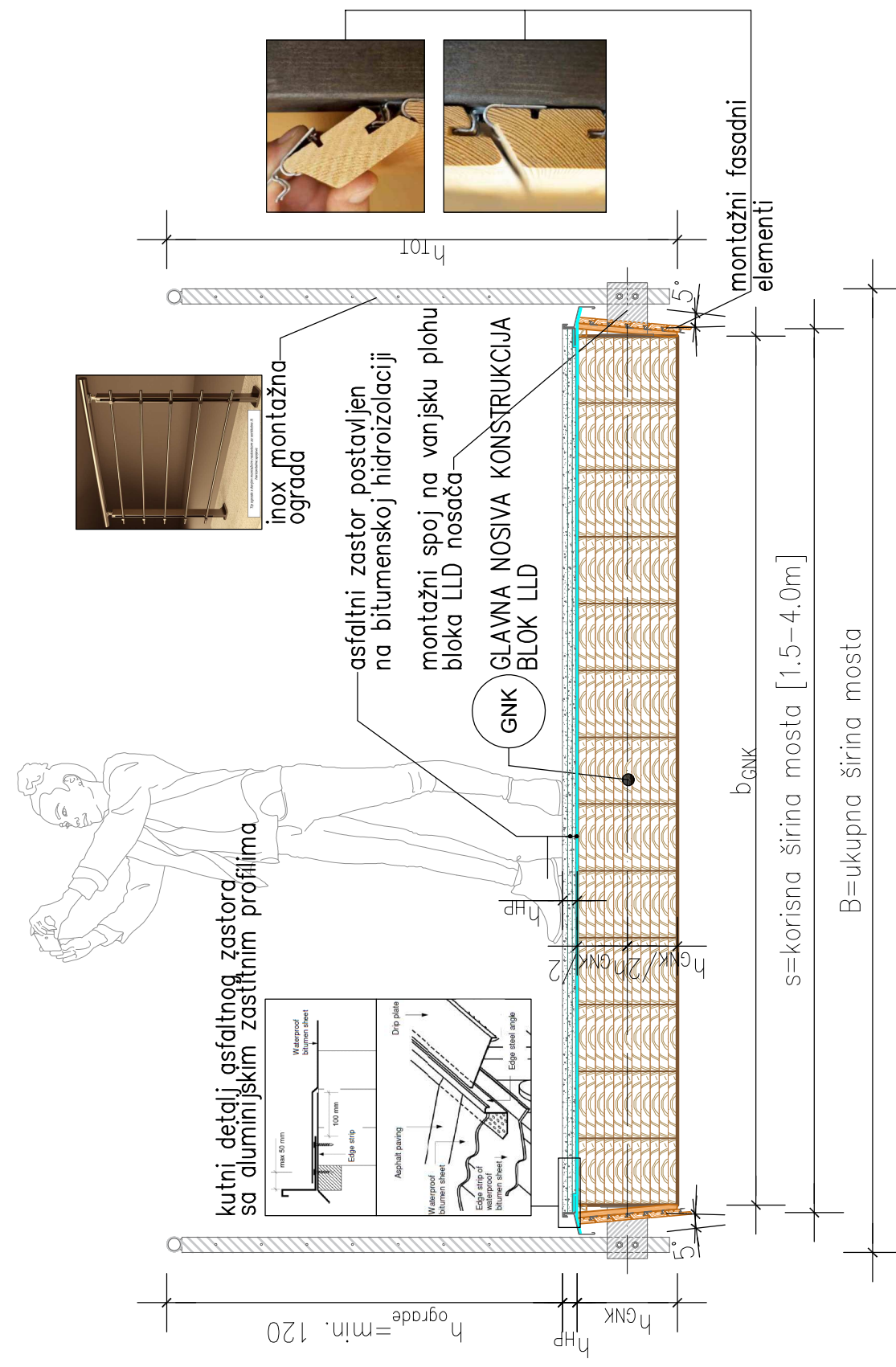
TLOCRTNA DISPOZICIJA: DRVENI GREDNI MOST  
PLOČASTI ELEMENT–BLOK LIJEPLJENO LAMELIRANO DRVO



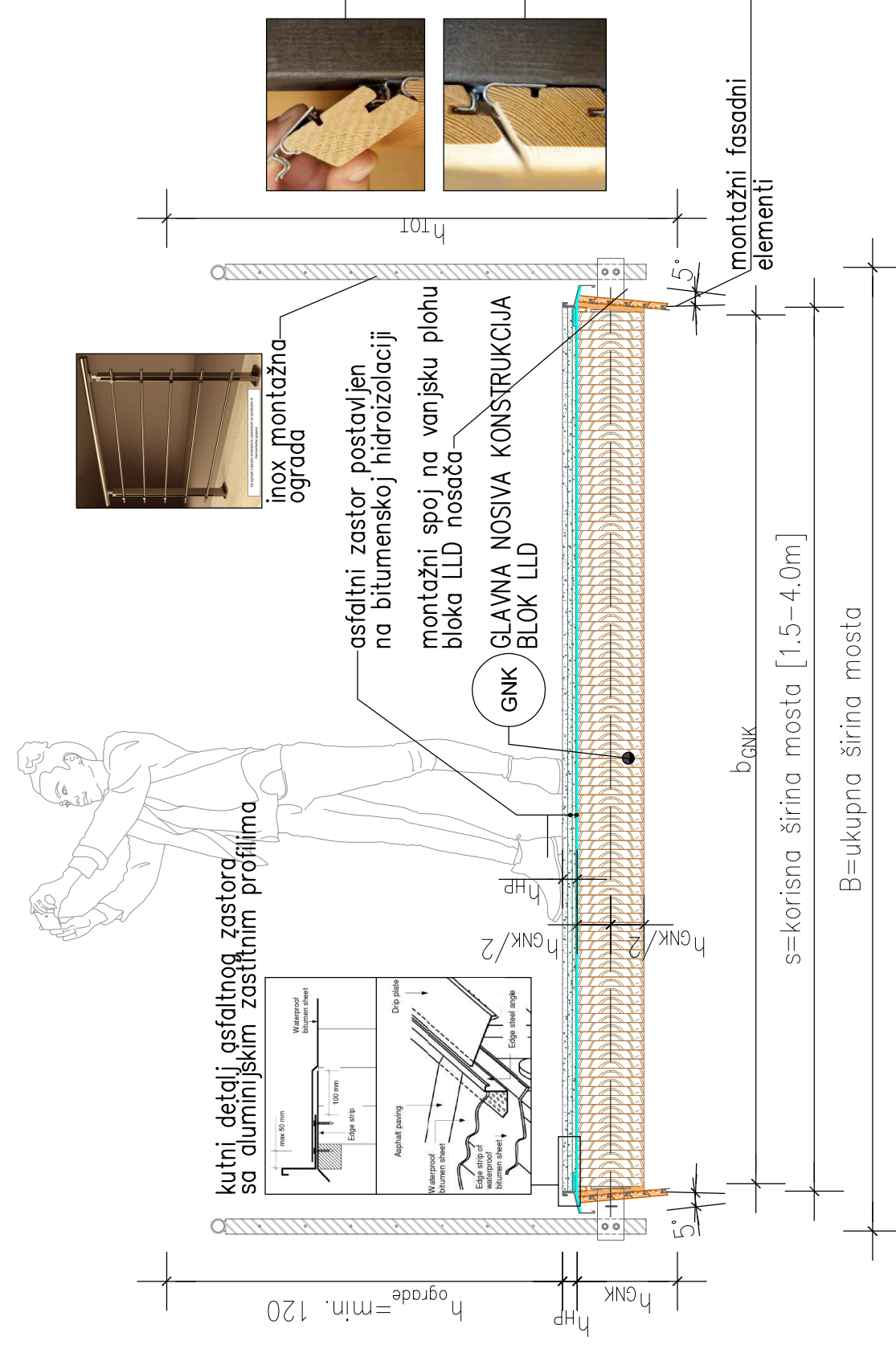
TLOCRTNA DISPOZICIJA: DRVENI GREDNI MOST  
PLOČASTI ELEMENT PARALELNO USLOJENE LIJEPLJENE DAŠČANE PLOČE



POPREČNI PRESJEK: DRVENI GREDNI MOST  
