

HIDROTEHNIČKE KONSTRUKCIJE

- ISPITNA PITANJA -

- 1) Podela i osobenosti hidrotehničkih konstrukcija
- 2) Približne metode proračuna seizmičkih sila
- 3) Podloge
- 4) METODA HORIZONTALNIH PRESEKA
- 5) HIDROTEHNIČKI BETON
- 6) PRORAČUN NAPONSKOG STANJA U TELU BRANE
- 7) ANALIZA OPTEREĆENJA (VRSTE I KOMBINACIJE)
- 8) KOEFICIJENT SIGURNOSTI PROTIV PREVRTANJA
- 9) STATIČKI PRITISAK VODE
- 10) Slojevi u poprečnom preseku brane
- 11) HIDRODINAMIČKO OPTEREĆENJE VODE
- 12) Faktori postupak
- 13) UZGON kao opterećenje
- 14) PRETPOSTAVKE FAKTOVE METODE
- 15) MERE SMANJENJA UZGONA
- 16) PRORAČUN OPŠTE STABILNOSTI
- 17) METODE ZA PRORAČUN UZGONA
- 18) DELOVANJE LEDA
- 19) UZGON U TELU HIDROTEHNIČKIH KONSTRUKCIJA
- 20) TAČNE METODE PRORAČUNA SEIZMIČKIH UTICAJA
- 21) KOTA KRUNE BRANE
- 22) KOEFICIJENT SIGURNOSTI PROTIV KLIZANJA
- 23) NANOS kao opterećenje
- 24) LUČNE BRANE
- 25) KONSTRUKCIONE MERE ZA UOLAŽAVANJE TEMPERATURNIH UTICAJA
- 26) Izbor tipa brane (izbor pregradnog profila)
- 27) Uslov za dimenzionisanje GBB
- 28) RAZDELNICE, spojnice, galerije
- 29) KOEFICIJENT SIGURNOSTI PROTIV ISPLIVAVANJA
- 30) KONTRAFORNE BRANE

ОСНОВНЕ ПРЕТПОСТАВКЕ ПРИ ПРОРАЧУНИ ГРАВИТАЦИОНЕ БЕЖОНСКЕ БРАНЕ НАШИНИ И МЕТОДЕ

БРАНЕ

ОПШТИ ДЕО

ПРИ ПРОРАЧУНИ ГРАВИТАЦИОНЕ БЕЖОНСКЕ БРАНЕ НАШИНИ И МЕТОДЕ ПРОРАЧУНА СУ ЗАСНОВАНЕ НА ПРЕТПОСТАВКАМА ЛИНЕАРНЕ ТЕОРИЈЕ ЕЛАСТИЧНОСТИ, А ЗА ХИДРОСТАТИЧКИ БЕЖОН, ОД КОГА СУ ОНЕ НАШИДЕНЕ ПРЕТПОСТАВКЕ ДА СЕ:

1. САВРШЕНО ЕЛАСТИКАМ
2. ХОМОГЕН
3. ИЗОТРОПАН И
4. ДА ИМА НЕПРЕКИДНУ СТРУКТУРУ.

ДОК ЗА САНУ КОНСТРУКЦИЈУ ВАННИ И?

5. БЕЗА ИЗМЕНЈУ НАПОНА И ДЕФОРМАЦИЈА БЕ ЛИНЕАРНА
6. ПОМЕРАЊА СУ ВЕОМА МАЛА У ОДНОСУ НА ДИМЕНЗИЈЕ КОНСТРУКЦИЈЕ.
7. ПОГЛОБ САМО БЕДНО СТАЊЕ КОЈЕ СЕ КАРАКТЕРИШЕ ОДСУСТВОМ УНУТРАШЊИХ СИЛА И ДЕФОРМАЦИЈА; ТО СЕ ПРИРОДНО НЕМИПРЕГНУЛО СТАЊЕ.
8. ВАННИ СЕН-ВЕНАНОВ ПРИНЦИП: УТИКАНА ДАМЕКО ОД ДЕЛОВАЊА СЛОЖАЊИХ УТИЦАЈА, НАПОНИ ВЕОМА МАЛО ЗАВИСЕ ОД РАСПОРЕДА (СТАТИЧКИ БЕДНАКОР) ДЕЛОВАЊА ТИХ УТИЦАЈА И
9. ЗАКОНИ СТАТИКЕ И ДИНАМИКЕ, КОЈИ ВАННЕ ЗА КОНСТРУКЦИЈУ КАО ЦЕЛИНУ, ВАННЕ И ЗА СВАКИ ЕЛЕМЕНТАРНУ ЗАПРЕДНУ ДЕФОРМИСАЊЕ КОНСТРУКЦИЈЕ.

САМ ПРОРАЧУН, У ЗАВИСНОСТИ ОД ФАЗЕ ПРОЈЕКТОВАЊА, Састоји СЕ ИЗ СЛЕДЕЋИХ ДЕЛОВА И СПРОВОДИ СЕ СЛЕДЕЋИМ РЕДОСЛЕДОМ:

1. ПРОРАЧУН ОПШТЕ СТАБИЛНОСТИ
2. ПРОРАЧУН ОПОРНОСТИ И ДИМЕНЗИОНИСАЊА И
3. ПРОРАЧУН ПОМЕРАЊА.

ПРОРАЧУН ОПШТЕ СТАБИЛНОСТИ

ТРЕБА ОБУХВАТИТИ:

1. АНАЛИЗУ ОПТЕРЕЂЕЊА
2. ПРОРАЧУНЕ СИГУРНОСТИ ПРОТИВ КИЦАЊА
3. ПРОРАЧУНЕ СИГУРНОСТИ ПРОТИВ ПРЕВРАЊА
4. ПРОРАЧУН СИГУРНОСТИ ПРОТИВ КОЛИВАЊА
5. ПРОРАЧУН НАПРЕЗАЊА У ТЕНЕЖНОС СЛОЖИЛИЦИ И
6. ПРОРАЧУН ПОМЕРАЊА ТЕНЕЖНЕ СЛОЖИЛИЦЕ (БРАНЕ КАО ЦЕЛОНА ТЕЛА)

ОБИ ПРОРАЧУНИ СЕ САСОЗЕ ИЗ ОДРЕЂИВАЊА:

- ВЕРТИКАЛНИХ ПОМЕРАЊА
- ХОРИЗОНТАЛНИХ ПОМЕРАЊА
- ОБРАТА ЕЛЕМЕНТА И ПРЕСЕЦА ДЕЛОВА БРАНЕ.

~~АНАЛИЗА ОПТЕРЕЖЕЊА~~

ОПШТИ ДЕО

ГРАВИТАЦИОНЕ БЕДНСКЕ БРАНЕ СУ ИЗЛОЖЕНЕ ДЕЛОВАЊУ СТАНИХ И ПОВРЕЊЕНИХ ОПТЕРЕЖЕЊА И УТИЦАЈА ПРЕМА ВРЕМЕНУ ТРАЈАЊА И ДЕЛОВАЊУ И ПРЕМА ВЕРОВАТНОЈ ПОЈАВЕ, ОПТЕРЕЖЕЊА СЕ ДЕЛЕ НА:

- ОСНОВНА
 - ДОПУНСКА
 - ИЗУЗЕТНА
 - УТОКУ ГРАЂЕЊА И
 - УТОКУ ПРЕГЛЕДА И ПОПРАВКИ
- УКАЗУЈУ СЕ У ОБЗИР КОД Г. Б.

ОБИЧНО СЕ РЕЗУЛТАТИ ОПТЕРЕЖЕЊА ГРУПИШУ У ЧЕТИРИ ГРУПЕ - КОМБИНАЦИЈЕ ОПТЕРЕЖЕЊА, КОЈЕ ДАЈУ ЕКСТРЕМНО УТИЦАЈ.

Х ПРЕМА СВОЈСТВЕЊА МАТЕРИЈАЛА ОД КОГА ЈЕ НАШИЊЕНА ГРАВИТАЦИОНА БЕТОНСКА БРАНА, НАШИНУ ПРЕДХВАЊА ОПТЕРЕЖЕЊА ТЕМЕЉИНА И ПРИ КОЈОЈ ТЕМПЕРАТУРИ ТРЕБА ДА РАДИ, НОРМАЛНО БИ ТРЕБМО УЗЕТИ СЛЕДЕЋЕ УТИЦАЈЕ И ОПТЕРЕЖЕЊА: (ДОПУНСКА ОПТЕРЕЖЕЊА)

10. УТИЦАЈ ОД ТЕМПЕРАТУРЕ.
11. УТИЦАЈЕ ОД СКУПАЊА И ВУБРЕЊА БЕДНА:
12. УТИЦАЈЕ ОД ДЕФОРМАЦИЈЕ ТЕМЕЉА И
13. ДОПУНСКИ ПРИТISАК ЗЕМЉЕ (УСЛЕД ДЕФОРМАЦИЈА СРЕДИНЕ, БРАНЕ ИЛИ УТИЦАЈА ТЕМПЕРАТУРЕ)

ОСНОВНА ОПТЕРЕЖЕЊА

- ОПТЕРЕЖЕЊА КОЈА ДЕЛУЈУ У УСЛОВИМА НОРМАЛНОГ РАДА ГРАВИТАЦИОНЕ БЕДНСКЕ БРАНЕ:
1. СОПСТВЕНА ТЕЖИНА БРАНЕ И ТЕЖИНА У њУ УГРАЂЕНЕ ОПРЕНЕ И ОПРЕНЕ КОЈА СЕ НА БРАНИ СТАНО НАМАЗИ;
 2. ПРИТISАК ВОДЕ НА КОТИ НОРМАЛНОГ УСЛОРА;
 3. УЗГОМ ЗА ВОДУ НА КОТИ НОРМАЛНОГ УСЛОРА;
 4. ДИНАМИЧКИ ПРИТISАК ВОДЕ ЗА ВОДУ НА КОТИ НОРМАЛНОГ УСЛОРА;
 5. ПРИТISАК ТЛАКА
 6. СТАТИЧКИ И ДИНАМИЧКИ ПРИТISАК ЛЕДА;
 7. ПРИТISАК НАНОСА;
 8. АКТИВАН И ПАСИВАН ПРИТISАК ЗЕМЉЕ И ПРИТISАК ЗЕМЉЕ У НИРУ;
 9. ТЕЖИНА СРЕДИНЕ (СТЕНЕ, ТЛА) ИЗНАД ПОВРШИНЕ ИЛИ ЗАДА.

ИЗУЗЕТНА ОПТЕРЕЖЕЊА (ОВА ОПТЕРЕЖЕЊА СЕ РЕТКО ПОЗАВЛАДУЈУ И ВЕЗУЈУ СЕ ЗА ВЕРОВАТНОЈ ПОЈАВЕ И ИНТЕРВАЛА СИГУРНОСТИ (ДА ЋЕ СЕ ТА ВЕРОВАТНОЈА И ПОДВАРИТИ) БЕДНА ЈЕ МАЛА ВЕРОВАТНОСТА ДА ЋЕ СЕ ОВА ИЗУЗЕТНА ОПТЕРЕЖЕЊА ДЕЛОВАТИ И ПОВРЕЊЕНИ. КАДА СЕ СА ПУНА РАЧУНА, ТАДА СЕ НЕОЗНАЧУЈУ ОСНОВНА ОПТЕРЕЖЕЊА И ОДГОВОР).

14. ПРИТISАК ВОДЕ НА КОТИ НАЗВИШЕТ (НАКСНАЛНОГ) УСЛОРА
15. УЗГОМ ЗА ВОДУ НА КОТИ НАКСНАЛНОГ УСЛОРА.
16. ДИНАМИЧКИ ПРИТISАК ВОДЕ ЗА ВОДУ НА КОТИ НАКСНАЛНОГ УСЛОРА
17. ПРИТISАК ТЛАКА ПРИ ДЕЛОВАЊУ ВЕТРА ИЗУЗЕТНЕ ЗАШТИТЕ.
18. СТАТИЧКИ И ДИНАМИЧКИ ПРИТISАК ЛЕДА КАТАСТРОФАЛНИХ РАЗМЕРА.
19. ПРИТISАК ВЕТРА ИЗУЗЕТНЕ ЗАШТИТЕ
20. СЕИЗМИЧКИ УТИЦАЈ.

КОМБИНАЦИЈА ОПТЕРЕЋЕЊА

- ПОРЕД НАВЕДЕНЕ IV КОМБИНАЦИЈЕ ОПТЕРЕЋЕЊА, КОД НЕКИХ ТРАВМАТИЧНИХ БРАНА СЕ УЗИМА И ПЕТА КОМБИНАЦИЈА ОПТЕРЕЋЕЊА ("ПРОЕКТАНТОВА КОМБИНАЦИЈА ОПТЕРЕЋЕЊА" - КАДА ПРОЈЕКТАНТ ОЦЕНИ ДА НЕКА ДРУГА КОМБИНАЦИЈА МОГЛА БИТИ НЕРОДАТЉИВА)

ПРВА КОМБИНАЦИЈА ОПТЕРЕЋЕЊА - УЗИМА СЕ САМО ОПТЕРЕЋЕЊА КОЈА ПОСРЕДНО НЕПОСРЕДНО ПО ЗАВРШЕЦУ ГРАЂЕЊА БРАНЕ:

- 1. СОПСТВЕНА ТЕЖИНА БРАНЕ И ТЕЖИНА УЊУ УГРАЂЕНЕ ОПРЕНЕ И ОПРЕНЕ КОЈА СЕ НА БРАНИ СТАЛНО НАЛАЗИ.
- ДРУГА КОМБИНАЦИЈА ОПТЕРЕЋЕЊА - ОВУ КОМБИНАЦИЈУ ШИНЕ СВА ОПТЕРЕЋЕЊА КОЈА СЕ ЗАВЛАДУ УТОКУ НОРМАЛНОГ РАДЛА БРАНЕ - ТО СУ ОСНОВНА ОПТЕРЕЋЕЊА СВА (1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8 и 9) А ЗА ЗАДАТАК СМО УЗИМАМО:

- 1. СОПСТВЕНА ТЕЖИНА БРАНЕ И ТЕЖИНА УЊУ УГРАЂЕНЕ ОПРЕНЕ И ОПРЕНЕ КОЈА СЕ НА БРАНИ СТАЛНО НАЛАЗИ.
- 2. ПРИТИСАК ВОДЕ НА КОТИ НОРМАЛНОГ УСПОРА
- 3. УЗГОН ЗА ВОДУ НА КОТИ НОРМАЛНОГ УСПОРА И
- 9. ТЕЖИНА СРЕДИНЕ (СТЕНЕ, ПЛА) ИЗНАД ПОВРШИНЕ КЛИЗАЊА.

ТРЕЋА КОМБИНАЦИЈА ОПТЕРЕЋЕЊА - ОВУ КОМБИНАЦИЈУ ШИНЕ СВА ОПТЕРЕЋЕЊА КОЈА СЕ ЗАВЛАДУ ПРИ НАИЛАСКУ ВЕЛИКЕ ВОДЕ ЗА КОЈУ СЕ ПРОРАЧУНАТ ТИЖИНИ ЖИВО ВОДЕ УЗЕДНО (У АККУМУЛАЦИЈИ), ОД ОСНОВНИХ ОПТЕРЕЋЕЊА ОД 1 ДО 9, ОД ИЗУЗЕТАЧКИХ ОПТЕРЕЋЕЊА 14, 15, 16. (ОСТАЛА ИЗУЗЕТАЧКА ОПТЕРЕЋЕЊА) МОГУ ДА СЕ ОБЕ УНЕШУ ОДГОВАРАЈУЋИХ ОСНОВНИХ ОПТЕРЕЋЕЊА ЗА ЗАДАТАК:

- 1. СОПСТВЕНА ТЕЖИНА БРАНЕ И ТЕЖИНА УЊУ УГРАЂЕНЕ ОПРЕНЕ И ОПРЕНЕ КОЈА СЕ НА БРАНИ СТАЛНО НАЛАЗИ.
- 9. ТЕЖИНА СРЕДИНЕ (СТЕНЕ, ПЛА) ИЗНАД ПОВРШИНЕ КЛИЗАЊА
- 14. ПРИТИСАК ВОДЕ НА КОТИ НАКШМАЛНОГ (НАКШМАЛНОГ) УСПОРА И
- 15. УЗГОН ЗА ВОДУ НА КОТИ НАКШМАЛНОГ УСПОРА.

ЧЕТВРТА КОМБИНАЦИЈА ОПТЕРЕЋЕЊА - ОВДЕ СЕ ЗАВЛАДУ УЛИВАЊИ НАСТАЛИ ПРИ ДЕЛОВАЊУ ЗЕМЉОТРЕСА (БР. 20) ЗАЈЕДНО СА ОСНОВНИМ ОПТЕРЕЋЕЊИМА ОД 1 ДО 9. ЗА ЗАДАТАК:

- 1. СОПСТВЕНА ТЕЖИНА БРАНЕ И ТЕЖИНА УЊУ УГРАЂЕНЕ ОПРЕНЕ И ОПРЕНЕ КОЈА СЕ НА БРАНИ СТАЛНО НАЛАЗИ.
- 2. ПРИТИСАК ВОДЕ НА КОТИ НОРМАЛНОГ УСПОРА.
- 3. УЗГОН ЗА ВОДУ НА КОТИ НОРМАЛНОГ УСПОРА.
- 9. ТЕЖИНА СРЕДИНЕ (СТЕНЕ, ПЛА) ИЗНАД ПОВРШИНЕ КЛИЗАЊА И
- 20. СЕИЗМИЧКИ УЛИВАЊИ ИТО САМО:
 - 20.1. УЛИВАЊИ ОД СОПСТВЕНЕ ТЕЖИНЕ БРАНЕ И ТЕЖИНЕ УЊУ УГРАЂЕНЕ ОПРЕНЕ И ОПРЕНЕ КОЈА СЕ НА БРАНИ СТАЛНО НАЛАЗИ И.
 - 20.2. УЛИВАЊИ ОД ПРИТИСКА ВОДЕ НА КОТИ НОРМАЛНОГ УСПОРА.

* ДОПУНСКА ОПТЕРЕЋЕЊА (10, 11, 12, 13) МОГУ УЋИ У БИЛО КОЈУ КОМБИНАЦИЈУ ОПТЕРЕЋЕЊА. ОВЕ КОМБИНАЦИЈЕ ОПТЕРЕЋЕЊА ВАЖЕ И ЗА ПРОРАЧУН НАПОНА У ХОРИЗОНТАЛНИМ И ВЕРТИКАЛНИМ ПРЕСЕЦИМА ТРАВМАТИЧНИХ ДОПУНСКИХ БРАНА

* КОД ИЗУЗЕТАЧКИХ ОПТЕРЕЋЕЊА ТРЕБА ИМАТИ У ВИДУ ДА ЈЕ ВЕРОВАТЉИВА ИСЦРПЉЕЊЕ ДЕЛОВАЊА ВИШЕ ТАКВИХ ОПТЕРЕЋЕЊА МАЛА, ПА ИХ ЗАЈЕДНО НЕ ТРЕБА НИ УЗИМАТИ (НЕ ТРЕБА УЗИМАТИ ЗАЈЕДНО ОПТЕРЕЋЕЊА 14, 15, 16 СА 17 НИТИ 14, 15, 16 СА 18 АЛИ ЗАЈЕДНО ИДУ ОПТЕРЕЋЕЊА 17 И 19)

ПОСЛЕ АНАЛИЗЕ ОПТЕРЕЖЕЊА ТРЕБА СРАЧУНАТИ БРАНУ ТАКО ДА БУДЕ ЗАДОВОЉЕН КОЕФИЦИЈЕНТ ОПШЕ СТАБИЛНОСТИ И НАПОНСКО СТАЊЕ ИСПОД НЕ.

ТРЕБА УРАДИТИ СЛЕДЕЋЕ ПРОРАЧУНЕ:

- ПРОРАЧУН СИГУРНОСТИ ПРОТИВ КЛИЗАЊА
- ПРОРАЧУН СИГУРНОСТИ ПРОТИВ ПРЕВРТАЊА
- ПРОРАЧУН СИГУРНОСТИ ПРОТИВ ИСПАДВАЊА И
- ПРОРАЧУН НАПРЕЗАЊА У ТЕНЕЛНОЈ СПОЏНИЦИ

СИГУРНОСТ ПРОТИВ КЛИЗАЊА

ОПШТИ ДЕО

ПРОРАЧУН СИГУРНОСТИ ПРОТИВ КЛИЗАЊА ТРЕБА ДА ПОКАЖЕ ДА СЕ ХОРИЗОНТАЛНЕ И ВЕРТИКАЛНЕ СИЛЕ, КОЈЕ ДЕЈУЈУ НА ГРАВИТАЦИОНИ БЕТОНСКИ БРАНУ, ПРЕНОСЕ НА СТЕЊУ ИЛИ ТЛО (ТЕНЕЛНУ СПОЏНИЦУ) У УСЛОВИНА ПОД КОЈИМА НЕЋЕ ДОЋИ ДО СЛИЈАЊА БИЛО ПО КОНТАКТУ БРАНЕ И СТЕЊЕ (ТЛА), БИЛО КРОЗ СРЕДИНУ У КОЈОЈ ЈЕ БРАНА ТЕНЕЛЕНА.

У ПРИНЦИПУ СУ РАВНИ КЛИЗАЊА ИЛИ ХОРИЗОНТАЛНЕ ИЛИ ПОД НЕКИМ УГЛОМ У ОДНОСУ НА ХОРИЗОНТАЛУ. ПО ЈИНА СЕ КЛИЗАЊУ БРАНЕ СПРОСТАВЉА КОХЕЗИЈА И ОТПОР ТРЕЊА, ИЛИ САМО ОТПОР ТРЕЊА. РАЗМАТРАЈЕ СЕ НАЈПРОСТИЈИ СЛУЧАЈЕВИ (ЗА СТЕЊОВИТУ СРЕДИНУ): ПО КОНТАКТУ БРАНА - СТЕЊА ИЛИ КРОЗ САНУ СТЕЊУ

ХОРИЗОНТАЛНА КЛИЗНА РАВАН

ОВДЕ ПОСТОЈЕ ТРИ СЛУЧАЈА: КЛИЗАЊЕ ПО КОНТАКТУ БРАНА - СРЕДИНА, ПО КОНТАКТУ БРАНА - СРЕДИНА И КЛИЗАЊЕ КРОЗ СРЕДИНУ.

