

# TÉZY NA ŠTÁTNU ZÁVERECNÚ SKÚŠKU – OBHAJOBA DIPLOMOVEJ PRÁCE BETÓNOVÉ MOSTY

## 1. ZLOŽKY, VÝROBA A OŠETROVANIE BETÓNU

Rozdelenie cementov, ich vlastnosti a dávkovanie. Požiadavky na vodu a kamenivo. Prísady a prímеси. Okrajové podmienky pre návrh čerstvého betónu, vodný súčiniteľ. Špecifikácia betónu. Hydratačný proces. Spracovanie a ošetrovanie čerstvého betónu. Objemové zmeny betónov, zmrašťovanie, dotvarovanie. Podstata a faktory ovplyvňujúce ich priebeh a veľkosť.

## 2. FYZIKÁLNE A MECHANICKÉ CHARAKTERISTIKY BETÓNU

Pevnosť betónu kocková, valcová, krátkodobá, dlhodobá. Charakteristická a návrhová pevnosť betónu, zatriedenie betónov. Moduly pružnosti a pretvárnosti betónu. Skutočný a návrhové diagramy napätie-pomerné pretvorenie betónu (pracovné diagramy).

## 3. FYZIKÁLNE A MECHANICKÉ CHARAKTERISTIKY BETONÁRSKEJ VÝSTUŽE

Mechanické a fyzikálne vlastnosti betonárskych ocelí, druhy a označenie. Charakteristická a návrhová hodnota medze klzu, pevnosť výstuže, dohodnutá medza 0,2%. Skutočné a návrhové diagramy napätie-pomerné pretvorenie betónu betonárskej výstuže.

## 4. PODMIENKY SPOLUPÔSOBENIA VÝSTUŽE S BETÓNOM

Súdržnosť, jej zložky a podmienky v súdržnosti. Kotevná a stykovacia dĺžka. Koncová úprava výstuže. Ochrana výstuže proti korózii, stupne vplyvu prostredia, trieda konštrukcie, krytie výstuže betónom.

## 5. ŽELEZOBETÓNOVÝ NOSNÍK NAMÁHANÝ OHYBOM

Podmienky rovnováhy síl v priereze namáhanom ohybovým momentom. Návrh výstuže. Minimálny stupeň vystuženia. Limitná poloha neutrálnej osi –  $x_{lim}$ . Návrh výstuže do T–prierezov, spolupôsobiaci šírka  $b_{eff}$ . Zásady vystužovania.

## 6. ŽELEZOBETÓNOVÝ NOSNÍK NAMÁHANÝ ŠMYKOM A KRÚTENÍM

Spôsoby šmykového porušenia. Šmyková odolnosť prvku bez šmykovej výstuže. Šmyková odolnosť prvku so šmykovou výstužou. Návrh šmykovej výstuže, priehradová analógia. Návrh priečnej a pozdĺžnej výstuže na krútenie. Interakcia šmyku a krútenia. Zásady vystužovania.

## 7. PREDPÄTIE A PREDPÍNACIA TECHNIKA

Vopred a dodatočne predpäté betónové prvky. Predpínacia výstuž, káble, kotvy, napínacie lisy a zariadenia. Káblové kanáliky, navliekanie predpínacej výstuže, napínanie a injektovanie káblov. Účinky predpätia na napätosť a deformáciu konštrukcie, ekvivalentné zaťaženie. Primárne a sekundárne účinky predpätia. Voľné káble a ich usporiadanie v konštrukcii.

## 8. PREDPÄTÝ MOSTNÝ TRÁM

Kritériá návrhu predpätia mostov podľa medzných stavov únosnosti a používateľnosti. Okamžité a dlhodobé straty predpínacej sily. Charakteristická a návrhová hodnota predpínacej sily. Ohybová a šmyková odolnosť prvkov vystužených súdržnou predpínacou výstužou. Rozdiely v statickom pôsobení súdržných a voľných káblov.

## 9. MOSTNÝ PILIER

Vysoké štíhle piliere, statické pôsobenie pilierovej sústavy. Tvarové riešenie mostných pilierov s ohľadom na statické pôsobenie a technológiu výstavby mosta. Zaťaženie pilierov, výrobné imperfekcie, účinná dĺžka, účinky prvého a druhého rádu. Vplyv pružného podložia na štíhlosť. Kritická sila. Čiara odolnosti  $M_{Rd}$ ,  $N_{Rd}$ . Zásady vystužovania.

