

**GRAĐEVINSKI
FAKULTET -
ZAVOD ZA
KONSTRUKCIJE**

PREDMET:
**MASIVNI
MOSTOVI**

Sastavio:
A. Vlašić

Zagreb, 2004.g.

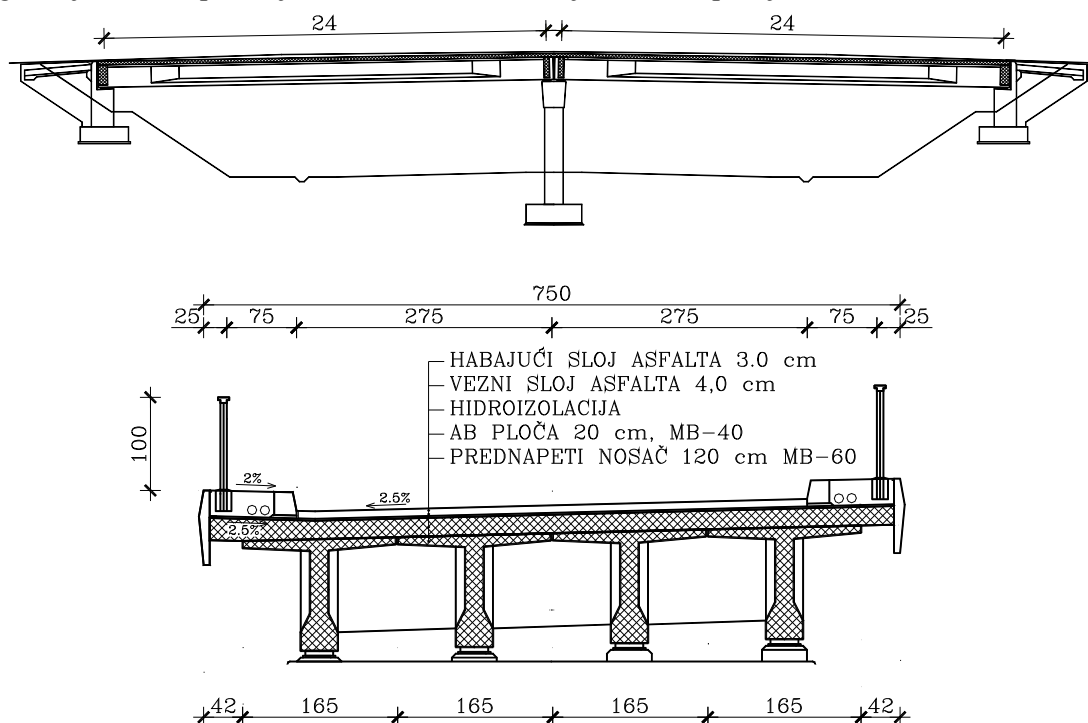
**UPUTE ZA IZRADU MODELA
ROŠTILJNE KONSTRUKCIJE
MOSTA SA PREFABRICIRANIM
PREDNAPETIM NOSAČIMA U
PROGRAMU SOFISTIK**

UVODNO

Ovaj separat daje se kao prilog ulaznoj datoteci Sofistika kako bi studenti kolegija Masivni mostovi s razumijevanjem dobili uvid u osnove modeliranja jedne roštiljne konstrukcije. U sklopu vježbi spomenutog predmeta rješavati će se slični programi ali ipak dovoljno različiti da je potrebno razumijevanje pri izmjeni i prilagodbi ovog programa na studentske radove. Pritom je važno spomenuti da unutar studentskog programa mora postojati i klasičan ("ručni") način proračuna sa pojednostavljenjima koja će se usvojiti u dogovoru sa asistentom. Ovaj kompjuterski proračun, naime, služi samo kao usporedba tako dobivenih rezultata i usmjeravanje studenata na budući samostalan rad na računalu.

DISPOZICIJA MOSTA

Prije početka modeliranja moramo imati kompletan nacrt (idejni) mosta. U ovom slučaju riječ je o jednom tipskom nadvožnjaku sa dva raspona od 24m. Važno je uočiti način oslanjanja rasponske konstrukcije na upornjake i stupove kako bi odredili statički sustav i rubna uvijete za naš model. Također moramo proučiti i način prenošenja opterećenja u poprečnom smjeru jer će nam o tome direktno ovisiti raspodjela prometnog opterećenja i njegov mjerodavan položaj. Promotrimo dakle ovaj konkretni primjer.



