



SREDNJA GRADBENA ŠOLA IN GIMNAZIJA
MARIBOR
SMETANOVA ULICA 35, 2000 MARIBOR

Zamisli, izračunaj, izvedi, preizkusi!

Raziskovalna naloga

Področje: Gradbeništvo

Avtorica: MAŠA JEZA

Maribor, 2021

Mentor: Riko VRANC univ. dipl. inž. grad.



SREDNJA GRADBENA ŠOLA IN GIMNAZIJA
MARIBOR
SMETANOVA ULICA 35, 2000 MARIBOR

Zamisli, izračunaj, izvedi, preizkusi!

Raziskovalna naloga

Področje: Gradbeništvo

Avtorica: MAŠA JEZA

Kazalo vsebine

Kazalo slik	5
POVZETEK	7
ZAHVALA	8
1 UVOD	9
1.1 Cilji raziskovalnega dela	9
1.2 Hipoteze	9
1.3 Metodologija dela.....	9
2 POMEN POJMOV MOST, KONSTRUKCIJA	10
3 MOST	12
3.1 Zgodovina mostov v Sloveniji	12
3.2 Oblika in konstrukcija	15
3.2.1 Gredni mostovi.....	15
3.2.2 Obokani in ločni mostovi	16
3.2.3 Palični mostovi.....	16
3.2.4 Mostovi z poševnimi zategami.....	17
3.2.5 Viseči mostovi.....	17
3.2.6 Premični mostovi.....	18
3.2.7 Plavajoči mostovi (pontonski).....	18
3.3 Material	19
3.3.1 Les	19
3.3.2 Kamniti most	19
3.3.3 Železni in jekleni most	20
3.3.4 Armiranobetonski in prednapeti most	21
3.3.5 Sovprežni most.....	21
3.3.6 Mostovi iz umetnih mas	22
3.3.7 Naravni most	22
3.4 Funkcija.....	23
3.5 Kraj.....	23

Raziskovalna naloga: Zamisli, izračunaj, izvedi, preizkusi!

3.6	Geometrija.....	24
3.6.1	Horizontalni in vertikalni potek	24
3.6.2	Prečni prerez.....	25
3.7	Sestavni deli mostu.....	25
3.7.1	Podporna konstrukcija.....	26
3.7.2	Razpanska konstrukcija.....	27
3.7.3	Oprema	27
3.8	Posebna oprema.....	29
3.9	Gradnja	29
3.9.1	Gradnja na klasičen način.....	29
3.9.2	Gradnja na pomičnem (drsнем) opažu	30
3.9.3	Prostokonzolna gradnja	30
3.9.4	Postopna narivna gradnja	30
3.9.5	Montažna gradnja.....	30
3.9.6	Gradnja opornikov in stebrov	31
3.9.7	Gradnja ločnih mostov	31
3.10	Vzdrževanje.....	31
4	MOSTNE KONSTUKCIJE.....	31
4.1	Most 1.....	32
4.2	Most 2.....	33
4.3	Most 3.....	34
4.4	Most 4.....	36
4.5	Most 5.....	38
5	UGOTOVITVE	40
5.1	Momenti	40
5.2	Prečne sile	40
5.3	Osne sile – tlaki	41
5.4	Osne sile – nategi	41
6	DRUŽBENA ODGOVORNOST	42
7	ZAKLUČEK.....	43
8	VIRI IN LITERATURA.....	44

8.1	Spletni viri, dostopni na URL:	44
8.1.1	Slike:	44

Kazalo slik

Slika 1: Kapucinski most v Škofji Loki	Napaka! Zaznamek ni definiran.
Slika 2: Tromostovje	13
Slika 3: Most čez Sočo v Solkanu	14
Slika 4: Dvoetažni most v Mariboru	15
Slika 5: Zmajski most.....	16
Slika 6: Železni most v Radečah	16
Slika 7: Puhov most	17
Slika 8: Viseči most	17
Slika 9: Tower Bridge, London.....	18
Slika 10: Most Nordhordlandsbrua	18
Slika 11: Leseni most	19
Slika 12: Jelenov oz. Dolinski most pri Borovnici.....	19
Slika 13: Prvi litoželezni most v Angliji	20
Slika 14: Koroški most.....	21
Slika 15: Most za pešce na Ptuju.....	21
Slika 16: Plastični most vAberfedly na Škotskem	22
Slika 17: Naravni most v Rakovem Škocjanu.....	22
Slika 18: Most za pešce čez Glinščico, Ljubljana	23
Slika 19: Viadukt Črni Kal.....	23
Slika 20: Horizontalni potek mostu in ceste.....	24
Slika 21: Prečni prerez ceste	25
Slika 22: Sestavni deli mostu	26
Slika 23: Osne sile mostne konstrukcije 1	32
Slika 24: Upogib mostne konstrukcije 1	32
Slika 25: Mostna konstrukcija 1	32
Slika 26: Upogib mostne konstrukcije 2	33
Slika 27: Mostna konstrukcija 2.....	33
Slika 28: Osne sile mostne konstrukcije 2	33
Slika 29: Momenti mostne konstrukcije 3.....	34
Slika 30: Upogib mostne konstrukcije 3	34
Slika 31: Mostna konstrukcija 3.....	34
Slika 32: Prečne sile v mostni konstrukciji 3	35
Slika 33: Osne sile v mostni konstrukciji 3.....	35
Slika 34: Upogib mostne konstrukcije 4	36
Slika 35: Mostna konstrukcija 4.....	36
Slika 36: Momenti mostne konstrukcije 4.....	37
Slika 37: Osne sile mostne konstrukcije 4	37
Slika 38: Prečne sile mostne konstrukcije 4.....	37
Slika 39: Mostna konstrukcija 5.....	38
Slika 40: Upogib mostne konstrukcije 5	38
Slika 41: Momenti mostne konstrukcije 5.....	39
Slika 42: Osne sile mostne konstrukcije 5	39
Slika 43: Prečne sile mostne konstrukcije 5.....	39

Kazalo tabel

Tabela 1: Momenti mostnih konstrukcij	40
Tabela 2: Prečne sile v mostnih konstrukcijah.....	40
Tabela 3: Osne sile – tlaki mostnih konstrukcij	41
Tabela 4: Osne sile – nategi mostnih konstrukcij	41

POVZETEK

Mostovi so konstrukcijsko kar zahtevni, so pa ob tem tudi res lepa konstrukcija. Če pa so tudi lepega videza, lahko privabijo veliko turistov in so prava turistična atrakcija. Veliko krajev po svetu je znanih ravno po svojih mostovih.

Pri tem ko most konstruiramo, imamo v mislih najprej njegov videz in ob tem tudi računamo, kako bi se ta most obnašal pod določenimi obremenitvami. To lahko traja tudi dlje časa. Ko vse izračunamo, lahko izdelamo makete mostov in jih tako obremenimo z enakimi silami, kakršne smo prej izračunali.

V nalogi sem izbrala pet mostov, od teh so si trije na videz zelo podobni, razlikujejo se le v tem, kako so zatege vpete v podpore ali voziščno konstrukcijo. Ostala dva mostova pa sta bolj klasična, veliko takšnih najdemo tudi po Sloveniji.

Raziskovalna naloga: Zamisli, izračunaj, izvedi, preizkusi!

ZAHVALA

Zahvaljujem se vsem, ki so mi pomagali pri nastanku te raziskovalne naloge.

Posebej bi se rada zahvalila mentorju, ki me je spodbujal in vodil pri izdelavi naloge.

Zahvaljujem se tudi vsem profesorjem na šoli, ki so mi pomagali s tem, da so mi odstrli še kak drugačen pogled na mojo raziskovalno nalogo, in mi omogočili, da sem lahko tudi od doma delala z vsemi primernimi programi za raziskovanje.

Iskrena hvala vsem.

1 UVOD

Mostovi so posebne konstrukcije, ki cesto povezujejo z enega brega reke oziroma potoka na drugega. Zato morajo biti res premišljeno konstruirani in zgrajeni. Na začetku načrtovanja mostu moramo vedno pridobiti vse robne pogoje (informacije o dolžini, širini, višini mostu ...). Nato preidemo na malo težji del, ko moramo ugotoviti, kakšen most bi bil najustreznejši za tisti kraj oziroma okolje. S temi idejami začnemo načrtovati različne oblike mostov in računati njihove upogibe. Če je potrebno, lahko izdelamo tudi maketo in jo porušimo. Pri poružitvi močno vlogo igra dejstvo, kako točno smo maketo izdelali in kateri material smo uporabili.

1.1 Cilji raziskovalnega dela

Moji cilji pri tej raziskovalni nalogi so:

- poučiti se še bolj o mostnih konstrukcijah,
- skonstruirati most, ki bo nosil čim večjo težo,
- ugotoviti, kateri most, ki sem ga narisala, bo prenesel največ obremenitev in bo primeren za gradnjo.

1.2 Hipoteze

1. Največ teže bo prenesel most z elipsastim lokom.
2. Največjo pozornost je treba posvetiti loku/zategam konstrukcije.
3. Največje sile bodo nastajale na sredini mostu.

1.3 Metodologija dela

Raziskovalno nalogo sem razdelila v dva dela. V prvem delu naloge sem raziskovala, kaj je most, kakšne oblike mostov poznamo, iz katerih materialov so narejeni, kateri elementi so na mostovih, kako jih gradimo ...

Drugi del naloge je bil malo bolj raziskovalen, saj sem morala najprej na spletu poiskati most, ki mi je všeč, in ga potem v ustreznih merah narisati. Mere (robne pogoje) sem določila že vnaprej, nato sem jih morala upoštevati pri risanju mostov. Ko so bili

mostovi narisani, sem jih znova pregledala in odstranila elemente, za katere sem ugotovila, da za most nimajo nobenega pomena.

Raziskovanje je sledilo, ko so bili mostovi dokončno narisani v programu LINKO. V tem programu sem vse mostove obremenila z enako velikimi silami. Po obremenitvi sem na podlagi diagramov, ki jih je program narisal, videla, kje nastajajo momenti, prečne in osne sile, razbrala sem lahko tudi velikosti.

Velikosti določenih sil sem potem vnesla v tabelo in na podlagi teh velikosti sil sem lahko ugotovila, kateri most je najprimernejši za gradnjo v našem okolju.

2 POMEN POJMOV MOST, KONSTRUKCIJA

Velikokrat uporabljamo besede, za katere ne poznamo točne razlage. Hotela sem se prepričati, ali res poznam pravi pomen pojmov most in konstrukcija.

móst -ú in -a m, daj., mest. ed. mōstu in móstu; mn. mostôvi stil. mósti (ô)

1. objekt, po katerem vodi pot čez globinske ovire: čez reko, nad potokom je most; pod tako težo bi se most podrl; graditi most z modernimi pripomočki; minirati most; voda je podrla most; iti, peljati se čez most; trden, velik most / cestni, železniški most; dravski, savski most; dvizni most; kamniti, leseni, železobetonski most; zasilni most; most za pešce / zeleni most *most za varno gibanje predvsem divjih živali prek avtoceste*
// teh. temu objektu podobna naprava za pretok vode, nafte: za dovod tlačne cevi k centrali bo treba napraviti tudi most

// knjiž. kar je podobno temu objektu: Kikladi in Sporadi so naraven otočni most med Evropo in Azijo

2. ekspr. kar povzroča sodelovanje med različnima stranema: graditi most do bližnjega; najti most med narodoma; zgraditi most med življenjem in znanostjo; duhovni most med njimi in nami / gospodarski most med vzhodom in zahodom / most pomoči

• ekspr. podreti vse mostove med seboj, za seboj *onemogočiti si zблиžanje, vrnitev*; publ. po zračnem mostu prepeljati potnike *prepeljati jih z letali in helikopterji*; ekspr. oslovski most *prikaz ali pripomoček za ljudi, ki si pri učenju kaj težko zapomnijo ali težko razumejo*; šol. žarg. oslovski most *Pitagorov izrek*; star. tehtnica na most *mostna tehtnica*; preg. mladost je norost, čez jarek skače,

kjer je most

♦ adm. knjigovodski most *črta*, s katero se izpolni nepopisani prostor pri zaključevanju poslovnih knjig; alp. ledeniški most *plast snega ali ledu*, ki sega čez ledeniško razpoko; avt. zadnji most *del avtomobila*, ki nosi gnani zadnji kolesi in ima v okviru vgrajen *diferencial*; etn. most *naprava za dovoz na skedenj*; (trden) most *otroška igra*, pri kateri prehaja vrsta pod dvignjenimi sklenjenimi rokami enega ali več parov sodelujočih; geogr. naravni most *ob podoru preostali strop nad votlino*; grad. ločni most *katerega glavni nosilni element je lok*; viseči most; nosilnost mostu; razpetina mostu *razdalja med opornikoma*; kor. most *vzratni upogib telesa*, pri katerem so prsti rok oprti na tla; med. most *spoj*, s katerim je umetni zob pritrjen na sosednja zdrava zoba; *mostiček*; navt. most *vodoravna naprava za prehod ljudi in prenos tovora med obalo in ladjo*; poveljniški most; obrt. most *del očal*, ki povezuje okularja; šport. most (*odskočna*) miza; voj. pontonski most *most*, ki sloni na pontonih

konstrukcija -e ž (ú)