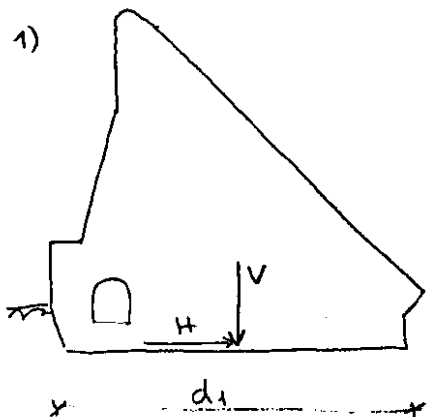
КОНТАКТ БРАНА - СРЕДИНА

1) БЕЗ КОХЕЗИЈЕ (ЗАПЕНАРУЈЕ СЕ); САМО СА ТРЕЊЕМ;

$$K_k = f \cdot \frac{V}{H}$$

2) СА КОХЕЗИЈОМ НА КОНТАКТУ БРАНА - СРЕДИНА И СА ТРЕЊЕМ

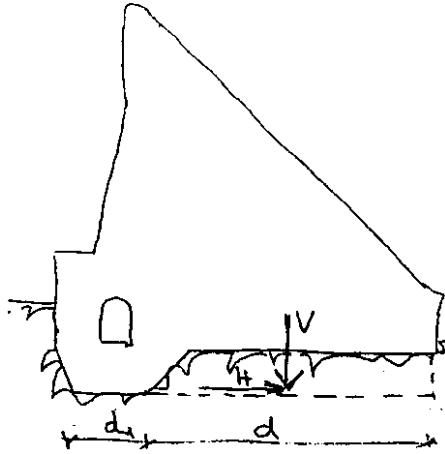
$$K_k = \frac{f \cdot V + c \cdot d_1}{H}$$



КОНТАКТ БРАНА - СРЕДИНА И КРОЗ СРЕДИНУ

СА КОХЕЗИОМ НА КОНТАКТУ БРАНА СРЕДИНА (НА ДУЖИНИ d_1) И КРОЗ СРЕДИНУ (НА ДУЖИНИ d), И СА ТРЕЊЕМ:

$$K_k = \frac{f \cdot V + c_1 \cdot d_1 + c \cdot d}{H}$$



КЛИЗАЊЕ КРОЗ СРЕДИНУ

КЛИЗАЊЕ СЕ КРОЗ СРЕДИНУ, ПОСТОЈИ ТРЕЊЕ, КОХЕЗИЈА СЕ ЗАПЕНАРУЈЕ:

$$K_k = f \cdot \frac{V}{H}$$

КЛИЗАЊЕ СЕ КРОЗ СРЕДИНУ, ПОСТОЈИ ТРЕЊЕ, А КОХЕЗИЈА СЕ НЕ ЗАПЕНАРУЈЕ:

$$K_k = \frac{f \cdot V + c \cdot d}{H}$$

(ИСТА СМКА ВАНТИ ИЗДВА ОВЕ СЛУЧАЈЕВЕ ↑)

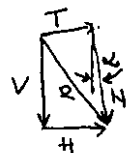
КОСА КЛИЗНА РАВНА

ОВДГ ПОСТОЈЕ 2 СЛУЧАЈА: КЛИЗАЊЕ ПО КОНТАКТУ БРАНА - СРЕДИНА И КЛИЗАЊЕ КРОЗ СРЕДИНУ. НАЗНАКШЕ СЕ УНЕСТУ ВЕРТИКАЛНЕ И ХОРИЗОНТАЛНЕ СИЛЕ РАДУИ СА НОРМАЛНОМ И ТРАНСВЕРЗАЛНОМ СИЛОМ:

$$N = V \cdot \cos \alpha + H \cdot \sin \alpha$$

$$T = -V \cdot \sin \alpha + H \cdot \cos \alpha$$

А УЊЕГО СА КОСИНУСОМ РАДУ СЕ СА ТАЊЕНСОМ: $\tan \alpha = \frac{d}{a}$



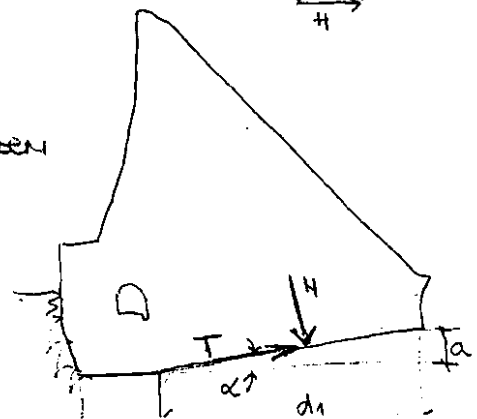
КОНТАКТ БРАНА СРЕДИНА

БЕЗ КОХЕЗИЈЕ (ЗАПЕНАРУЈЕ СЕ) САМО СА ТРЕЊЕМ

$$K_k = f \cdot \frac{V + H \cdot \tan \alpha}{H - V \cdot \tan \alpha}$$

СА КОХЕЗИОМ НА КОНТАКТУ БРАНА - СРЕДИНА И СА ТРЕЊЕМ

$$K_k = \frac{f(V + H \tan \alpha) + c_1 \cdot d_1 (1 + \tan^2 \alpha)}{H - V \cdot \tan \alpha}$$



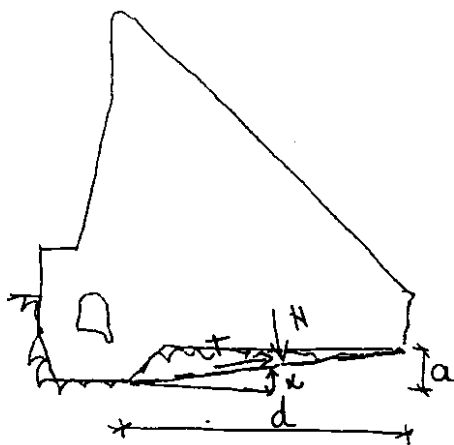
ЛИЗАЊЕ КРОЗ СРЕДИНУ

КЛИЗАЊЕ БЕ КРОЗ СРЕДИНУ, ПОСЛУЖИ ТРЕЊЕ, КОХЕЗИЈА СЕ ЗАМЕЊУЈЕ:

$$K_k = f \cdot \frac{V + H \cdot \operatorname{tg} \alpha}{H - V \cdot \operatorname{tg} \alpha}$$

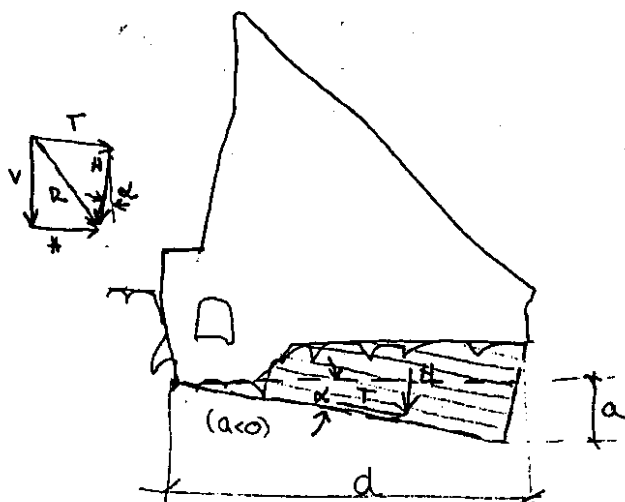
СА КОХЕЗИЈОМ КРОЗ СРЕДИНУ (НА ДУЖИНИ d) И СА ТРЕЊЕМ:

$$K_k = \frac{f \cdot (V + H \cdot \operatorname{tg} \alpha) + c \cdot d (1 + \operatorname{tg}^2 \alpha)}{H - V \cdot \operatorname{tg} \alpha}$$



СА КОХЕЗИЈОМ КРОЗ СРЕДИНУ НА ДУЖИНИ d , СА НЕГАТИВНИМ УГЛОМ α И СА ТРЕЊЕМ (СРЕДИНА СЕ СЛОЖЕВИТА И СЛОЖЕВИ ПАДАЈУ ПОД УГЛОМ $-\alpha$ ЧЕШЋ СЕ УОБИЧАЈНО ПАСИВАН ПРИТИСАК СРЕДИНЕ, АЛИ О ТОМЕ СТРОГО ДОДУТИ РАЧУНА ДЕРИВЕ НА СТРАНИ СИТУАЦИЈУ):

$$K_k = \frac{f \cdot (V - H \cdot \operatorname{tg} \alpha) + c \cdot d (1 + \operatorname{tg}^2 \alpha)}{H + V \cdot \operatorname{tg} \alpha}$$



α - УГЛО НАТИСА КЛИЗНЕ РАВНИ У ОДНОСУ НА ХОРИЗОНТАЛУ И

α - ВЕРТИКАЛНА ПРОЈЕКЦИЈА ДУЖИНЕ КЛИЗНЕ РАВНИ.

f И c - ВРЕДНОСТИ КОЕФИЦИЈЕНТА ТРЕЊА И КОХЕЗИЈЕ ДАНИ СУ ПРЕМА СНИП П-76-76 - ПРАВИЛИСУ.

c - КОХЕЗИЈА У МАСИ СТЕНЕ (кН/м^2)

c_1 - КОХЕЗИЈА НА КОНТАКТУ СА БРАТНОМ (кН/м^2)

f - КОЕФИЦИЈЕНТ ТРЕЊА

d_1 - ДУЖИНА СЛИЗАЊА ПО КОНТАКТУ БРАТНА - СТЕНА (м)

d - ДУЖИНА СЛИЗАЊА КРОЗ СТЕНУ (м)

V - СУМА СВИХ ВЕРТИКАЛНИХ СИЛА ИЗНАД РАВНИ КЛИЗАЊА (кН)

H - СУМА СВИХ ХОРИЗОНТАЛНИХ СИЛА ИЗНАД РАВНИ КЛИЗАЊА (кН)

H_T - КОМПОНЕНТЕ СИЛА НИ V УПРАВНЕ НА ПРАВАУ КЛИЗАЊА РАВНИ (Н) И УПРАВНОУ КЛИЗАЊА РАВНИ

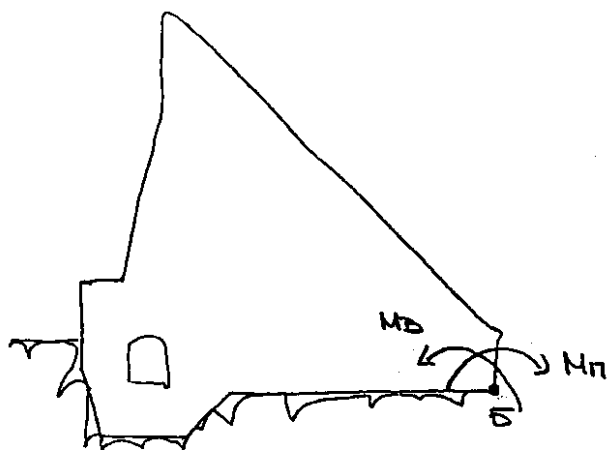
НАЈНАЈДЕ ВРЕДНОСТИ K_k (ПРОРАЧУНОМ ДОБИДЕТЕ ВРЕДНОСТИ K_k НЕ СМЕРУ
 K_k - КОЕФ. ПРОТИВ КАИЗАВА БИТИ МАЈДЕ ОД ВРЕДНОСТИ ИЗ ТАБЕЛЕ)

НОРМЕ И ПРОПИСИ	КОМБИНАЦИИ ОПТЕРЕЖЕЊА		
	II	III	IV
УОБИЧАЈЕНЕ ВЕЛИЧИНЕ КОЈЕ УДИНАЈУ НАШИ ПРОЈЕКТАТИ У НЕДОСТАТКУ ПРОПИСА (БЕЗ КОРЕКЦИЈЕ)	1,30	1,10	1,05
— II — (СА КОРЕКЦИЈАМ)	3,00	2,20	1,40
СН 123-60	1,30	1,10	1,05
СА КОРЕКЦИЈАМ, ПРЕМА КРИТЕРИЈУМА	3,00	2,00	1,00

СИГУРНОСТ ПРОТИВ ПРЕВРТАЊА

ОПШТИ ДЕО

ОБАД ПРОРАЧУН ТРЕБА ДА ПОКАЖЕ ДА СЕ ГРАВИТАЦИОНА БЕДОНСКА БРАНА СКОРОВИ
ДА ПРЕДА КОНЕНТЕ ТЕРЕНУ (У ОБЛИКУ НАПОНА - ОПТЕРЕЖЕЊА) А ДА ПРИТОМ НЕ ДОЈЕ
ДО НЕНОГ ПРЕВРТАЊА



ПО ПРАВИЛУ СЕ КОЕФИЦИЈЕНТ СИГУРНОСТИ
ПРОТИВ ПРЕВРТАЊА (K_P) ТРАЖИ ОКО
НАЗНАЧЕНЕ НИЗВОДНЕ ИВЛИНЕ ГРАВИТАЦИОНЕ
БЕДОНСКЕ БРАНЕ. ОН СЕ РАЧУНА ПРЕМА
ИЗРАЗУ:

$$K_P = \frac{M_B}{M_P}$$

У КОМЕ СЕ:

M_B - СУМА МОМЕНАТА СВИХ СИЛА У ОДНОСУ
НА НАЗНАЧЕНУ НИЗВОДНУ ИВЛИНУ ГРАВИТАЦИОНЕ
БЕДОНСКЕ БРАНЕ КОЈА СЕ
СМОСТАВЉАЈУ ПРЕВРТАЊУ И

M_P - СУМА МОМЕНАТА СВИХ СИЛА У ОДНОСУ
НА НАЗНАЧЕНУ ИВЛИНУ ГРАВИТАЦИОНЕ
БЕДОНСКЕ БРАНЕ КОЈА ТЕНЕ ДА ПРЕВР
БРАНУ ОКО ТЕ ИВЛИНЕ.

ОБАД КОЕФИЦИЈЕНТ СЕ МОЖЕ НАЈТИ ЗА БИЛО КОЈУ НИЗВОДНУ ИВЛИНУ. ЗА МИНИМАЛНИ
КОЕФ. СИГУРНОСТИ ПРОТИВ ПРЕВРТАЊА НЕПОСРЕДНО НАШИ ПРОПИСИ.

НАЈНАЈДЕ ВЕЛИЧИНЕ КОЕФ. СИГУРНОСТИ ПРОТИВ ПРЕВРТАЊА

КОМБИНАЦИЈА ОПТЕРЕЖЕЊА	II	III	IV
МИНИМАЛНИ КОЕФ. K_P	1,30	1,30	1,10

СИГУРНОСТ ПРОТИВ ИСПЛЪЗВАНЕ

ОТШЛИ ДЕО:

ОВАЗ ПРОРАЧУН ТРЕБА ДА ПРИНИ ДОКАЗ ДА СЕ ТЕНИНА ТРАВИТАЦИОНЕ БЕТОНСКЕ БРАНЕ ЛОПТЕРЕЖА НА ПОД ДОВОДНА ДА САВЛАДА СИЛУ УЗГОНА, Д. ДА БРАНА НЕБЕ "ИСПЛЪЗВАТИ"

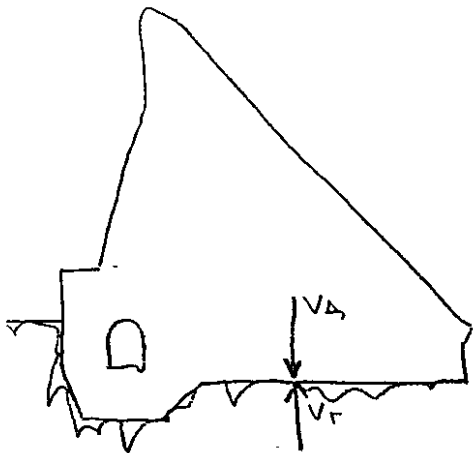
КОЕФИЦИЕНТ СИГУРНОСТИ НА ИСПЛЪЗВАНЕ K_{II} СЕ РАЧУНА ПРЕМА ИЗРАЗ:

$$K_{II} = \frac{V_d}{V_f}$$

V_d - СУМА ВЕРТИКАЛНИХ СИЛА УЧЕРЕНУХ НА ДОЛЕ;

V_f - СУМА ВЕРТИКАЛНИХ СИЛА УЧЕРЕНУХ НА ГОРЕ;

ЗА МИНИМАЛНЕ ВРЕДНОСТИ КОЕФ. СИГУРНОСТИ НА ИСПЛЪЗВАНЕ НЕ ПОСЛУЖА НАШЦ ПРОИЗ



НАЗНАЧЕ ВЕЛИЧИНА КОЕФ. СИГУРНОСТИ ПРОТИВ ИСПЛЪЗВАНЕ

КОЕФИЦИЕНТ ОЦЕНОВКА	II	III	IV
МИНИМАЛН КОЕФ. K_{II}	1,50	1,10	1,30

НАПРЕЗАЊА У ТЕНЕЛНОЈ СЛОЈНИЦИ

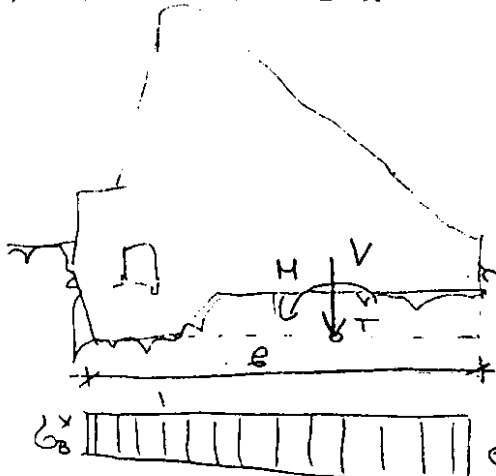
ОТШЛИ ДЕО:

ПРОРАЧУН НАПОНА У ТЕНЕЛНОЈ СЛОЈНИЦИ МОЖЕ СЕ УРАДИТИ НА ВИШЕ НАШИНА: НА ОСНОВУ ОПОРНОСТИ МАТЕРИЈАЛА, МЕТОДЕ КОНАЧНИХ ЕЛЕМЕНАТА, МЕТОДЕ ГРАНИЧНИ ЕЛЕМЕНАТА...

ОД СВИХ МЕТОДА НАПРЕКЛАНУСЕ РЕЗУЛТАТ ДАДЕ МЕТОДА КОНАЧНИХ ЕЛЕМЕНАТА ОВДЕ СЕ ПРЕДПОСТАВЈА РАВНО СТАЊЕ ДЕФОРМАЦИЈА И УПОТРЕБЉЕ СЕ ИЗРАЗ ИЗ ОПОРНОСТИ МАТЕРИЈАЛА. ЗА ПРОРАЧУН ВЕРТИКАЛНИХ НОРМАЛНИХ НАПОНА:

$$\sigma_{y,h} = \frac{V}{F} \pm \frac{M}{W}$$

ИЛИ УЗИМАЈУЋИ ДА СЕ $F = b \cdot h$ (ДУБИНА Т.С. ШИРИНА ПРЕСЕКА) * b (ДУЖИНА Т.С. ВИСИНА ПРЕСЕКА ВДЛУ СМЕРУ)



$$\sigma_{y,h}^+ = \frac{V}{F} + \frac{M \cdot h}{F \cdot h^2}$$

$$\sigma_{y,h}^- = \frac{V}{F} - \frac{M \cdot h}{F \cdot h^2}$$

$\sigma_{y,h}^+$ - ВЕРТИКАЛНИ НОРМАЛН НАПОН НА УЗДОРАС ИВЦИ ПРЕСЕКА (kg/cm^2)

$\sigma_{y,h}^-$ - ВЕРТИКАЛНИ НОРМАЛН НАПОН НА ИЗДОРАС ИВЦИ ПРЕСЕКА (kg/cm^2)

V - СУМА СВИХ ВЕРТИКАЛНИХ СИЛА (kg)

M - СУМА СВИХ МОМЕНАТА У ОДНОСУ НА ТЕНИШТЕ ПРЕСЕКА ТЕНЕЛНЕ СЛОЈНИЦЕ, А ЗНАКОМ "+" ЗА МОМЕНТ СМЕРУ ОДРЕВ

У ПРЕСЕКУ СЕ НЕ СМЕЉУ ЗАБИТИ НАПОН ЗАТЕЗАЊА

ПО ОВОЈ МЕТОДИ, НАПОНИ ОБИЧНО РАЧУНАЈУ У ХОРИЗОНТАЛНОЈ РАВНИ КОЈА ПРОЛАЗИ КРЕЗ НАЈНИЖИ ДЕО БРАНЕ. АКО ЋЕ ПОПРЕЧНИ ПРЕСЕК БРАНЕ КАО НА СЛИЦИ, ТАДА ЋЕ ЗАКОНЕТИ УЗВОДНИ ДЕО НЕ УЗМА У ШИРИНИ ПРЕСЕКА

ЧВРСТОБА НА ЗАТЕЗАЊЕ ПОДОБИ КОД СВИХ МОНОЛИТА (ДЕЛОВА СТЕНСКЕ МАСЕ КОЈ СУ ПРОШЕЛ ФУНИМ ПРАШИНАМА ДУИН КОЈУХ ЋЕ, БЕЗ ДОДАТНОГ РАДА, НЕКОЈУ ПОДЕЛИМ; ИСПИТУЈУ СЕ ИСКЛУЧИВО У ЛАБОРАТОРИЈИ), ТАК ЋЕ ОБИЧНО МАЛА И ЗАПЕНАРУСЕ ЋЕ.

У ТЕМЕЛНОЈ СЛОЖИЛИ НЕ СМЕ ДА СЕ ЗАВИ ЗАТЕЗАЊЕ МОНОЛИТА ЋЕ ВЕЉА ОД ЧВРСТОБЕ НА ПРИНСАК СТЕНСКЕ МАСЕ, НА СЕ ЗБОГ ТОГА УЗМА ДА СЕ "РАЧУНСКА ЧВРСТОБА НА ПРИНСАК" СТЕНЕ (БС) 10 ДО 20 ПУТА МАЂА ОД ЧВРСТОБЕ НА ПРИНСАК МОНОЛИТА (И ОВДЕ СЕ УЗЕТ КОЕФ. СИГУРНОСИ) И ТЕК ОД ОВЕ ВРЕДНОСИ (БС) ДЕЈЕЊЕМ СА КОЕФ. СИГУРНОСИ КН ДОЂУТА СЕ ДОЗВОЉЕН НАПОН НА ПРИНСАК.

НАЈНИЖЕ ВРЕДНОСИ КОЕФ. СИГУРНОСИ НА ПРИНСАК КОД НАПРЕЗАЊА У ТЕМЕЛНОЈ СЛОЖИЛИ

КОМБИНАЦИЈА ОПТЕРЕЋЕЊА	I	II	III	IV
ШИРИНАМИ КОЕФ. КН	3,50	3,50	2,50	1,50

$$\sigma_c = \frac{\sigma}{10 \div 20}$$

$$\sigma_{доз, к} = \frac{\sigma_c}{КН}$$

У НЕДОСТАТКУ ЕКСПЕРИМЕНТАЛНОГ СЕ КОРИСТИ ЕМПИРИСКИ ИЗРАЗ

$$\sigma_c = 0,024547 \cdot \gamma_c^{1,65}$$

γ_c - ЗАПРЕДНИКА ТЕЖИНА У СУВОМ СТАЊУ.

* УГЛАВНОМ ПРОБЛЕМУ ТРЕБА РАЧУНАТИ СА ПОДАЦИМА ДОБУТЕНИМ У ЛАБОРАТОРИЈИ (МОНОЛИТ) ИЛИ СА НЕСТА БРАНЕ (in situ), ЗА КОЕФ. СИГУРНОСИ У ТЕМЕЛНОЈ СЛОЖИЛИ НЕ ПОСЛУЖЕ НАЈИЧ ПРОИЦИ

МЕТОДЕ ПРОЈЕКТОВАЊА

- МЕТОДА ХОРИЗОНТАЛНИХ ПРЕСЕКА
- МЕТОДА ИЛИХ БЛОКОВА
- МЕТОДА БЕЖОНАЧНИГ КАКИТА
- МЕТОДА КОНАЧНИХ РАЗЛИКА
- МЕТОДА ПРОБНИХ ОПТЕРЕЋЕЊА
- ХАЋДИКОВИЧ МЕТОДОМ ИНТЕГРАЛНИХ СЕЃАЧИЛИТА
- МЕТОДА ГРАНИЧНИХ ЕЛЕМЕНТАТА
- МЕТОДА ИСТИЦИТУ ЕЛЕМЕНТАТА

ОВЕ МЕТОДЕ НЕ УЗНАЈУ У ОБЗИР ЕЛАСТИЧНОСТИ СРЕДИНЕ У КОЈОЈ ЋЕ БРАНА ТЕМЕЛЕНА

ОВЕ ПРИ УЗНАЈУ У ТО ДО ДАНАС НА НАЈРЕАЛНИЈИ НАЧИН.

* СВЕ НАВЕДЕНЕ МЕТОДЕ ОМОГУЋАВАЈУ ПРОРАЧУН ПОПРЕЧНОГ ПРЕСЕКА БРАНЕ ДОК МЕТОДА ПРОБНИХ ОПТЕРЕЋЕЊА, МЕТОДЕ СНАЖИЛИХ ЕЛЕМЕНТАТА И МЕТОДА ГРАНИЧНИХ ЕЛЕМЕНТАТА ОМОГУЋАВА ПРОРАЧУН БРАНЕ КАО ПРОСЈЕЧНОГ ТЕЛА

МЕТОДА ХОРИЗОНТАЛНИХ ПРЕСЕКА (МХП) - УЗНА ЗА ОСНОВНИ СИСТЕМ
УКРЕПЉЕЊА КОНЗОЛУ, ПА СЕ РЕАЛНО СТАЊЕ НАПОНА ДОБИЈА САМО У ГОРЊОМ
БЕ ТРЕЋИЊЕ ПОПРЕЧНОГ ПРЕСЕКА БРАНЕ, ГДЕ ЈЕ ЊИХОВ РАСПОРЕД
ЛИНЕАРНО ЛИНЕАРАН ДУЖ ХОРИЗОНТАЛНИХ ПРЕСЕКА, ОВОМ МЕТОДОМ МОЖЕ
МОЋЕ ОБУХВАТИТИ УТИКАЈ ЕЛАСТИЧНОГ УКРЕПЉЕЊА НА НАПОНСКО СТАЊЕ
У ТЕМЕЛНОМ СПОЊНИЦУ, ТАКО ДА СЕ У ДОЊОМ ТРЕЋИЊЕ ПОПРЕЧНОГ ПРЕСЕКА
БРАНЕ И ТЕМЕЛНОМ СПОЊНИЦУ НЕ ДОБИЈАЈУ РЕАЛНЕ ВРЕДНОСТИ НАПОНА,
ШТО ЈЕ ПОСЛЕДИЦА НЕРЕАЛНЕ ПРЕТПОСТАВКЕ О ЛИНЕАРНОМ РАСПОРЕДУ
НАПОНА У ТЕМЕЛНОМ СПОЊНИЦУ. ПРОРАЧУН ОВОМ МЕТОДОМ СЕ МОЖЕ
ПРИМЕНИТИ ЗА СТЕПЕ СА ИСТИМ ИЛИ ВЕЋИМ МОДУЛОМ ЕЛАСТИЧНОСТИ ОД
МОДУЛА ЕЛАСТИЧНОСТИ БЕТОНА, ШТО ЗНАЧИ ДА СЕ ЗА ОГРОМНЕ ВЕЋИНЕ
СТАТА ДОБИЈАЈУ НЕРЕАЛНЕ ВРЕДНОСТИ НАПОНА У ТЕМЕЛНОМ СПОЊНИЦУ.
МЕТОДА ЈЕ ЈЕДНОСТАВНА ЗА ПРИМЕНУ ТАКО ДА СЕ МОЖЕ ПРИМЕНЈИВАТИ
ДО НИВОА ИДЕАЛНОГ ПРОЈЕКТА.

МЕТОДА МАЛИХ БЛОКОВА - ЈЕ ЗАСНОВАНА НА ИСТИМ ПРЕТПОСТАВКАМА
КАО И МЕТОДА ХОРИЗОНТАЛНИХ ПРЕСЕКА, ТАКО ДА СЕ ДОБИЈАЈУ ПРАКТИЧНИ
ИСТИ РЕЗУЛТАТИ КАО И НЕКОМ ХОРИЗОНТАЛНИХ ПРЕСЕКА. ЗНАЧЕЊЕ ЈЕ
КОМПЛИКОВАНОСТ ОД МХП ТАКО ДА СЕ НЕ ПРЕПОРУЧУЈЕ ЗА ПРОРАЧУН
НАПОНА.