Slika 1. – Acad crtež uzdužnog i poprečnog presjeka mosta

Uzdužni nosači su prefabricirani, kabelski prednapeti I nosači dimenzija kao na slici. Statički sustav tih nosača je prosta greda jer oni nad srednjim osloncem nisu povezani u kontinuitet jednim većim poprečnim nosačem, već svaki zasebno sa svojim manjim. Kontinuitet kolnika postignut je betonskom pločom koja se u ovom slučaju ne uzima da prenosi moment u uzdužnom smjeru. Dakle cijeli roštiljni model raditi će se samo za jedan raspon jer je čitava konstrukcija simetrična pa će tako i nosači biti isti. U poprečnom smjeru I nosači su u roštilj povezani poprečnim nosačima koji se nalaze samo nad osloncima (nad upornjakom i stupom)

i sa AB kolničkom pločom koja se na određenim razmacima modelira štapno sa odgovarajućom širinom (o tome nešto kasnije).

POPREČNI PRESJECI

Unos poprečnih presjeka u modulu AQUA neće se posebno objašnjavati jer se pretpostavlja da studenti već vladaju tim znanjima. Napomenuti će se samo neke specifičnosti vezane za ovaj model.

1. Materijali

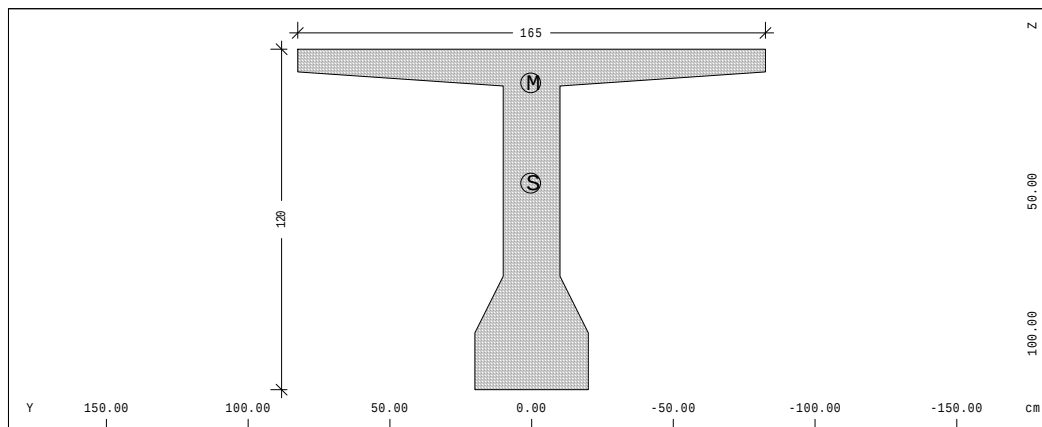
Materijali koji se koriste i koje ćemo definirati u AQUA-i su slijedeći:

- za prefabricirane prednapete nosače: MB 60
- za poprečne nosače: MB 40
- za kolničku ploču: MB 40
- betonski čelik: RA 400/500
- kabeli za prednapinjanje: DYWIDAG 6807, St 1660/1880

Podaci za svaki od ovih materijala nalaze se u bazi Sofistika – potrebno je samo pozvati se na nju odgovarajućom naredbom (vidi ulaz i help Sofistika). Važno je još napomenuti da valja materijale numerirati onim redoslijedom (rednim brojevima) kojim ćemo ih ugrađivati u konstrukciju. To se poglavito odnosi na betone ugrađene u spregnuti presjek. Tako će se aktivacijom kasnije ugrađenog materijala u modulu AQB automatski biti aktivni i svi oni prije ugrađeni.

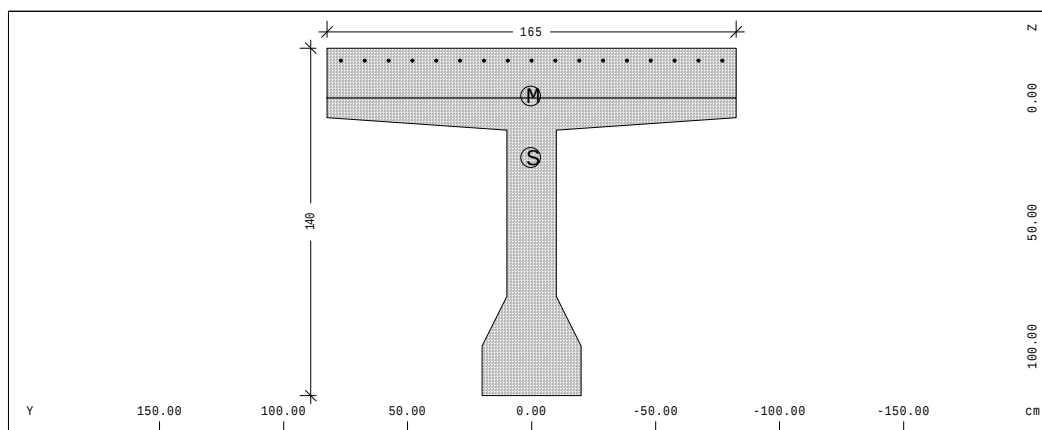
2. Osnovni i spregnuti presjeci

Pri modeliranju ovakvog jednog sustava imperativno je da se uzmu u obzir i faze izgradnje. Sam nosač bez kolničke ploče mora biti sposoban izdržati prednapinjanje, nositi svoju vlastitu težinu i težinu svježeg betona pri betoniranju kolničke ploče. U svim tim fazama aktivan je samo osnovni presjek (slika 2.)