1. kar nosi, podpira, povezuje stavbo, objekt: postaviti konstrukcijo; betonska, lesena konstrukcija; lita, varjena konstrukcija; konstrukcija iz aluminija / namestitev nove strešne konstrukcije; ob potresu je bila poškodovana tudi stropna konstrukcija / z oslabljenim pomenom mostna konstrukcija *most*

2. stavba, objekt: lesene konstrukcije ob cesti

3. uresničitev svojih (izvirnih) zamisli, zlasti na področju tehnike: konstrukcija letala, stroja mu je uspela / gred se je zvila zaradi napake v konstrukciji

// s prilastkom *način, tehnična izvedba take uresnitve*: letalo nove konstrukcije / narejen je v solidni konstrukciji

4. knjiž. zgradba, ustroj, kompozicija: podobno konstrukcijo imajo tudi Shakespearove drame; neslovenska konstrukcija stavkov / poznati konstrukcijo telesa / njegovi junaki so zgolj abstraktne, umetne konstrukcije *tvorbe*

♦ aer. lupinasta konstrukcija letala *po tankosti, ukrivljenosti zunanjih nosilnih sten podobna (jajčni) lupini*; grad. lahka konstrukcija *iz lahkega materiala ali iz votlih, izvotljenih elementov*; masivna konstrukcija *iz opeke, kamna, litega betona*; mrežasta konstrukcija *iz tankih zlasti jeklenih palic ali cevi*; skeletna konstrukcija *iz stebrov in vodoravnih plošč*; jezikosl. ablativna konstrukcija v nekaterih jezikih *zveza prilastka in*

odnosnice v ablativu kot prislovno določilo v stavku; infinitivna konstrukcija nedoločniška konstrukcija

Most in konstrukcija imata veliko različnih pomenov, tudi takšne, ki niso povezani z gradbeništvom. Besedi most in konstrukcija bom v tej raziskovalni nalogi uporabljala kot pojma, povezana z gradbeništvom.

3 MOST

Most je inženirski objekt, po katerem vodi pot čez globinske ovire: reke, doline, soteske, morske ožine, ceste, železnice ali drugo komunalno infrastrukturo. Oblika in izvedba mostu sta odvisni od njegove razpetine, višine, vrste temeljnih tal in obremenitve, ki jo mora prenašati. Most v ožjem smislu je objekt, ki služi prehodu prometnice preko vodotoka, z odprtino večjo ali enako 5,0 m.

3.1 Zgodovina mostov v Sloveniji

Prvi mostovi na območju današnje Slovenije so bili verjetno v času mostiščarjev zgrajeni kot povezovalni mostovi med mostišči in kopnim. Tedanji prebivalci so v barjanska tla zabijali lesene kole in na njih gradili preproste lesene kolibe, ki so bile med seboj povezane z "mostnimi" konstrukcijami. Koliščarski most pri Notranjih Goricah je bil dolg okoli 400 metrov.

Najpomembnejši pri gradnji mostov so bili Rimljani, ki so imeli izvrstno cestno omrežje in gradili predvsem kamnite mostove v kombinaciji z lesom. Rimski mostovi so, glede na najdbe, stali čez Dravo pri Ptuju, čez Ljubljano pri Vrhniku in Ljubljani ter čez Savo v Črnučah. Ti mostovi naj bi bili dolgi okrog 300 metrov. Kamniti rimski most z ločno konstrukcijo, most čez Savo v soteski pri Zidanem Mostu, naj bi nastal že leta 290 pr. n. št. Noben od teh mostov ni ohranjen do današnjih dni, o njih pričajo le borni ostanki.

Večje in pomembnejše mostove so na Slovenskem gradili v 12. in 13. stoletju. V tem času so mostove uporabljali predvsem za vstop v mesto in izstop iz njega, saj so mesta gradili ob večjih rekah. Srednjeveški gradovi so imeli v sklopu obrambnega sistema na vstopu v grad običajno zgrajen dvižni most.

Raziskovalna naloga: Zamisli, izračunaj, izvedi, preizkusi!



Slika 1: Kapucinski most v Škofji Loki

(Vir: [Najstarejši ohranjeni most v Sloveniji | Radio Ognjišče \(ognjisce.si\)](#) (9. 2. 2021))

Najstarejši ohranjeni most v Sloveniji je Kamniti ali Kapucinski most v Škofji Loki. Med večje in zahtevnejše masivne mostove lahko štejemo še most čez Sočo v Kanalu, zgrajen leta 1580, ki pa se ni ohranil.

V 17. stoletju so se razvijale gospodarske dejavnosti, zato so pospešeno izboljševali in gradili tudi nove cestne povezave.

Največ kamnitih mostov so zgradili na Primorskem in Notranjskem. Kamen je izrazito trajen material, zato so te konstrukcije ohranjene do danes. Nekateri izmed teh mostov so: most čez Bistrico pri Ribnici na Dolenjskem, iz leta 1665, most čez Rižano pri Dekanih, iz leta 1682, in največji med njimi – most čez Notranjsko Reko pri Premu, iz leta 1694. Konec 18. in v začetku 19. stoletja so na območju današnje Slovenije zgradili več mostov, poimenovanih Napoleonovi mostovi.

Pomemben zgodovinski dokument, ki nam daje zelo natančno sliko stanja mostov na slovenskih tleh, so Jožefinski vojaški zemljevidi (1763–1787), ki na podlagi natančnih meritev in opisov, izdelanih predvsem v vojaške namene, posredujejo dragocene podatke o takratnih poteh, vodah in mostovih na njih (Slovenski mostovi I in II, Humar, G., Kladnik, B.).

Prvi večji in pomembnejši most v Sloveniji so leta 1842 zgradili v centru Ljubljane, na mestu današnjega Tromostovja. Most z dvema lokoma in s središčnim stebrom v



Slika 2: Tromostovje

(Vir: [Tromostovje » Visit Ljubljana](#) (2. 3. 20212))

Raziskovalna naloga: Zamisli, izračunaj, izvedi, preizkusi!

Ljubljanici stoji še danes kot osrednji most Tromostovja, ki mu je leta 1932 dokončno obliko in podobo dal največji slovenski arhitekt Jože Plečnik.

Korenite spremembe v mostogradnji so na slovenskih tleh nastale sredi 19. stoletja, ko je Slovenijo prečkala Južna železnica. (Slovenski mostovi I in II, Humar, G., Kladnik, B.)

V Sloveniji ni bilo veliko jeklenih mostov. V Ljubljani so leta 1867 zgradili litoželezni most z razponom 33 metrov. Most je nastal na mestu današnjega Čevljarskega mostu preko Ljubljanice. V prvih letih 20. stoletja so na naših



Slika 3: Most čez Sočo v Solkanu

(Vir: [Solkan – Solkanski most | KRAJI – Slovenija](#) (9. 2. 2021))

tleh zrasli še štirje pomembni mostovi, ki danes predstavljajo spomenike tehnične dediščine na naših tleh. To so Zmajski most v Ljubljani, zgrajen leta 1901, cestni most čez Idrijco pred železniško postajo v Mostu na Soči, iz leta 1905, in kamniti železniški most čez Sočo v Solkanu, iz leta 1905, ki je s svojim lokom z razponom 85 metrov na prvem mestu med mostovi iz rezanega kamna na svetu.

Prehod iz 19. v 20. stoletje je z izumom armiranega betona v gradbeništvu napovedal hiter razvoj. Predvsem gradnja železniških prog je pri gradnji mostov in tunelov prinesla vrsto tehničnih novosti. Tudi v Ljubljani so intenzivno gradili nove mostove.

Po 2. svetovni vojni je bila najprej na vrsti obnova poškodovanih in gradnja nadomestnih mostov, po letu 1960 pa se je z izgradnjo novih "avtomobilskih cest" pričela tudi gradnja prvih viaduktov, most čez Dravo na Ptuj, v Mariboru itd.

Z gradnjo avtocestnega sistema v Sloveniji, leta 1972, pa se je gradnja zahtevnih mostov (viaduktov, nadvozov, podvozov, predorov) zelo razmahnila. Tehnične rešitve, oblikovanje in umeščanje v prostor je postalo zelo raznoliko.

3.2 Oblika in konstrukcija

Obstaja nekaj glavnih vrst mostov:

- gredni,
- konzolni,
- obokan in ločni most,
- viseči most,
- most z diagonalnimi kabli in
- palični most.

3.2.1 Gredni mostovi

Gredni mostovi so sistemi, pri katerih je zgornja (razpanska) konstrukcija (plošča, nosilec, škatla) ločena od podpor z ležišči. V Sloveniji je to najbolj pogosta oblika mostov. Po zasnovi so lahko prostoležeči, kontinuirni, okvirni (prekladna konstrukcija je monolitno ali z globom povezana s podporno konstrukcijo) ali konzolni gredni mostovi. Nosilni element so bodisi plošča bodisi eden ali več nosilcev različnih oblik (T, I nosilci, škatlasti nosilci).



Slika 4: Dvoetažni most v Mariboru

(Vir: [Meljski most – Galerija Unuk](#) (2. 3. 2021))

3.2.2 Obokani in ločni mostovi

Obokani ali ločni mostovi so predvsem stari kamniti ali opečni, narejeni iz enega ali več zaporednih obokov (svodov). Obok je torej usločen nosilni gradbeni element z dvema opornima mestoma. Znan je bil Borovniški viadukt, ki je bil na svetu v tistem času najdaljša konstrukcija z dvotirno železnico, med 2. svetovno vojno pa so ga porušili.



Slika 5: Zmajski most

(Vir: [Ljubljana – Zmajski most \(vanderkrogt.net\)](http://statues.vanderkrogt.net) (2. 3. 2021))

ali nad njo. Prvi armiranobetonski ločni most v Sloveniji je bil Zmajski most čez Ljubljano.

Ločni most je oblikovan podobno kot obok, ima pa zaradi svoje oblike (vitkosti) večjo nosilnost in manjšo porabo materiala. Razlikujejo se po tem, kje leži ločna konstrukcija: lok je pod prekladno konstrukcijo

3.2.3 Palični mostovi

Palični most se obnaša podobno kot prostoležeči gredni most, le nosilec je iz palic sestavljene oblike. Oblike paličja so različne in so lahko pod voziščem ali nad njim. Na Slovenskem so pogosti jekleni železniški mostovi, najdemo pa tudi še manjše lesene palične konstrukcije.



Slika 6: Železniški most v Radečah

(Vir: [Radeče – Stari železniški most | KRAJI – Slovenija](http://kraji-slovenija.com) (2. 3. 2021))

3.2.4 Mostovi z poševnimi zategami



Slika 7: Puhov most

(Vir: [Ptuj \(lepote-slovenije.si\)](http://Ptuj(lepote-slovenije.si)) (2. 3. 2021))

So mostovi, pri katerih je zgornja gredna konstrukcija s pomočjo poševnih kablov – zateg – obešena na pilone. V Sloveniji sta taka dva mostova: most čez Ljubljansko na vzhodni ljubljanski avtocesti, imenovan "harfa", in Puhov most čez Dravo na Ptuj (slednji je kombinacija grednega sistema in sistema

s poševnimi zategami ali z drugim imenom ekstradose). V svetu se s tako konstrukcijo ponašajo največji mostovi in so vse pogostejši.

3.2.5 Viseči mostovi

Viseči mostovi predstavljajo sistem, pri katerem so osnovni nosilni sistem parabolični kabli, ki preko pilona in vešalk nosijo gredni nosilec, ki neposredno prevzema obremenitve. Viseče mostove uporabljamo, ko je potrebno premostiti velike razpetine. Pri takšnih mostovih je treba zagotoviti stabilnost glede na veter in prometno obtežbo. Voziščna plošča se ne sme preveč premikati, zato mora biti težka ali toga ali oboje.



Slika 8: Viseči most

(Vir: Viseča brv pri Jablenci | KRAJI – Slovenija (9. 2. 2021))

Enostavni viseči mostovi so običajno brvi za pešce preko hudourniških rek, znani v Alpah in tudi drugih gorstvih po svetu. Prekladna konstrukcija z lesnim pohodnim delom leži kar na visečih kablilih. Prvi viseči mostovi so se pojavili v 15. stoletju v Tibetu.