## **10. PRIESTOROVÁ ÚPRAVA A NAPOJENIE MOSTA NA ZEMNÉ TELESO**

Mostné príslušenstvo: vozovka, chodníky, rímky, hydroizolácia, odvodnenie a bezpečnostné zariadenia na moste. Cestný gabarit. Opory – masívna, členená, úložný prah. Overenie stability a mechanickej odolnosti opory. Integrované mosty. Krídla a prechodové oblasti.

## **11. ULOŽENIE MOSTA NA OPORÁCH A PODPERÁCH**

Vplyv uloženia na napätosť a deformáciu konštrukcie. Požiadavky na usporiadanie ložísk dilatáčného celku priameho a zakriveného mosta. Elastomérové, hrncové a kalotové ložiská - podmienky ich použitia, skladba a funkcia ich častí. Vrubové kĺby. Konštrukcia a vystuženie úložného prahu a hlavice piliera. Priečny ťah v oblasti pod ložiskami. Prúťový model hlavice piliera.

## **12. ZAŤAŽENIE MOSTOV**

Stále zaťaženia mostov. Normové zaťažovacie modely LMx. Únavové zaťažovacie modely FLMx. Horizontálne účinky od dopravy. Zaťažovacie skupiny grX. Mimoriadne zaťaženia od dopravy. Klimatické zaťaženia mostov (teplota a vietor). Zaťažovacie kombinácie mostov pre medzné stavy únosnosti a použiteľnosti, oblasť použitia.

## **13. MOSTY Z TYČOVÝCH PREFABRIKÁTOV**

Doskové mosty z prefabrikátov Hájek, MJ-69, ŽMP-62, Vlošák, KA-61, I-73. Geometrický tvar, skladba v priečnom reze mosta, uloženie na podperách. Statické pôsobenie a priečny roznos zaťaženia. Tyčové prefabrikáty spriahnuté s monolitickou žb. doskou. Viacpoľové estakády, bezdilatačné spojenie prostých polí a konštrukcia spoja. Spojitá konštrukcia z tyčových prefabrikátov, konštrukcia zmonolitňujúceho spojenia. Postup výstavby. Usporiadanie predpätia.

## **14. MOSTY BUDOVANÉ NA PEVNEJ SKRUŽI**

Geometria priečného a pozdĺžneho rezu. Optimálne rozpätia. Predpínacie káble a ich usporiadanie. Podperná skruž a odskrúžovacie zariadenie. Debnenie komorového prierezu a postup betónovania. Konštrukcia priečnikov. Vstupy do mosta. Postup predpínania a odskrúženia konštrukcie. Napätosť a deformácia konštrukcie od staticky neurčitých káblov.

## **15. POSTUPNÁ BETONÁŽ PO POLIACH**

Geometria priečného a pozdĺžneho rezu. Optimálne rozpätia. Rozdelenie konštrukcie na postupne budované časti, poloha pracovných škár. Predpínacie káble a ich usporiadanie. Spojky káblov. Postup betónovania a predpínania. Zmeny napätosti konštrukcie v čase. Výsuvné skruže horné, spodné. Hlavné časti skruže. Stavebné úpravy pilierov. Podopretie pri betonáži, odskrúženie a presun skruže.

## **16. LETMO BETÓNOVANÉ MOSTY**

Geometria priečného a pozdĺžneho rezu. Optimálne rozpätia. Podopretie, betonáž a stabilizácia zárodku. Pracovné postupy budovania konzol. Betonáž lamiel v jednej, vo dvoch etapách. Betónovací vozík: schéma, presun, rektifikácia a kotvenie. Usporiadanie staticky určitých káblov. Betónovanie a predpínanie lamiel. Zmonolitňovanie konštrukcie. Usporiadanie káblov spojitosti a voľných káblov. Vnútorne sily a ich redistribúcia v čase. Deformácia letmo betónovanej konzoly a nadvýšenie mosta.

## **17. LETMO MONTOVANÉ MOSTY**

Geometria priečného a pozdĺžneho rezu. Optimálne rozpätia. Výroba segmentov. Geometrický tvar kontaktnej škáry a šmykové zámky. Pracovné postupy budovania konzol. Usporiadanie, predpínanie, rektifikácia a stabilizácia zárodku. Montážne súpravy. Postupná montáž a predpínanie segmentov. Zmonolitňovanie konzol. Postupná montáž vpred. Montážna technika. Predpínacie káble a ich usporiadanie. Vnútorne sily a ich redistribúcia v čase. Nadvýšenie mosta.