Slika 2. – Osnovni presjek

Nakon očvrnuća betona kolničke ploče on postaje aktivan nosivi element u poprečnom presjeku nosača i tada ćemo morati redefinirati novim modulom AQUA (slika 3.).



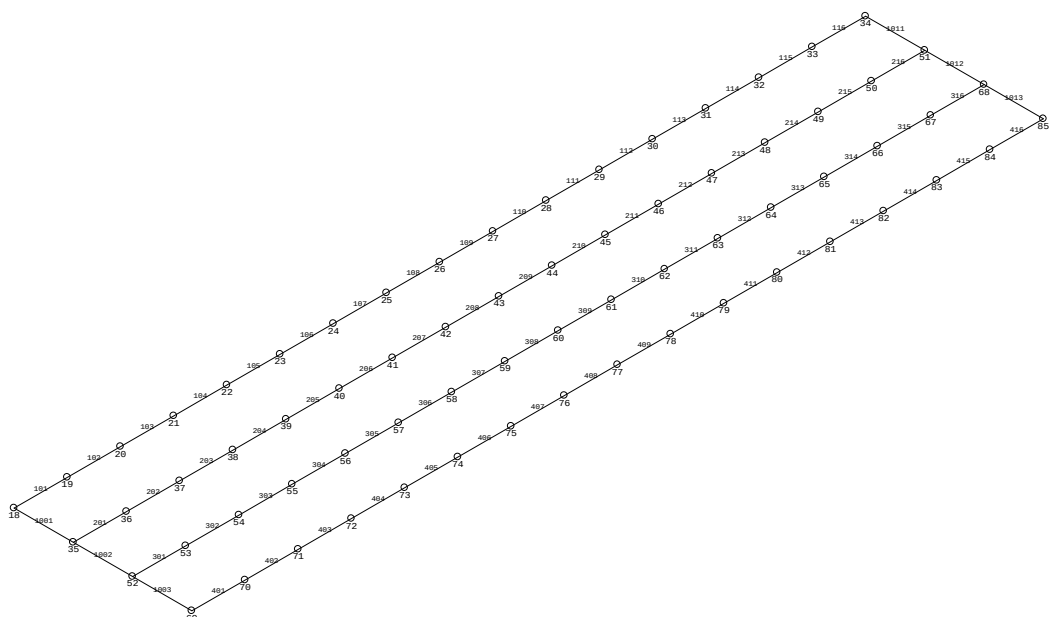
Slika 3. – Spregnuti presjek

Na ovaj način smo se osigurali da se naponi unutar presjeka raspodjeljuju točno onako kako i očekujemo tokom izvedbe. U krajnjem stanju naponske slike, dakle, osnovni nosač unutar presjeka preuzima napone od svih opterećenja, a kolnička ploča zajedno sa osnovnim presjekom preuzima napone od pokretnog opterećenja i puzanja i skupljanja nakon njenog betoniranja. Zato materijal osnovnog presjeka ima manji redni broj od materijala dobetonirane kolničke ploče.