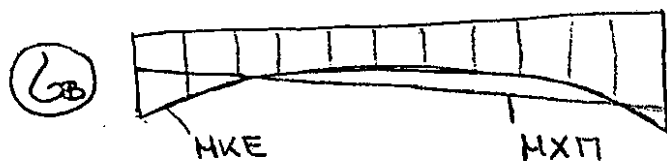
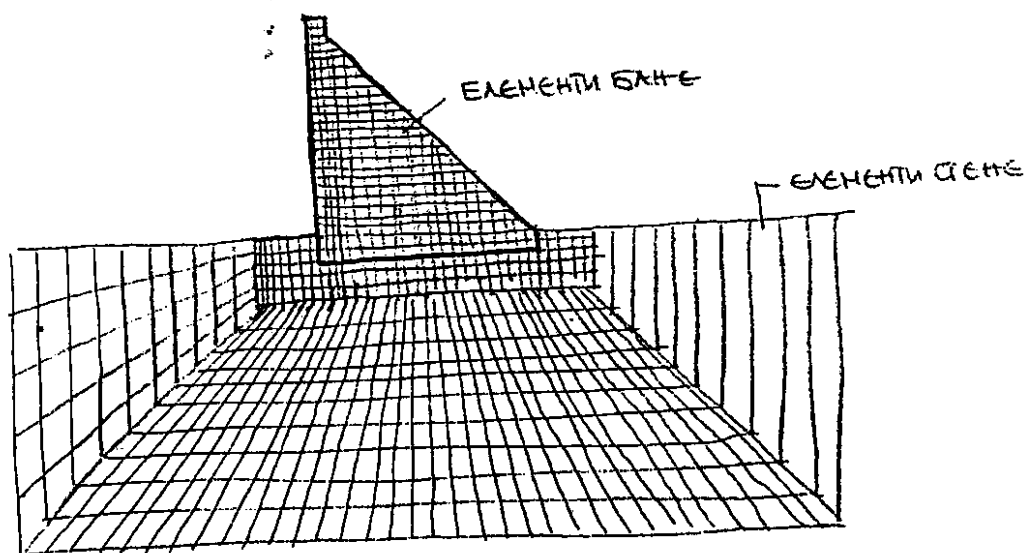
МЕТОДА БЕСКОНАЧНОГ КЛИНА - ЈЕ ЗАСНОВАНА НА РЕШАВАЊУ ПРОБЛЕМА
ЈЕДНОГ СТАНА ДЕФОРМАЦИЈА ТЕОРИЈЕ ЕЛАСТИЧНОСТИ. МОЖЕ СЕ ПРИМЕНИТИ
КАО НА ПРОРАЧУН ПОПРЕЧНИХ ПРЕСЕКА ТРОУГАОНОГ ИЛИ ТРАПЕЗНОГ
БЛИКА. ИЗ ТО, ОВА МЕТОДА ЈЕ ПРИМЕНЈИВА САМО ЗА ОПТЕРЕЋЕЊА
Д СЛОПЉЕНИХ ТЕЖИНА И ХИДРОСТАТИЧКОГ ПРИТИСКА, ШТО ЈЕ СВРСТАВА У
ЕДН ПРАКТИЧНО НЕПРИМЕНЈИВИХ МЕТОДА ЗА ПРОРАЧУН ГРАВИТАЦИОНИХ
БЕТОНСКИХ БРАНА. РЕЗУЛТАТИ ДОБИЈЕНИ ОВОМ МЕТОДОМ СУ ИСТО
ИСТИ КАО И КОД МЕТОДЕ ХОРИЗОНТАЛНИХ ПРЕСЕКА.

МЕТОДА КОНАЧНИХ РАЗЛИКА - ТАКОЈЕ НЕ ОБУХВАТА РЕАЛНЕ
РАНИЈЕ УСЛОВЕ НА КОНТАКТУ БРАНЕ - СРЕДИНА, ТАКО ДА СЕ МОЖЕ
МОЋУ ОДРЕДИТИ РЕАЛНЕ ВРЕДНОСТИ НАПОНА У ТЕМЕЛНОМ СПОЊНИЦУ
РЕЗУЛТАТИ СУ ПРАКТИЧНО ИСТИ КАО КОД МХП.

МЕТОДА ПРОБНИХ ОПТЕРЕЋЕЊА - СЕ КОРИСТИ ЗА ПРОРАЧУН СТАЊА
НАПОНА У ТЕЛУ БРАНЕ И ТЕМЕЛНОМ СПОЊНИЦУ У СЛУЧАЈУ КАДА СЕ У
АНЕМАНА БРАНЕ НЕКОЈЕ ПРЕТПОСТАВКИ РАВНО СТАЊЕ ДЕФОРМАЦИЈА
ЈЕДНОСНО КАДА СУ РАЗДЕЛИТИВЕ ИНЈЕКЦИРАЊЕ ИЛИ У ОБИЧНИХ "КЛУМА"
АКО ДА СЕ БРАНА ПОНАША КАО ТЕЛО КОЈЕ ЈЕ ЕЛАСТИЧНО УКРЕПЉЕЊЕ
У ОКОЛИНУ СТЕНСКУ МАСУ. ПОМЕРАЊА НА КОНТАКТУ БРАНЕ И СТЕНЕ СЕ
ДРЕЂУЈЕ ПРЕМА ФОКТОРОВИМ ИЗРАЗИМА, А ЗА ПРОРАЧУН НАПОНА СЕ
КОРИСТЕ ИЗРАЗИ ИЗ ОПОРНОСТИ МАТЕРИЈАЛА, ТАКО ДА СЕ НИ ОВОМ
МЕТОДОМ НЕ МОЖУ ДОБИТИ РЕАЛНЕ ВРЕДНОСТИ НАПОНА У ТЕМЕЛНОМ
СПОЊНИЦУ.

АЈДИНОВА МЕТОДА ИНТЕГРАЛНИХ ЈЕДНАЧИНА - ПРИМЕНЈЕНА НА
ПРОРАЧУН ГРАВИТАЦИОНИХ БЕТОНСКИХ БРАНА, ЗАСНОВАНА ЈЕ НА РЕШАВАЊУ
АНЕОНИХ ЈЕДНАЧИНА НАПИСАНИХ ПОСЕБНО ЗА БРАНУ, А ПОСЕБНО ЗА СРЕДИНУ
СЛОЈ БРАНЕ. МЕТОДА ЗАХТЕВА ВЕЊИКИ БРОЈ ЈЕДНАЧИНА И КОМПЛИКОВАН
ОСТУПАК АЛИ БРЗО КОНВЕРИРА, ТАКО ДА ЈЕ ТРЕБАЛО ДА БУДЕ НАСТАВЉЕНО
Д СВИХ МЕТОДА ЈЕР ЈЕ ЗАСНОВАНА НА РЕШАВАЊУ ДИФЕРЕНЦИЈАЛНИХ
ЈЕДНАЧИНА ПРОБЛЕМА. У РАДУ СУ У ПРОРАЧУНУ УЗЕТИ ИСТИ ГРАВИТАЦИОНИ
СЛОВИ КАО И ЗА КРУГО УКРЕПЉЕЊЕ КОНЗОЛУ, ПА СУ ДОБИЈЕНИ ИСТИ
РЕЗУЛТАТИ КАО КОД ПРЕВЕ 4 НЕПРЕ.

ЕТОДА КОНАЧНИХ ЕЛЕМЕНАТА - ЅЕ У ОВОМ ТРЕНУТКУ НАЗБОРА
 ЕНДА ЗА ПРОРАЧУН НАПОНА У ТЕМЕЛНОЈ СЛОЈИЛИ ОНА ОМОГУЋАВА
 ПРОРАЧУН МОДЕЛА ПРОИЗВОЛНЕ ГЕОМЕТРИЈЕ, МЕХАНИЧКИХ КАРАКТЕРИ-
 КА И ГРАНИЧНИХ УСЛОВА. МРЕЖА КОНАЧНИХ ЕЛЕМЕНАТА ТРЕБА ДА
 ЂЕ ДОВОДНО ТУСТА ДА БУДЕ КОНВЕРТИРАНО УА ШТО РЕАЛНИЈЕМ
 ЕШЕДУ, А ПОТРЕБНО ЅЕ ПОГУСИТИ МРЕЖУ НА КОНТАКТУ БРАНЕ САДЕЅСТВУ-
 УГЕ СТЕНСКОЈ МАСЕ. ПРИМЕР МРЕЖЕ КОНАЧНИХ ЕЛЕМЕНАТА ЗА ПОПРЕЧНИ
 ЕСЕК ПРИКАЗАН ЅЕ НА СЛИЦИ, И ДИЈАГРАМ ВЕРТИКАЛНИХ НОРМАЛНИХ
 НАПОНА У ТЕМЕЛНОЈ СЛОЈИЛИ У ПОРЕДКУ СА МХП ТАКОЃЕ ЅЕ ПРИКАЗАН НА
 СЛИЦИ. ДОК СЕ ЗА ХИДРОСТАТИЧКИ БЕДН МОЃЕ ПРЕТПОСТАВИТИ ДА СЕ
 СЕА ДЕЛОВАЊА СТАЊИЦИХ ОМЕРЕЃИВА ПОПАША ПО ПОСТАВКАМА
 ИНЕРТНЕ ТЕОРИЈЕ ЕЛАСИЦИЦИ, ТАКАВА ПРЕТПОСТАВКА ЗА СТЕНУ НЕЅУ
 ЂАА ПРИХВАЋИВАТИ ПРОРАЧУН МЕТОДОМ КОНАЧНИХ ЕЛЕМЕНАТА, КАДА
 Е УЗМЕ У ОБЗИР И ЕЛАСИЦИКОСТ СРЕДИНЕ, ДАЅЕ НА УЗВОДНОЅ
 ОДЗЕМНОЈ СТРАНИ ХОРИЗОНТАЛНО НАПОНЕ ЗАТЕВАЊА. ПОШТО СЕАА НЕРАЃА
 АТЕЗАЃЕ НЕ ПОЅИЃЕ МОЃУЃИКОМ, ОВА МЕТОДА ЅЕ ДАНАС НАЃПРИМЕНЃИВАТИ
 МЕТОДА ЗА ПРОРАЧУН ТРАВЕТАЦИОНИХ БЕДНИСКИ БРАНА И ПРИМЕНЃИВА
 ЅЕ У СВОМ ПОЃОБИМА ПРОЈЕКЃИВАЊА



ОБЩИ ДИЈАГРАМА ВЕРТИКАЛНИХ НОРМАЛНИХ НАПОНА У ТЕМЕЛНОЈ СЛОЈИЛИ
 ПО МХП И МКЕ У СЛЕД ОПТЕРЕЃЕЃА ОД СОПСТВЕНО ТЕПЛИНЕ БРАНЕ,
 ХИДРОСТАТИЧКОГ ПРИЃИКА И УЗГОНА.

ЗА КОНСУМАЦИЈА ОПТЕРЕЊЕЊА - ОБАКУМАЦИЈА ОБУХВАТА ПРОВЕРУ
 РАДИОСН БРАНЕ У СЛЕД, ДЕЛОВАЊА ОПТЕРЕЊЕЊА НАКОН ЗАВРШЕЊА
 РАДНЕ БРАНЕ А ПРЕПУЊЕЊА АККУМУЛАЦИЈЕ. ОД ОПТЕРЕЊЕЊА ДЕЛУЈУ
 НА ОСНОВНА ОПТЕРЕЊЕЊА ИТО: СОПСТВЕНА ТЕЖИНА БРАНЕ, ТЕЖИНА У НУ
 ГРАЂЕНЕ ОПРЕМЕ ИТЕЖИНА СРЕДИНЕ ИЗНАД, РАВНИ У КОЈОЈ СЕ ТРАЖИ
 АПОКСИО СТАИДЕ. ПОШЊО ЈЕ АККУМУЛАЦИЈА ПРАЗНА, ТО НЕ ПОСЛУЖИ ПРИМКА
 ОД ОПТЕРЕЊЕЊЕ БЕЗАНО ЗА НУ.

* СОПСТВЕНА ТЕЖИНА БРАНЕ

$$G = \gamma_s \cdot \sum_{i=1}^n F_i \quad ; \quad \gamma_s = 24 \text{ kN/m}^3$$

$$M_G = \gamma_s \cdot (F \cdot B/2 - F \cdot x_s)$$

* ТЕЖИНА СЕНЕ (ПОШЊО ЈЕ АККУМУЛАЦИЈА ПРАЗНА ТЕЖИНА СЕНЕ СЕ
 РАЧУНА СА ЗАПРЕШНОКОМ ТЕЖИНОМ СЕНЕ У
 ПРИРОДНО ВЛАЖНОМ СТАЊУ КОЈА ИЗНОСИ $\gamma_c = 24 \text{ kN/m}^3$)

$$V_c = \gamma_c \cdot \sum_{i=12}^{14} F_i$$

$$M_c = V_c \cdot B/2 - \gamma_c \cdot \sum_{i=12}^{14} F_i \cdot x_i$$

ДРУГА КОНСУМАЦИЈА ОПТЕРЕЊЕЊА - ОБУХВАТА ПРОВЕРУ СТАБИЛНОСН
 БРАНЕ У СЛЕД, ДЕЛОВАЊА ОСНОВНИХ ОПТЕРЕЊЕЊА ПРИ ПОНОМ НОРМАЛНОМ
 РАДУ. ПРИ ТОМЕ ОД ОПТЕРЕЊЕЊА ДЕЛУЈУ: СОПСТВЕНА ТЕЖИНА БРАНЕ,
 ТЕЖИНА У НУ УГРАЂЕНЕ ОПРЕМЕ, ПРИТИСАК ВОДЕ НА КНУ, УЗГОД ЗА
 ВОДУ НА КНУ, ТЕЖИНА СЕНЕ ИЗНАД, МОГУЋЕ КИЗНЕ РАВНИ...

ХИДРОТЕХНИЧЕСКИ КОНСТРУКЦИЈЕ

①

Губа Савић - професор
Доктор Милобатовић
Леда Кузмановић

областа табла - поред кабинета 151, 34 (кст)

литература:

- Савић - "Хидротехничке конструкције" - НЕ ТРЕБА

- Петровић - "Хидротехничке конструкције" I и II

Значајни примери за
оде хидр. конструк
и одговарајуће

- "Збирка са примерима из праксе" - Петровић, Радојевић
"Примери примене 1" - Петровић, Радојевић

сита:

исмени - шест (8 ишана) - елиминациони
+
загади

успехи

G-ф. група G=4

S1 - мој фот

РЕСУЛТАТИ

ПОСЛЕДНАК

РЕДА

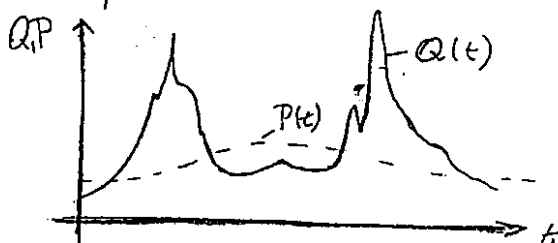
ЕТАК

~~www.ppt.yu~~
~~www.verat.net~~
~~www.yahoo.com~~

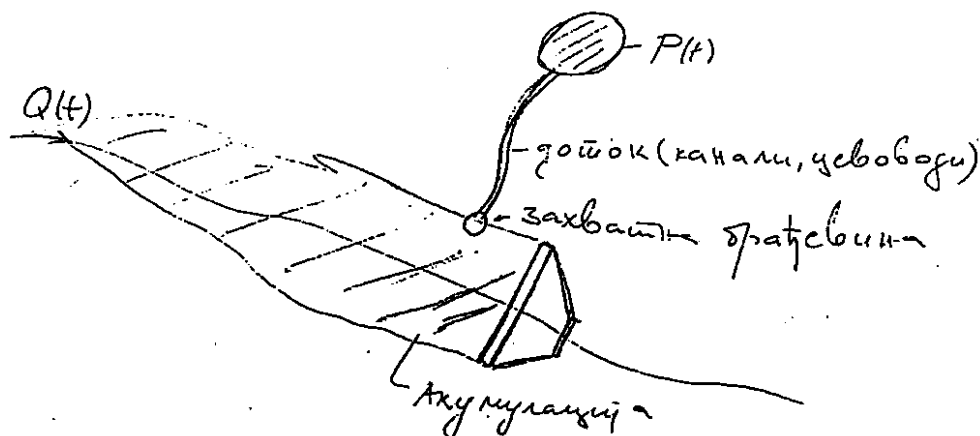
~~031 510 908~~

[REDACTED]

- водоснабдяване - (веза изворните - Емпрощаг)
Строителна изкулаженост
взематка - " -



Q-допуск
P-допуск



- наводжаване
- заштита од поплаве
- водни саобраќај

процес израде хиротех. објекта: (пројектовање и израда поклопа)

будуца промена

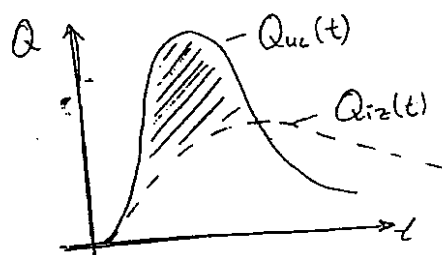
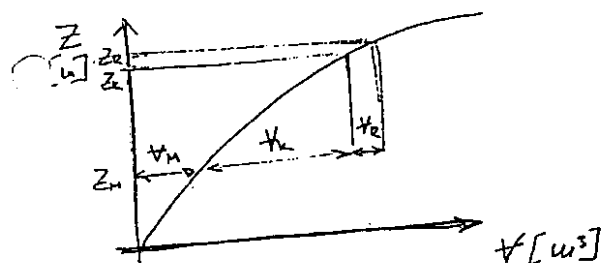
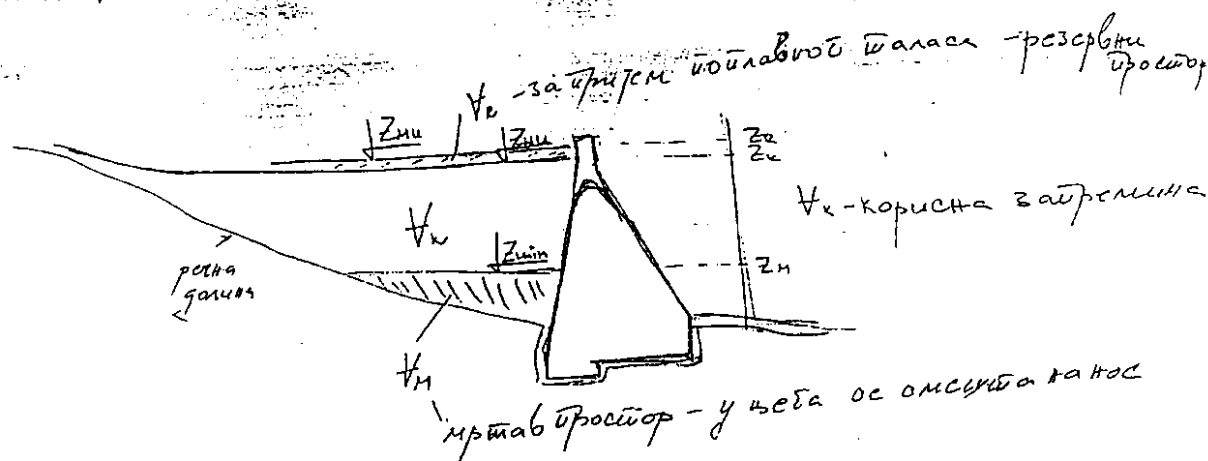
суду а пројекта
сврху пројекта - идејно решење - даје најповољније решење

дејти пројекат - сарађује се главк димензије и болк акумулације

главни пројекат — дејствително извршени и издати издати објекта, по
се гради објекат

израза *сојекта*

Акумуляција



n - коша минималног радног нивоа - најнижи ниво акумулације за који она ради за поштовања

k - коша нормалног усвоја -

m - коша максималног усвоја - највиши ниво воде предвиђет за ту акумулацију

Хидроинженерске конструкције

су грађевине које се обично или привремено налазе у додиру са водом.

Најважнија карактеристика ових конструкција је утицај воде:

* механичко деловање воде

- хидростатичка сила воде

- узгон - хидродинамички притисак

- хидродинамичка сила воде - сила земљаних маса

- ерозија - унутрашња и површинска
- кавитација - физички/механички утицај - појава да вода испарива при нормалној температури и смањеном притиску - удари таласа притиска насталих при имплозији кавитета воде при промени притиска изазивају кавитациону ерозију - јако велики утицај

- * хемијско деловање
- * биолошко деловање

Због катастрофалних последица нефункционисања бране неопходно уредити јако делатне истражне радове, што адекватније сатеривање и хирауличке моделске испробе и, наравно, обзрибу и детаљно пројектовање и формиравање

еколошких утицаја - измена микроклиме довер промена режима на воде (догледне и површинске)

индукациони земљотреси - од притисака воде

клизаве догних облица акумулације при прахнењу акумулације



Подела хидротехничких грађевина:

Према начину на који делују на шок воде:

- оне које делују на шок воде - претварају: бране, насипи, шатери
- оне које не дејствују шок воде - канали, цевоводи, тунели, бумбне опашнице, хидроенергетика ...

Према трајности коришћења:

- сталне - користе се за функцију у одређеном периоду експлоатације
- привремене - оне које се користе за време грађења или санација (објекти бумбне енергетике)

Грени намене:

- опшће намене - користе се за различите водотворне дране (дране, канали, шупели, ...)
- посебне намене - користе се за појединачне водотворне дране (путна сепарација, приставишта, преводница, обалнице, ...)

Подлоге потребне за пројектовање хидротехничких конструкција

... су подаци за пројектовање

- подлоге о квалитативним и квантитативним подацима за водотвор
- хидролошке подлоге - за хидротехничаре и конструктивце овде обично спадају и хидрометеоролошке
 - * опште метеоролошко-хидролошке карактеристике слива (падавине, испаравања, ветар, ...)
 - * изови средњих месечних (месечних или дневних) протока за $T \geq 20 \text{ год}$
 - * велике воде (поплави таласи великих вода са тиховим повратним периодом)
 - * мале воде - на основу них се одређује минимални проток који мора да се обезбоди изводно од дрине
- * подаци о татосу - досида била подлога јер татос заузима значајан простор акумулације
- * криве протока доње воде - одређују живо подземне воде у зависности од протока
- топографске подлоге - одговарајуће квалитета, поузданости и обима, неопходно је да буду довољно ситне размере за карта акумулације, карта конструкције, и довољно крупе за бешање извођача радова
- геолошке и геомеханичке подлоге - за одређивање механичке, физичке и хемијске карактеристике преградног профила (носивост, следања, бокерања и др.) и вододрживост профила - пропусност карактеристика протичања материјала од кога се изводи дрине, за

→ Предвиђене ситуационе клинине

- машинске подloge
- електро опрема,
- подloge vezane za ekonomске факторе
- еколошке подloge
- шумарске - и - , - - -
- прелазни ниво пројектовања (за главни пројекат то је идејни пројекат)

~~Материјали за пројекат~~

- камен
- везани и не везани материјали: брвна, бресак, трапука
- цепа
- дрво
- гума, бакар, пластика (за заштитивање)
- или главни материјал за израду хидротех. конструк. је бетон.

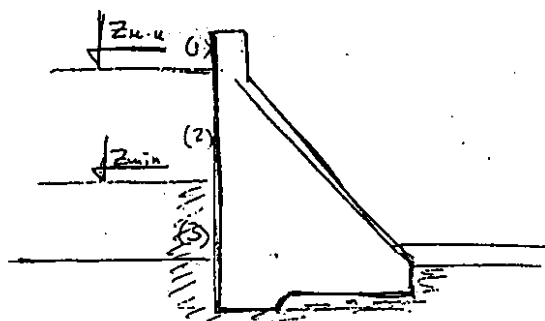
Хидротехнички бетон - ЈКБ ЦЕЗ010 дефинише карактерис

тике и особине хидротехничког бетона

замена:

* према месту израђивања:

- подводни (1)
- у зони прометног нивоа воде (2)
- изнад нивоа воде (3)



* према димензијама конструкције:

- масиван - најмања димензија је већа од 1м, и укупна запремина већа од 10м³
- не масиван - ако не задовољава бар један од два ова критеријума

* Према притиску воде:

- које су под притиском воде $p \geq 1 \text{ bar} \approx 1 \text{ at} \approx 10 \text{ m H}_2\text{O} \approx 0,1 \text{ MPa}$
- које нису под притиском воде

* Према агресивности воде:

- бетон осетљив на агресивност воде
- бетон неосетљив на —————

Услови квалитета бетона

- МВ - издржљивост на притисак после 90 дана
- водоздржљивост - одређује се испитивањем - 6 цилиндричних узорка ($R=150 \text{ mm}$, $H=150 \text{ mm}$) - једна површина равних цилиндара излаже притиску-водом - највећи притисак при коме 5 од 6 узорка не пропусте воду прегледајући притисак водопроницаемости V_2, V_4, V_6 ($p=6 \text{ bar}$), V_{12}

- отпорност на мраз - циклично замрзавање водом засићених узорка - после неколико циклуса издржљивост бетона на притисак после 28 дана неће пасти испод 75% МВ

M50, M100, M150, M200

издржљивост на замрзавање } ретко, а могу се и добити као
— " — смањене } проценти МВ

Карактеристике композитног бетона:

аграт - одређен фракционетријски састав, не сме да реагује са цементом (не сме бити доломитског састава), не сме да буде заштан, $D_{\text{max}} = 125$.