3.2.6 Premični mostovi

Premični mostovi so zgrajeni tam, kjer ni mogoče zagotoviti križanja dveh



Slika 9: Tower Bridge, London

(Vir: [Najlepši zgodovinski mostovi v Evropi – Aktivni.si \(metropolitan.si\)](#) (9. 2. 2021))

prometnih poti z zadostno višino.

Predvsem je to pomembno na plovnikih rekah ali kanalih, da bi zagotovili nemoteno vožnjo ladjam. Plovbo omogočajo premični deli, ki se pri dviznem mostu dvignejo, pri vrtljivem mostu zasukajo pravokotno na svojo običajno lego, pri potopnem mostu pa potopijo v vodo. Verjetno največ jih je na Nizozemskem, najbolj znan je Tower Bridge v Londonu, zanimiv pa je še

Kattwykbrücke v Hamburgu, pri katerem se dvigne celotna konstrukcija.

3.2.7 Plavajoči mostovi (pontonski)

V posebnih primerih (npr. ob naravnih nesrečah) postavijo zasilni pontonski most. Tega sestavlja vrsta plavajočih nosilcev, čez katere položijo plošče. Kot nosilci lahko služijo čolni, amfibijska vozila ali votle plošče. Na uporabnost močno vpliva vodostaj reke. Plavajoče mostove praviloma uporabljajo kotčasne mostove za nadomestitev uničene infrastrukture (vojna, elementarni dogodki) vse do izgradnje novega mostu. Tipična je uporaba na vojaškem področju, če je infrastruktura uničena ali pa tudi kot poskus pridobivanja prednosti pred sovražnikom.

Na Norveškem so nekateri plavajoči mostovi zgrajeni kot stalni. Primer je 845 m dolg most Bergsöysund pri Kristiansundu.

Podoben je 1246 m dolg pontonski most, ki je del 1614 m dolgega mostu Nordhordlandsbrua v bližini Bergna.



Slika 10: Most Nordhordlandsbrua

(Vir: [Floating Bridge – Bergen – NordHordalandsBrua photo - Bergen - RAF©UF - VSN - Roald Atle Furre-Christine Urquhart Furre photos at pbase.com](#) (9. 2. 2021))

3.3 Material

3.3.1 Les

Les (hlod), položen preko potoka, je predstavljal prvi najpreprostejši most. V 18.



Slika 11: Lesen most

(Vir: [Otočec – Lesen most | KRAJI – Slovenija](#) (2. 3. 2021))

in 19. stoletju je gradnja lesenih mostov zelo napredovala – predvsem pri gradnji železnic v ZDA. Tudi na območju današnje Slovenije so v tem času zgradili celo vrsto lesenih mostov na Savi, Dravi, Krki (v Kostanjevici in Podbočju stojijo še danes), Ljubljanci itd. Ker je les slabo nosilen in manj obstojen, ga danes uporabljajo za mostove z manjšimi obtežbami, na primer za brvi za pešce, kolesarje.

3.3.2 Kamniti most

Kamniti mostovi so zaradi lastnosti materiala v glavnem obokani. Pomembni so bili v preteklosti, ko še niso poznali drugih tehnologij in materialov. Prednost kamnitih mostov je bila v dostopnosti surovine in možnostih oblikovanja. V Sloveniji je najznamenitejši Solkanski most (1904–1906) s kamnitim lokom razpona 85 m, zgrajen za železnico (glej sliko 3).



Slika 12: Jelenov oz. Dolinski most pri Borovnici

Jelenov oz. Dolinski most pri Borovnici so zgradili leta 1857. Most je speljan v rahlem zavoju, zidan je iz opeke in kamenja, sestavlja pa ga

(Vir: [Slika: Jelenov-viadukt1.jpg – Wikipedija, prosta enciklopedija \(wikipedia.org\)](#) (2. 3. 2021))

leta 1857. Most je speljan v rahlem zavoju, zidan je iz opeke in kamenja, sestavlja pa ga

Raziskovalna naloga: Zamisli, izračunaj, izvedi, preizkusi!

dvanajst stebrov ter enajst obokov. Dolg je 219 m in visok 29 m. Je med najstarejšimi slovenskimi mostovi z dvotirno železnico.

3.3.3 Železni in jekleni most

Gradnja kovinskih mostov je predvsem povezana z razvojem



Slika 13: prvi litoželezni most v Angliji

(Vir: [England: Ironbridge Gorge | Another Header \(wordpress.com\)](https://www.wordpress.com) (2. 3. 2021))

uporabe železa oziroma jekla.

Prve kovinske mostove so zgradili pred približno 150 leti.

Kovinske konstrukcije imajo določene prednosti glede na druge materiale: majhno težo in dimenzije nosilnih konstrukcij, z njimi lahko premagujemo

velike višine ter razpetine, so preproste za montažo, možna je industrijska izdelava, gradnja je hitra, demontaža je preprosta.

Slabi lastnosti pa sta korozija in

neodpornost na požar.

Prvi železni mostovi so prevzemali obliko kamnitih lokov, šele kasneje so ugotovili, da lahko gradijo tudi drugačne oblike (T in I nosilci).

Tehnične lastnosti jekla, premoščanje velikih razponov, hitra in natančna gradnja, fleksibilnost, manjša teža, preprosto vzdrževanje, kontrola materiala itd. so lastnosti, ki so lahko prednost posebej tam, kjer je industrija jekla močna. Izbor materiala mora biti usklajen z namenom mostu, s prometno obremenitvijo, tipom prečnega prereza nosilne konstrukcije, pogoji eksploatacije in v skladu s predpisi.

Jeklenih mostov, predvsem železniških, je v Sloveniji še zelo veliko. Nekatere so razglasili tudi za tehnične spomenike. Eden lepših jeklenih ločnih mostov v Sloveniji je most čez Dravo v Mariboru.

3.3.4 Armiranobetonski in prednapeti most

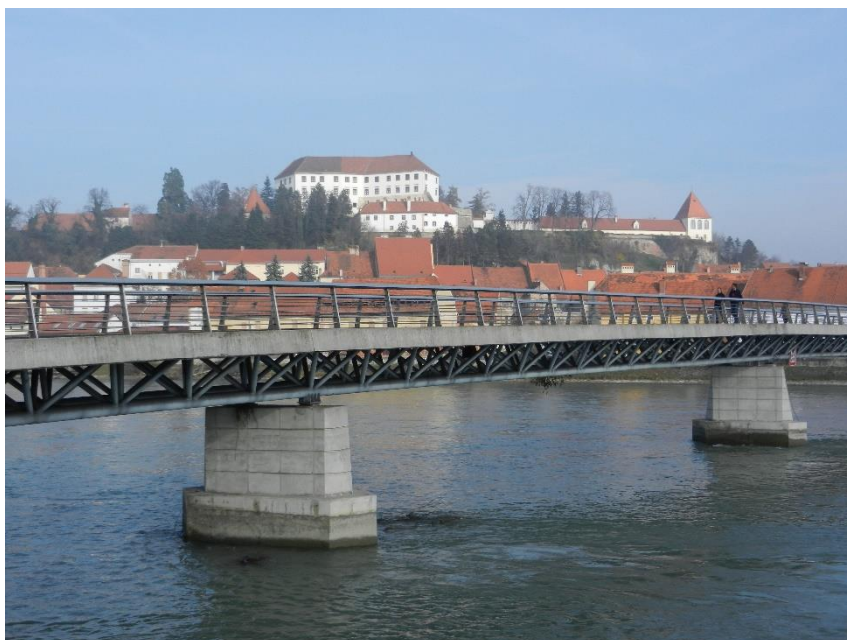
Armirani beton združuje prednosti betona in jekla. Beton ščiti jeklo pred korozijo, ta pa prinaša svojo moč. Ta povezava je možna, ker imata obe snovi zelo podobne toplotne širitvene koeficiente. Poznamo več vrst armiranega betona: običajen (v opaž je položena armatura in nato zalita z betonom) in prednapeti (polno, omejeno ali delno prednapeti beton – stopnje so odvisne od vrste obtežbe in okolja, v katerem se nahaja; prednapenjanje jekla izvedejo pred betoniranjem ali po njem).



Slika 14: Koroški most

(Vir: [Koroški most | projekti | Ponting](#) (2. 03. 2021))

3.3.5 Sovprežni most



Slika 15: Most za pešce na Ptuj

(Vir: [Slika: Brv za pešce na Ptuj \(3\).JPG – Wikipedija, prosta enciklopedija \(wikipedia.org\)](#) (9. 3. 2021))

Sovprežna konstrukcija je kombinacija najboljših lastnosti jekla in betona. Gre za kombinacijo, pri čemer je prekladna konstrukcija sovprega jeklenih nosilcev in armiranobetonske plošče.

3.3.6 Mostovi iz umetnih mas

V 90-letih so nekaj mostov zgradili iz optičnih plastičnih kompozitov. Ta material je uporaben za manjše mostove za pešce in kolesarje. Ena izmed najstarejših različic je most za pešce, zgrajen leta 1990 na igrišču za golf v Aberfeldyju na Škotskem.



Slika 16: Plastični most – Aberfeldy na Škotskem

(Vir: [Top Record Record / svet | Koristni nasveti in zanimive informacije o kateri koli temi. \(legaltechnique.org\)](#) (6. 3. 2021))

3.3.7 Naravni most

V naravi pogosto srečamo naravne mostove. Ti nastanejo z erozijo kamnin s



Slika 17: Naravni most v Rakovem Škocjanu

(Vir: [Ideja za izlet: Rakov Škocjan in naravni mostovi reke Rak | Mičn... \(slovenskenovice.si\)](#) (6. 3. 2021))

pomočjo vode ali vetra. V Sloveniji poznamo celo vrsto naravnih mostov. Med najznamenitejšimi sta Veliki in Mali naravni most v Rakovem Škocjanu.

3.4 Funkcija

Drugi način razvrščanja mostov je njihova funkcija. Poznamo cestne, železniške in kanalske (voda preko mostu), za pešce ter za živali (ekodukti). Pogosto pa ima most več funkcij.

Posebne vrste mostov poznajo v rudarstvu in kemični industriji, obstajajo pa tudi začasni mostovi, izdelani iz montažnih, večinoma jeklenih elementov, ki jih lahko uporabijo za delo pri popravilu obstoječih mostov. Začasni most lahko ostane v uporabi tudi dalj časa.



Slika 18: Most za pešce čez Glinščico, Ljubljana

(Vir: [Naši mostovi | Dnevnik](#) (6. 3. 2021))

3.5 Kraj



Slika 19: Viadukt Črni Kal

(Vir: [Mostovi Slovenije: Objekti, ki prečkajo razdalje – med stvarmi in ljudmi | Dnevnik](#) (6. 3. 2021))

Geografske značilnosti in prometne danosti so prav tako možno merilo za delitev mostov. Razlikujemo most preko doline, tudi viadukt, mestni most, viseči most, rečni most, mostove za kanale in zelo visoke mostove (30 m in več nad terenom).

3.6 Geometrija

Nekateri pojmi, ki jih uporabljamo pri določanju značilnosti mostu:

Skupna dolžina mostu – je razdalja med začetkom in koncem mostu (razdalja med osjo dilatacije ali zunanjšega roba krajnega opornika, če ni dilatacije).

Skupna širina mostu – je razdalja med zunanjsimi robovi robnih vencev.

Statična razpetina mostu – je dolžina med osmi sosednjih opornikov.

Višina mostu – je višina, merjena od ravnine terena do nivelete mostu.

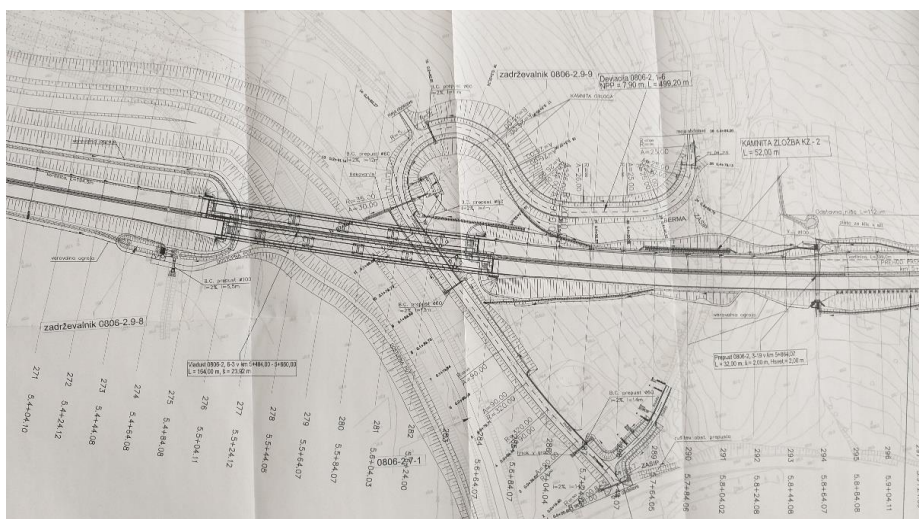
Svetla višina mostu – je prosta višina od terena (nivoja srednje višine vode, nivelete spodnje prometnice) do spodnjega roba zgornje konstrukcije.