GEOMETRIJA ROŠTILJA – STANDUP MODEL

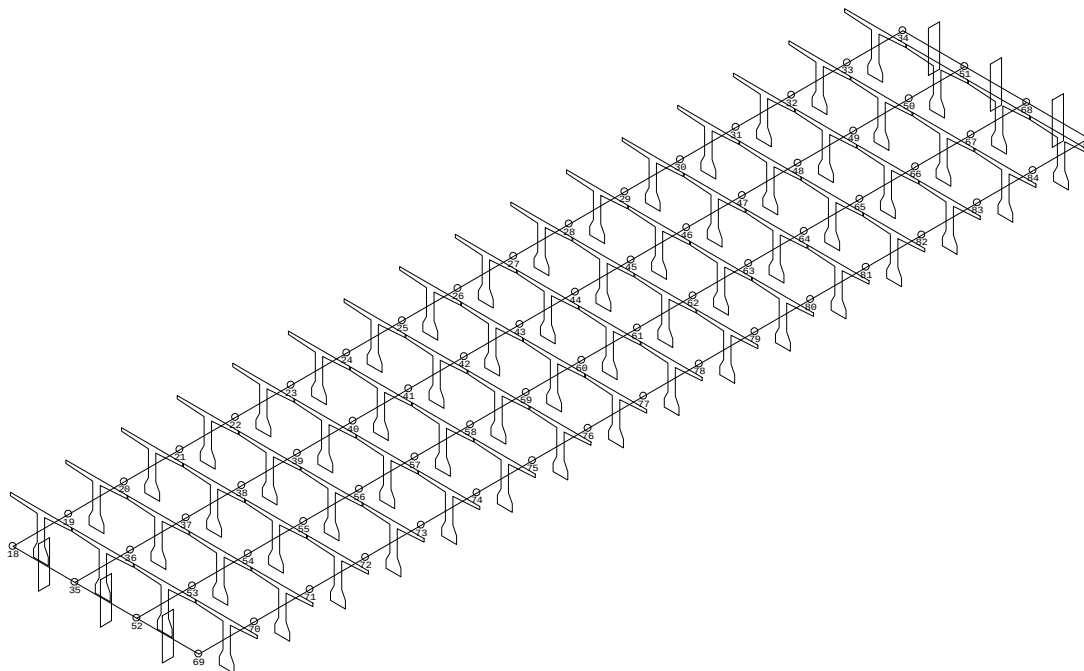
Model roštilja ćemo definirati kao prostornu konstrukciju (SPAC) unutar modula GENF. Model nije ravninski jer su poprečni elementi ploče u odnosu na uzdužne elemente uzdignuti na njihovu stvarnu visinu u konstrukciji mosta. Njihovi su čvorovi dakle vertikalno uzdignuti u odnosu na one od uzdužnih nosača, a njihova međusobna veza je ostvarena odnosom master-slave.

Generacija čvorova i elemenata prikazana je na sljedećim slikama. Na slici 4. prikazani su uzdužni i poprečni nosači sa pripadajućim čvorovima.



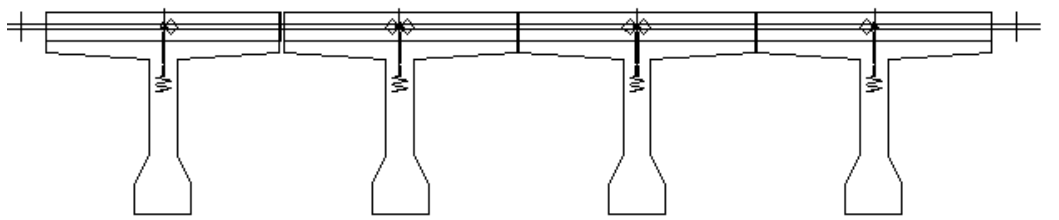
Slika 4. – Uzdužni i poprečni elementi roštilja

Možemo vidjeti da ovdje još nema poprečnih elemenata AB kolničke ploče. Ovdje je naime još uvijek riječ o modelu kada betonska ploča nije aktivirana. Još je bitno napomenuti da se uzdužni nosači nalaze u grupi 0, a poprečni nosači nad ležajem u grupi 1. Uzdužni nosači su ovdje definirani sa osnovnim poprečnim presjekom (nema ploče) – slika 5. Oslonci uzdužnih nosača su opruge odgovarajuće krutosti na njihovim krajevima.



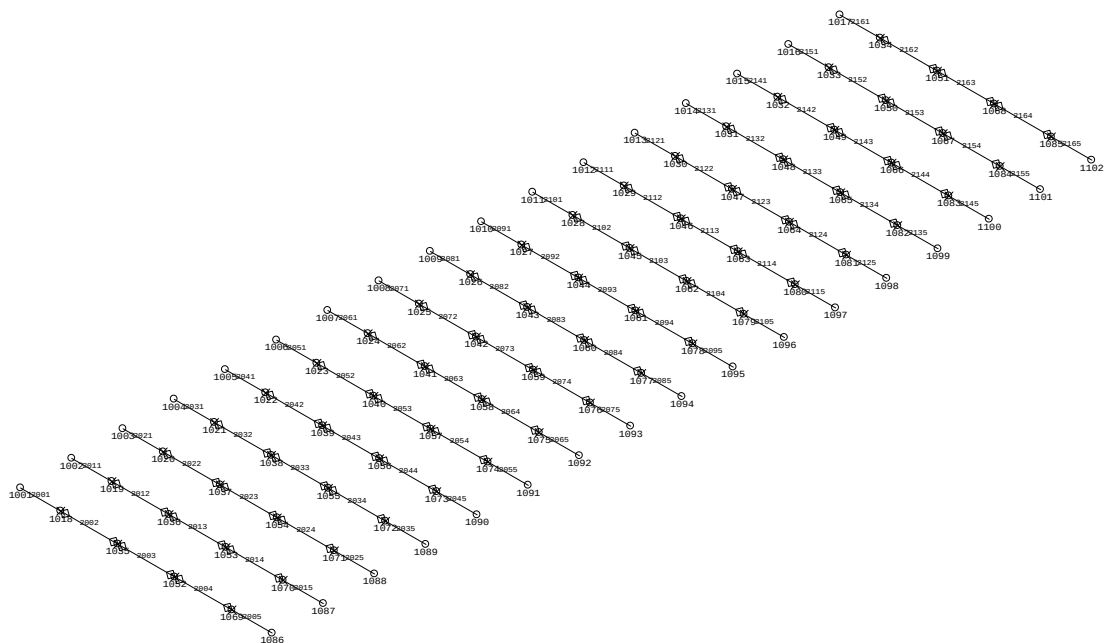
Slika 5. – Prikaz osnovnih poprečnih presjeka u roštilju