вода - не сме да буде агресивна на бетон ни на арматуру

цемент - код масовних конструк. мора да има ниску шойлобу хидратације

адитиви - понекад еласификатори, цеторизатори, антифризи (али слабо)

На нивоу основног пројекта (ситуације) не ради се стваришким ни хитро. :
пројекту - димензије и систем (схем) конструк. се усвајају искустве
но јер немамо адекватне податке (непостојеће податке)

На нивоу ^{генералног пројекта} ~~испјетог~~ ~~решенја~~ - ствари. пројектни могу и да се ураде, али
не прилажу

- На нивоу идејног пројекта ради се ствари. пројектун - пројектун
опште стабилности - доказује се да конструк. а као кружна целина
може да прими и претесе ова објекта (вај пројектун обухвата
амбу објекта, проверу коеф. сигурности пројекта клизања;
целној објекту, проверу коеф. сигурности пројекта прешурања,
проверу коеф. сигурности пројекта исцртавања, пројектун најбољег
стања бекетне објекта, пројектун бомерања у темељној објекту - да ли
објекти може да обезбеди рад опреме која се налази при брзи)

На нивоу главног пројекта се каког делатних испитних радова ради
пројектун опште стабилности, али се поред тога раде и додат
ни пројекти:

пројектун објекта и димензионисања - поред анализе објекта
ради и пројектун сила у брзоку, а димензионисање објекта, про-
вера најбољег стања, пројектун треска

пројектун убида

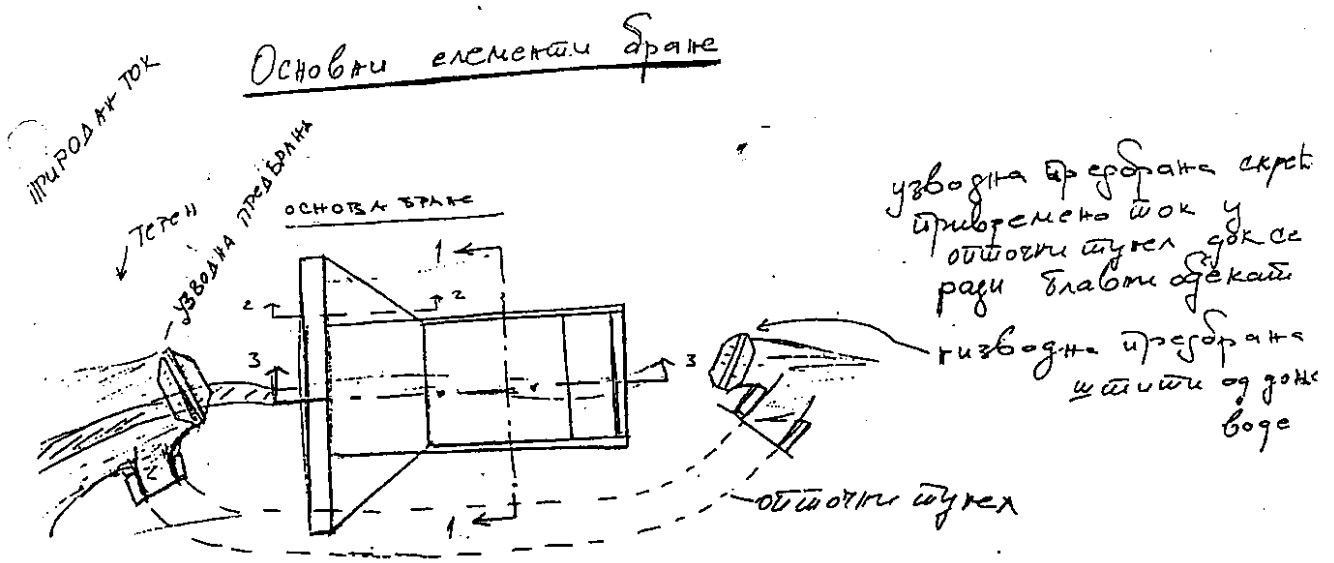
пројектун стваришке стабилности

пројектун динамике —||—

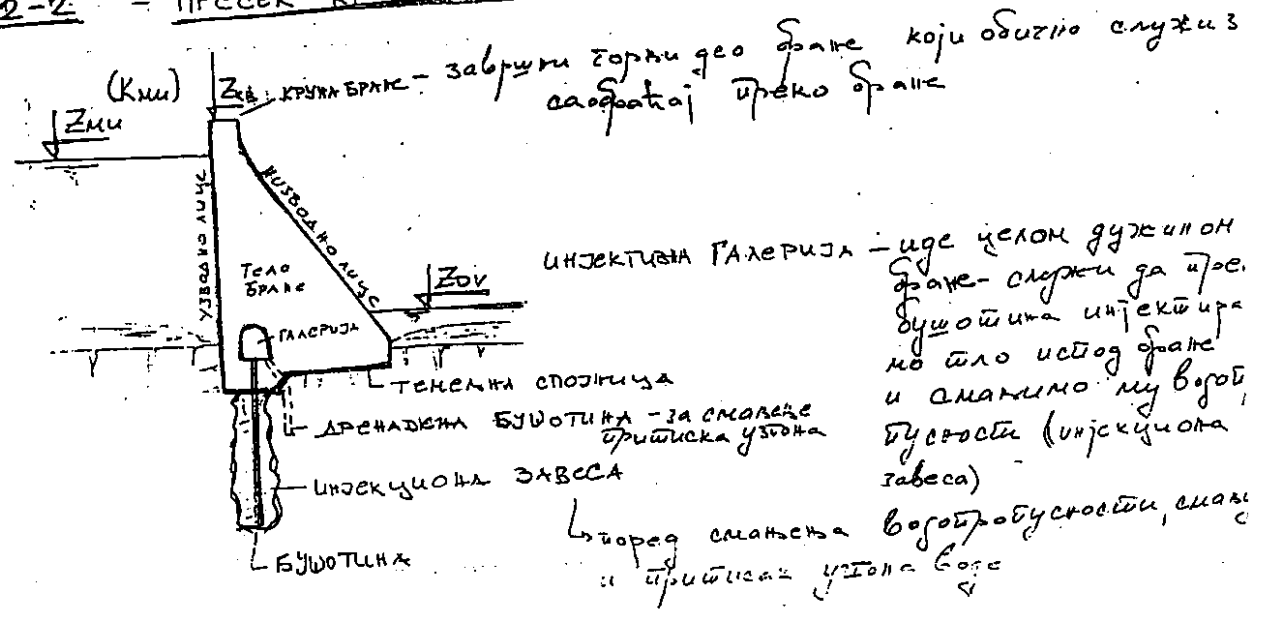
пројектун бомерања - бомерања саме конструкције, и бомерања услед
деформације конструкције

Бране

су hidroteh. конструкције које служе за формирање акумулација која треба да врши изравњање воде (на местима притока и неменске неусклађености), али и за усјорак воде чиме се ојачава захватање воде, за изравњање бојавног шала са омотавањем пада воде који може да обезбеди производњу елек. енергије.



2-2 - ПРЕСЕК КРОЗ НЕПРЕЛИВНИ ДЕО БРАНЕ

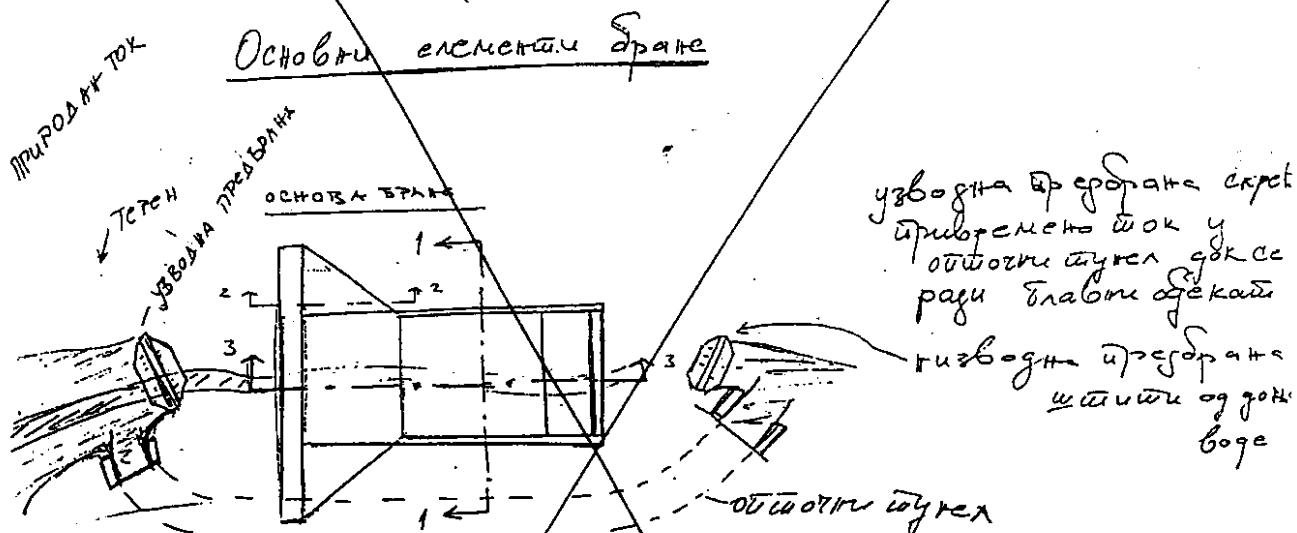


$Z_{ми}$ - коџа максималног усјора
 $Z_{кр}$ - коџа круне бране
 $Z_{он}$ - коџа доње воде

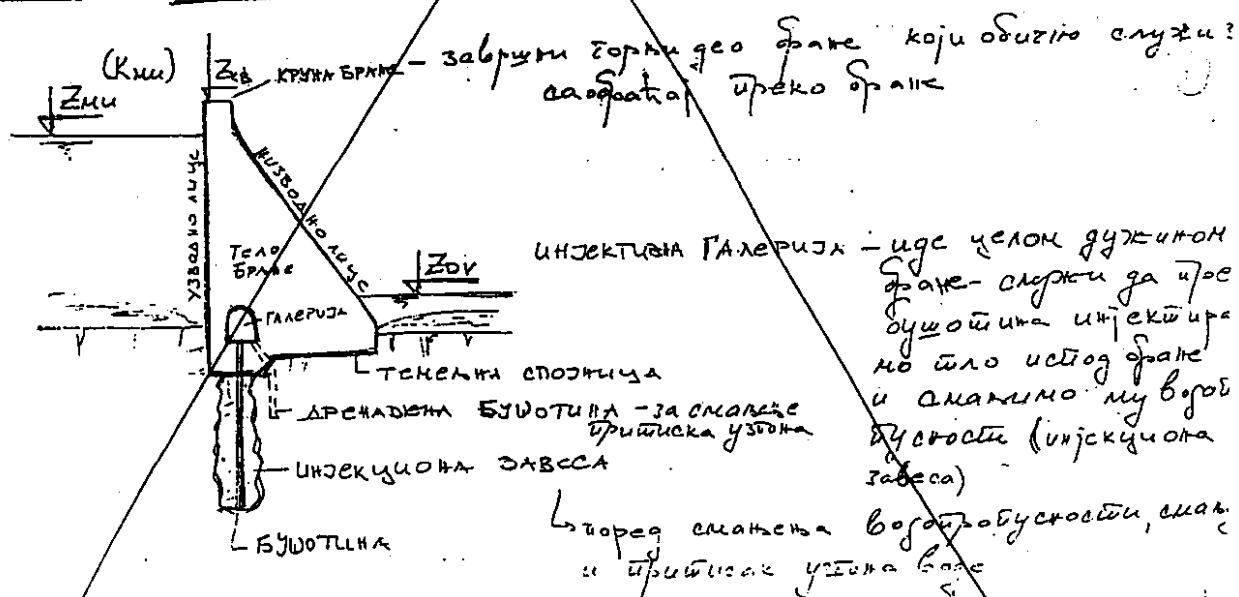
Бране

(5)

су хидротех. конструкције које служе за формирање акумулација која треба да врши изравњање воде (на неким просторима и временске неусклађености), али и за уједначење воде тиме се могућава захавање воде, за изравњање поплавног стања могућавања пада воде који може да обезбеди производњу елек. енергије.



2-2 - ПРЕСЕК КРОЗ НЕПРЕЛИВНИ ДЕО БРАНЕ



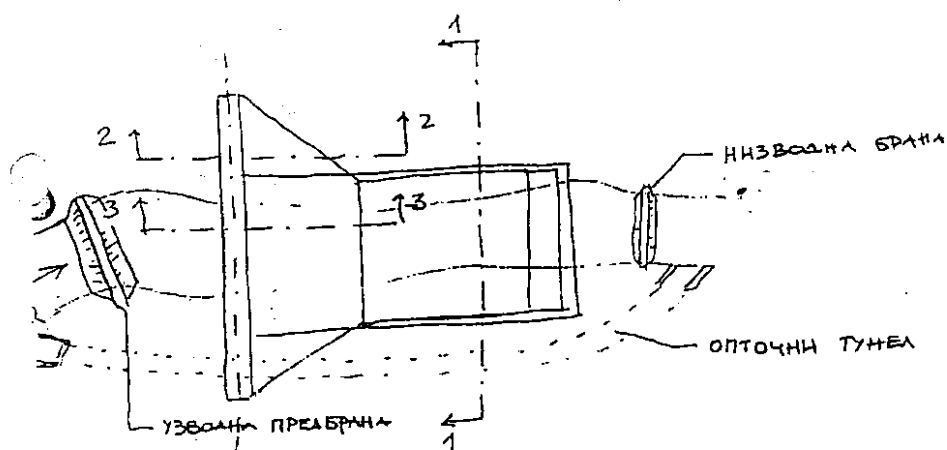
$Z_{ни}$ - која максималној уједра
 $Z_{кр}$ - која круна бране
 $Z_{ов}$ - која доле воде

БРАНЕ

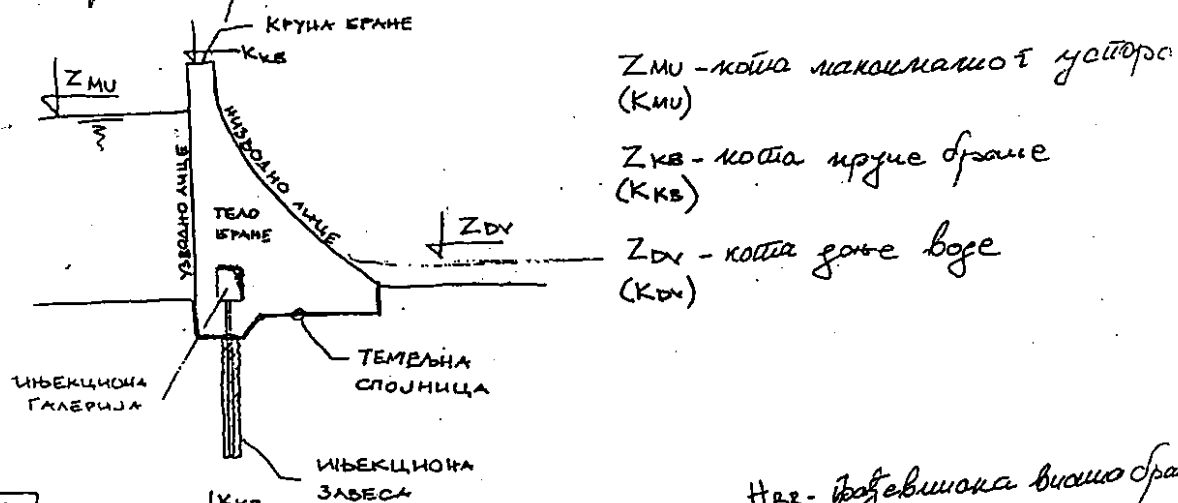
51

- регулирање акумулације за изградња водне енергије
- може да регулише водни ток ради заваљивања воде
- допунявање постојећег водоса
- производња електричне енергије

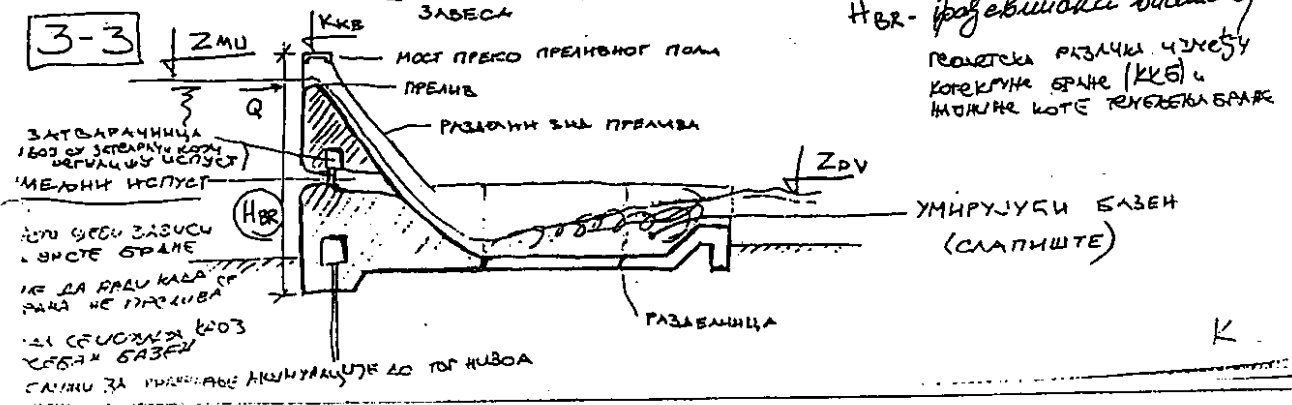
Основни елементи бране



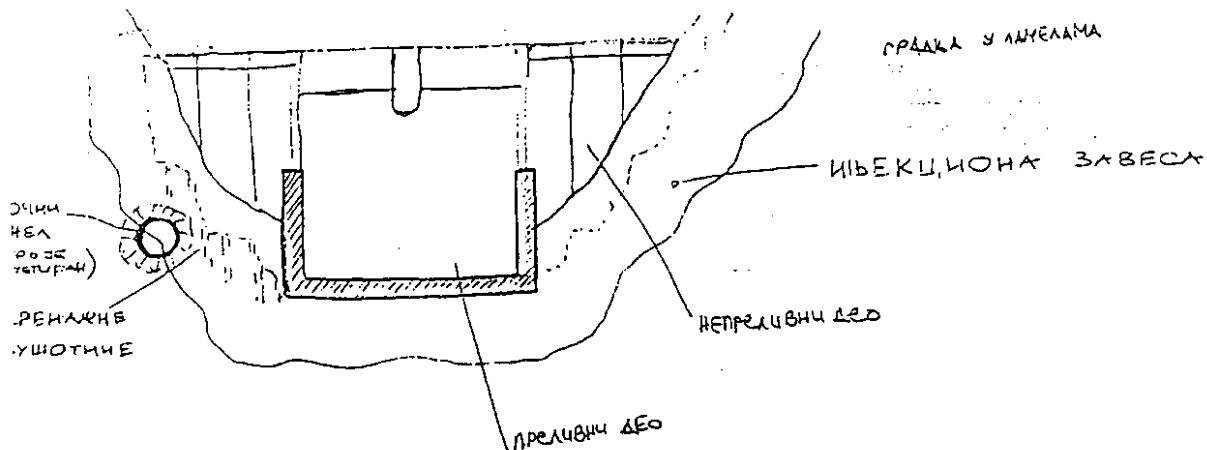
2-2 Пресек кроз меридијану једне бране



3-3



1-1



23/02/'04.

Основне поделе брата

- 1) Брса напину премоноста објектима
 - правилационе - објектима са дубоководноју објектима
 - Технички -
 - а) бетионе правилационе бране
 - б) масине
 - муре бране
 - конструктивне бране - објектима премо на аутобве
 - микрофору, а даје на бене
 - комбиноване бране

- 2) Брса напину
 - бетионе
 - масине заваране и масине од металног материјала
 - зидане
 - дрвене

напинуот карактер

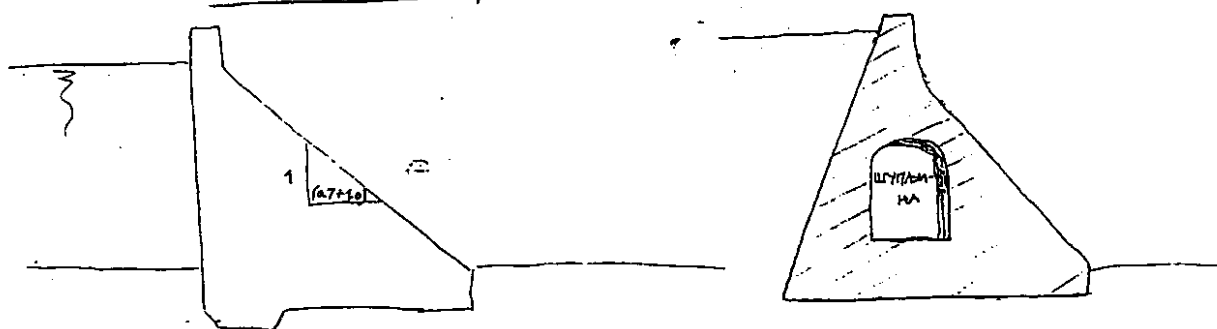
- 3) Брса напину сваконуде поплавног шаласа
 - преливне - коде су предвидени за 4х вол прелив
 - непреливне - коде нису предвидени за евентуалне катастрофе и сл.
 - преливно-непреливне

4. висока бетонна брама (Irrigation International Committee for Large Dams) ⑥
 - височина $h \geq 15.0 \text{ m}$ или $h < 15 \text{ m}$ уз бар један од услова:

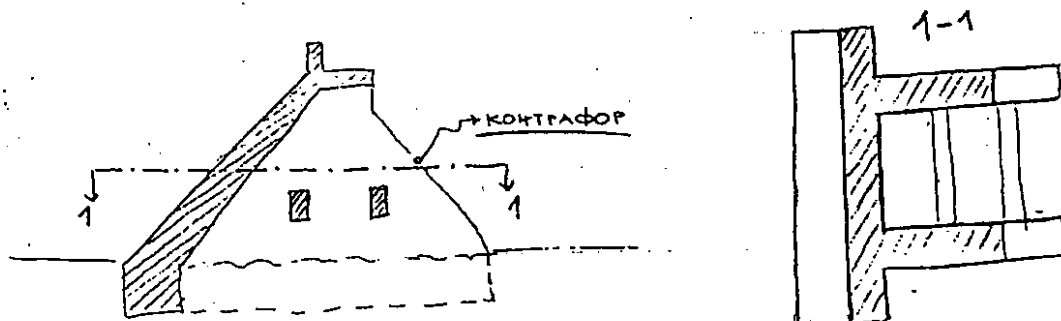
- * дужина кулине вока од 500 m
- * запремину акумулације $\geq 100\,000 \text{ m}^3$
- * прелив на брами димензионисан на $Q \geq 2000 \text{ m}^3/\text{s}$

Највећи лимбови који се данас граде су бетонане (чугне и гравијационе), компараторне или ређе, а око 90% високих брама данас су масивне.

Бетонане гравијационе браме



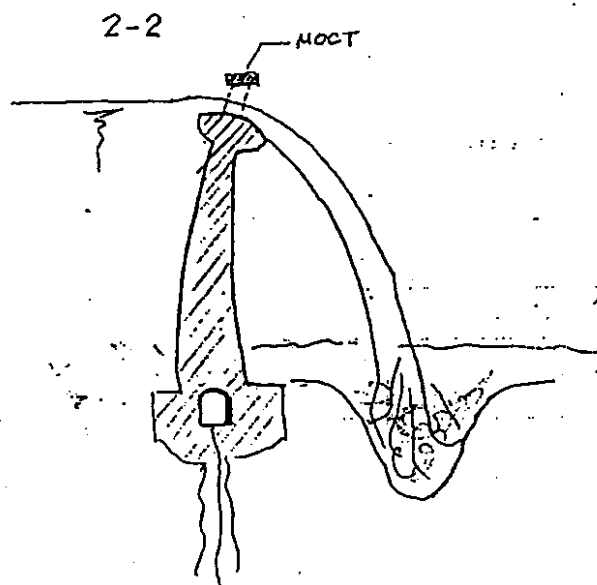
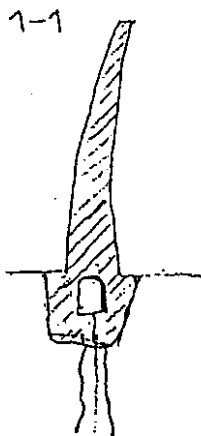
- маса је монументалне димензије узводном лицу што омогућава велики маневарски простор; узводно лице може бити закошено и када вода својом потпуном димензијом аутоматизује франу - гравитација се олакшава бетонаном гравијационом брамом



- маче: употреба арматуре, опасност од њихове корозије, катодичка заштита, осетљивост на сузавост...
 арматура се може изабрати избори нумеричке облика и облика - више путе се



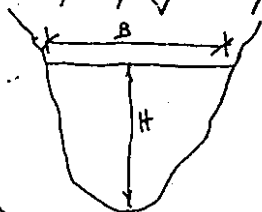
* Топеликом употребява полкрит-а - вярно е
Битона са много димения обаче фот
су тогово престане да се конструират



→ или се брави неми или
буњиче или се добуњита
да вода сама најбрави јаму

- объемный материал у кот. во франс. структура шора имеет вызвешенно
важное значение

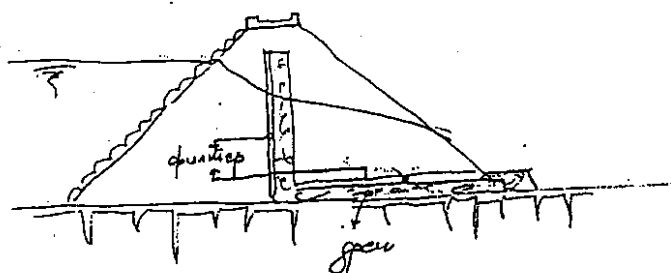
полюсграфия. Черта моря, дитя укладает



$$\frac{B}{H} \leq 5.$$

Насупне бране

- најзаступљеније конструкције међу бранана
- изводе се од материјала дрвеног плуза масе брвна
- живаца, са снажним механизацијом коју има велики утицај
- због велике ширине бачке се обично могу се фидерирати на бачковом обилу лопотама (на поже редом на путу)
- 2 типа: земљане и од каменитог материјала
- материјал зависи од типа унутрашњег пресека материјала



- земљана брана може бити од различитог хомогеног материјала који мора бити: 1) ситнозрна

2) има добро везујућу водоотпорност

- суфозија материјала при филтрирању кроз брвну структуру се ДРЕНОМ; дрена се обично изводи од крунозрног материјала
- и мора бити „обложен“ филтером

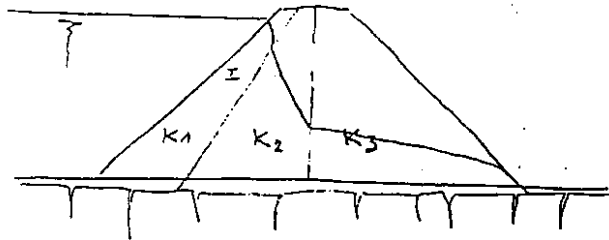
- водоотпорност је знатно већа у правцу среза (овде је то хоризонталан правац), па се то срезава вертикалним дренам

- изводно лице мора се заштитити од ерозије тиме (мр. ситнозрна обложена ивица уз одговарајуће одржавање)

- изводно лице мора бити зашћено од удара алапа, разних видовима облога (бетон, камен и плоче, хапантирање масе, ...)