Konstruktivna višina – je višina zgornje konstrukcije in je lahko spremenljiva v odvisnosti od tipa konstrukcije.

Zaščitna višina pod mostom – je višinska razlika, merjena od kote merodajne vode do spodnjega roba zgornje konstrukcije.

3.6.1 Horizontalni in vertikalni potek

Most je vedno del ceste, zato s svojim potekom sledi njenemu poteku. In obratno, na zahtevnem terenu se najprej oblikuje potek mostu, cesta pa se mu prilagodi. Most je lahko v premi ali horizontalni krivini, lahko tudi v več različnih zaporednih krivinah. Vertikalni potek mostu je lahko prav tako vodoraven ali v zaokrožitvi. Za



Slika 20: Horizontalni potek mostu in ceste

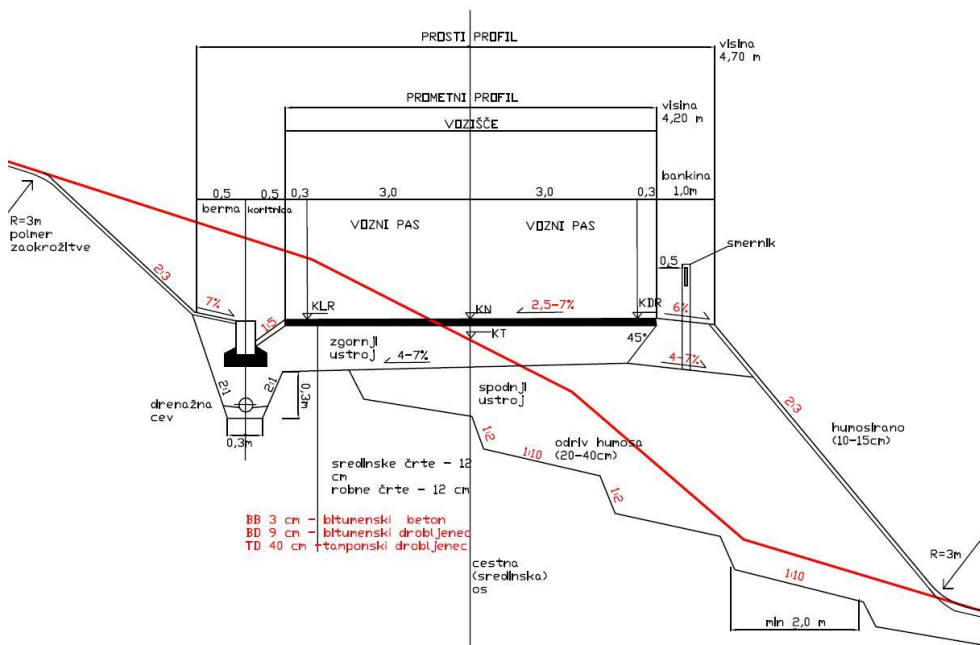
(Vir: lasten vir (30. 3. 2021))

tiste, ki sodelujejo pri gradnji, so nepravilne geometrijske oblike in razširitve mostov velik izziv, saj zahtevajo zapletene geometrijske

oblike poseben razvoj ali spremembo običajnih metod gradnje.

3.6.2 Prečni prerez

Prečni prerezi mostov so lahko različni – glede na vrsto komunikacije (cesto, železnico, peš promet ...), za katero so predvideni, ali njihovo kombinacijo. Lahko so večpasovni ali dvoetažni.



Slika 21: Prečni prerez ceste

(Vir: lasten vir (30. 3. 2021))

3.7 Sestavni deli mostu

Sestavne dele mostu se delimo na tri sklope: podporno konstrukcijo, kamor sodijo temelji in oporniki ter stebri, razponsko konstrukcijo in opremo. V nadaljevanju so navedeni primeri za cestni most.

Vzdolžni prerez mosta



Slika 22: Sestavni deli mostu

(Vir: [Most – Wikipedija, prosta enciklopedija \(wikipedia.org\)](https://en.wikipedia.org/wiki/Bridge) (6. 3. 2021))

3.7.1 Podporna konstrukcija

3.7.1.1 Krajne podpore (oporniki) s krilnimi zidovi

Krajne podpore (oporniki) podpirajo zgornjo (razpansko) konstrukcijo na koncih mostu in hkrati omogočajo prehod z mostu na cestno telo. Krilni zidovi so del konstrukcije krajnih podpor in služijo za bočno omejevanje cestnega telesa na področju prehoda na most.

3.7.1.2 Srednje podpore

Srednje podpore podpirajo zgornjo konstrukcijo mostu med krajnima podporama, če ima zgornja konstrukcija dve ali več polj.

3.7.1.3 Globoko temeljenje

Globoko temeljenje (na pilotih ali na vodnjakih in kesonih) uporabljajo v primeru slabo nosilnih temeljnih tal in če teh tal ni mogoče ali smiselno izboljševati. Globoko

temeljenje so poznali že v prejšnjih stoletjih, saj so cela mesta stala predvsem na lesenih pilotih. Ti so danes običajno betonski oziroma armiranobetonski, tudi prednapeti (izjemoma jekleni, zaščiteni pred korozijo) stebri, zabiti v nenosilna tla do globine nosilnih tal. Vodnjake uporabljamo predvsem tam, kjer je potrebno poleg zagotavljanja nosilnosti drenirati tudi talno vodo. Vodnjake gradimo (betoniramo) po kampadah v globino in sproti izkopavamo material ali pa se obroč v naravni material pogreza in ga dograjujemo na zgornjem robu. Kesone uporabljamo v primeru večjega dotoka vode.

3.7.1.4 Plitvo temeljenje

Plitvo temeljenje (ločimo točkovne in pasovne temelje) uporabljamo v dobro nosilnih tleh. Globino temeljenja določajo globina zmrzovanja (v Sloveniji od 70 do 100 cm) in geotehnične značilnosti terena.

3.7.2 Razpanska konstrukcija

Razpanska konstrukcija neposredno prevzema prometno obtežbo in statične ter dinamične učinke prenaša na podporno konstrukcijo. Lahko ima različne prereze, materiale in statične sisteme. Na izbor vpliva vrsta dejavnikov: vrsta terena, vrsta komunikacije (na mostu, pod ali nad njim), prometna obremenitev, klimatološke in hidrološke razmere, razpoložljivi material, cena, rok gradnje ...

3.7.3 Oprema

3.7.3.1 Voziščna konstrukcija

Voziščna konstrukcija je skupno ime za plasti litega asfalta in asfaltbetona na vozni površini mostu.

3.7.3.2 Ležišča in zglobi

Ležišča so konstruktivni elementi, ki sodelujejo pri prenosu vertikalnih in horizontalnih sil iz razpanske konstrukcije na podporno konstrukcijo mostu. Lahko so jekleni, iz elastomernih materialov in betonski. Jeklena ležišča so lahko fiksna, pomična v horizontalni smeri ali rotirajoča. Pogosto so v obliki valja v kombinaciji s ploščo ali iz jeklenih, krogelno oblikovanih vbočenih in izbočenih elementov. Omogočajo velike premike mostu. Elastomerno ležišče je izdelek iz gume (polikloropen z min. 60 % elastomera), ki je armirana z jeklenimi ploščami.

3.7.3.3 Dilatacije v zgornji konstrukciji

Dilatacija je splošno ime za napravo, ki omogoča delovanje mostu pri prevzemanju deformacij – pomikov in zasukov. Običajno jih vgrajujejo na krajnih podporah razpanske konstrukcije. Zgornji ustroj mostu se v vzdolžni smeri spreminja zaradi temperaturnih sprememb in sil zaradi zaviranja ter pospeševanja vozil. Te deformacije omilimo z dilatacijami.

3.7.3.4 Prehodne plošče

Prehodne plošče so konstruktivni elementi krajne podpore in služijo za zagotavljanje kontinuiranega prehoda z mostu na cesto in obratno.

3.7.3.5 Hidroizolacija

Hidroizolacija na mostu predstavlja splošno ime za izolacijo (zaščito) nosilnih elementov konstrukcije proti škodljivemu vplivu vlage in padavin. Razlikujemo: hidroizolacijo vozne površine, temeljev, opornikov in zasutih horizontalnih ter vertikalnih betonskih površin.

3.7.3.6 Robni venci, robniki in hodniki

Robni venci so armiranobetonski, naknadno izdelani elementi mostu na voziščni plošči ali hodniku za pešce. Nanje so pritrjene tudi ograje. Robniki so elementi, ki so na mostu običajno izdelani iz eruptivnih materialov (redkeje iz betona) in služijo deniveliranju med površino vozišča ter hodnikom za pešce oziroma med različnimi vrstami prometa. Hodniki za pešce (tudi kolesarje) so na mostu običajno denivelirane površine, zaščitene pred prometom vozil.

3.7.3.7 Ograje

Ograje na mostovih služijo zaščiti pešcev in vozil na mostu in pod njim. Razlikujemo več tipov ograj, in sicer glede na namen, konstrukcijo ter material. Običajno so izdelane iz jekla, pogosto so kombinacija betona in jekla ali lesa, lahko so tudi lesene. Ograje imajo poleg funkcionalnega tudi estetski pomen in se v videzu prilagajajo okolici, v katero so mostovi umeščeni.

3.7.3.8 Odvodnjavanje vozišča vključno z odvodnjavanjem padavinskih voda

Odvodnjavanje predstavlja skupni sistem za kontrolirano odvodnjavanje padavinskih voda (ali druge tekočine) z vozne površine mostu do zbiralnika ali

kanalizacije v cesti. Sestavni del odvodnjavanja so tudi izlivniki, ki služijo za zbiranje vode z voziščne konstrukcije mostu.

3.7.3.9 Komunalne inštalacije

Prostor za inštalacije na mostovih predstavljajo vgrajene cevi v hodnikih ali rezerviran prostor, opremljen z vešalkami pod hodnikom za pešce. Sestavni del so tudi kontrolni jaški. V krajnih opornikih so lahko komunalne komore, ki služijo nadzoru najrazličnejše komunalne infrastrukture. Na mostovih se v mestih pojavlja tudi javna razsvetljava. To so stebri s sijalkami in elektroinštalacija.

3.7.3.10 Table za informiranje

Posebna signalizacija na mostovih se lahko nanaša na omejitev nosilnosti, omejitev gabaritov (višine in širine) ter druge posebne zahteve. Na pomembnih mostovih oziroma pred njimi so na portalnih konstrukcijah nameščene posebne table, običajno s spremenljivo vsebino, ki udeležence v prometu obveščajo o posebnostih na mostu v trenutku vožnje.

3.8 Posebna oprema

Na mostovih lahko namestimo tudi posebno opremo, ki služi vzdrževanju oziroma rednim pregledom. Če je na mostu elektrificirana železniška proga, to zahteva posebno opremo – katodno zaščito. Posebna oprema so tudi cestne vremenske postaje in druga oprema za upravljanje s prometom.

3.9 Gradnja

Gradnjo prekladne konstrukcije (navedbe se nanašajo na betonske konstrukcije) lahko izvajamo kot:

3.9.1 Gradnja na klasičen način

Gradnja na klasičen način v fiksnem opažu je primerna za mostove, razpetine od 5 do 30 (40) m in dolžine 5–200 m. Mostove z več razponi lahko gradimo tudi v fazah. Oblika prečnega prereza praktično ni omejena, se pa pri tem lahko bistveno podraži cena opaža. Pri manjših mostovih lahko postavimo fiksni opaž naenkrat za opornike in prekladno konstrukcijo.

3.9.2 Gradnja na pomičnem (drsнем) opažu

Gradnjo na pomičnem (drsнем) opažu na kraju samem uporabljamo za prednapete armiranobetonske gredne mostne konstrukcije, razpetine od 20–50 m in dolžine, večje od 400 m. V Sloveniji so tako gradnjo prvič uporabili leta 1972 pri gradnji viadukta Verd na Vrhniki. Zadnja, zelo zahtevna gradnja s pomičnim opažem je potekala v letu 2010 pri gradnji viadukta čez Mangartski potok na cesti na Predel, kjer so za pomoč pri gradnji uporabili tudi začasna pilona.