U istom GENF modulu dovršit ćemo model čitave konstrukcije (definirat ćemo poprečne nosače – kolničku ploču) ali oni će biti u zasebnoj grupi (grupa 2) kako ih možemo držati neaktivirane sve dok ne dođemo do faze kada oni postaju nosivi elementi. Oni će se u odnosu na glavne nosače nalaziti izdignuti za razliku njihovih težišta kako bi se u modelu nalazili visinski točno gdje su i u stvarnosti. Povezati ćemo ih sa glavnim nosačima vezom master-slave.



Slika 6.

Na slici 7. je prikazana numeracija čvorova i elemenata ovih poprečnih nosača kolničke ploče. Njihov poprečni presjek je kvadratni sa promjenjivom visinom 20-25 cm (niži u sredini između glavnih nosača, a viši u području iznad hrpta glavnog nosača jer tu i gornja pojasnica glavnog nosača djelomično sudjeluje u nosivosti), a širina im je takva da obuhvaćaju čitav razmak između osi poprečnih štapova u gdje su osno smješteni – u ovom slučaju to je 1,5m osim na krajnjim dijelovima gdje je ta udaljenost samo pola.



Slika 7. – Poprečni elementi (kolnička ploča)

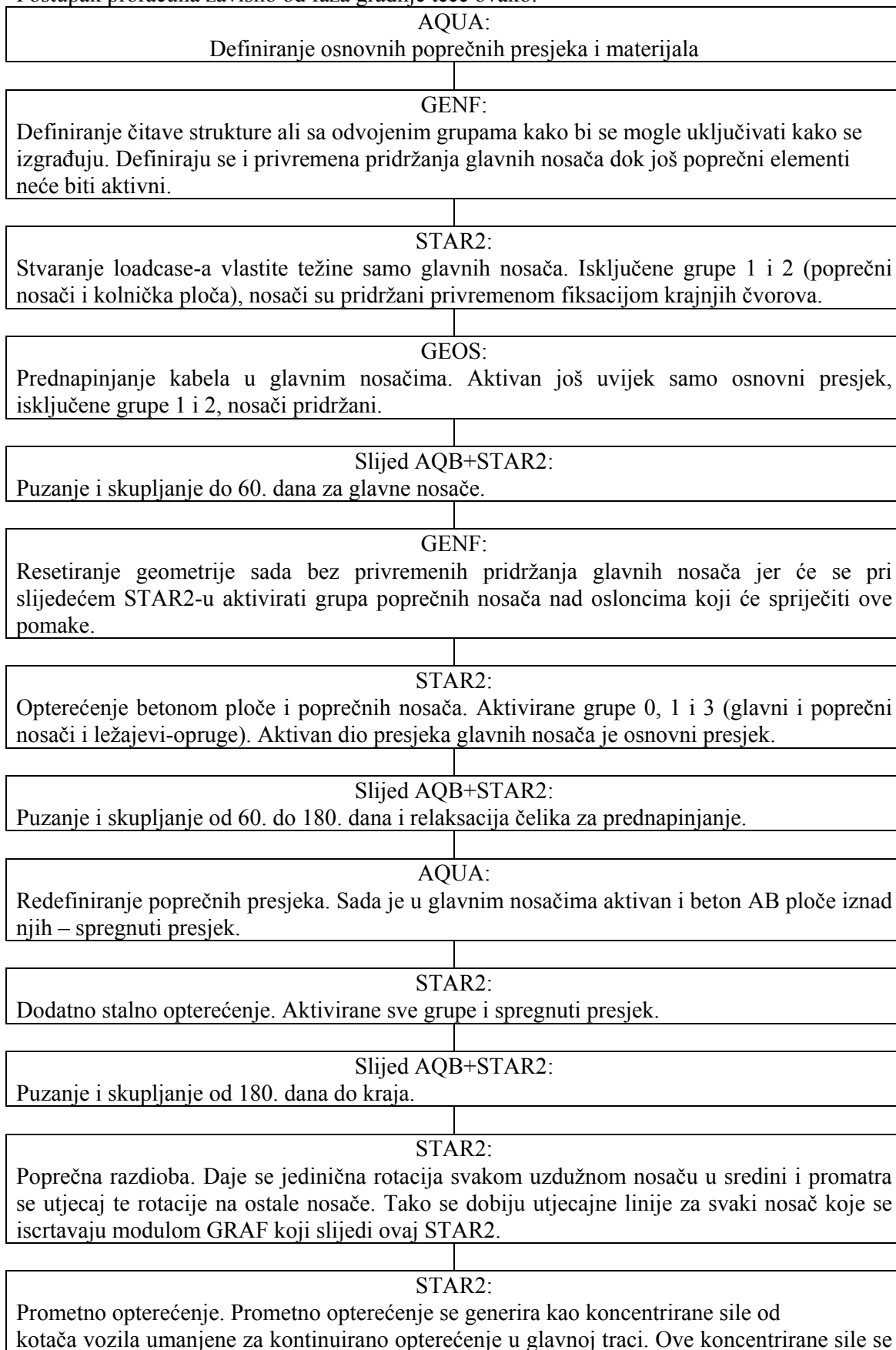
Ovi elementi na svojim krajevima imaju zglobove tako da ne prenose momente u poprečnom smjeru (modelirano sa AHIN i EHIN Mz).

