

1. Општо за хидротехничките објекти

1.1. Увод во хидротехниката

- ✓ Хидротехнички објекти, дефиниција и класификација
- ✓ Општи карактеристики на хидротехничките објекти, (А) Типови на брани, (Б) Водоспроводници, (В) Зафатни градби
- ✓ Општи карактеристики на хидротехничките објекти, (Г) Хидројазли, (Д) Особини на браните со придружните објекти
- ✓ Намена на браните, елементи на браната и акумулацијата, (А) Намена на браните, (Б) Основни параметри на хидројезелот,
- ✓ Историски развој на хидротехничките објекти

1.2. Истражувања и проектирање на хидротехничките објекти

- ✓ Основни етапи во реализацијата на ХТО, (1) Истражувања, (2) Проектирање, (3) Изведба, (4) Експлоатација
- ✓ Истражувања пред проектирањето на ХТО, (1) Топографски, (2) Инженерско-геолошки и хидрогеолошки, (3) Геотехнички, (4) Геомеханички, (5) Хидролошки, (6) Останати

1.3. Основи за градба на брани

- ✓ Видови на основи и нивни карактеристики, (1) Стеновити основи, (2) Полустиеновити основи, (3) Нестеновити основи
- ✓ Подобрување на стеновити основи, (1) Контактено инјектирање, (2) Консолидационо инјектирање, (3) Противфилтрациона завеса, (4) Заполнување на пукнатини и отвори

1.4. Филтрација кај браните и основите

- ✓ Практично решавање на проблемот на филтрацијата, (А) Методи за конструкција на струјната мрежа, (А.1) Хидраулички модели, (А.2) Аналогни модели, (А.3) Нумерички модели, (А.4) Графички модели,
- ✓ Практично решавање на проблемот на филтрацијата, (Б) Информации од струјната мрежа, (Б.1) Порен притисок, (Б.2) Сила на потисок, (Б.3) Хидраулички градиент, (Б.4) Филтрационо протекување
- ✓ Филтрација во стеновити основи
- ✓ Филтрација во телото на браните, (А) Филтрација низ бетонски брани, (Б) Филтрација низ насипни брани, (Б.1) Филтрациона линија кај насипни брани,
- ✓ Филтрација во телото на браните, (Б.2) Струјна мрежа кај насипни брани

1.5. Сили и влијанија на хидротехничките објекти

- ✓ Поделба на товарите кај браните
- ✓ Сили на хидростатички и хидродинамички притисок
- ✓ Влијание на брановите
- ✓ Влијание на мразот и речниот нанос, (А) Влијание од мразот, (Б) Влијание од наносот, (Б.1) Притисок од наносот, (Б.2) Сила од наносот, (Б.3) Абразивно дејство
- ✓ Сеизмичко влијание, (1) Земјотреси, (2) Псеудостатички метод, (3) Сеизмичко дејство на објектот, (4) Сеизмичко дејство на водата

2. Насипни брани

2.1. Општо за насипните брани

- ✓ Увод, терминологија и класификација на насипни брани, Општо за насипните брани, (1) Услови што треба да бидат исполнети, (2) Основни елементи на НБ, (3) Класификација на НБ

- ✓ Димензии на основните елементи на насипните брани, (1) Широчина во круната на браната, (2) Надвишување над максималното ниво, (3) Наклони на косините
- ✓ Материјали за изведба на насипните брани

#### 2.1.6. Филтрациони појави кај насипните брани

- ✓ Видови филтрација во телото на насипните брани, (1) Дозволена филтрација, (2) Недозволена филтрација,

#### 2.2. Анализа на стабилност на насипните брани

- ✓ Актуелни состојби за статичка стабилност на насипните брани и Состојба веднаш по градба
- ✓ Состојба на полна акумулација
- ✓ Состојба на нагло спуштање на нивото
- ✓ Методи за статичка анализа на насипни брани и Класични методи за проверка на стабилност на НБ
- ✓ Метод на клин
- ✓ Метод на ламели
- ✓ Метод на ламели – кружна линија на лизгање

#### 2.3. Земјени брани (ЗБ)

- ✓ Класификација и конструкција на ЗБ
- ✓ Конструкција на круната и заштита на косините, Узводна косина: (1) Нафрлан камен, (2) Бетонски и армирано бетонски плочи, (3) Асфалтна облога, (4) Други видови заштита, и Заштитата на низводната косина
- ✓ Водонепропустливи елементи на ЗБ, (1) Екран, во комбинација со чеп и килим – од глина, (2) Асфалтен екран, (3) Екран од геомембрана,
- ✓ Водонепропустливи елементи на ЗБ, (4) Глинено јадро, (5) Инјекционо јадро, (6) Бетонска дијафрагма, (7) Асфалтна дијафрагма, (8) Други типови дијафрагми

#### 2.4. Камено земјени брани (КЗБ)

- ✓ Конструктивни елементи на КЗБ, Основни елементи, Основни карактеристики, Изведба на каменоземјените
- ✓ КЗБ со вертикално јадро, Предности, генерални карактеристики
- ✓ КЗБ со закосено јадро, предности, карактеристики

#### 2.5. Камено насипни брани (КНБ)

- ✓ Дефиниција и видови на КНБ, (1) Положба на водонепропустливото тело, (2) Вид на материјал во водонепропустливото тело