3.9.3 Prostokonzolna gradnja

Prostokonzolna gradnja je primerna za največje razpone od 70–250 m in dolžine 150–800 m. Taki mostovi premoščajo visoke doline in težko dostopne lokacije. Pri tem načinu gradnje prekladna konstrukcija raste levo in desno od opornika, gradnja pa poteka v fiksnem ali pomičnem opažu. Oblika prekladne konstrukcije je običajno škatla s pravokotnim ali trapezastim prerezom. Gre za razmeroma mlado tehnologijo, ki se je pojavila pred približno 50 leti.

3.9.4 Postopna narivna gradnja

Postopna narivna gradnja predstavlja potiskanje prednapetih armiranobetonskih elementov, ki jih po segmentih izdelujejo na enem bregu in sproti narivajo s pomočjo posebne konstrukcije (jekleni kljun) z ene brežine na drugo. Tak način gradnje so začeli v Nemčiji (avtor prof. F. Leonhardt) po zgledu gradnje jeklenih mostov. Hitrost gradnje je odvisna od dolžine elementov, ki jih pripravljajo na gradbišču.

3.9.5 Montažna gradnja

Montažna gradnja predstavlja način vgradnje vnaprej izdelanih jeklenih ali prednapetih armiranobetonskih nosilcev, ki jih na gradbišče bodisi pripeljejo iz tovarne ali na gradbišču formirajo betonarno. Položijo jih na že pripravljene opornike, lahko jih medsebojno povežejo (zavarijo ali privijačijo – jeklo) ali povežejo s prednapetimi kabli (armirani beton). Če jih medsebojno povežejo, nastane kontinuirna prekladna konstrukcija, drugače je to prostoležeča prekladna konstrukcija. Tak način gradnje so leta 1962 začeli v Franciji. Prečni prerezi nosilcev, ki sestavljajo nosilno konstrukcijo, so zelo različni: pravokotni, T in I prerezi.

3.9.6 Gradnja opornikov in stebrov

Gradnjo krajnih opornikov v skladu s projektom s pomočjo opaža vedno izvajajo na kraju samem.

Gradnjo stebrov – srednjih podpor – izvajajo glede na obliko, višino in število. Na cestah vedno betonirajo na licu mesta – bodisi s fiksnimi bodisi pomičnimi odri.

3.9.7 Gradnja ločnih mostov

Gradnja ločnih mostov je posebna tehnika gradnje ločnih mostov in je stara že 100 let. Loke gradijo na fiksnih opažih podobno kot kamnite mostove. Ti opaži so različni in odvisni od tega, ali je v času gradnje zahtevan prost gabarit pod mostom. Lok lahko gradijo tudi na način proste konzolne gradnje, iz predhodno narejenih segmentov loka ali kot kombinacijo.

3.10 Vzdrževanje

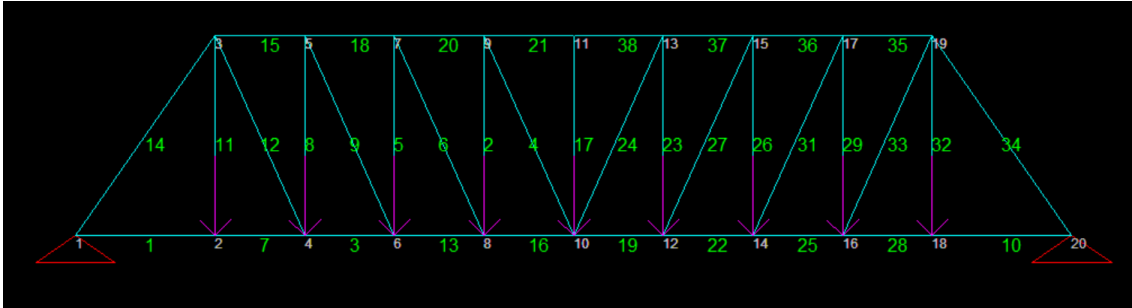
Vsak objekt mora imeti projekt vzdrževanja ali drugo obliko navodil. Projekt mora vsebovati načrte, navodila, besedila in druge podatke ter mora omogočati ustrezno vzdrževanje in uporabo mostu ter vgrajene opreme in inštalacij v njegovem življenjskem obdobju. Predvideni morajo biti sezonski, redni in glavni pregledi celotnega mostu ter njegovih sestavnih delov. Razlikujemo redno vzdrževanje, sprotna manjša popravila posameznih delov in obnavljanje (rehabilitacijo), ki jo izvedejo praviloma vsakih 25 let. Zahtevnost vzdrževanja je zelo odvisna od tipa konstrukcije, prečnega prereza in uporabljenih materialov ter vremenskih in drugih pogojev lokacije.

4 MOSTNE KONSTRUKCIJE

Izbrala sem nekaj mostnih konstrukcij in jih narisala ter obtežila, da bi videla, kje prihaja do največjih obremenitev. Omejila sem si tudi nekaj robnih pogojev, tako da imajo vsi mostovi glavni razpon 500 mm, nobena palica ni manjša od 35 mm in se ne stika na razdalji, manjši od 35 mm. Tudi obtežba na vseh mostovih je bila enaka, to je 44 kN. Vse konstrukcije mostov so palične.

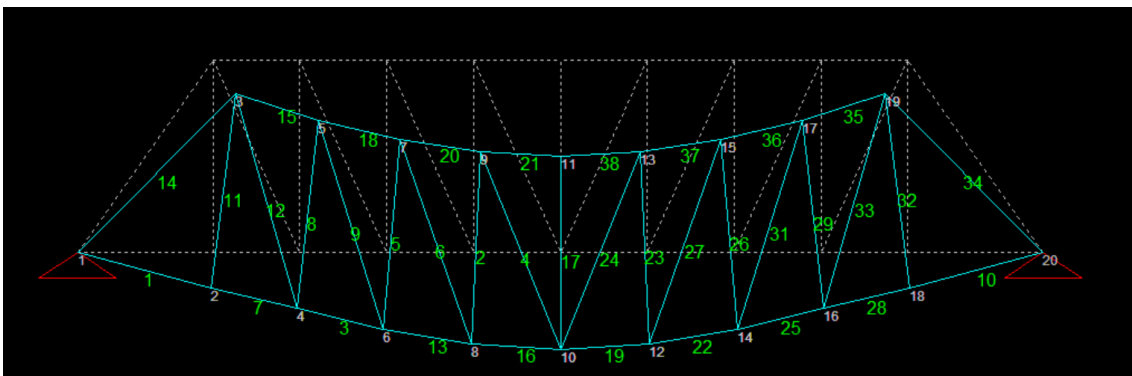
4.1 Most 1

To je klasični palični most, ki je s težo 4,89 kN na vsakem vozlišču točkovno obremenjen na devetih mestih. To je skupaj 44 kN in ima dve fiksni podpori. Most je visok 100 mm.



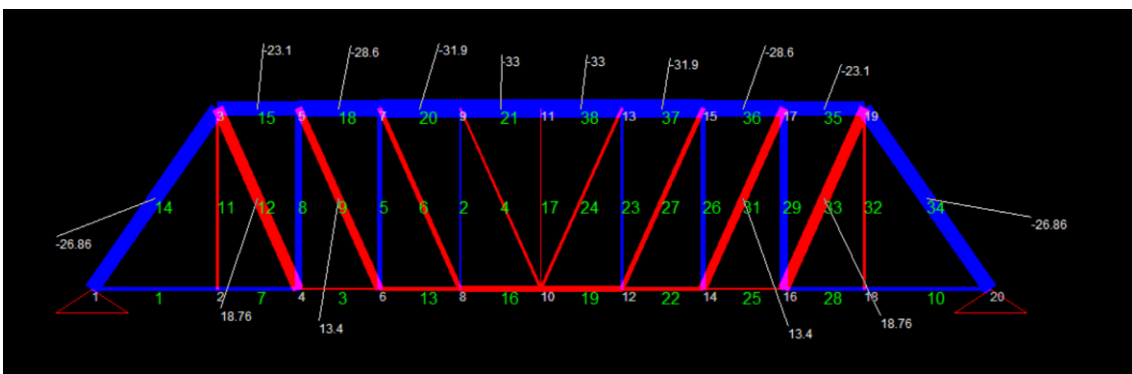
Slika 25: Mostna konstrukcija 1

(Vir: lasten vir (24. 3. 2021))



Slika 24: Upogib mostne konstrukcije 1

(Vir: lasten vir (24. 3. 2021))

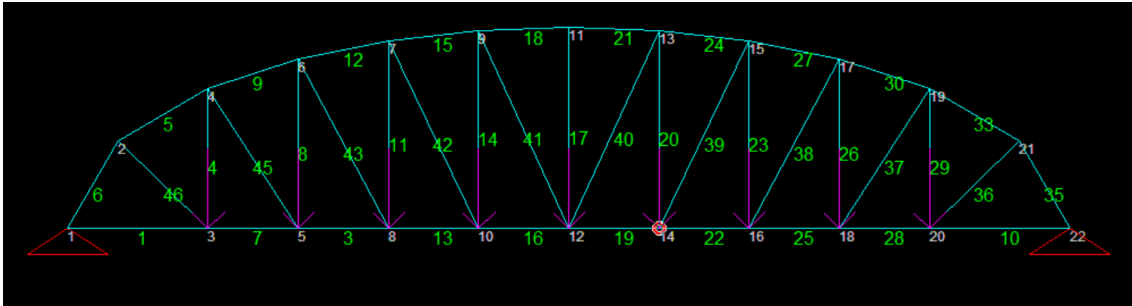


Slika 23: Osne sile mostne konstrukcije 1

(Vir: lasten vir (24. 3. 2021))

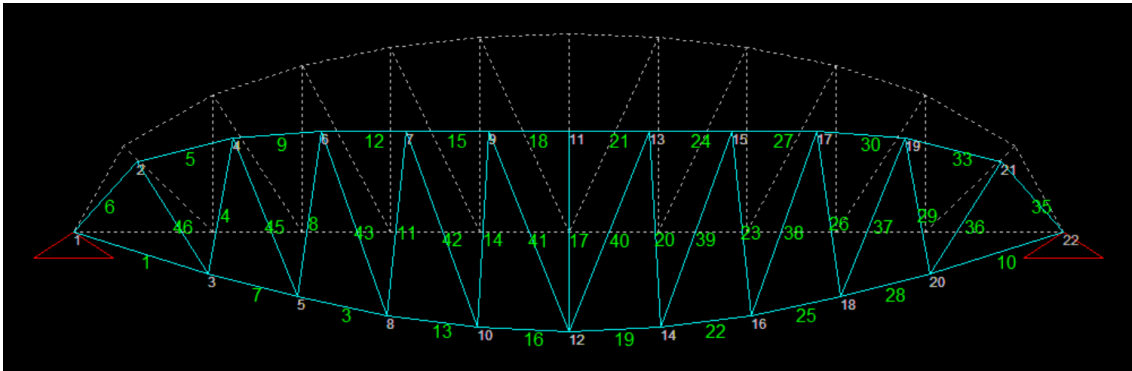
4.2 Most 2

To je most z ločno palično konstrukcijo. S težo 4,89 kN na vsakem vozlišču je obremenjen na devetih mestih. To je skupaj 44 kN in ima dve fiksni podpori. Most je visok 100 mm.