Što smo dakle sve modelirali GENF-om?

1. Uzdužne I nosače – grupa 0,
2. poprečne nosače nad osloncima – grupa 1,
3. oslonce glavnih nosača (opruge) – grupa 3,
4. poprečne nosače koji predstavljaju kolničku ploču i aktivirat će se nakon njenog betoniranja i očvrnuća – grupa 2,
5. fiksnu vezu master-slave glavnih nosača i poprečnih nosača površ,
6. privremena pridržanja glavnih nosača (fiksacija Mx na njihovim krajevima) koja će biti aktivna dok još nema poprečnih nosača i kolničke ploče (faza prednapinjanja i montaže kada djeluje samo vlastita težina).

POSTUPAK PRORAČUNA

Postupak proračuna zavisno od faza gradnje teče ovako:



pomiču u uzdužnom smjeru za 1,5m i tako simuliraju kretanje vozila. Svaki položaj kotača se sprema u poseban loadcase. Posebno se kreira loadcase sa kontinuiranim opterećenjem u glavnoj travi i na ostatku mosta. Ne opterećuje se jedino onaj dio mosta gdje utjecajna linija za opterećeni nosač ima negativnu vrijednost. Vrijednosti koncentriranog i kontinuiranog opterećenja u glavnoj traci se množe sa dinamičkim faktorom.

Rade se dva slučaja položaja vozila u poprečnom smjeru – kada je vozilo odmah uz rubnjak (opterećen je prvi nosač) i kad je vozilo na iznad drugog nosača. Za svaku od tih shema generira se u uzdužnom smjeru prolaz vozila pomicanjem koncentriranih sila od kotača. Sva opterećenja se daju na poprečne nosače kolničke ploče preko kojih se onda prenose na glavne nosače.

MAXIMA:

Anvelopa prometa. Svi loadcaseovi generirani prethodnim STAR2-om analiziraju se i uzima se u obzir samo jedan (i jedino jedan - kako ne bi bilo višestrukog zbrajanja prometa) koji daje najnepovoljniji traženi rezultat rezne sile i/ili pomaka.

AQB:

Proračun pojedinačnih napona i spremanje istih u individualne loadcaseove. Mjerodavni naponi računaju se za najveće momente.

AQB:

Proračun napona za kombinacije opterećenja. Računaju se kombinacije po fazama izgradnje i to kako slijedi:

- 1) težina glavnih nosača + prednapinjanje
- 2) težina gl. nosača + prednapinjanje + puzanje i skupljanje do 180 dana
- 3) težina gl. nosača + prednapinjanje + puzanje i skupljanje do 180 dana + relaksacija
- 4) 3) + beton od betoniranja kolničke ploče
- 5) 4) + dodatno puzanje i skupljanje do 240. dana + dodatno stalno opterećenje
- 6) 5) + dodatno puzanje i skupljanje do 330. dana + probno prometno opterećenje
- 7) sva stalna opterećenja + završeno skupljanje i puzanje
- 8) sva stalna opterećenja + završeno skupljanje i puzanje + maksimalni promet
- 9) sva stalna opterećenja + završeno skupljanje i puzanje + 0,5 prometa

KABELSKO PREDNAPINJANJE U GEOS-u

Za nosače korištene u ovom projektu odabire se kabelsko prednapinjanje, sistem DYWIDAG 6807, čelik 1660/1860. Materijal smo već definirali u AQUA-i, a ostala svojstva ovog sustava ćemo očitati iz tablice dobavljača.