ради изолације водонепропусних преграда још је са њом пројектат премак, зонта

Плима има ју особину, али је некако тешко је наћи и има ма то згушћивање ширине, што резултује јаким широким овалама.



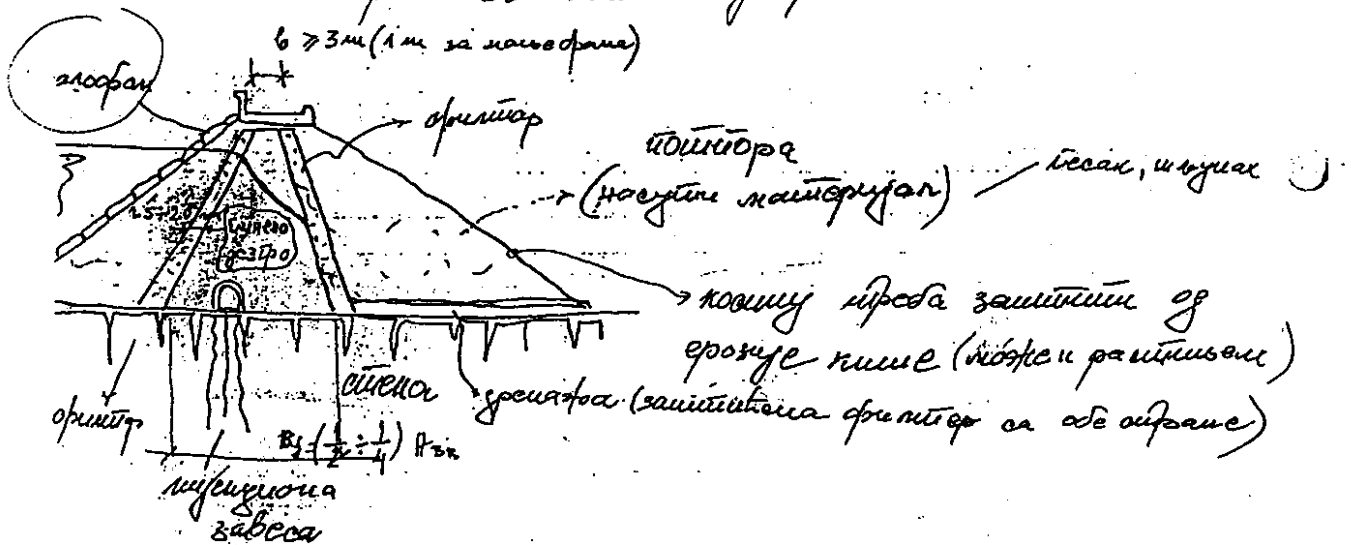
- Пројекту пуну према одуштити, што се постиже разним редоследом одјева, што значи да од I према да буде најмање водопроницајан

$$K_1 < K_2 < K_3$$

01/03/04.

Земљана брана са танким језгром

$b \geq 3m$ (1m за навојне)



Плима језгро има малу водонепропусност, али мали удео ун. ширине

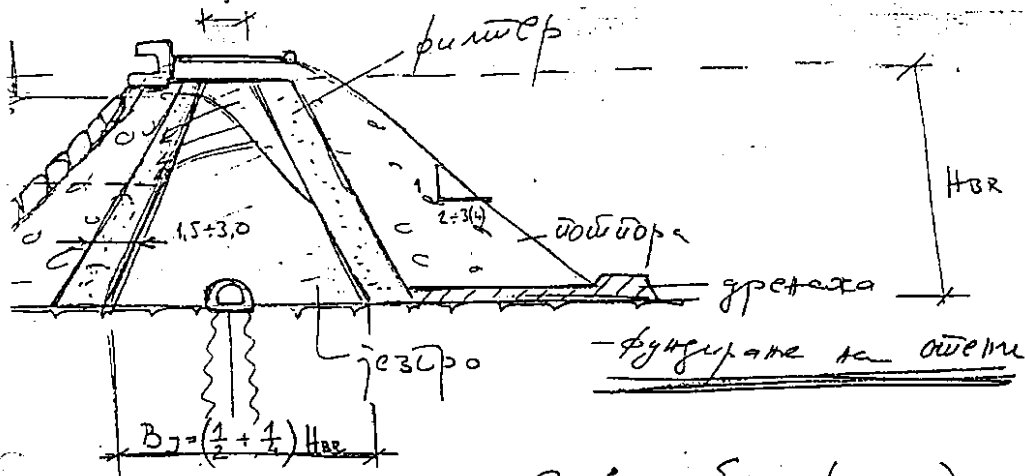
у овујак материјал брзо тече у акумулације може бити са акумулације на акумулацију, па је фронт пошторан и са збоје одржане

Земљана брана се блиским језером

(8)

и кето језеро је врло вододржљиво.

в $\approx 3,0$ (1,0) - 3-тако мале бране



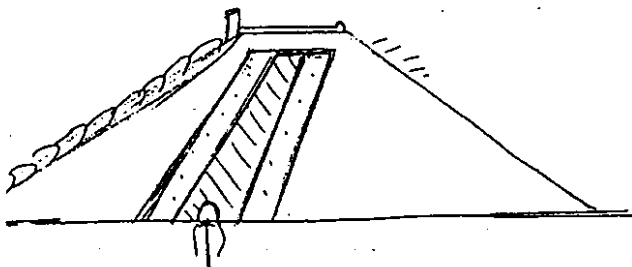
штора служи се сматри напад ивица бране (косине)

рако се поставља филтер за да спречи истравање језеро

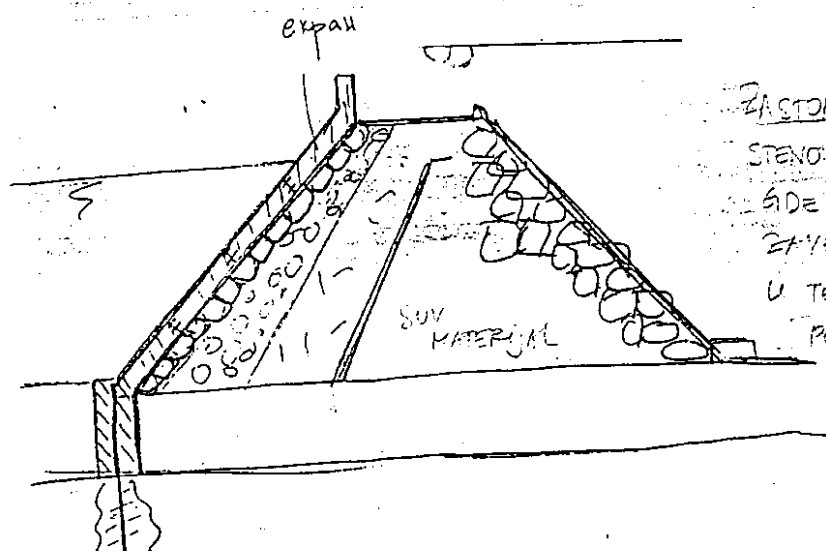
штор се поставља и са друге стране јер би при падом
рану тивоа воде дошло до истравања воде из језера
узврату страну

панетни се раде паралелно. прво се раде шпанели, а се онда
истовремено раде језеро и филтери.

Ако се више закони језеро добија се мања истравање бране.



K



STENOZIOS KATERJKA U TEMEJU
ADE RE VEZUJE SI KEXUJON
ZAVESOM, FLATRSKA EKTITI
U TELU BRANE ILLIJE
POTREBNA.

Избор предрадног профила и типа бране

За избор предрадног профила важно је знати;

1) тиму сливи бране

2) колика је акумулација пошредна

3) материјал којим располажемо за грађење и на коме функци

4) рамно
димензије бране

Морфолошке карактеристике терена омогућавају избор лока
ције што мања брана да да што већу акумулацију - предради
мало шреда да контролише што већи слив

Избор типа бране зависи од карактеристике бране - за одр
жане профиле ошледа је која је брана шу неопходна.

За профиле где то није ошледа врши се техничко-економ.
ска процена различитих типова бране.

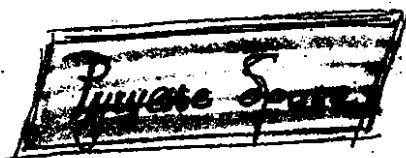
Дакле, избор типа бране зависи од морфолошких, геолошких
хидрографских карактеристика предрадног профила.

Мужке братае захтевају уске профиле са добрим геолошким карактеристикама, добрих ивица и гита.

Уске профиле ипак нису добри за накупне братае.

За депоитске братае кључна је доброта брлога.

Накупна братаа, иако је веће задржане, обично има мању цену од депоитске (ради се о материјалу који је локално доступан и израђује се машинички са великим утицајем).



И поред велике предострожности и бачности при коришћењу братае хазард (ризик) рушења братае је увек присутан. Зато је неопходно предузети и мере за контролу рушења братае.

Главни разлози рушења братае су:

- 1) неконтролисано преливање братае - ово је нарочито важно код ^{накупних братаа}
- 2) испирање (суфозија) материјала кроз ^{накупних братаа} или шеме братае
- 3) клизање косина накупних братаа
- 4) грешка у статистичкој процени (нарешће при анализи објекта)

Мере које се предузимају да не би дошло до преливања:

- обезбедити поуздане хидролошке брлоге и одговоран одређивање нивоа висине воде од којег процена преко се ^{штити}
- димензионисање (механички и статички) хидротехнички објекти
- извођење по процени
- одржавање и нега у току експлоатације

- димензионисане усјава
- алтернативни механизми бодизања усјава

Мере заштите од испирања материјала:

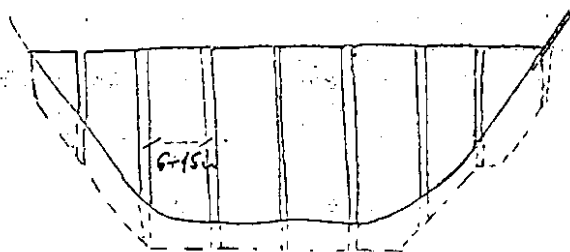
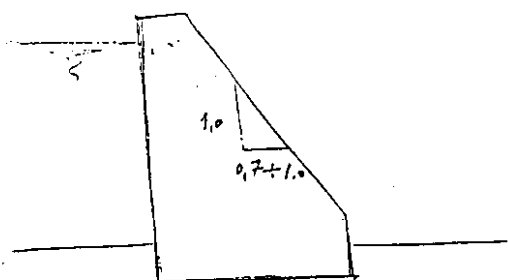
- добро повлачење материјала од коб је брана или шемел
- избегавање постављања бетонских елемената у насути бранама

Промањивање брана је неопходно код свих, а нарочито великих брана, где се домерања и деформације, бори притисци воде, филтрација воде, шемелатурне промене воде и околине. Сви ови подаци се сигурно анализирају, па ако се примеће величине које се не родијају пројекту. Потребно је усклађивати карактеристике бране.

Наши стандарди захтевају да пројекат бране садржи и:
Пројекат хидрауличких последица рушења бране
пројекат обавештавања и упозоравања обитавиштва
у случају рушења бране (упозоравања)

Бетонске гравијационе бране

Бране се од неармираног бетона ($N = 24,0 \text{ kg/m}^3$)
 изградњавају се обично са додатком жељеза
 Брани се као конзолни носач да се тако и рачуна
 за фундамент који од бране је јако близу
 висину $20+30 \text{ m}$ фиксирају се на објекте
 Ниже бране могу да се фиксирају и на масицу (али ретко)
 Брана се не ради као континуална монолитна одјека вета
 у панелана са раздвојенима (да не би дошло до буцања)



Пошто су ламеле узате имамо рабачко обшерећење.

Анализа обшерећења

Класе обшерећења:

- основна обшерећења
- добушка — " —
- изгуба — " —
- обшерећења у току грађења
- обшерећења у току ремонта и поправки

У основна обшерећења објављу:

(9)

- 1) обшерећења тежина брзак
- 2) тежина ошрме
- 3) тежина ситне
- 4) хидростатички притисак воде при нормалној уједно
- 5) узвод при нормалној уједно
- 6) притисак таласа
- 7) притисак леда
- 8) притисак од навога
- 9) хидростатички притисци (више збогајући за баштаке
тракционисте)

добушка обшерећења објављу:

- 1) - температурни утицаји
- 2) - обшерећења од експлозија и букова башта
- 3) - обшерећења од деформације темеља

(3)

изузетно optepeteha cbaay:

- 1- хидростатички притисак воде при којим максималноб устопа
- 2- узгон при којим максималноб убора
- 3- шаласи изузетне јачине
- 4- сезамско optepeteha

(4)

Ова optepeteha кобу (и морају) да се комбинују из свих тих комбинација биламо најнеповољнија и на основу њих прорачунавано нашу браву.

I комбинација optepeteha - направљена брана без акумулације с почетка пуњења акумулације, делује само својствена тежина

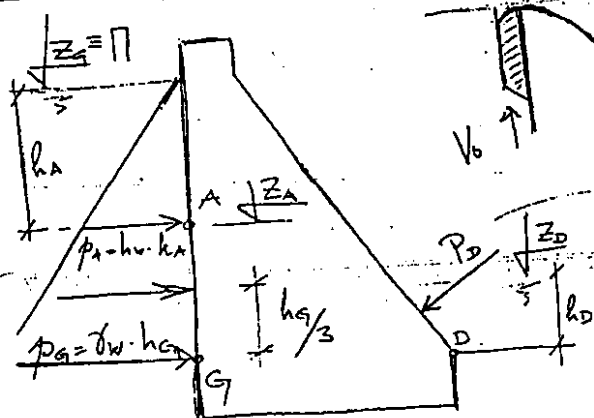
II комбинација optepeteha - брана у нормалном полоњу (основна + добувска optepeteha)

III комбинација optepeteha - изузетна optepeteha од воде (при кулминацији рачунскоб поплавноб шаласа) и да дренажни систем не ради

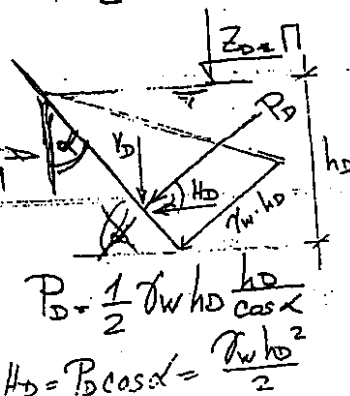
IV комбинација optepeteha - сезамска (делују сва основна optepeteha + сезамска)

Хидростатичко optepeteha

Притисак у блати једнак је разлици $P_{коба}$ блатожеко са абсцифизном тачком брзе



$$H_A = P_A = \frac{\gamma_w h_a^2}{2}$$

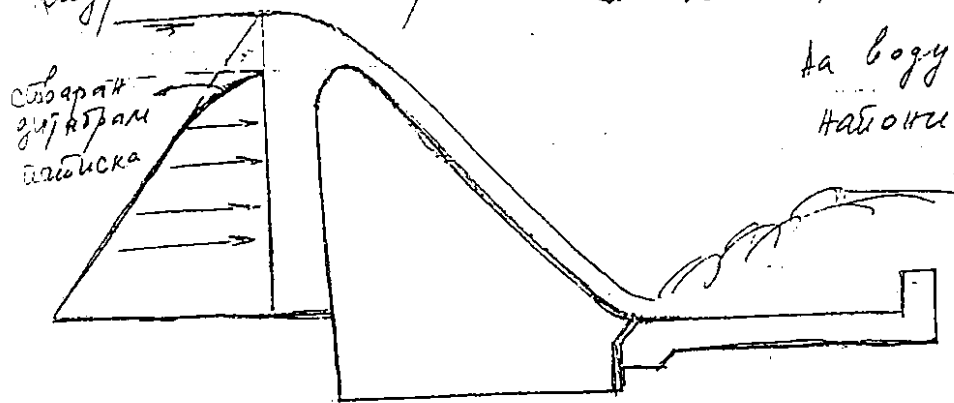


$$P_D = \frac{1}{2} \gamma_w h_d \frac{h_d}{\cos \alpha}$$

$$H_D = P_D \cos \alpha = \frac{\gamma_w h_d^2}{2}$$

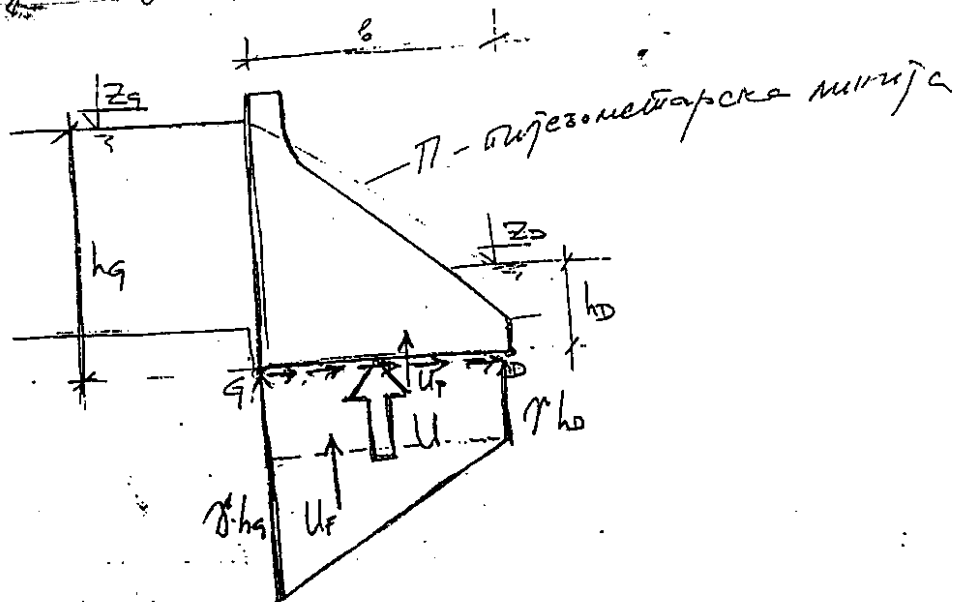
$$V_D = P_D \sin \alpha = \frac{\gamma_w h_d^2}{2} \tan \alpha$$

Хидростатички притисак делује управно на површину



та воду у миру не делује
напоми слицања

Узгон је оптерећење водом, делује као притисак вода који делује
напоми конструкције навише и тако указује божињу конструк-



γh_g - хидростатички притисак

Дува котлика бране и ситне вода филтрира и при боји
туди сторицу (на шрете) - оптерећење енергије условања баг

Плиније - а ово директно одбара узгону U

$$U = -k \cdot \frac{dP}{dx} \quad \text{- Дарсијево закон}$$

Брзина филтрације - зависи од бира пијезометарске линије (разлика,
дужина ф
филтр)

k - коеф. карактеристика тла

је линеарна фук. (П: филтрација је котлика бране)
хомогена средина

(12)

$$U_p = \gamma h_0 \cdot b$$

$$U_F = \frac{1}{2} \gamma \Delta h \cdot b$$

- Базни гео узбои

$$\Delta h = h_g - h_0$$

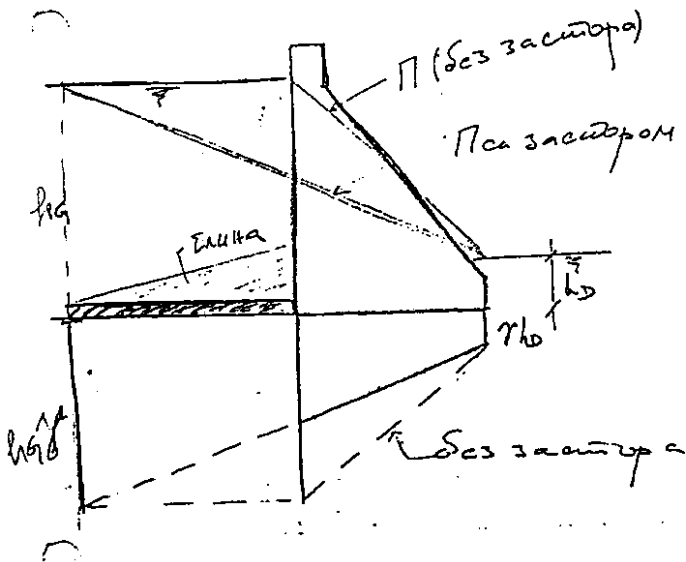
- филтрационн гео узбои

$$U = U_p + U_F$$

Базни гео узбои (бодисак) не можес се сматнети \Rightarrow увек је присутан ам бодисак није много значајан.

Земн гео узбои представља филтрационн гео узбои, и на њега можес да утиче прско:

Праскура - продужени филтрационн буч бори

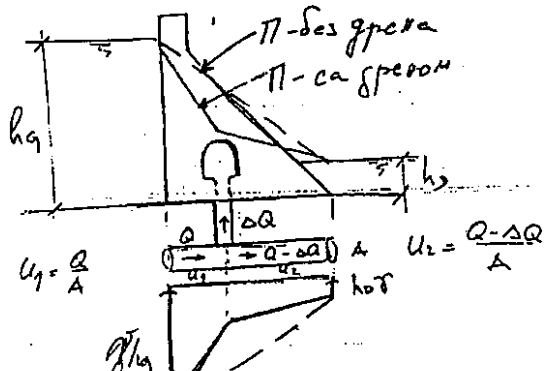


У је увек одложено
слика П није

заскура је јако искористан
(мала протокна мена ток
филтрације воде а тиме
се значајно повећава узбо
а и скривену, па се убла
ком издобрају

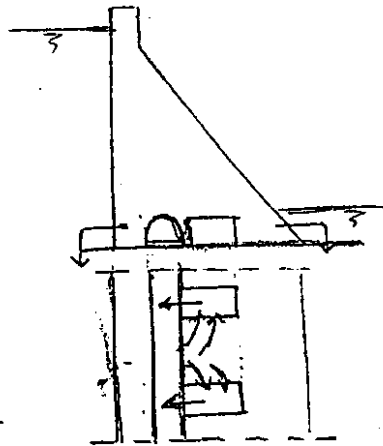
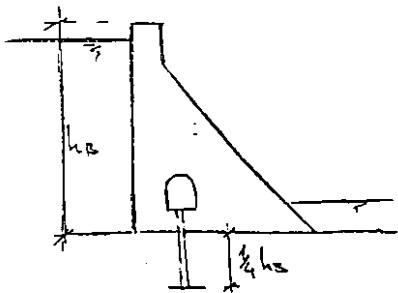
Блиски слој - представља заштитну од појаве протокна у
бетонском заскурау

2) дренажа



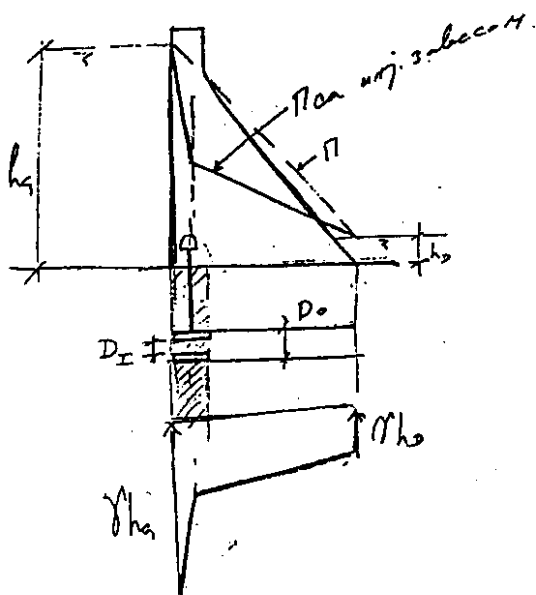
Брзина у земи (проток) се
смањује повећањем протокна
или смањетом протокна
и гео протокна ΔQ одводи
прско дренажне талерије
из талерије се пумпање

Промена брзине ($u_1 > u_2$) изазива и промену Ерихтиске уједна-
 смањене брзине се посматра смањенем пропуста и изводног од дренаже
 уређаја се врши дренажним бујимницама или дренажним
 топерима за одводњавање вода.