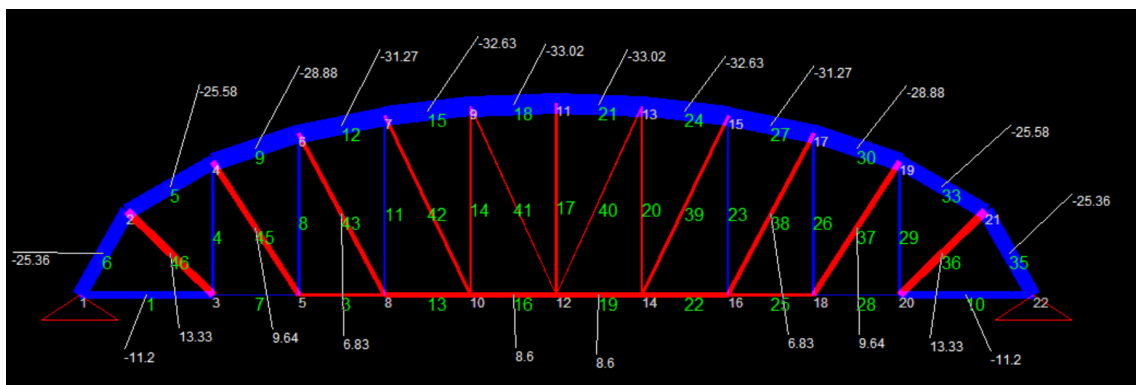
Slika 28: Mostna konstrukcija 2

(Vir: lasten vir (24. 3. 2021))



Slika 27: Upogib mostne konstrukcije 2

(Vir: lasten vir (24. 3. 2021))

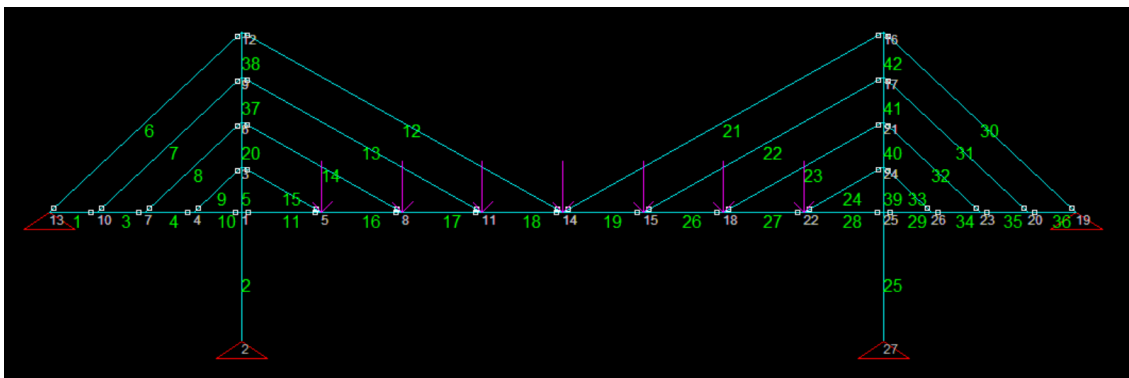


Slika 26: Osne sile mostne konstrukcije 2

(Vir: lasten vir (24. 3. 2021))

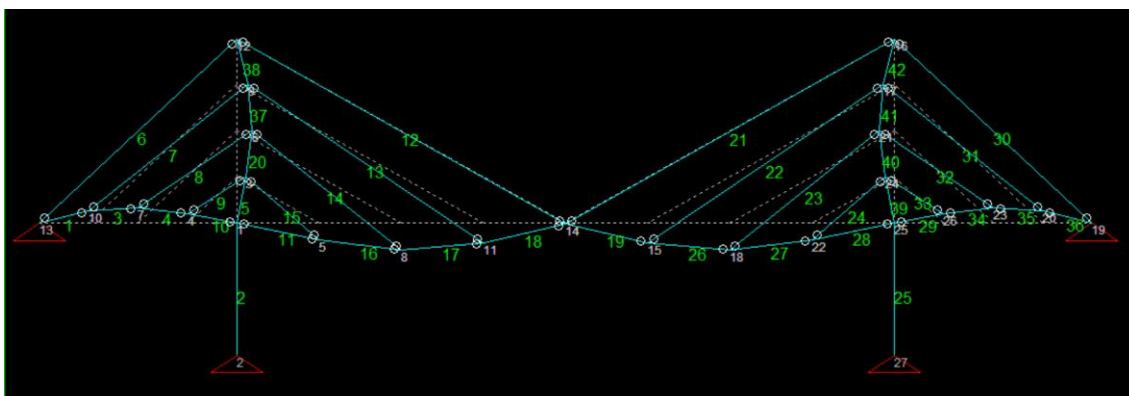
4.3 Most 3

To je viseči most z vzporednimi zategami, ki stoji na dveh pilonih. Ti so visoki 240 mm, 100 mm je pod vozno konstrukcijo, v 140 mm pa so členkasto vpete zatege, ki držijo vozno konstrukcijo na pravem mestu. S težo 6,29 kN v glavnem razponu konstrukcije je točkovno obremenjen na sedmih mestih. To je skupaj 44 kN. Piloni mostu ležijo na fiksni podporah, tudi oporniki mostu imajo fiksne podpore.



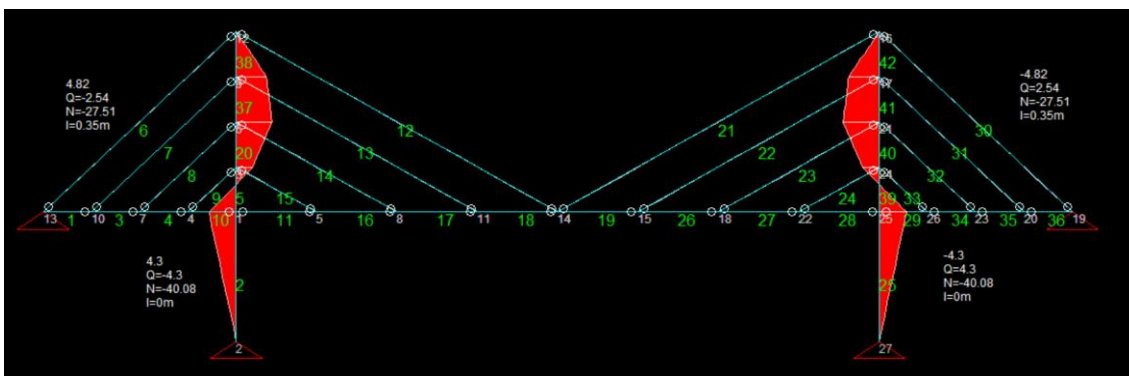
Slika 31: Mostna konstrukcija 3

(Vir: lasten vir (24. 3. 2021))



Slika 30: upogib mostne konstrukcije 3

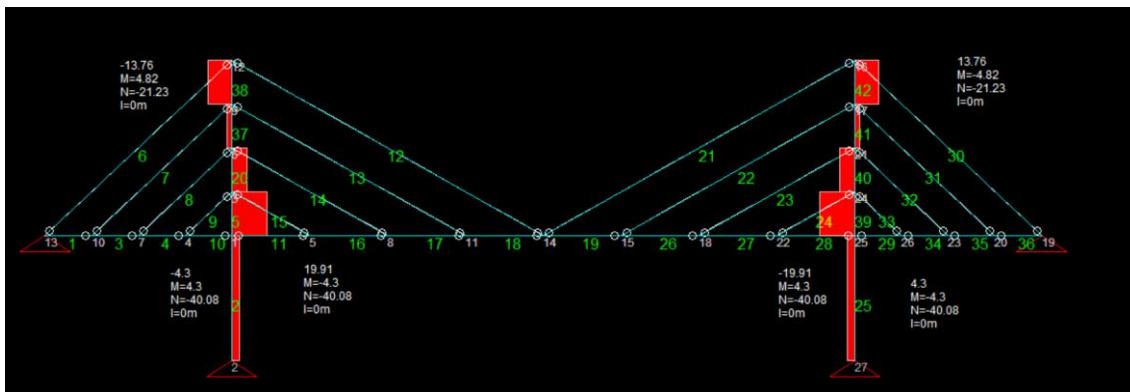
(Vir: lasten vir (24. 03. 2021))



Slika 29: Momenti mostne konstrukcije 3

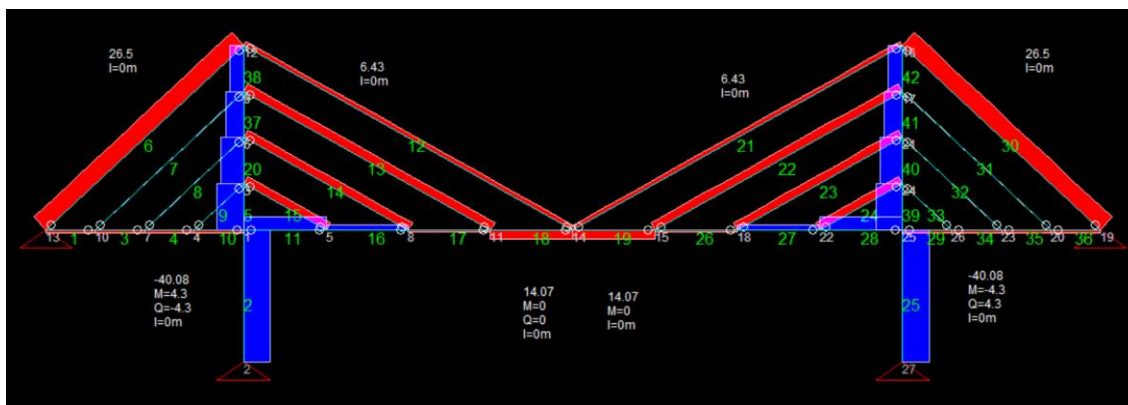
(Vir: lasten vir (24. 3. 2021))

Raziskovalna naloga: Zamisli, izračunaj, izvedi, preizkusi!



Slika 33: Prečne sile v mostni konstrukciji 3

(Vir: lasten vir (24. 3. 2021))

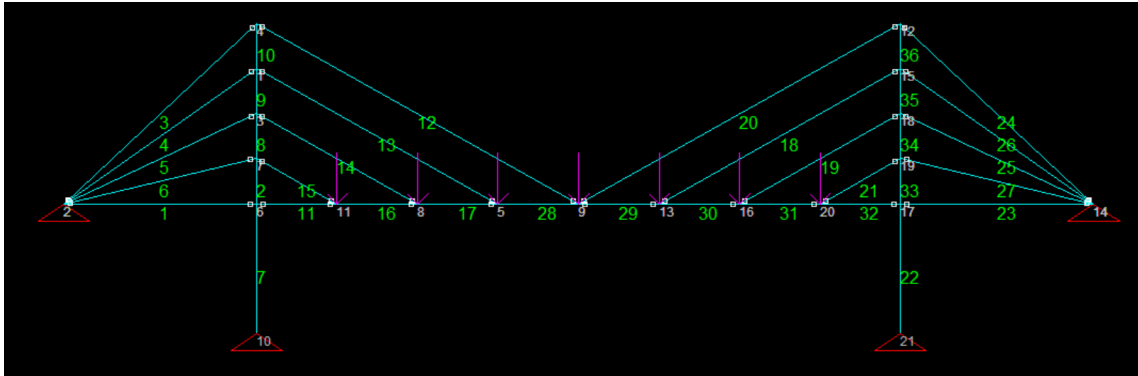


Slika 32: Osne sile v mostni konstrukciji 3

(Vir: lasten vir (24. 3. 2021))

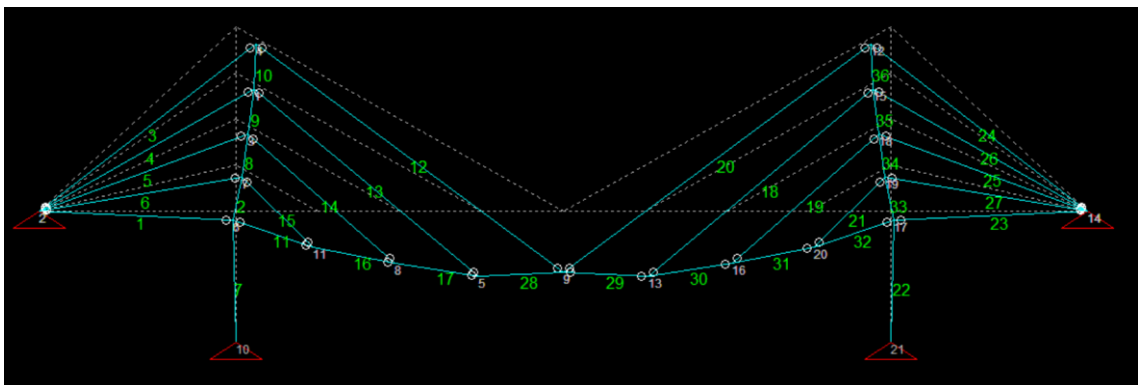
4.4 Most 4

To je viseči most z vpetjem v eni točki. Stoji na dveh pilonih. Ti so visoki 240 mm, 100 mm je pod vozno konstrukcijo, v 140 mm pa so členkasto vpete zatege, ki držijo vozno konstrukcijo na pravem mestu. S težo 6,29 kN v glavnem razponu konstrukcije je točkovno obremenjen na sedmih mestih. To je skupaj 44 kN. Piloni mostu ležijo na fiksni podporah, tudi oporniki mostu imajo fiksne podpore v glavnem razponu konstrukcije. Most stoji na polno vpetih podporah.