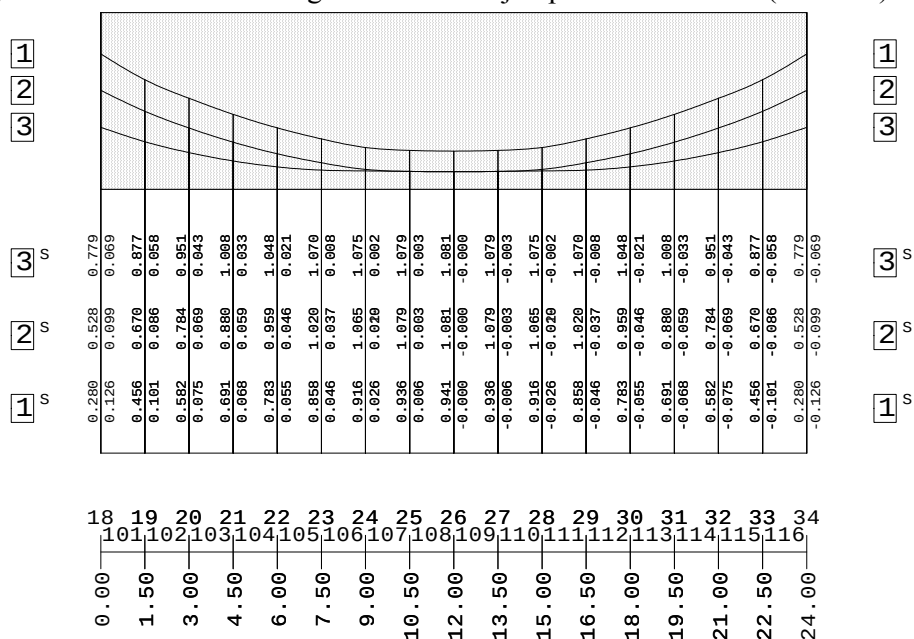
Najvažniji potrebni podaci su slijedeći:

- površina po kabelu u mm^2 (u ovom slučaju 1050 mm^2)
- prokliznuće klina u mm (pretpostavljeno 4 mm)
- vanjski promjer cijevi u kojoj se nalazi kabel u mm (u ovom slučaju 70 mm)
- koeficijent trenje kabela u cijevi (u ovom slučaju 0,19)

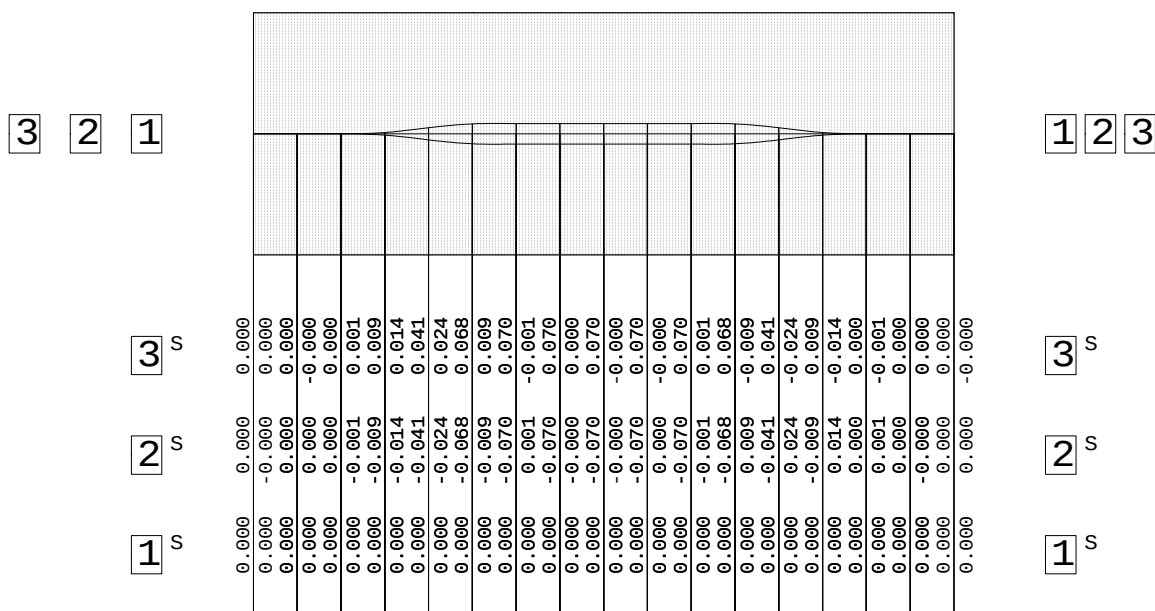
Ove podatke (zajedno sa silom prednapinjanja) u geosu zadajemo u slijedećoj naredbi:

PSYS MNO ZV AZ EZ MINR BETA MUE MUE- SS DH (vidi help za objašnjenje).

Da bi izvršili prednapinjanje unutar Sofistika potrebno je prije toga definirati geometriju kabela (slika 8. i 9.) i odrediti maksimalnu silu po kabeu kojom ćemo vršiti prednapinjanje (ZV). Ovo je maksimalna sila nakon gubitaka od trenja i prokliznuća klina (slika 10.).