##### 2.5.2. КНБ со армирано бетонски екран,

- ✓ Конструктивни елементи на армирано бетонските екрани

##### 2.5.3. КНБ со асфалт бетонски екран

- ✓ Општи карактеристики на асфалт бетонските екрани
- ✓ КНБ со екран од геомембрана

##### 2.5.5. КНБ со асфалтна дијафрагма

- ✓ Основни карактеристики на асфалтните дијафрагми

#### 2.6. Оскултација на насипните брани

- ✓ Задача и цел на оскултацијата на НБ

### 3. Бетонски брани

#### 3.1. Гравитациони бетонски брани

- ✓ Општо за масивните брани, (1) Историски развој, (2) Поделба, (3) Бетон за масивни брани, (4) Параметри на бетонската смеса
- ✓ Напречен пресек на масивните брани, (1) Општ дел, (2) Теориски пресек, (3) Практичен пресек
- ✓ Методи за димензионирање на масивните брани, (1) Класичен метод, (1.а) Метод на ламели,
- ✓ Методи за димензионирање на масивните брани, (1.б) Метод на полн профил
- ✓ Конструктивни карактеристики на масивните брани, (1) Зонирање на напречниот пресек, (2) Бетонирање на блоковите на браната, (3) Фуџи кај бетонските брани
- ✓ Стабилност на масивните брани на стеновата основа
- ✓ Олеснети гравитациони ББ
- ✓ Брани од валјан бетон, (А) Општ дел

#### 3.2. Гравитациони ББ на нестеновата основа (ББНО)

- ✓ Општо за ББНО, (А) Општи карактеристики, (б) Основни елементи,

#### 3.3. Контрафорни брани

- ✓ Општо за контрафорните брани (КБ), (а) Дефиниција и класификација на КБ, (б) Конструктивни елементи, (в) Начин на работа, (Г) Димензионирање, (г) Примена

#### 3.4. Лачни брани ЛБ

- ✓ Општо за ЛБ, (1) Дефиниција и пресеци, (2) Историски развој,
- ✓ Општо за ЛБ, (3) Класификација, (4) Услови за изградба
- ✓ Конструкција на ЛБ во основа, (1) Основни принципи, (2) Единична закривеност, (3) Двојна закривеност,
- ✓ Конструкција на ЛБ во основа, (4) Форма на лаци, (5) Прилагодување на терен
- ✓ Конструктивни детали кај ЛБ, (1) Круна, (2) Преливник, (3) Спрегнување со бреговите,
- ✓ Конструктивни детали кај ЛБ, (4) Спрегнување со основата, (5) Инјекциона завеса, (6) Конструктивни фуџи, (7) Галерии, (8) Материјали
- ✓ Статичка анализа на ЛБ, (1) Основни поставки – методи и сили, (2) Метод на независни лаци, (2.а) Метод на котловска формула,

#### 3.5. Оскултација на бетонски брани

- ✓ Оскултација на бетонски брани, (1) Општ дел

### 4. Придружни објекти кај браните

#### 4.1. Објекти за пропуштање на водата во тек на градба на хидројазелот

- ✓ Пристап без одведување на реката од матичното корито, (А) Метод со преградување на градежната јама, (Б) Метод без преградување на градежната јама
- ✓ Пристап со одведување на реката од матичното корито,

#### 4.2. Преливни објекти

- ✓ Основни принципи за проектирање на преливите
- ✓ Преливни објекти низ телото на браната - Површински преливници, (А) Најчести преливници кај ББ, (Б) Поретко применувани преливници кај ББ, (В) Преливници преку тело на НБ
- ✓ Преливни објекти низ телото на браната - Длабочински преливници, (А) Длабочински преливници со слободно течење, (Б) Длабочински преливници под притисок
- ✓ Преливни објекти надвор од телото на браната - Челен преливник, (А) Приоден дел, (Б) Преливен дел, (В) Одводен дел – брзотек

- ✓ Бочен преливник, (А) Преливен дел, (Б) Собирен канал, (В) Одводен дел
- ✓ Шахтен преливник, (А) Преливен дел, (Б) Вертикална шахта, (В) Одводен тунел, (Г) Завршен дел, (Д) Специјални видови
- ✓ Сифонски преливник, составни делови, начин на работа, позитивни и негативни страни

#### 4.3. Испусни органи (темелен испуст)

- ✓ Основни принципи за проектирање на испустите
- ✓ Темелен испуст кај бетонски брани
- ✓ Темелен испуст кај насипни брани - Темелен испуст под телото на браната
- ✓ Темелен испуст кај насипни брани - Темелен испуст надвор од телото на браната

#### 5. Машински згради на хидроцентрали

- ✓ Видови на хидроелектрични централи

#### 5.2. Основни типови на машински згради

- ✓ Машински згради кај речни хидроцентрали
- ✓ Машински згради кај прибрански хидроцентрали
- ✓ Надземни машински згради кај деривациони хидроцентрали
- ✓ Подземни машински згради кај деривациони хидроцентрали

#### 5.3. Стабилност на машинските згради (МЗ)

- ✓ МЗ - Стабилност против лизгање, превртување и испливување, и определување на напрегањата во основата
- ✓ МЗ - Сигурност против појава на вибрации

#### 5.4. Конструктивни карактеристики на производните блокови

- ✓ Реакциска турбина со вертикално вратило
- ✓ Пелтонова турбина со вертикално и хоризонтално вратило
- ✓ Франсисова турбина со хоризонтално вратило
- ✓ Машински сали (МС)

Скопје,

5.февруари.2025 година

Проф. д-р Љупчо Петковски