## 18. VYSÚVANIE MOSTOV

Geometria priečného a pozdĺžneho rezu. Optimálne rozpätia. Usporiadanie výroby lamiel, systém debnenia. Výsuvné zariadenia, výsuvný nos, výsuvné lisy ich usporiadanie. Výmena ložísk. Predpínacie káble a ich usporiadanie pri vysúvaní a v definitívnom štádiu.

## 19. ZAVESENÉ, EXTRADOSOVÉ A OBLÚKOVÉ MOSTY

Oblasť využitia a podstata statického pôsobenia zavesených mostov. Pozdĺžne a priečne usporiadanie mosta z hľadiska tvaru závesov, pylónov a trámu. Technológia výstavby. Konštrukcia závesov, montáž a kotvenie. Oblasť využitia a podstata statického pôsobenia oblúkových mostov. Optimálne rozpätia a pomerné rozpätie mosta ( $l/f$ ). Stuzené a nestuzené oblúky. Tvar priečného rezu. Geometria oblúka. Statická analýza, stabilita oblúka. Technológie výstavby oblúka

## 20. DILATÁCIE, MOSTNÉ ZÁVERY A POHYBY LOŽÍSK

Teplotná os mosta, dilatačné pohyby. Mostné závery pre malé, stredné a veľké pohyby. Konštrukčné usporiadanie a zabudovanie do konštrukcie. Pracovný diagram MZ. Dilatačné pohyby mostných ložísk.

## 21. NAVRHOVANIE MOSTOV NA ÚČINKY SEIZMICITY

Koncepčný návrh. Návrhové seizmické zrýchlenie. Seizmické oblasti na Slovensku. Základné požiadavky navrhovania, súčiniteľ správania, duktilita. Návrhové kombinácie. Návrhové metódy: metóda spektra odozvy, metóda prekročenia deformácií. Zásady vystužovania.

## 22. HODNOTENIE A DIAGNOSTIKA EXISTUJÚCICH BETÓNOVÝCH KONŠTRUKCIÍ

Všeobecný postup hodnotenia. Metódy prieskumu betónových konštrukcií. Vizualna prehliadka. Deštruktívne a nedeštruktívne skúšobné metódy. Monitorovanie stavebných objektov. Zisťovanie mechanických vlastností betónu, betonárskej a predpínacej výstuže v konštrukcii

## 23. CHYBY A PORUCHY BETÓNOVÝCH STAVIEB

z hľadiska významu a času vzniku. Príčiny najčastejších porúch. Vysoké a nízke teploty. Agresivita prostredia. Korózia betónu, betonárskej a predpínacej výstuže. Statické a technologické trhliny. Trhliny od nerovnomerného sadania.

## 24. REKONŠTRUKCIE BETÓNOVÝCH STAVIEB

Technologický postup rekonštrukcie. Príprava betónového podkladu. Adhézny mostík. Reprofilačné materiály a ich aplikácia. Náterové systémy. Ciele, metódy a materiály na opravu trhlín. Špeciálne sanačné postupy.

## 25. ZOSILŇOVANIE BETÓNOVÝCH STAVIEB

Zosilňovanie dosiek, nosníkov a stĺpov betónom, betonárskou a tuhou výstužou. Zloženie, tvar a vlastnosti FRP materiálov. Zosilňovanie dosiek, nosníkov a stĺpov FRP materiálmi. Zosilňovanie predpätím.

## Literatúra

[1] Halvonik, J., Borzovič, V.: Betónové mosty I, Skriptá, Bratislava 2012

[2] Paulík, P.: Technológie výstavby betónových mostov : časť 1: *Technológia vysúvania*. Bratislava: IRIS, 2020. 78 s.

[3] Paulík, P.: Technológie výstavby betónových mostov : časť 2: *Technológia letmej betonáže*. Bratislava: IRIS, 2022. 78 s.

[4] Paulík, P.: Technológie výstavby betónových mostov : časť 3: *Technológia letmej montáže a montáže po poliach z prefabrikovaných segmentov*, Bratislava: IRIS, 2023. 79 s.

- [5] Paulík, P.: Technológia výstavby betónových mostov : časť 4: *Technológia pevnej a výsuvnej skruže*, Bratislava: IRIS, 2024. 81 s.
- [6] Bilčík, J., Benko, V., Fillo, L., Halvoník, J.: Betónové konštrukcie, ES STU 2008
- [7] Moravčík, M.: Navrhovanie predpätých konštrukcií podľa Európ. noriem, EDIS ŽU, 2017
- [8] Stráský, J.: Betónové mosty, Technická knižnica autorizovaného inženýra, ČKAIT, Praha 2001
- [9] Navrátil, J.: Předpjaté betonové konstrukce. 2. vyd. Brno: Cerm, 2008