Slika 8. – Geometrija kabela – presjek vertikalnom ravninom



Slika 9. – Geometrija kabela – presjek horizontalnom ravninom

Za definiranje geometrije kabela koja je u ovom slučaju prostorna krivulja prvo moramo definirati referentnu liniju u odnosu na koju ćemo relativno upisivati koordinate kabela. Najbolje je za to odabrati liniju osi nosača – za svaki nosač po jednu. Linija osi nosača je određena beam elementima koji se u njoj nalaze:

CBEA NOH 1 S 0.0 FROM 101 116 TYPE BEAM (za nosač 1)

CBEA NOH 2 S 0.0 FROM 201 216 TYPE BEAM (za nosač 2)

CBEA NOH 3 S 0.0 FROM 301 316 TYPE BEAM (za nosač 3)

CBEA NOH 4 S 0.0 FROM 401 416 TYPE BEAM (za nosač 4)

Slijede naredbe:

TGEO NOG NOH - NOG definira brojčanu oznaku kabela, a NOH njegovu referentnu liniju,

PTSC NO X V U DVS DUS TYPE=0

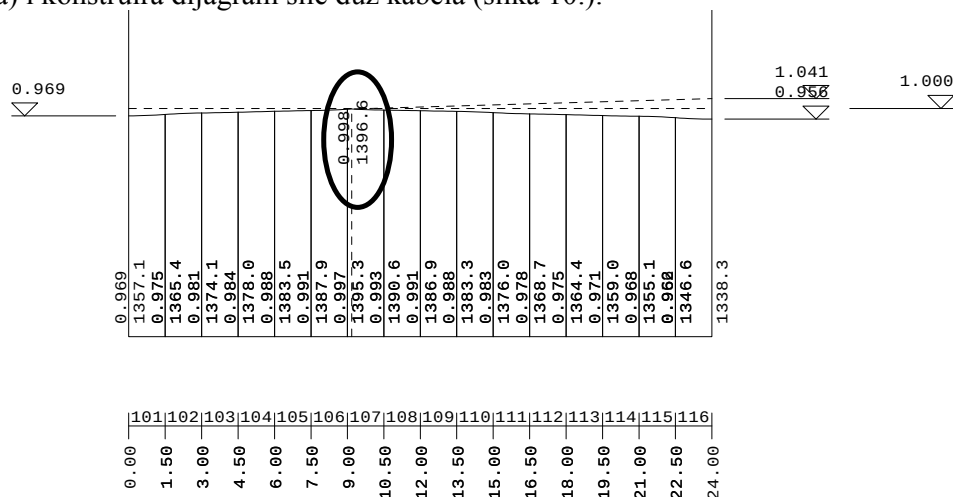
- NO poziva beam element u referentnoj liniji
- X definira uzdužnu koordinatu točke u odnosu na početak beam elementa
- V definira položaj kabela u vertikalnom smjeru u odnosu na ishodište koordinatnog sustava poprečnog presjeka beam elementa pozvanog sa NO u presjeku na udaljenosti X od početka beam elementa
- U definira položaj kabela u horizontalnom smjeru u odnosu na ishodište koordinatnog sustava poprečnog presjeka beam elementa pozvanog sa NO
- DVS definira nagib kabela u vertikalnom i DUS u horizontalnom smjeru (tangentu na kabel) – program ga po defaultu sam računa a ako je dosegnuta minimalna ili maksimalna točka tada upisujemo nagib tangente = 0.

Odabran način prednapinjanja je s desne strane, a unos sile koju ćemo unositi je definiran koeficijentom FACT=1,0 (slika 10.). Isto tako smo definirali da najveća sila koju ćemo unositi u kabel na preši (prije početnih gubitaka) ne smije biti veća od 1,18*maksimalna sila nakon početnih gubitaka (ona koju unosimo). Ovakav način unosa je definiran slijedećom linijom Sofistika:

PFAC RI ANWS 9 FAC 1.00 FACA 1.18

ANSW 9 definira da Sofistik računa prednapinjanje i prokliznuće klina.

Iz ovih podataka Sofistik računa potrebnu silu na preši (ne veću od 1,18*sila nakon početnih gubitaka) i konstruira dijagram sile duž kabela (slika 10.).



Slika 10. – Maksimalna sila u kabelu nakon početnih gubitaka

Iz svega iznesenog možemo zaključiti da prednapinjanje pomoću Sofistika zahtjeva prethodni "ručni" proračun geometrije i broja potrebnih kabela i barem okvirno sile za prednapinjanje kako bi imali neku osnovu za unos podataka. Kasnije možemo regulirati veličinu sile i tako utjecati na stupanj prednapinjanja.