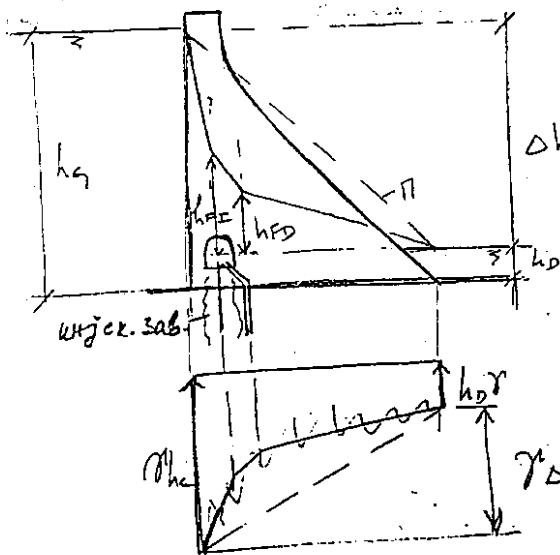
До сада смо разматрали само хомогену средину
 на узвод можемо утицати и променом хомогености средине:

3) инјектирање



смањенем протиска води поветљава
 се брзина филтрирања и ме
 се поветљава брзина отапања.
 Пилије

Наравно можемо комбиновати билике обих мера, нпр систем са инјекцијом завесе и са дренажом (13)



$\Delta h = h_{FI} - h_{FD}$ прво се ради инјекцијона завеса па се онда ради дренажа (да инјекцијона маса не испуни дренажу

а и просторни фактори би најбоље било да буде као на овој скици

h_{FI} - филтрациона висина инјекцијоне завесе
 h_{FD} - филтрациона висина дренаже

$$h_{FI} \approx \frac{2}{3} \Delta h$$

$$h_{FD} \approx \frac{1}{3} \Delta h$$

Мере заштитне могу се постављати и у тзв фрак:

- дренажни отвори

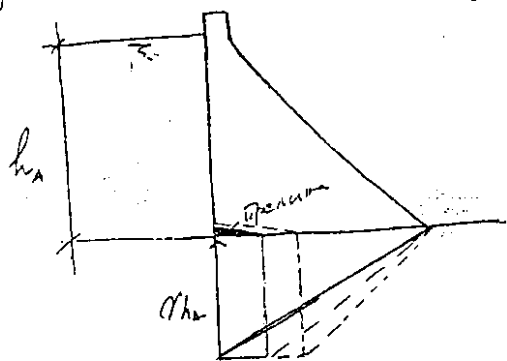
на растојању од 3m

- зократи бетон - мање водопродуцај бетон брже узводној ивици
- инјектирање хидроизолационог слоја (битумек, ...)
- шите сеалице из воде цирку у бетон и затварају шите поре у бетону шите стварају филтрацију

2 јабран узводна може се добити ишвољак издуг:

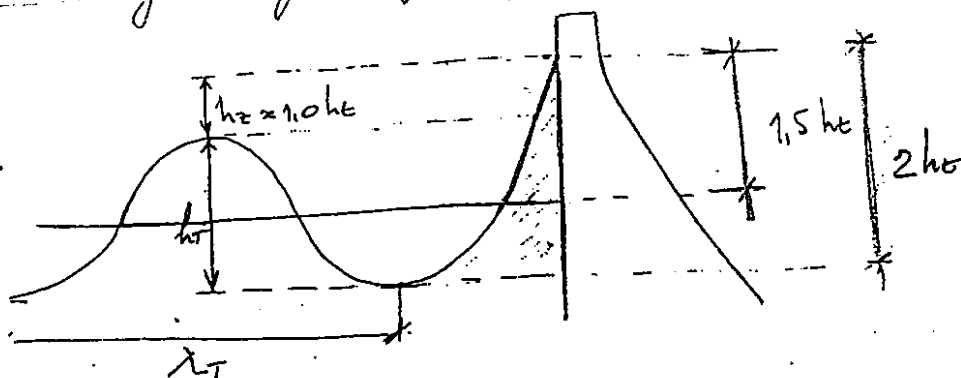
спрамак шитеких сеалица јавља се нехомогеност шла - бетне
 велике - шите се повећава узводна
 ако се јави прелива на бетон

Због најбољег заштитног могу се јавити преливи на брани
 бојава преливе изазива ветру површи-
 ну филтрирање на месту преливе
 тиме се повећава узвод. Ово до-
 ди до још већих сила заштитних
 које доу биће повећавају прелив
 итд.



Опшеређење ог таласа

је последица кружног кретања честица воде у таласу
 таласи су последица ветра, сеизмике или других фактора.
 таласи највећи утицај имају на ниске бране.



h_T - висина таласа

h_n - висина заштитног

$$h_T = f(v_v, L, \frac{L}{w}, H, t, \dots)$$

v_v - брзина ветра

L - дужина овалог профилу акумулације
 (дужина акумулације на којој се развије талас)

$\frac{L}{w}$ - однос дужине и ширине бране

H - висина бране

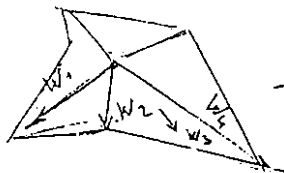
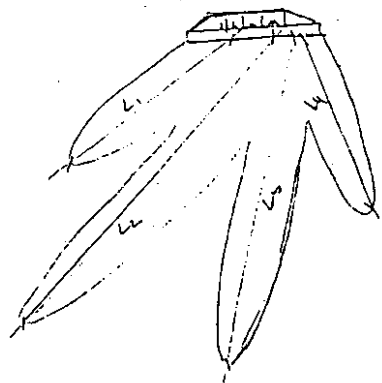
t - дужина трајања ветра

$$\lambda_T = f_2(v_v, L, \frac{L}{w}, H, t, \dots)$$



Разматрамо дуге утицај таласа на дубоке акумулације (14)
 $H \gg \frac{\Delta L}{2}$

Ако се у акумулацију улива више токова:

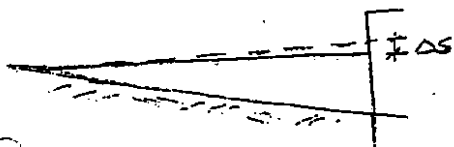


- група ветрова

$\max \{ W_i, L_i \}$ - за пројекат узимамо у обзир и L и J и јачину ветра који из тог правца долази

За наше услове (ht) је око $10 \div 1,5m$

висина пошискивања - ако ветар доволно дубоко и доволно често појачава акумулације
 јако дубоко долази до издизања
 ΔS - висину пошискивања - у нашим условима се не рачуна - нема ни таквих ветрова ни толиких дужина акумулације



Сила од таласа је затеклајиво мала за бетатке грађевина
 бране. \Rightarrow можемо да радимо брду процени:

Претицрамо талас као хидростатички притисак

$$P_t \approx \frac{1}{2} \rho (2ht)^2 = 2\rho ht^2$$

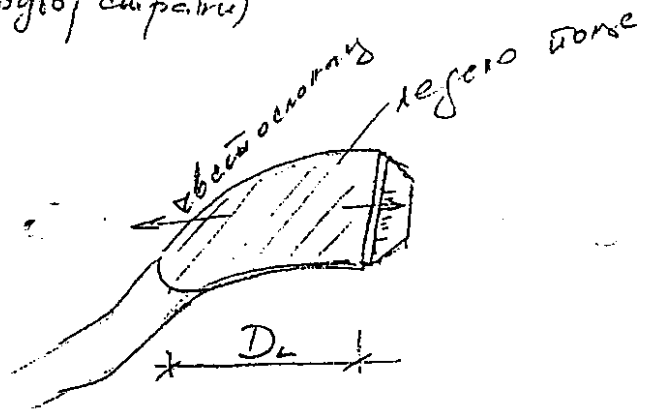
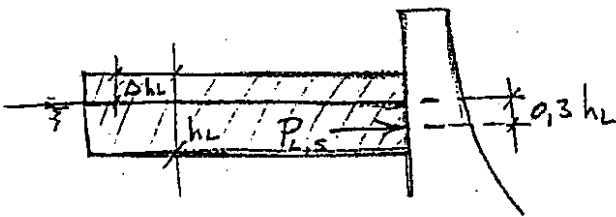
Висина таласа је једино битна за одређивање које је крупе бране

Оштрење од леда

Код нас није много често, ба није ни проузгавано \Rightarrow користимо емпиријске формуле из Руских и америчких пројеката
можемо само да проценимо

Статичко деловање - настаје на врху катине:

- 1) лед се при задржавању шири и може да прибије фронту (ако има добар основац на грубој страни)



$$P_{L,S} \approx f(h_L, D_L, \frac{dT}{dt}, \dots)$$

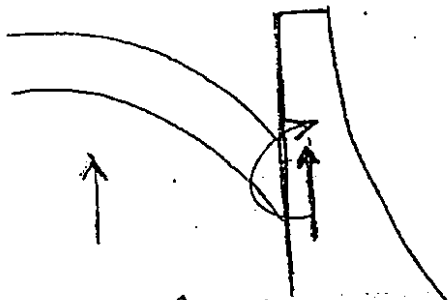
h_L - дебелина леда (0,5 ÷ 0,6 м, за дугако је већа)

D_L - дужина акумулације на којој се формира ледено блато

$\frac{dT}{dt}$ - брзина промена температуре

За наше услове: $P_{L,S} \approx 100 \text{ kN/m}$

- 2) При поветрању тлоа воде долази до додатних неповољних сила



овај утицај је значајан
за ниже бране
добива се емпиријски

- 3) Напомилавање вентил - прибије са фронта

- динамичко деловање - удар савице леда на брану

разуна се емпириски

зависи од димензија савице, као и од брзине кретања савице
и од чврстоће леда на дробљење

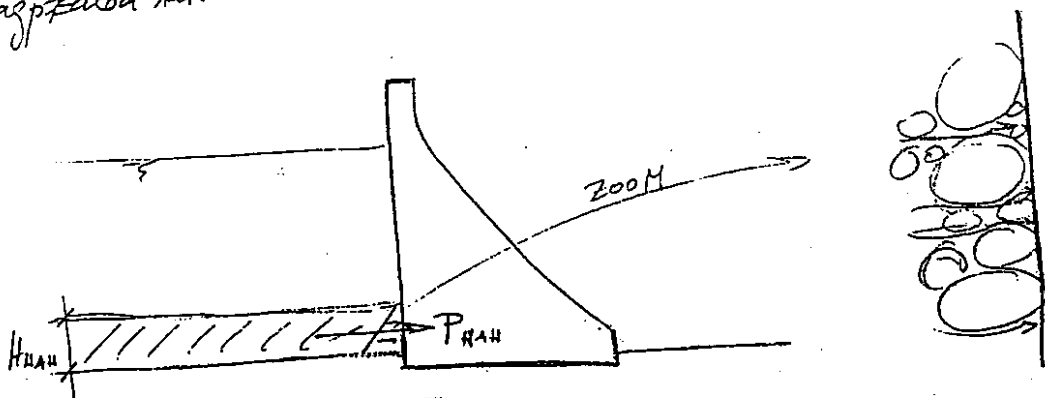
Оптерећење од наноса

Знатно у таким условима

Мерс оптерећања стварања наноса:

- пошумљавање

- избегавање акумулација на прибокама које јој се највише наноше
- преобрати бране - мале димензије, испред главне акумулације, да задржава нанос



$$P_{nan} = \sigma \cdot g^2 \cdot (45 - \frac{1}{2}) \cdot \frac{H_{nan}^2}{2}$$

- активна притисак леда

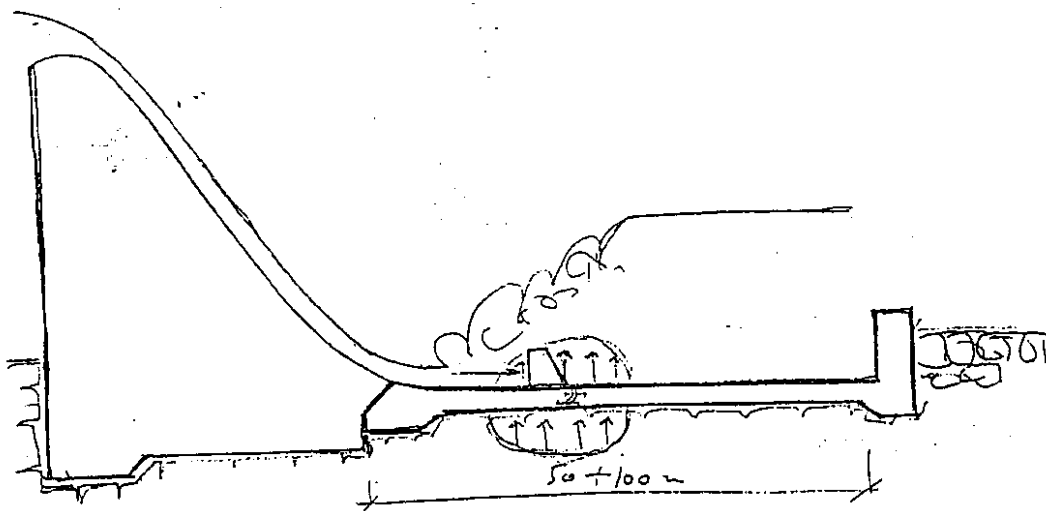
Нанос не унапује хидростатичку силу - јер вода пролази кроз като између тесница

Хидродинамичко оптерећење

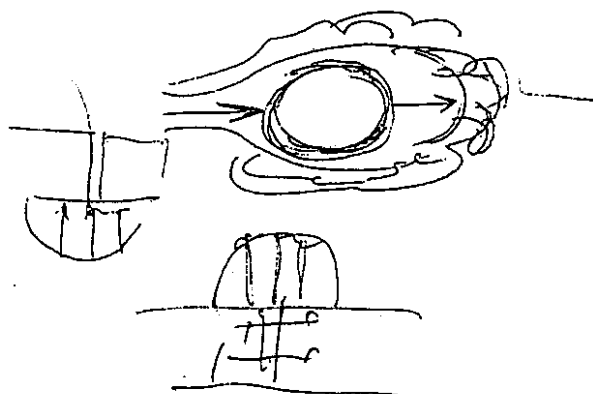
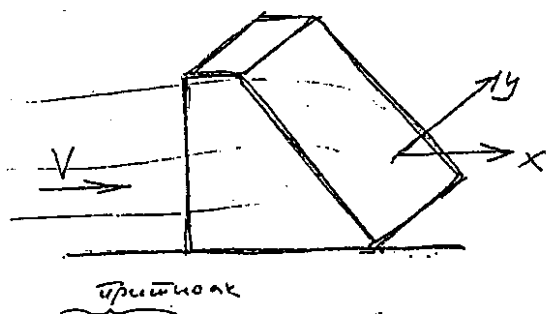
вода која се брзо креће

у деловима где брзина течања брзи ово оптерећење се јавља само на умирујућем базису

Брза тлачи у умирујућем базису брзином 20-30 м/с



Зуб служи да стабилизује млаз што је напу дужињу базена



$$P \approx \rho \cdot \frac{V^2}{2} \cdot A_x \cdot C_f$$

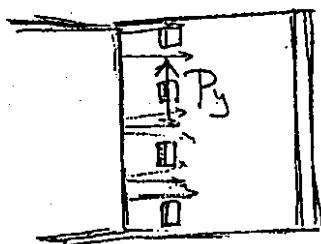
ρ - густина флуида

V - брзина флуида

A_x - површина у правцу на X осу

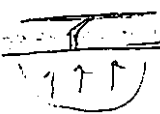
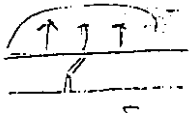
C_f - коеф. облика - добија се емпиријски

Сила млаза је веома нестабилна - може гасовати и управно на ток воде што доводи до опшеређује зуб (→ просторна армиатура)



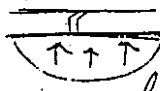
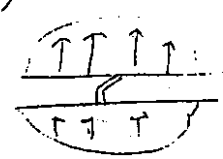
$$P_y = \rho C_{fy} \frac{V^2}{2} \cdot A_y$$

Разделница се поставља на средини базе — смањује дужину блоке
а може раирати и као дрската

појачава сила млаза која уђе у спојницу  и вакуум
који настаје као сила протје  представљају такве
силе које могу да издрже цело слайшис

Неопходно је обезбедити одушковање дилатационим спојницан



Млаз се креће лево-десно и уноси у спојницу позитиван притисак
који се скупља (задржава) испод слайшиса 
Када се, у одређеном тренутку млаз помери, јавља се вакуум
и притисак испод разделнице се још више акумулира
и тако добијемо нежељену ситуацију 

Прорачун обичне стабилности

је прорачун који треба да докаже да наша конструкција
може да претесе све силе на тло и да осигурава стабилност
у спољашњих сила са одређеним коэф. сигурности.

Садржи:

- анализу обитерација

Прорачун коэф. сигурности против клизања

— || —

превртања

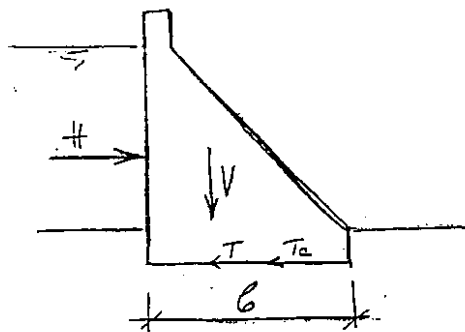
— || —

истискивања

Прорачун напрезања у темељној спојници

Прорачун полсана — сила као кришн блок

Коефицијент сигурности против клизања представља однос
стабилизајућих сила и сила које изазивају клизање - обично
овај коеф. критичан за стабилност



H - резултатна хоризонталних "клизајућих" сила
 T - сила шрења
 $c.b$ - сила кохезије брзге и ошине

$$\frac{f \cdot V}{H} > K_k \quad \text{— без кохезије}$$

(f - коеф. шрења)

$$\frac{f \cdot V + c \cdot b}{H} > K_k \quad \text{— са кохезијом}$$

	$c=0$	1.5	1.0	0.5
K_k	$c=0$	3.5	2.2	1.75
		1.5	1.0	0.5
c		1.5	1.0	0.5

коф. сиг.	I	II	III	IV
K_k	/	1.30	1.10	1.05
K_{k+c}	/	3.30	2.20	1.40
K_p	/	1.50	1.30	1.10
K_E	/	1.50	1.10	1.30
K_{E+c}	3.50	3.50	2.20	1.40

K_k и K_p су за IV комб. мањ
ако за II због утицаја уздона

$$f = 0.65 \div 1.0 \quad (\text{обично } 0.7)$$

Мере повећавања K_k

- повећање ширине темељне вијернице
- подовање односа V/H

$$\frac{f(V \cos \alpha + H \sin \alpha) + \frac{c \cdot b}{\cos \alpha}}{H - V \cdot \tan \alpha} > K_k$$

$$\frac{f(V + H \cdot \tan \alpha) + c \cdot b(1 + \tan^2 \alpha)}{H - V \cdot \tan \alpha} > K_k$$

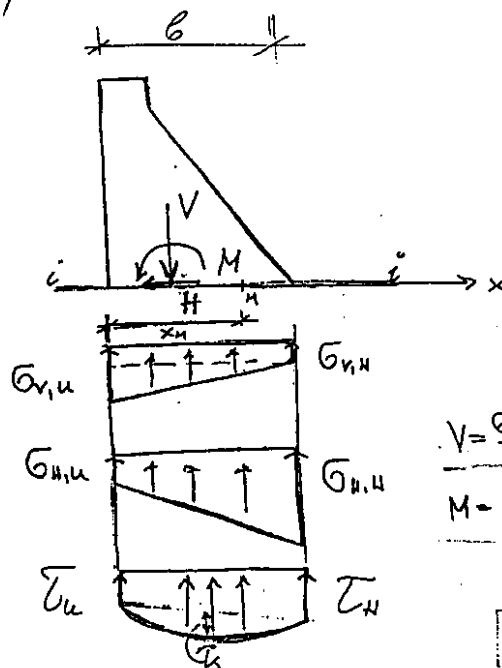
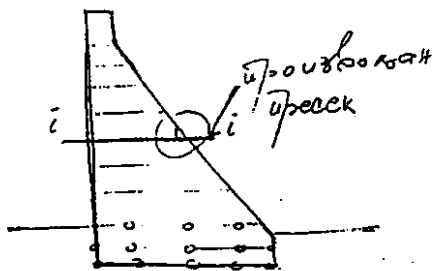


Коэффициент сдвигности за нормалне вертикалне набоје
прорачун напонског стања у шемени брзак применом методе
хоризонталних пресека

За такав прорачун - кативу благао пројекта - користити се методом хоризонталних елемената

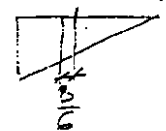
За мање ^{базис} прорачуне (идејно рачунање) користити се методом хоризонталних пресека са главним претпоставкама:

- 1) - брзак је круто укљештета козла (ушваровање је еластично укљештетање)
- 2) - материјал је хомоген, изотропан и идеално еластичан
- 3) - равно стање деформација
- 4) - линерна промена нормалних (вертикалних и хоризонталних) набоја -
- 5) - смити набоји се користеу параболски



$$V = \frac{\sigma_v^H + \sigma_v^N}{2} \cdot B$$

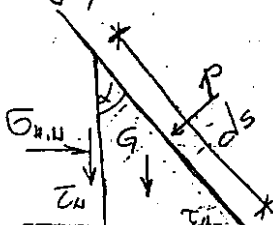
$$M = \frac{(\sigma_v^H - \sigma_v^N)}{2} \cdot B \cdot \frac{3}{5}$$



рачунамо силе у произвољном пресеку

$$\sigma_{x,H} = \frac{V}{b} + \frac{M \cdot x}{b^2} \quad ; \quad \sigma_{v,H} = \frac{V}{b} - 6 \frac{M}{b^2}$$

диференцијална призма: (услови на границама)



$$\sum F_x = 0: \quad \sigma_{x,H} dx \cos \alpha - \tau_{x,H} dx \sin \alpha - p dx \cos \alpha = 0$$

$$\sum F_v = 0: \quad \sigma_{v,H} dx \sin \alpha - \tau_{x,H} dx \cos \alpha - p dx \sin \alpha - \gamma \frac{dx^2}{2} \sin \alpha \cos \alpha = 0$$

$$\tau_u = (\sigma_{H,u} - p) \tan \alpha$$

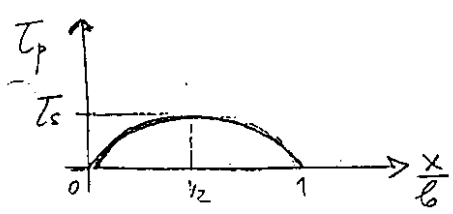
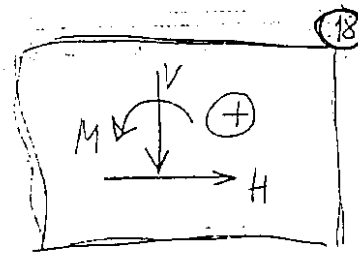
$$\sigma_{H,u} = p + \tau_u \tan \alpha = p(1 - \tan^2 \alpha) + \sigma_{V,u} \tan^2 \alpha$$

$$\sigma_{H,u} = \sigma_H^u + (\sigma_H^u - \sigma_H^u) \frac{x_H}{b}$$

$$H = \int_0^b \tau_u dx = \frac{\tau_u + \tau_u}{2} \cdot b + \frac{2}{3} \tau_s \cdot b \Rightarrow \tau_s = \frac{3}{2} \left(\frac{H}{b} - \frac{\tau_u + \tau_u}{2} \right)$$

τ_s - средна даработка

$$\tau_M = \tau_u + (\tau_u - \tau_u) \frac{x_H}{b} + 4 \tau_s \frac{x_H}{b} \left(1 - \frac{x_H}{b} \right)$$



$$\tau_p(x) = \alpha + \beta \frac{x}{b} + \gamma \left(\frac{x}{b} \right)^2$$

$$(1) \tau(0) = 0 \Rightarrow \alpha = 0$$

$$(2) \tau(1) = 0 \Rightarrow \beta = -\gamma$$

$$(3) \tau(1/2) = \tau_s \quad \beta \frac{1}{2} - \beta \frac{1}{4} = \tau_s$$

$$\beta \frac{1}{4} = \tau_s \Rightarrow \beta = 4\tau_s$$

$$\tau_p = 4\tau_s \frac{x}{b} - 4\tau_s \left(\frac{x}{b} \right)^2$$

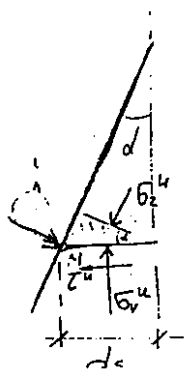
$$\tau_M = 4\tau_s \frac{x_H}{b} \left(1 - \frac{x_H}{b} \right)$$

Главни напони:

$$\sigma_{1,2} = \frac{\sigma_V + \sigma_H}{2} \pm \sqrt{\left(\frac{\sigma_V - \sigma_H}{2} \right)^2 + \tau_M^2}$$

$$\tan 2\theta = \frac{-\tau_M}{\left(\frac{\sigma_V - \sigma_H}{2} \right)}$$

Главни напони на ивицама пресека могу се израчунавати и овако:



у шатки H нека сликујемо појединац како главни напони
 p - хидро. притисак, танос, сеизмика
 $\gamma \approx 0$ (сфз)

$$\sum V = 0:$$

$$\sigma_v^u ds - (p \gamma s \sin \alpha) \sin \alpha - (\sigma_h^u \gamma s \cos \alpha) \cos \alpha - \tau_0 ds^2 \sin \alpha \cos \alpha = 0$$

$$\sigma_v^u - p \sin^2 \alpha - \sigma_h^u \cos^2 \alpha = 0 \Rightarrow \sigma_h^u = \frac{\sigma_v^u - p \sin^2 \alpha}{\cos^2 \alpha}$$

$$\sigma_2^u = \frac{\sigma_v^u}{\cos^2 \alpha} - p \cdot \tan^2 \alpha$$

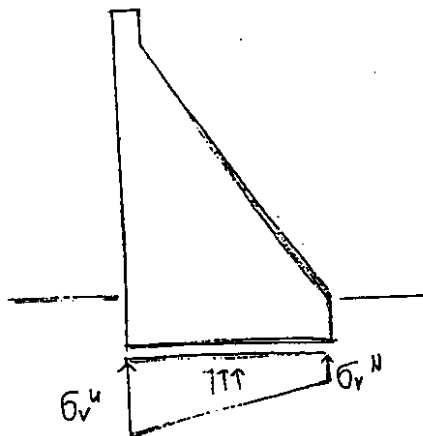
$$\sigma_2^u = (1 + \tan^2 \alpha) \sigma_v^u - p \tan^2 \alpha = \sigma_v^u + (\sigma_v^u - p) \tan^2 \alpha$$

$$\boxed{\sigma_2^u = \sigma_v^u + (\sigma_v^u - p) \tan^2 \alpha}$$

откуда, за $\alpha = 0$ главно напон једнак је вертикалном напону
 $\sigma_2^u = \sigma_v^u$