PLOČASTI ELEMENT–BLOK LIJEPLJENO LAMELIRANO DRVO



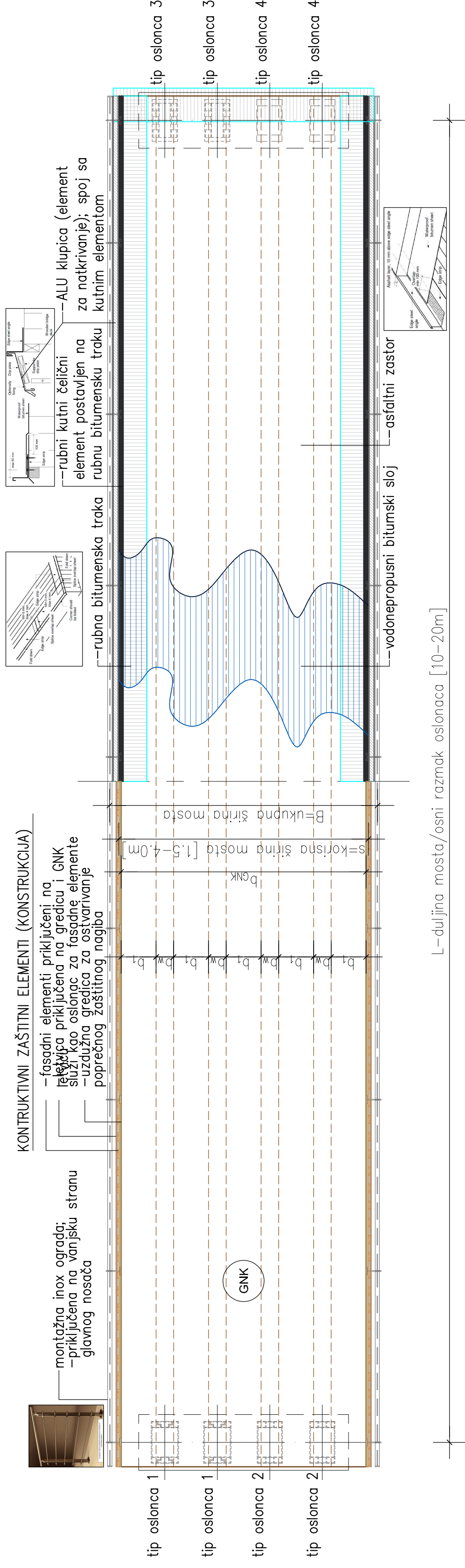
POPREČNI PRESJEK: DRVENI GREDNI MOST  
PLOČASTI ELEMENT–PARALELNO USLOJENE LIJEPLJENE DAŠČANE PLOČE



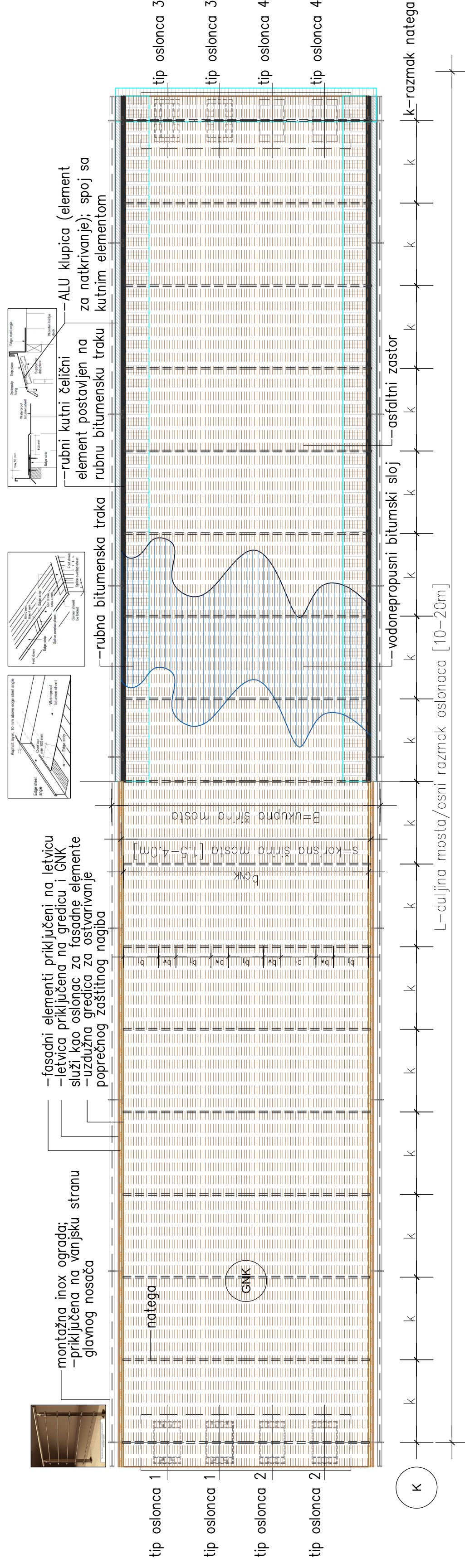
GRAĐEVINSKI FAKULTET SVEUČILIŠTE U RIJECI

Diplomski rad:	Naziv nacrta:
Parametarske studije pješačkih i biciklističkih drvenih mostova grednog tipa - varijacije kolničkih sklopova i poprečnih dispozicija	Pješački gredni drveni most - pločasti tip mosta - blok LLD/paralelno uslojene daščane ploče
Student:	Kolegij:
Davor Pavoković, univ.bacc.ing.aedif.	Drvene konstrukcije
Mentor:	Mjerilo:
Izv.prof.dr.sc. Adriana Bjelanović, dipl.ing.grad.	1:40, 1:20
	Datum:
	veljača, 2021.
	List:
	2/3

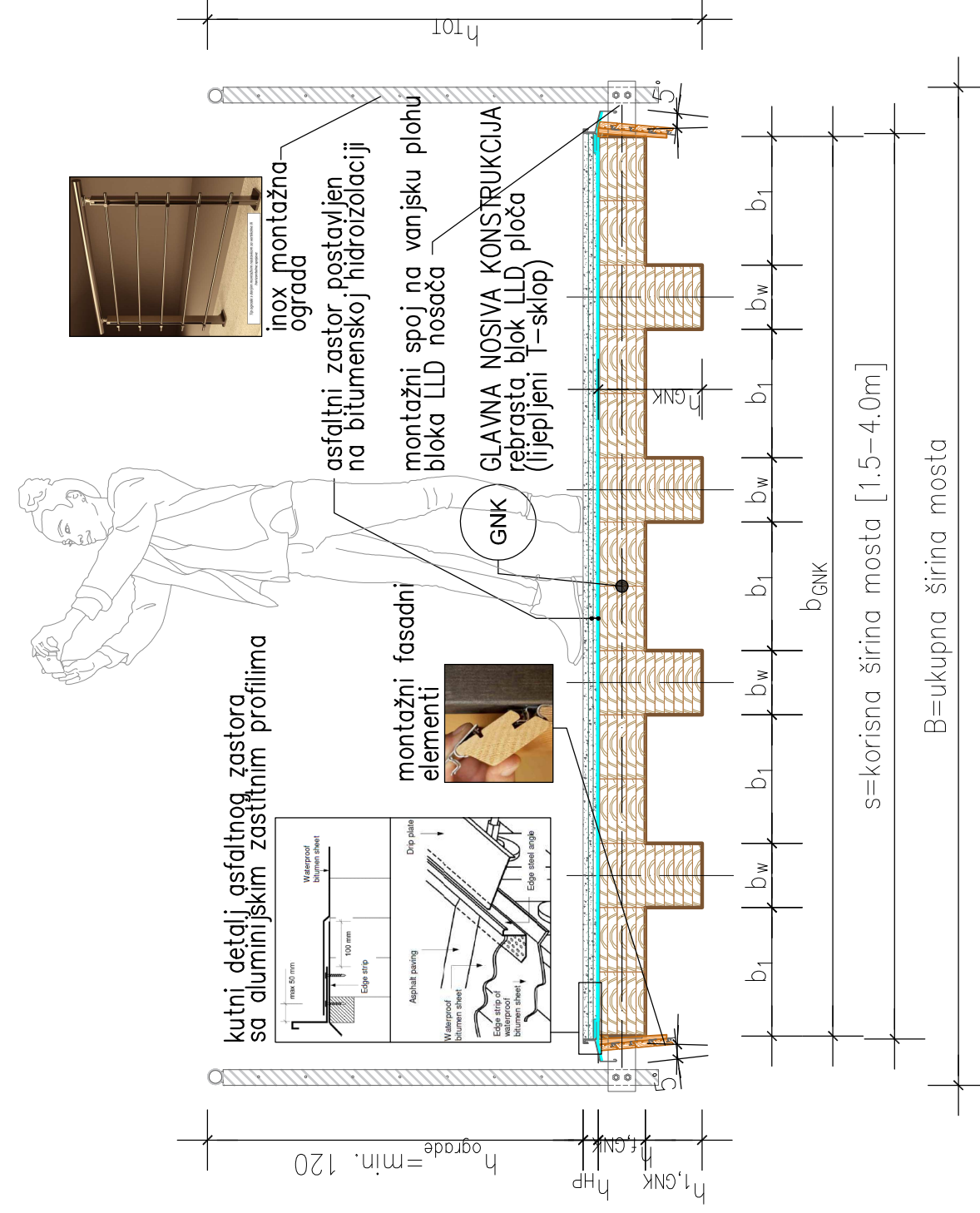
TLOCRTNA DISPOZICIJA: DRVENI GREDNI MOST  
REBRATA BLOK LLD PLOČA – LIJEPLJENI T-SKLOP



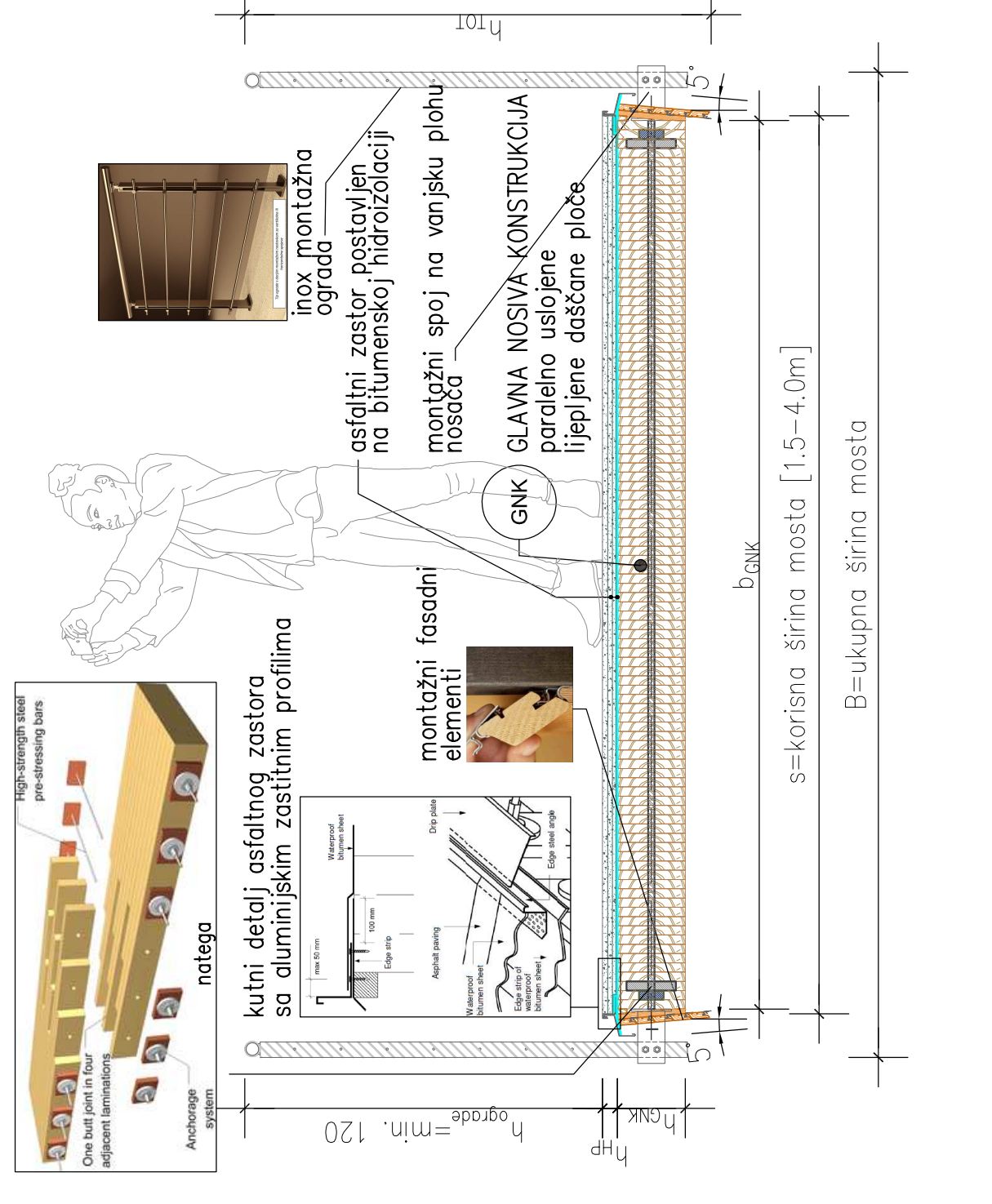
TLOCRTNA DISPOZICIJA: DRVENI GREDNI MOST  
PREDNAPETA PLOČA OD PARALELNO USLOJENIH DASAKA



POPREČNI PRESJEK: DRVENI GREDNI MOST  
REBRATA BLOK LLD PLOČA – LIJEPLJENI T-SKLOP



POPREČNI PRESJEK: DRVENI GREDNI MOST  
PREDNAPETA PLOČA OD PARALELNO USLOJENIH DASAKA



	<b>GRAĐEVINSKI FAKULTET SVEUČILIŠTE U RIJECI</b>	
	Diplomski rad:	Naziv nacrta:
Parametarske studije pješačkih i biciklističkih drvenih mostova grednog tipa - varijacije kolničkih sklopova i poprečnih dispozicija	Pješački gredni drveni most - pločasti podtip mosta - prednapeti/lijepljeni T-sklop	Student:
Davor Pavoković, univ.bacc.ing.aedif.	Kolegij:	Drvene konstrukcije
Mentor:	Datum:	Mjerilo:
Izv.prof.dr.sc. Adriana Bjelanović, dipl.ing.grad.	veljača, 2021.	1:40, 1:20
		List:
		3/3