Slika 34: Mostna konstrukcija 4

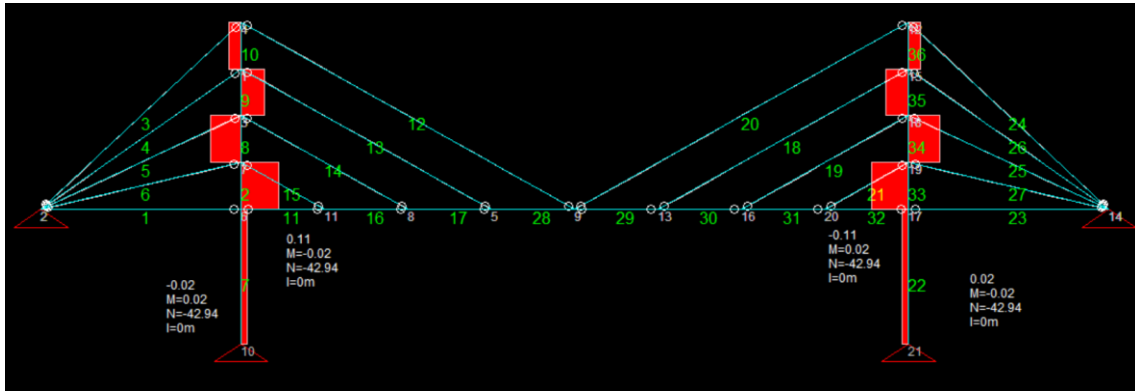
(Vir: lasten vir (26. 3. 2021))



Slika 35: Upogib mostne konstrukcije 4

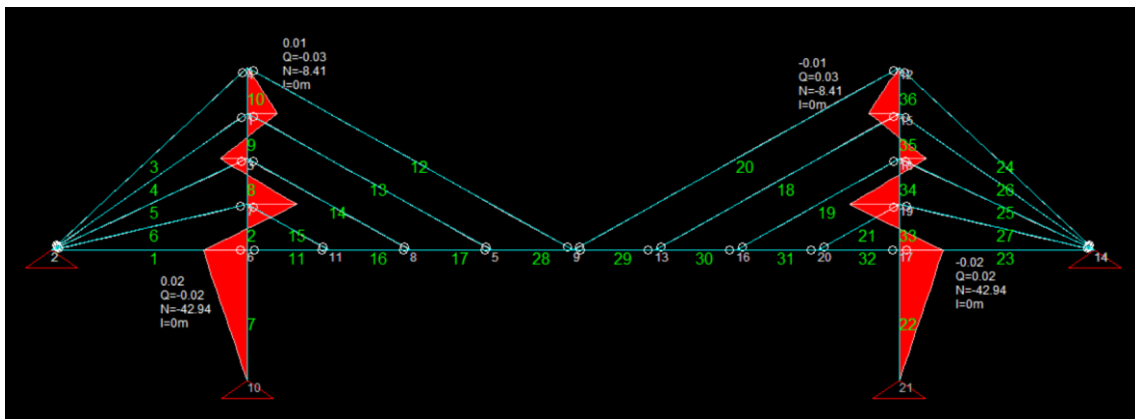
(Vir: lasten vir (26. 3. 2021))

Raziskovalna naloga: Zamisli, izračunaj, izvedi, preizkusi!



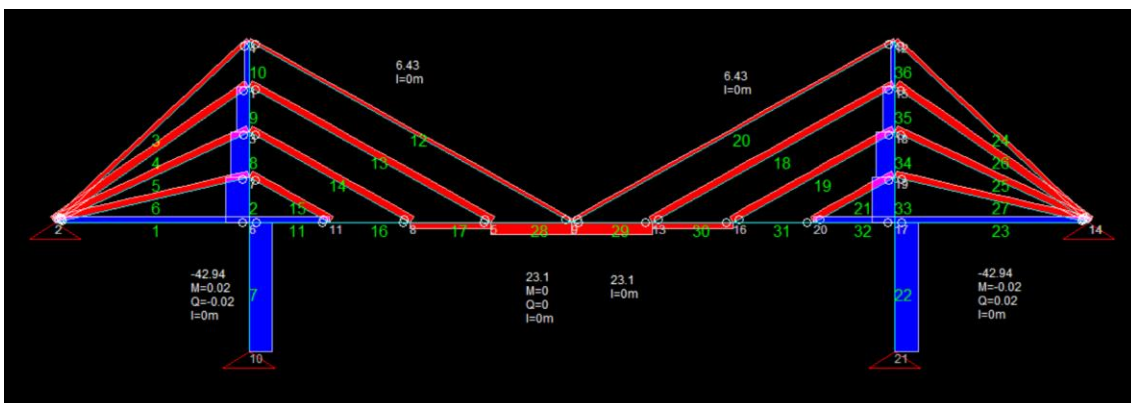
Slika 37: Prečne sile mostne konstrukcije 4

(Vir: lasten vir (26. 3. 2021))



Slika 36: Momenti mostne konstrukcije 4

(Vir: lasten vir (26. 3. 2021))

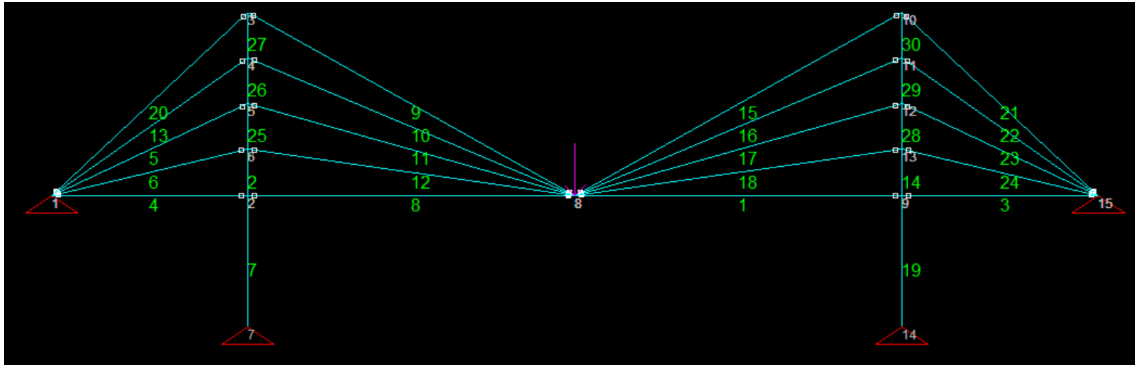


Slika 38: Osne sile mostne konstrukcije 4

(Vir: lasten vir (26. 3. 2021))

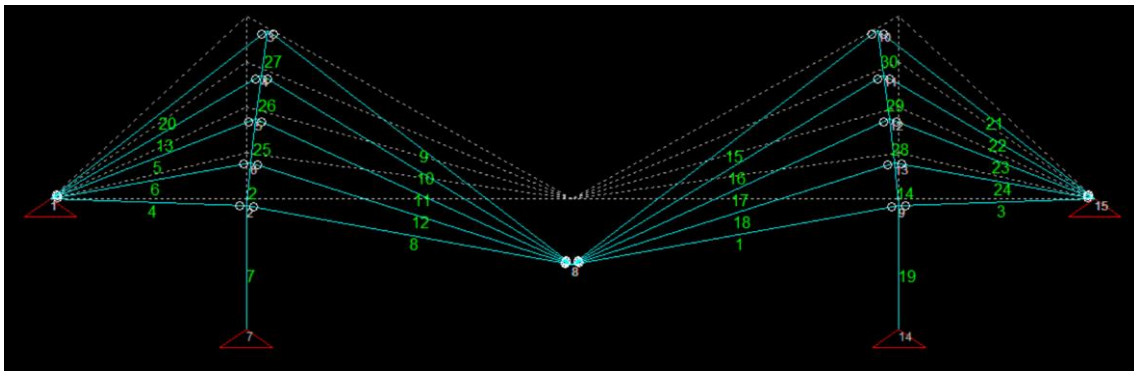
4.5 Most 5

To je viseči most z vpetjem in prijemališčem v eni točki. Stoji na dveh pilonih. Ti so visoki 240 mm, 100 mm je pod vozno konstrukcijo, v 140 mm pa so členkasto vpete zatege, ki držijo vozno konstrukcijo na pravem mestu. S težo 44 kN je na enem mestu obremenjen v glavnem razponu konstrukcije. Piloni mostu ležijo na fiksnih podporah, tudi oporniki mostu imajo fiksne podpore v glavnem razponu konstrukcije. Most stoji na polno vpetih podporah.



Slika 39: Mostna konstrukcija 5

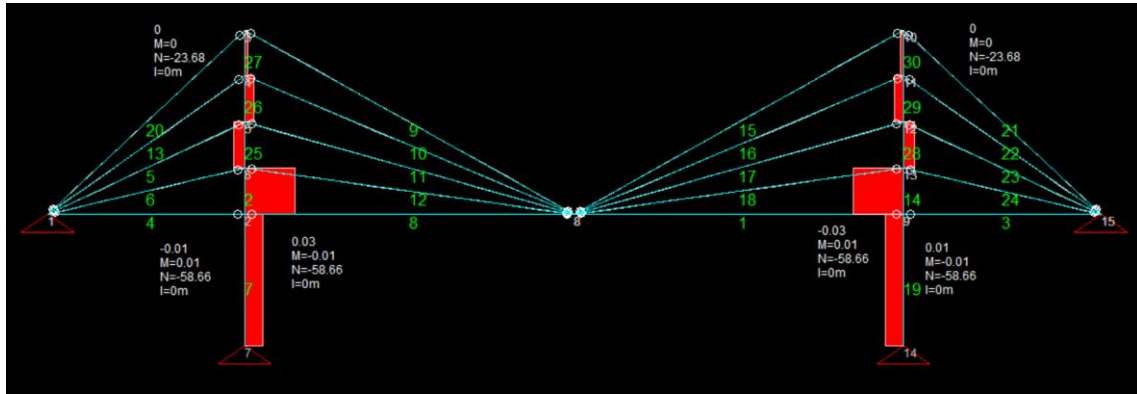
(Vir: lasten vir (26. 3. 2021))



Slika 40: Upogib mostne konstrukcije 5

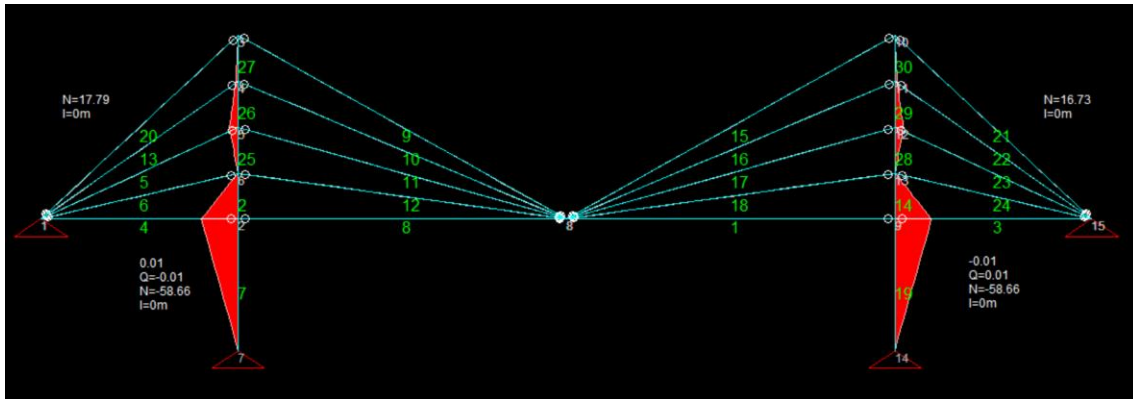
(Vir: lasten vir (26. 3. 2021))

Raziskovalna naloga: Zamisli, izračunaj, izvedi, preizkusi!



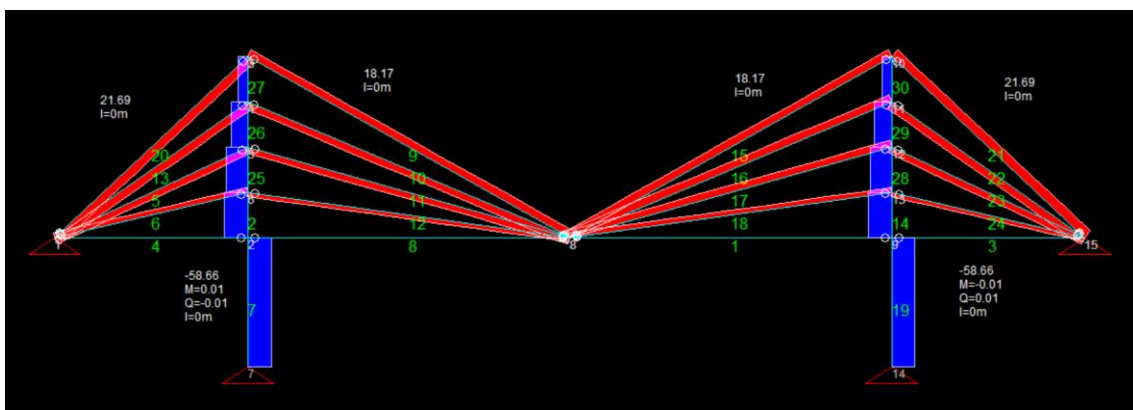
Slika 41: Prečne sile mostne konstrukcije 5

(Vir: lasten vir (26. 3. 2021))



Slika 43: Momenti mostne konstrukcije 5

(Vir: lasten vir (26. 3. 2021))



Slika 42: Osne sile mostne konstrukcije 5

(Vir: lasten vir (26. 3. 2021))

5 UGOTOVITVE

5.1 Momenti

	Most 1		Most 2		Most 3		Most 4		Most 5	
	kN	Št. palice	kN	Št. palice	kN	Št. palice	kN	Št. palice	kN	Št. palice
Vrednost 1	0,0	/	0,0	/	4,82	38	0,01	10	0,00	27
Vrednost 2	0,0	/	0,0	/	4,82	37	-0,01	9	0,00	26
Vrednost 3	0,0	/	0,0	/	5,71	20	0,02	8	0,00	25
Vrednost 4	0,0	/	0,0	/	2,67	5	0,02	2	-0,01	2
Vrednost 5	0,0	/	0,0	/	4,3	2	0,02	7	0,01	7

Tabela 1: Momenti mostnih konstrukcij

V prvih dveh mostovih ne nastajajo nobeni momenti, saj je konstrukcija narisana kot paličje in v palični konstrukciji momenti ne nastajajo.

Pri ostalih treh mostovih pa vidimo, da do najmanjših momentov prihaja pri mostu 5. Drugi bolj optimalni most je most 4, saj prihaja do momentov, a vseeno manjših kot pri mostu 3.

5.2 Prečne sile

	Most 1		Most 2		Most 3		Most 4		Most 5	
	kN	Št. palice	kN	Št. palice	kN	Št. palice	kN	Št. palice	kN	Št. palice
Vrednost 1	0,0	/	0,0	/	-13,76	38	0,03	10	0,00	27
Vrednost 2	0,0	/	0,0	/	-2,54	37	0,06	9	0,00	26
Vrednost 3	0,0	/	0,0	/	8,69	20	-0,09	8	0,01	25
Vrednost 4	0,0	/	0,0	/	19,91	5	0,11	2	0,03	2
Vrednost 5	0,0	/	0,0	/	-4,3	2	-0,02	7	-0,01	7

Tabela 2: Prečne sile v mostnih konstrukcijah

Prečnih sil v mostovih 1 in 2 ni.

Največje sile nastopajo v mostu 3, najmanjše pa v mostu 5.

5.3 Osne sile – tlaki

	Most 1		Most 2		Most 3		Most 4		Most 5	
	kN	Št. palice	kN	Št. palice	kN	Št. palice	kN	Št. palice	kN	Št. palice
Vrednost 1	-33,001	21	-28,018	18	-21,23	38	-8,41	10	-23,68	27
Vrednost 2	-31,901	20	-27,717	15	-27,51	37	-22,49	9	-42,55	26
Vrednost 3	-28,601	18	-26,682	12	-33,8	20	-34,49	8	-54,58	25
Vrednost 4	-23,101	15	-24,880	9	-40,08	5	-42,92	2	-58,66	2
Vrednost 5	-26,855	14	-25,360	6	-40,08	2	-42,94	7	-58,66	7

Tabela 3: Osne sile – tlaki mostnih konstrukcij

V mostu 1 nastajajo večji tlaki kot v mostu 2. Iz tega lahko vidimo, da je ločni palični most boljši/bolje prenaša/tlaki so enakomerneje razporejeni kot pa pri klasičnem paličnem mostu. V obeh teh mostovih nastopajo tlačne sile v zunanjem delu konstrukcije.

Med mostovi 3, 4 in 5 tlačne sile najbolje prenaša most 4. V teh treh mostovih tlačne sile, kot je razvidno iz tabele, nastopajo v pilonih, na katere so členkasto pripete zatege. Pri mostovih 3, 4 in 5 največje sile nastopajo v pilonih pri voziščni plošči. Tudi v mostu 3 ne nastajajo zelo veliki tlaki. Največji tlaki nastopajo v mostu 5, saj je obremenjen samo z eno silo na sredini konstrukcije.

5.4 Osne sile – nategi

	Most 1		Most 2		Most 3		Most 4		Most 5	
	kN	Št. palice	kN	Št. palice	kN	Št. palice	kN	Št. palice	kN	Št. palice
Vrednost 1	31,901	16	27,541	16	26,5	6	23,1	28	21,69	20
Vrednost 2	28,601	13	26,152	13	12,86	15	13,58	4	20,56	13
Vrednost 3	23,101	3	23,634	3	12,86	14	12,86	14	18,17	10
Vrednost 4	15,400	7	19,597	7	12,86	13	12,54	5	17,79	5
Vrednost 5	18,764	12	12,615	1	14,07	18	11,34	6	16,73	11

Tabela 4: Osne sile – nategi mostnih konstrukcij

V mostovih 1 in 2 nastajajo nategi v voziščnem delu mostu in v diagonalnih palicah, vendar v njih nastajajo bistveno manjši nategi kot v voziščnem delu mostu.

Pri mostovih 3, 4 in 5 nategi nastopijo v zategah, v mostovih 3 in 4 tudi v voziščnem delu konstrukcije. V voziščni konstrukciji mostu 5 nastopajo zelo mali tlaki, tako da bi jih skoraj lahko zanemarili (če seveda odmislimo lastno težo mostu). Natezne

Raziskovalna naloga: Zamisli, izračunaj, izvedi, preizkusi!

sile, ki nastopajo v teh treh mostovih, so si zelo podobne, vendar klub temu najmanjše sile nastopajo v mostu 4, sladita mu most 3 in na koncu most 5.

Če primerjamo most 1 in most 2, lahko rečemo, da so sile po samem mostu boljše razporejene pri mostu 2 in tudi zato v palicah nastopajo manjše sile.

Če pa primerjamo mostove 3, 4 in 5, ugotovimo, da je za most, ki bi ga postavili v dejansko okolje, najprimernejši most 4. Ta je bil obremenjen na vseh delih voziščne konstrukcije, tako kot so tudi mostovi v dejanskem okolju vedno obremenjeni po celem delu voziščne konstrukcije in ne samo v eni točki. Most 5 je najprimernejši za kakšna tekmovanja, na katerih most obremenijo samo na določenih točkah in ne po celem delu voziščne konstrukcije.

6 DRUŽBENA ODGOVORNOST

Mostovi imajo močen vpliv na družbo. Ko gradimo nove mostove, nastajajo s tem tudi nove ceste in prometne povezave med kraji in mesti. Danes je to zelo pomembno, saj si vsi prizadevamo, da bi lahko do željenega cilja prišli čim hitreje.

S tem ko zgradimo kakšen zanimiv/unikaten most, lahko v kraj privabimo turiste in s tem se lahko začne razvijati tudi turizem.

Z mostovi skrbimo za to, da lahko vozila, pešci in vsi udeleženci v prometu brez zamudnih poti pridejo z enega brega reke na drugega. Pri tem je pomembna tudi hitrost, ki jo zagotavljajo mostovi. Omogočajo hitro in učinkovito premagovanje rek in visokih dolin.

7 ZAKLUČEK

V tej nalogi sem ugotovila precej novih dejstev in se veliko naučila. Ugotovila sem tudi, da nekatere hipoteze, ki sem jih zastavila, ne držijo povsem.

V začetku raziskovalne naloge sem si zastavila 3 hipoteze:

1. Največ teže bo prenesel most z elipsastim lokom.
2. Največjo pozornost je treba posvetiti loku/zategam konstrukcije.
3. Največje sile bodo nastajale na sredini mostu.

Hipotezo 1 lahko zavrnem in potrdim. Na podlagi rezultatov je most 2 primeren za gradnjo, vendar ima most 4 vseeno boljše rezultate. Način gradnje mostov 2 in 4 je različen. Most 2 je sestavljen iz paličja, medtem ko ima most 4 zatege in je bolj masiven.

V loku in zategah konstrukcije nastajajo velike sile in jim moramo posvetiti kar nekaj pozornosti. Pri mostu 4 nastanejo natezne sile v zategah, v pilonih mostne konstrukcije pa nastajajo kar veliki tlaki, zato moramo nekaj pozornosti posvetiti tudi pilonom, da jih dimenzioniramo pravilno. Hipotezo 2 lahko potrdim, vendar nisem predvidela, da bodo veliki tlaki nastajali tudi v pilonih mostov.

Hipotezo 3 lahko delno potrdim. Največje tlačne sile nastopajo v sredini zgornjih delov konstrukcije mostov 1 in 2.

8 VIRI IN LITERATURA

8.1 Spletni viri, dostopni na URL:

- [Fran/iskanje/most](#) Prevezeto 28. 1. 2021
- [Fran/iskanje/konstrukcija](#) Prevezeto 28. 1. 2021
- [Most – Wikipedija, prosta enciklopedija \(wikipedia.org\)](#) Prevezeto 28. 1. 2021

8.1.1 Slike:

- Slika 1: [Najstarejši ohranjeni most v Sloveniji | Radio Ognjišče \(ognjisce.si\)](#) (9. 2. 2021)
- Slika 2: [Tromostovje »Visit Ljubljana](#) (2. 3. 2021)
- Slika 3: [Solkan – Solkanski most | KRAJI – Slovenija](#) (9. 2. 2021)
- Slika 4: [Meljski most – Galerija Unuk](#) (2. 3. 2021)
- Slika 5: [Ljubljana – Zmajski most \(vanderkrogt.net\)](#) (2. 3. 2021)
- Slika 6: [Radeče – Stari železni most | KRAJI - Slovenija](#) (2. 3. 2021)
- Slika 7: [Ptuj \(lepote-slovenije.si\)](#) (2. 3. 2021)
- Slika 8: [Viseča brv pri Jablenci | KRAJI – Slovenija](#) (9. 2. 2021)
- Slika 9: [Najlepši zgodovinski mostovi v Evropi – Aktivni.si \(metropolitan.si\)](#) (9. 2. 2021)
- Slika 10: [Floating Bridge – Bergen – NordHordalandsBrua photo – Bergen – RAF©UF - VSN - Roald Atle Furre-Christine Urquhart Furre photos at pbase.com](#) (9. 2. 2021)
- Slika 11: [Otočec – Lesen most | KRAJI – Slovenija](#) (2. 3. 2021)
- Slika 12: [Slika: Jelenov-viadukt1.jpg – Wikipedija, prosta enciklopedija \(wikipedia.org\)](#) (2. 3. 2021)
- Slika 13: [England: Ironbridge Gorge | Another Header \(wordpress.com\)](#) (2. 3. 2021)
- Slika 14: [Koroški most | projekti | Ponting](#) (2. 3. 2021)
- Slika 15: [Slika: Brv za pešce na Ptuj \(3\).JPG – Wikipedija, prosta enciklopedija \(wikipedia.org\)](#) (9. 3. 2021)
- Slika 16: [Top Record Record / svet | Koristni nasveti in zanimive informacije o kateri koli temi. \(legaltechnique.org\)](#) (6. 3. 2021)
- Slika 17: [Ideja za izlet: Rakov Škocjan in naravni mostovi reke Rak | Mičn... \(slovenskenovice.si\)](#) (6. 3. 2021)
- Slika 18: [Naši mostovi | Dnevnik](#) (6. 3. 2021)

Raziskovalna naloga: Zamisli, izračunaj, izvedi, preizkusi!

- Slika 19: [Mostovi Slovenije: Objekti, ki prečkajo razdalje – med stvarmi in ljudmi | Dnevnik](#) (6. 3. 2021)
- Slika 20: lasten vir (30. 3. 2021)
- Slika 21: lasten vir (30. 3. 2021)
- Slika 22: [Most – Wikipedija, prosta enciklopedija \(wikipedia.org\)](#) (6. 3. 2021)
- Slika 23: lasten vir (24. 3. 2021)
- Slika 24: lasten vir (24. 3. 2021)
- Slika 25: lasten vir (24. 3. 2021)
- Slika 26: lasten vir (24. 3. 2021)
- Slika 27: lasten vir (24. 3. 2021)
- Slika 28: lasten vir (24. 3. 2021)
- Slika 29: lasten vir (24. 3. 2021)
- Slika 30: lasten vir (24. 3. 2021)
- Slika 31: lasten vir (24. 3. 2021)
- Slika 32: lasten vir (24. 3. 2021)
- Slika 33: lasten vir (24. 3. 2021)
- Slika 34: lasten vir (26. 3. 2021)
- Slika 35: lasten vir (26. 3. 2021)
- Slika 36: lasten vir (26. 3. 2021)
- Slika 37: lasten vir (26. 3. 2021)
- Slika 38: lasten vir (26. 3. 2021)
- Slika 39: lasten vir (26. 3. 2021)
- Slika 40: lasten vir (26. 3. 2021)
- Slika 41: lasten vir (26. 3. 2021)
- Slika 42: lasten vir (26. 03. 2021)
- Slika 43: lasten vir (26. 3. 2021)