Аналогно за сл. напон изабацимо

наме контуре - за прорезу тунелне објекте важе ију оу
 вертикалним напонима



допуштени напони у систи за прелими-
 нарне прорачуне обрађују се уско-
 врсноће сисне на прилика:

$$\sigma_s = 0,02455 \gamma_s^{4,65} \left[\frac{\text{кН}}{\text{м}^2} \right]$$

$$\gamma_s - \text{забр. тежина сисне} \left[\frac{\text{кН}}{\text{м}^3} \right]$$

За брзак прорачун σ_s се добија испра-
 жбањем у лабораторијским испитивањима

$$\sigma_s = \frac{\sigma_n}{10+20} \quad \sigma_n - \text{врхноћа монолита} \quad (\text{испа прелима})$$

$$\sigma_{\text{дор}} = \frac{\sigma_s}{k_{\text{ш}}} - \text{фактор сигурности}$$

Прорачун померања

Брана се у цеојном режњу претвара као круто тело, а у главном
 пројекцији као еластично тело

Померања зависе од објектних сила, карактеристика средине, од
 облика бране (ш. тунелне објекте)

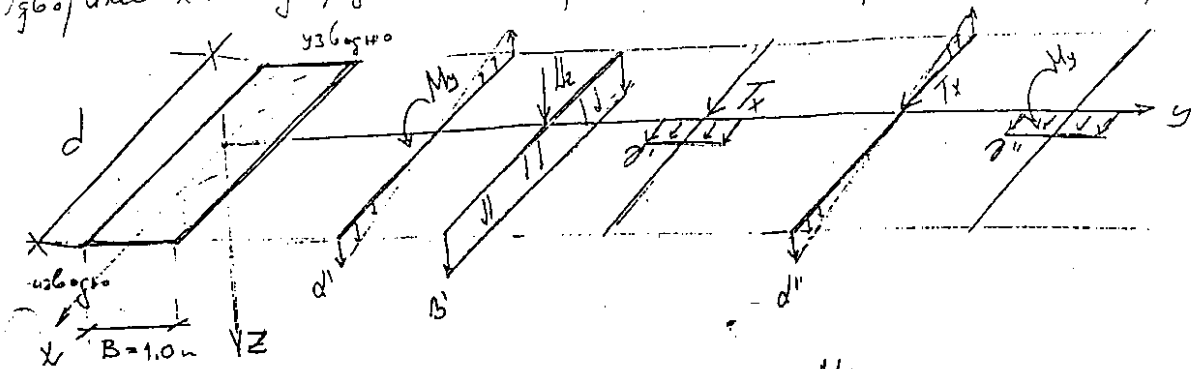
Фошова метода - за једноставнији прорачун, заснива се на
 одређеним претпоставкама:

- 1) средњом средина
- 2) равном стању деформације - деторзија не зависи од облика покретне масе
- 3) хоризонтална еластична изолација средина

19) Померата не зависе од облика обитечене површине (воде се мисли да не зависи од дејактоб изгледа, али зависи од односа дужине и ширине)

Померата изазивају ^{сама} обитечене која делују на ту површину (једне површине)

Померата не изазивају обитечене на боку и дну акумулације) Двојимо ламелу јединице ширине и посматрајмо нејо померате



d' - обитечење целес јединице момент M_y

β' - вертикално померате од јединице нормалне силе N_z (слетање)

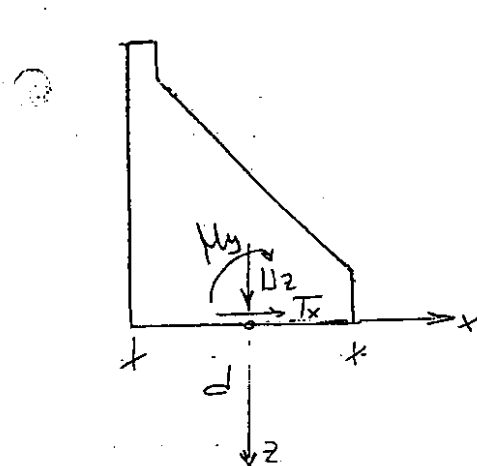
γ' - смичање целес транверзалне силе T_x

d'' - обитечење целес транверзалне силе T_x

γ'' - смичање целес момент M_y

Примарни утицаји

Секундарни утицаји



$$\theta_y = d' M_y + d'' T_x$$

$$\Delta Z_T = \beta' \cdot N_z$$

$$\Delta X_T = \gamma' T_x + \gamma'' M_y$$

$$d' = \frac{K_1}{d^2 E_s}$$

$$\beta' = \frac{K_2}{E_s}$$

$$\gamma' = \frac{K_3}{E_s}$$

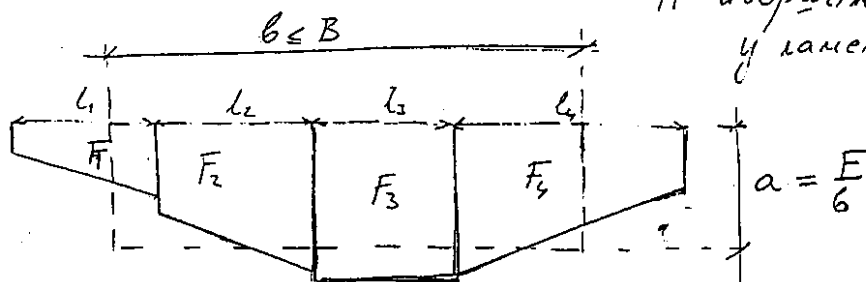
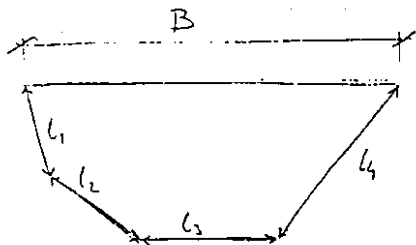
$$d'' = \gamma'' = \frac{K_5}{d \cdot E_s}$$

K_i - еластичне константе

$$K_1 = f(v_s, \frac{b}{a})$$

ν_s - поасоново коефицијент

b/a - однос ширина замикујуће површине



F_i - површине контактне спојнице у ламели i

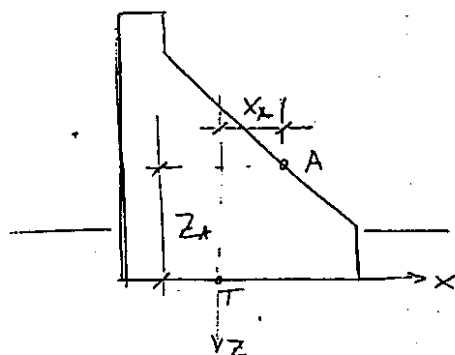
$$F = \sum F_i$$

$$a \cdot b = F$$

a и b су ширине замикујуће правоугаоника

Зодијена померања тешких тела померање спојнице или не знасе оних оних да се користимо за одређивање померања бијелих тела (пор круне бране, шатке спојнице, ...)

ово посматрамо брану као круно тасло:



$$\theta_y^A = \theta_{yT}$$

$$\Delta x_A = \Delta x_T - \theta_{yA} \cdot z_A$$

$$\Delta z_A = \Delta z_T + \theta_{yA} \cdot x_A$$

* Димензионисане бетонске гравирајуће бране

Услови димензионисања

требало да омогуће да брана буде самоуносна (водонепропусна и без прелива)

* Услови за тело бране:

У другој и трећој комбинацији оптерећења не сме се јави-
ти напон затезања на изборном месту - пада је могуће
јавити прелива у телу бране чиме се повећава узрок и још
више прогубљује прелива

$$\sigma_2^u \geq 0$$

$$\sigma_2^u = \sigma_v^u + (\sigma_v^u - p) \cdot \tan^2 \alpha$$

У првој комбинацији оптерећења на изборном месту бране
не сме се јавити затезање

$$\sigma_1^u \geq 0$$

$$\sigma_1^u = \sigma_v^u + (\sigma_v^u - p) \cdot \tan^2 \beta$$

p - хидрос. притисак са горе стране

$p = 0$ за највећи део изборног места

$$\sigma_1^u = \sigma_v^u + \sigma_v^u \cdot \tan^2 \beta = \sigma_v^u (1 + \tan^2 \beta) \geq 0$$

$$\parallel \sigma_v^u \geq 0$$

① При било ком оптерећењу величине тлавног напона мора бити
мањи од дозвољеног у било ком пресеку

$\sigma_{доз.} = \frac{MB}{k}$; k - коеф. сигнурости - узимамо их из америчких или
руских прописа

② Ако је при IV комб. оптер. тлавно нормални напон мањи од нуле
он мора бити мањи од допуњеног напона затезања у једно-
рано тлавно

$$\sigma_2 = \frac{\sigma_p}{20} - \text{ред великите дозволеног напон за везања}$$

σ_p - дозволен напон при тиска

- ③ Напони смичања морају бити ограничени - ово се обично бирају и претходним условима па се еквивалентно не показује

* Услови за темељ брзак:

При III комб. општер. вертикални нормални напон на узводном лицу мора бити позитиван

Вертикални нормални напони дуж целе темељне спојнице морају бити мањи од дозвољених и не смеју изазивати померања века од предвиђених (пројектованих)

$$\sigma_{\text{доз}} = \frac{\sigma_s}{k_5} - \text{тврдоћа бетона на притисак}$$

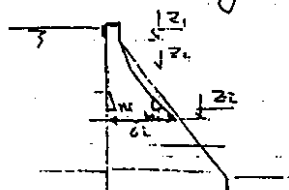
- Смичући напони морају бити мањи од напона који би изазвали померања једнака дозвољеним

- Главни напон за везања мора бити мањи од дозвољеног

- Коефици. сигурности против прегревања, испливавања и клизања морају бити већи од прописаних

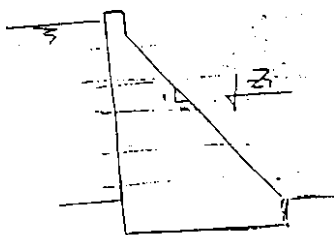
Начини димензионисања:

Вичештејето димензионисање - за различите коџе имамо различити начини косина узводног и изводног лица



На одређеним висинама Z_i ради се о пројекцији (односно на крајевима) и по томе одређују вагуби дужине пресека b_i

Технолојско димензионање - којича је најб узводног и низ-
водног лица - проверава се набојско објект дуж услој пресека



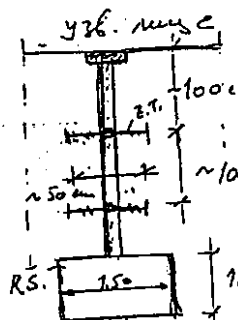
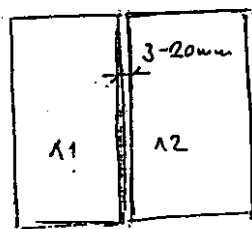
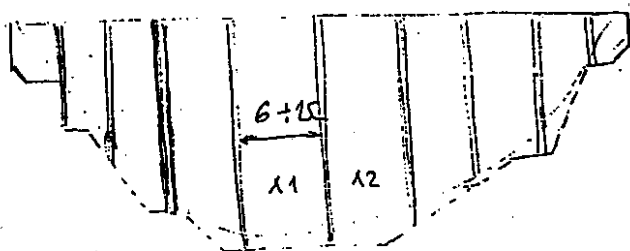
Температурни утицаји при грађеву бетонне грађевине

Брета се раздјелује на дјелове на ламеле (вије котирујална маса)

$$L = 6-15 \text{ м}$$

Тим се избегавају небожити утицаји температурне и бојаве
армира

Ламеле су шире на месту бока, а уже на боковима

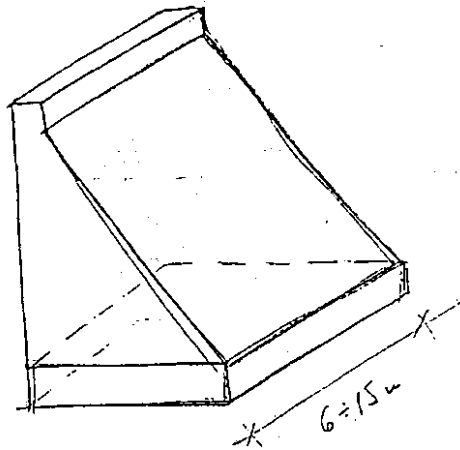
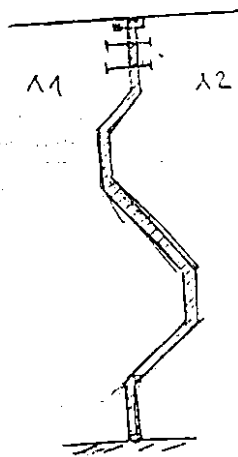


структивне

Раздјелнице омогућавају и да се брета више прилађи
шерику (и са аспекта екологиче и екологиче)

Ширина раздјелнице се одређује на основу пропорционалних
утицаја температурне ($\Delta t \approx 20^\circ$)

- заштитна шрака - објект дуж
- ревизиони шрака



Грав. бране се раде у блоковима - да би се избегли штет. утицаји у току израде.

Блок је композитна бетонна која се од једног бетона и која је обивена облаком или облатком ковањем.

Дужина блока једнака је дужини ламеле

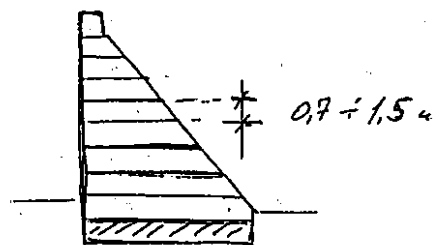
Ширина и висина од одређене термичким прорачуном

Параметри:

10 ÷ 20 м - ширина

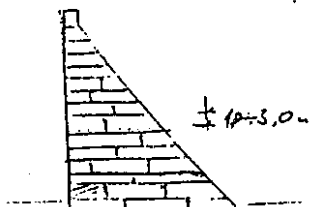
0,7 ÷ 3 м - висина

За висине бране до 25,0 м предвиђају се два блока - ширина блока једнака ширини ламеле



Блокови се бетонирају наизменично

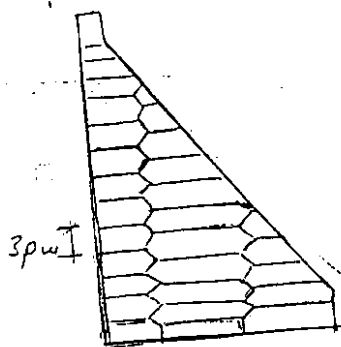
За веће висине користе се коси блокови - ширина је краћа од ширине ламеле



Везе између блокова су равне, раздвојене и пакнају се инјектирају

забраче висине преко 50 cm користе се стубастим блоковима

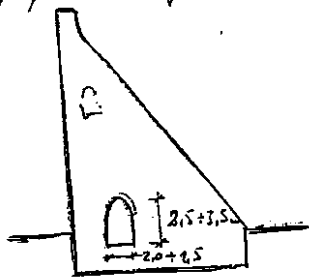
(22)



Ако се јави прелина она се
јавља по шестерастој ивици
и тако добријом си ситуацији
пробити клизаче

високи блокови - Канадска невођа

тамерије - инјекције, ревизионе, дренаже



иako представљају ослабљене бране не утичу
бишто на њену стабилност

поглоћа хидратације може се сматрати додатком цемента, или
шунта.

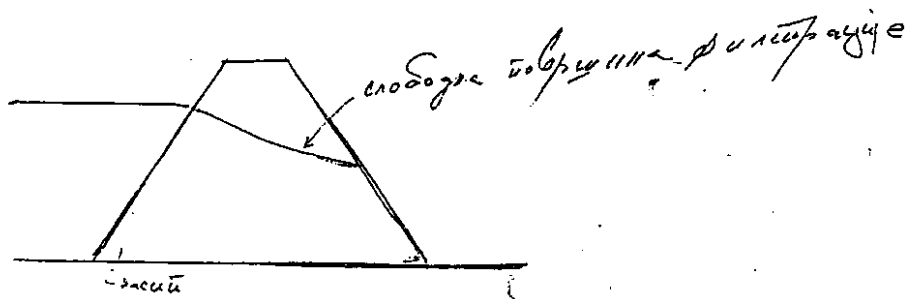
у случају поглоте сматра се клађењем бетона у фази набавке
користењем арматуре који није изложен шунци, или још
е са додатком леда.

Филтрација

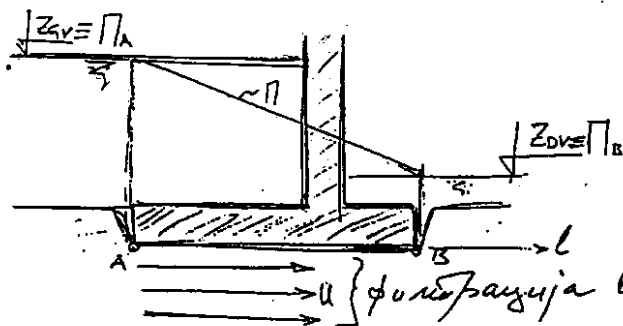
је кретање воде кроз порозну средину.

Филтрација изазива вишеструко дејство на средину у којој се јавља:

- узок - деловање воденог притиска капице
- Филтрациона деформација - изазвана динамичким притиском воде док се креће кроз средину.



3m



Π -линија се неће линеарно ако је средина хомогена
(мало је била вредност код шака А и В али по законитијско,

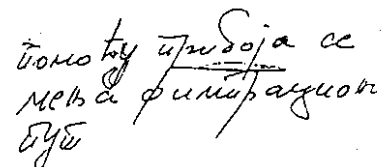
код Π -линије је континуитет

Фронт филтрације је континуитет

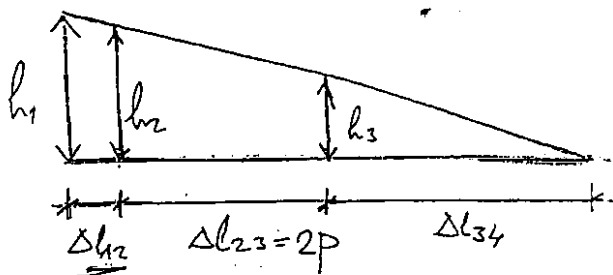
Дарсијево закон: $u = k \cdot \frac{d\Pi}{dl}$

$u = \frac{Q}{A_{tot}}$ - Дарсијева брзина - проишљај по укупној површини пресека

$V = \frac{Q}{A_{pora}}$ - обвара брзина

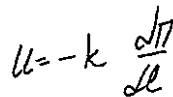


1-27-72



Nikola
Radovanović je lat

Ако је функција нехомогена
(или изотропа)



$$\frac{d\eta}{d\epsilon} = -\frac{u}{k} \neq \text{const}$$

$$\frac{-U}{K_1} = \frac{h_2 - h_1}{\Delta l_{12}}$$

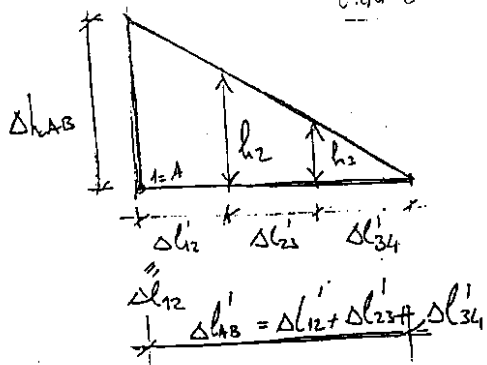
$$-\frac{U}{K_2} = \frac{h_3 - h_2}{\Delta l_{23}} \Rightarrow -\frac{U}{K_1} = \frac{h_3 - h_2}{\Delta l_{23} \cdot \frac{K_1}{K_2}}$$

$$-\frac{U}{K_2} = \frac{h_4 - h_3}{\Delta t_{24}}$$

$$-\frac{U}{K_2} - \frac{L_1 - L_2}{\Delta L_{12} \cdot K_1} \left(-\frac{U}{K_3} = \frac{T_4 - T_3}{\Delta x_{23} \cdot \frac{K_2}{L_2}} \right)$$

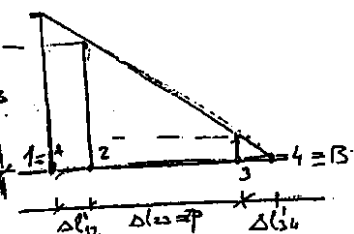
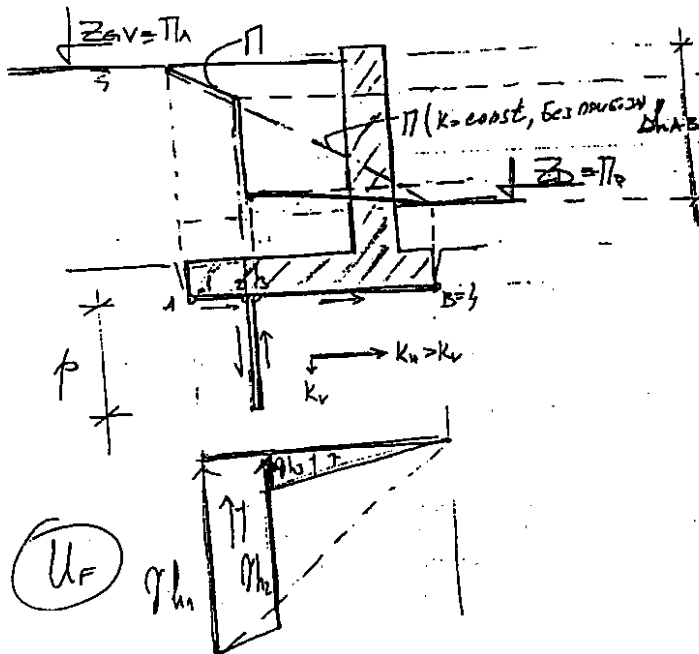
фиктивне дужине: $\Delta l'_{23} = \Delta l_{23} \cdot \frac{k_1}{k_2}$
 $\Delta l'_{34} = \Delta l_{34} \cdot \frac{k_1}{k_2}$

⇒ овећ добијемо константан пад Плитнице, али три фиктивним дужинама



Овако добијете h_2 и h_3 пренесемо на субарно стање и добијемо субарну Плитницу, а бине и дијаграм узлока

Ако је средина изопродна

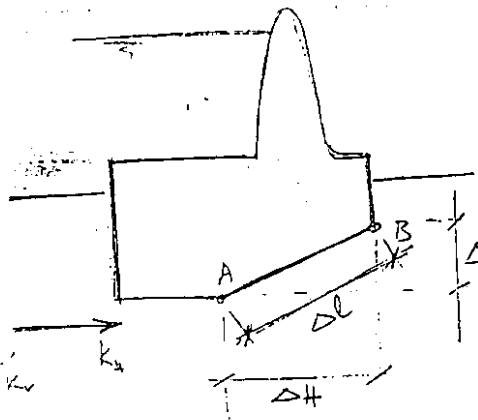


$$\frac{dh}{dl} = -\frac{U}{K} \neq \text{const}$$

$$-\frac{U}{K_v} = \frac{h_2 - h_1}{\Delta l_{12}} \Rightarrow -\frac{U}{K_v} = \frac{h_2 - h_1}{\Delta l_{12} \cdot \frac{K_v}{K_h}}$$

$$-\frac{U}{K_v} = \frac{h_3 - h_2}{\Delta l'_{23}}$$

$$-\frac{U}{K_h} = \frac{h_4 - h_3}{\Delta l_{34}} \Rightarrow -\frac{U}{K_v} = \frac{h_4 - h_3}{\Delta l_{34} \cdot \frac{K_v}{K_h}}$$



$$u = -k \frac{dh}{dl} \Rightarrow \Delta h = -\frac{u}{k} \Delta l$$

могућа релативна за AB:

$$a) \quad \Delta h'_{AB} = -\left(\frac{u}{k_h} \Delta H + \frac{u}{k_v} \Delta V\right)$$

за $k_h = k_v = k$

$$\Delta h'_{AB} = -\frac{u}{k} (\Delta H + \Delta V) \neq -\frac{u}{k} \cdot \Delta l$$

$$\Delta h_{AB} = -\frac{u}{k} \Delta l = \underbrace{\left(-\frac{u}{k} (\Delta H + \Delta V)\right)}_{\Delta h'_{AB}} \cdot \frac{\Delta l}{\Delta H + \Delta V}$$

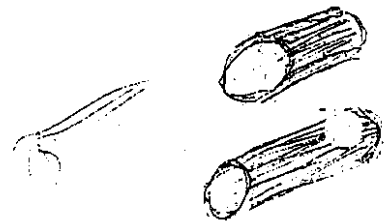
$$\Downarrow$$

$$\Delta h''_{AB} = -\left(\frac{u}{k_h} \Delta H + \frac{u}{k_v} \Delta V\right) \cdot \frac{\Delta l}{\Delta H + \Delta V}$$

$$= -\frac{u}{k_v} \left(\Delta H \frac{k_v}{k_h} + \Delta V\right) \cdot \frac{\Delta l}{\Delta H + \Delta V}$$

$$\frac{\Delta h_{AB}}{h_0 - h_A} = \frac{\left(\frac{k_v}{k_h} \Delta H + \Delta V\right) \frac{\Delta l}{\Delta H + \Delta V}}{\Delta H + \Delta V} = -\frac{u}{k_v}$$

$\Delta l'_{AB}$ - фиктивна дужина



31.15.25-6

$$\frac{30.25}{290} - 6 = 744$$

Филтрационе деформације била
унутрашња ерозија

Деле се на:

суфозију - коширање

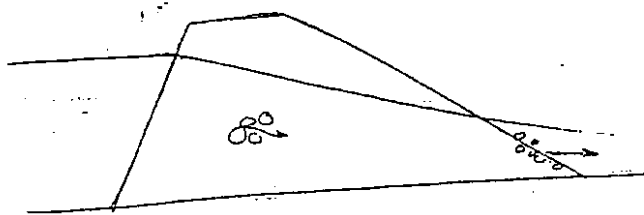
флуидизација - бодизање

затварање филтера - коширање

Јвљају се услед деловања водс на честице материјала од кога се била направљена, и тиховод бомерама

Насирана

2



мање течности у телу бране се под утицајем воде померају међу ветних течности. У том случају разликујемо:

пропуштајућа суфозија - материјал одбаје у брану (набошљава се у неком делу бране)
 спречајућа суфозија - материјал се испира из бране

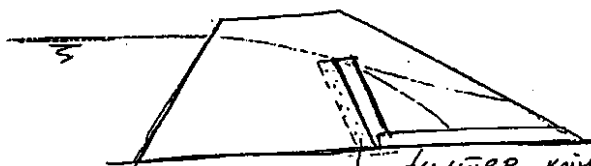
Критична је нивоина ивица бране

До испирања долази кад је брзина воде толико велика да може да помера течности

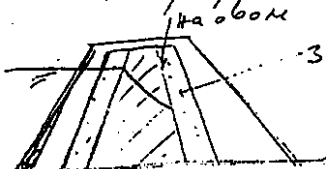
$$u = k \left(\frac{\partial h}{\partial x} \right) = k \cdot i$$

⇒ за одређене ширине има постоји одређен критичан брзину ($u_{кр}$) при којој се доћи до испирања - добијен је коефицијент

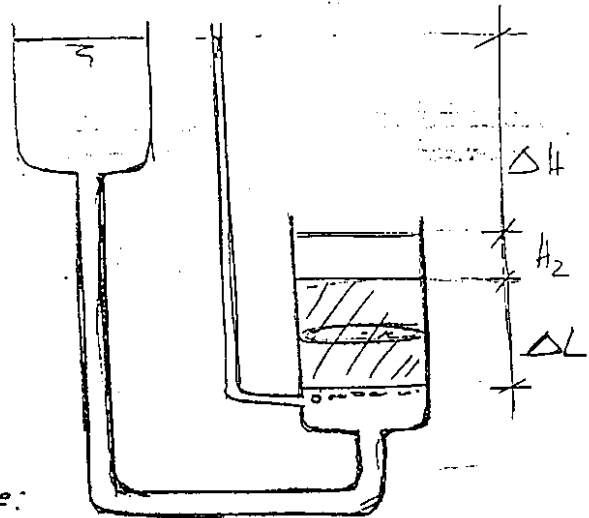
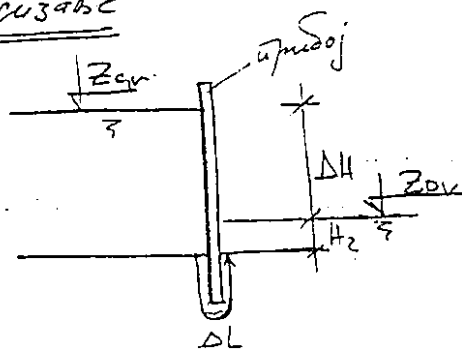
Спречајућа суфозија се решава помоћу дренова (хоризонталних и вертикалних) чиме се ствара проводна линија



Филтер који се дозвољава затамњење дрена и се може решити и грађевом насутих брана са блиско-набавом стору са јавља контактна суфозија или јездром! Заштитни филтери



Погубање



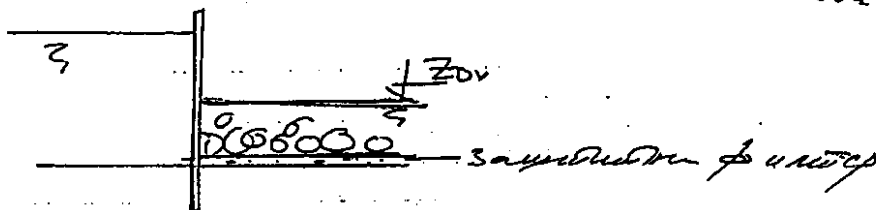
Водна притиснување нема силе од контуре:

$$A\gamma_w(\Delta H + H_2 + \Delta L) = A\gamma_w H_2 + A\gamma_z \Delta L = 0$$

$$\gamma_w \Delta H = \Delta L (\gamma_z - \gamma_w)$$

$$\dot{h}_{xz}^f = \frac{\Delta H}{\Delta L} = \frac{\gamma_z - \gamma_w}{\gamma_w}$$

\dot{h}_{xz}^f се зголемило при добивањето (вектор ΔL) или на добивањето крутоб каменот иза пробјор



Условот $\gamma_z = \gamma_w$
 $\gamma_z = \gamma_w$
 $\gamma_z = \gamma_w$

Заклучоци

Презава се правилити изборот правоаголникот сесии филтера и постовањето филтерских правила

Својина

билник из 1987. - није званично признао, али се у пракси користи

Правилник о обухвата објеката велике важности:

- 1) објекти ван категорије - високе бране, хидроелектране снаге преко 150 MW, богосаати
- 2) објекти I категорије - бране које имају високе, хидроелектране снаге мање снаге и објекти II мање важности на брани

Шло се дели на категорије по чврстоћи:

- 1) шло I категорије - одговарајући и бољештеговити материјали и добро збијена шла на мањој дубини
- 2) шло II категорије - добро збијена шла на већој дубини (преко 60m)
- 3) шла III категорије - не узимају се у обзир за функцију не хидротехничких конструкција

По правилнику се разматрају два земљотреса:

Z₁ - повратни период је 100 година са интервалом поверења од 70%
при овом земљотресу сви услови стабилности морају бити испуњени при чему су дозвољене мање пукотине на постојећим објектима (?)

Z₂ - повратни период је 1000 година (вероватноћа појављивања је 1/1000) - објекти морају задовољити услове опште стабилности, а евентуална рушења не смеју да угрозе виталност објекта

Објекти I категорије раде се приближним методама (до изјаве пројекта) - метода коефицијената

Познате методе су:

метода статичке анализе - за главни пројекат објекта I категорије, за изјавни пројекат објекта ван категорије, али може и за главни прој. ових објеката, али ако нису у IX сеизмичкој зони

директна динамичка симулација - за објекте ван категорије који су у IX сеизмичкој зони

$$M(\ddot{X}_B - \ddot{X}_S) + C \cdot \dot{X}_B + K \cdot X_B = 0$$

\uparrow матрица маса \uparrow матрица брзине \uparrow матрица крутоости

Приближне методе пројектовања

Динамички проблем се замењује статичким уз одговарајуће коефицијенте

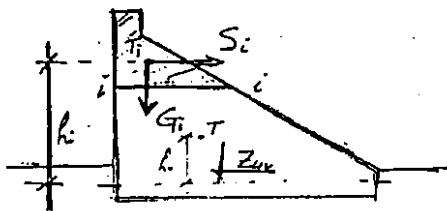
Метода коефицијената

$$S \cdot a \cdot M = \frac{a}{g} \cdot gM = K_s \cdot G$$

\uparrow убрзање \uparrow коеф. сеизмичности

Метода коефицијената

$S_i = K_s \cdot \alpha_s \cdot G_i$ - сеизмичка сила која зависи од осциловања бране
 G_i - тежина, укупна тежина i



$$\alpha_s = \frac{h_i}{h_0} \cdot 0,5 + 1,0$$

- садржи динамички аспект саобраћаја

T_i - тежинице масе изнад бране i
 T - тежинице дела бране изнад укупне

$$K_s = \frac{X_s}{g}$$

X_s - убрзание земљотреса - добија се из сеизмолошких записа или са сеизмолошких карти

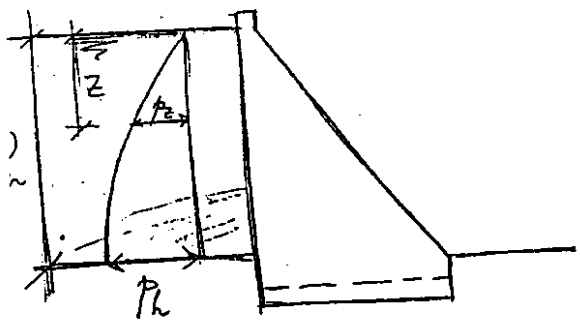
Зона	VII	VIII	IX
K_s	0,025	0,05	0,10

За Меркалјеву скалу

Поред ове силе јавља се и сила од осциловања воде. Она се може израчунати преко:

Зантерова метода - или на везбама

Селтергардова метода: - за приближно вертикално узводно мице бране



$$P_z = \frac{\gamma}{8} \gamma_w \cdot 4K_s \sqrt{Z} h$$

$K_s = C \cdot W$

$$P_h = \frac{\gamma}{8} \gamma_w \cdot 4K_s h$$

$$S_w = \frac{\gamma}{12} \gamma_w \cdot 4K_s h^2$$

- површина барабана

Такође може осциловати и напос - да сила добија се з емпиријског образаца:

$$S_{нап} = K_s \cdot \lg^2(45 + \gamma/2) P_{дан}$$

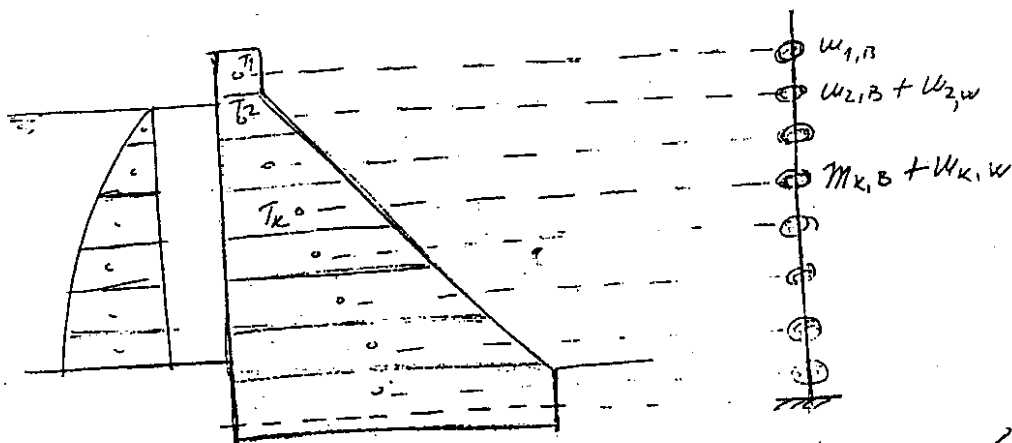
γ - угао ширине материјала од кој је напос

Из ових ^{ових} обичајних може се јавити обавеза од сеизмичког баланса

Платије методе прорачуна

Метода спектралне анализе

Грана са вогом се прво дискретизује, прорачуна се убрзања и са њима се улази у прорачун IV комбинације објектима



Узимамо само прва три нивоа осциловања (даљи нивои мало доприносе вањној прорачуна)
 S_{ik} - сеизмичка сила у i -тоб нивоу за прорачун k

$$S_{ik} = K_s \cdot \beta_i \cdot \eta_{ik} \cdot \psi \cdot G_k$$

$$S_k = \sqrt{\sum_{i=1}^n S_{ik}^2}$$

— сеизм. сила за целу
 орачу

зона	VII	VIII	IX
K_s	0,10	0,20	0,40

Енезведев

K_s - коеф. сеизмичности

β_i - коеф. динамичности - функција је периода осциловања, коеф. притупљености и катедорије тла

$\lambda = 0,07$ за државитачионе бетонске ораче

η_{ik} - зависи од облика сопствених осциловања ораче (добива се динамичким прорачуном конструкције)

ψ - фактор редукције ($\psi = 0,65$ за бетонску дрв. орачу)

G_k - тежина

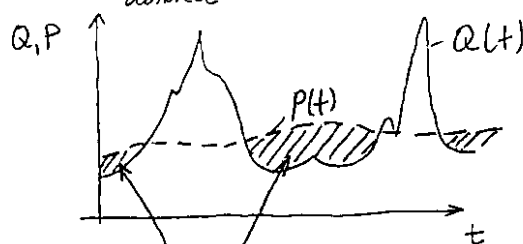
- konstrukcije koje su stalno ili povremeno u dodiru sa vodom
- treba da omoguće da vladate vodom

- delatnost koja se bavi gazdovanjem vodom nekog područja

Problemi koji se vodoprivredom rešavaju:

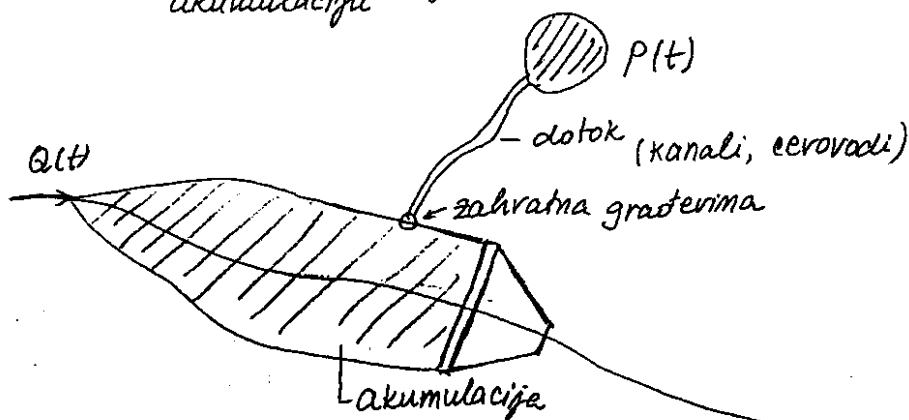
- vodosnabdevanje (veza izvoriste - potrošač)
- ↓
- prostorna neusklađenost
- vremenska neusklađenost

- hidrografijski dotok -



Q - dotok
P - potrošnja

da bismo obezbedili vodu
u ovim periodima, gradimo
akumulaciju

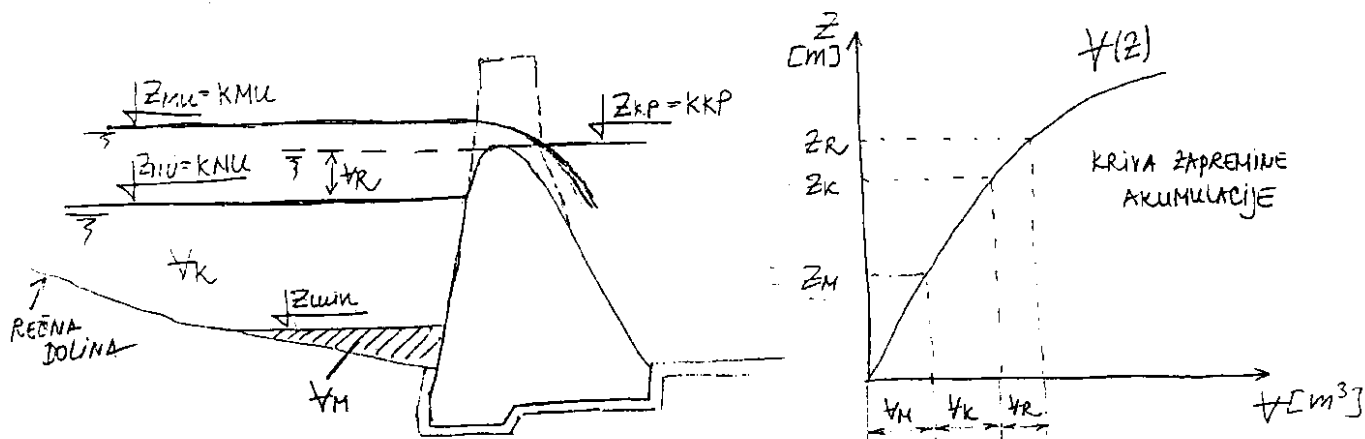


- navodnjavanje
- zaštita od poplave
- vodni saobraćaj

PROJEKTOVANJE HIDROTEHNIČKIH OBJEKATA - složen proces - zahteva obezbeđenje
podloga, davanje rešenja, proračun
Postupak je iterativan - traži se bolje rešenje

1. FAZA: SITUACIJE (procena gde se gradi)
2. FAZA: GENERALNI PROJEKAT (razmatranje nekoliko različitih mogućnosti)
3. FAZA: IDEJNI PROJEKAT (utvrđivanje koje rešenje radimo)
4. FAZA: GLAVNI / DETALJNI / PROJEKAT
5. FAZA: IZVOĐENJE
6. FAZA: PROJEKAT IZVEDENOG STANJA

OSNOVNI ELEMENTI AKUMULACIJE



V_H - MRTAV PROSTOR (u njega se smesta namos)

Z_{min} - KOTA MINIMALNOG RADNOG NIVO - najniží nivo akumulacije za koji ona radi za potrošača

V_K - KORISNA ZAPREMINA AKUMULACIJE (odgovara KNU - kota norm. uspora)

V_R - REZERVNI PROSTOR ZA ODBRANU OD POPLAVA

Ako na prelivu nema ustava javlja se nivo u akumulaciji Z_{mu}

Preliv kuži da se višak vode koji dođe u akumulaciju slobodno prelije (moramo računati s tim da je uvek moguće takav dotok u akumulaciju da je neizbežno prelijevanje preko vrha brane)

moгуće posledice:

- kod betonskih brana: odlazi most za saobraćaj na vrhu brane
- kod masivnih brana: prelijevanje je izuzetno opasno, jer dolazi do proboja brane

$Z_{mu} = KNU$ - kota max uspora \rightarrow ukupna zapremina akumulacije

OSOBNOSTI HIDROTEHNIČKIH GRAĐEVINA

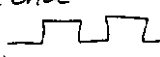
Hidrotehničke građevine su stalno ili povremeno u kontaktu sa vodom.

Najvažnija karakteristika ovih konstrukcija je **DELOVANJE VODE**:

1) MEHANIČKO (FIZIČKO) DELOVANJE VODE:

1 - HIDROSTATIČKA SILA VODE

2 - SILA UZGONA (smanjuje težinu konstrukcije)

3 - HIDRODINAMIČKA SILA VODE (npr. kod umirujućeg toka
mlaz udara u "zube" ;
usled seizmičkih uticaja → voda
niže preliv; posebna vrsta: filtracione
sile; talasi)

4 - OPTEREĆENJE LEDA

5 - EROZIJA - UNUTRAŠNJA [ISPIRANJE (KUFUZIJA) I PODIZANJE (IZDIZANJE, FLUIDIZACIJA)]
I POVRŠINSKA

6 - KAVITACIJA - pojava da voda isparava pri normalnoj
temperaturi i smanjenom pritisku - udari
talasa

2) HEMIJSKO DELOVANJE

3) BIOLOŠKO DELOVANJE

Zbog katastrofalnih posledica nefunkcionisanja brane neophodno je uraditi
jako detaljne istražne radove, što adekvatnije eksperimente i hidraulička
modelska istraživanja i obazrivo i detaljno projektovanje i proračunavanje.

⇒ • SLOŽENO GRAĐENJE (Hidr. konst. grade se u teškim uslovima, pod vodom
iako se mi trudimo da gradimo na suvom)

• SLOŽENO PROJEKTOVANJE - radi se u fazi

• VREDNOST RADOVA - cena premašuje uobičajene objekte
reč je o objektima kapitalnog značaja

- ekološke uticaje - izmena mikroklimе usled promena režima vode
(podzemne i površinske)

- indukovane zemljotrese - od pritiska vode

• PODELA HIDROTEHNIČKIH GRAĐEVINA

1) PREMA NAČINU NA KOJI DELUJU NA TOK VODE:

- KOJE UTICU NA REŽIM VODE (brana menja tok reke) - brane, mantri
- ZA SPROVOĐENJE VODE (ne menja tok vode) - kanali, cevovodi, tuneli

2) PREMA TRAJNOSTI KORIŠĆENJA

- STALNE (koriste se za f-ju u određenom periodu eksploatacije (100g))
- PRIVREMENE - (one koje se koriste za vreme građenja ili remonta brane) - optočni tunel, predbrana

3) PREMA NAMENI

- OPŠTE NAMENE - koriste se za različite vodoprivredne grane (brane, kanali, tuneli...) - za vodomabdevanje, za el. energiju, navodnjavanje
- POSEBNE NAMENE - koriste se za pojedinačne vodoprivredne grane (npr. hidrocentrale - samo za struju; brodske prevoznice...)

• PODLOGE I ISTRAŽNI RADOVI

... su podaci za projektovanje koje dobijamo iz istraživih radova

- PODLOGE O KVALITATIVNIM I KVANTITATIVNIM POTREBAMA ZA VODOM
- HIDROLOŠKE PODLOGE I HIDROMETEOROLOŠKE PODLOGE (da vidimo odakle ćemo obezbediti vodu; za hidrotehničare i konstruktivce)

1) OPŠTE METEOROLOŠKO-HIDROLOŠKE PODLOGE (padavine, isparavanje, vetar)

2) NIZOVI SREDNJIH MESEČNIH (NEDEJNIH ILI DNEVNIH) PROTICAJA ZA $T \geq 20$ god

3) VELIKE VODE - poplavni talasi velikih voda sa njihovim povratnim periodom; Prelivi se dimenzionišu sa $T_p = 100$ g; a kod masivnih brana se zahteva max sigurnost $T_p = 1000$ g

4) MALE VODE - na osnovu kojih se određuje minimalni protok koji mora da se obezbedi nizvodno od brane

5) PODACI O NANOŠU - dosta bitna podloga jer namas zauzima znatan prostor akumulacije

6) KRIVE PROTICAJA DOLJE VODE - određuju nivo podzemne vode u zavisnosti od proticaja

(3)

- TOPOGRAFSKE PODLOGE - odgovarajućeg kvaliteta, pouzdanosti i obima; neophodno je da budu dovoljno sitne razmere (KARTE) za kartu akumulacije, kartu konstrukcije i dovoljno krupne (PLANovi) za detalje izvođenja radova

- GEOLOŠKE I GEOMEHANIČKE PODLOGE

- za određivanje mehaničke, fizičke i hemijske karakteristike pregradnog profila (moćnost, sleganja, pomeraja i obrtaža, vododrživost profila - propusnost); karakteristike dostupnog materijala od koga ćemo graditi branu; za predviđanje eventualnih klizišta, stabilnost bokova akumulacije

- ELEKTROMAŠINSKE PODLOGE

- PODLOGE VEZANE ZA: ENERGETIKU
POJOPRIVREDU
EKONOMIJU
EKOLOGIJU
ŠUMARSTVO

• MATERIJALI ZA GRAĐENJE BRANA

- KAMEN, DROBJENI KAMEN, OBLUCI
- VEŽANI I NEVEŽANI MATERIJALI: GUMA, PEŠAK, PRAŠINA, ZEMLJA
- METAL
- DRVO
- GUMA, BAKAR, PLASTIKA (ZA ZAPTIVANJE)

ali glavni materijal za izradu hidrotehničkih konstrukcija je BETON

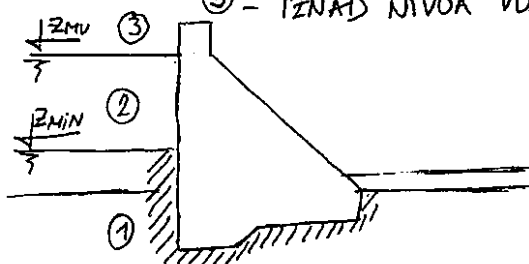
HIDROTEHNIČKI BETON - JUS UE3.010 definiše karakteristike i podelu hidrotehničkog betona

PODELA: 1) PREMA MESTU UGRAĐIVANJA:

① - PODVODNI - stalno ispod vode

② - U ZONI PROMENJIVOG NIVOA VODE

③ - IZNAD NIVOA VODE - ne mora da bude nepropusan, ali je otporan na atmosferske uticaje



2) PREMA DIMENZIJAMA KONSTRUKCIJE:

- MASIVAN (najmanja dimenzija $> 1m$ i ukupna zapremina $> 10m^3$)
- NEMASIVAN - ako ne zadovoljava bar jedan od ova dva kriterijuma

3) PREMA PRITISKU VODE:

- KOJI JE POD PRITISKOM $P \geq 1bar = 0,1MPa \sim 10m$ vodenog stuba
- KOJI NIJE POD PRITISKOM VODE

4) PREMA AGRESIVNOSTI VODE:

- BETON OSETLJIV NA AGRESIVNOST VODE (UGROŽEN)
- BETON NEOSETLJIV - II - (NIJE UGROŽEN)

• USLOVI KVALITETA BETONA:

- MB - čvrstoća na pritisak posle 90 dana od ugradnje (ispravljanja)
MB15-MB60 - u zavisnosti od vrste konstrukcije i mesta u konstrukciji
- VODODRŽIVOST - određuje se ispitivanjem 6 cilindričnih uzoraka
($R=150mm, H=150mm$) pod vodom određenog pritiska.
Najveći pritisak pri kome 5 od 6 uzoraka ne propusti vodu
predstavlja pritisak vodopropusnosti: V2, V4, V6 ($P=6bara$), V8, V12
(max 30 bara)
- OTPORNOST NA MRAZ - ciklično zamrzavanje vodom zasićenih uzoraka
- posle koliko ciklusa čvrstoća betona na pritisak
posle 28 dana neće pasti ispod 75% MB
M50, M100, M150, M200
- ČVRSTOĆA NA ZATEZANJE } retko, a mogu se dobiti i kao
- II - NA SMICANJE } procenat MB

KARAKTERISTIKE KOMPONENATA BETONA:

- AGREGAT - određen granulometrijski sastav; ne sme da reaguje sa cementom (ne sme biti dolomitnog sastava); ne sme da bude zaprzan; $D_{max} = 125$
- VODA - ne sme da bude agresivna na beton i na armaturu
- CEMENT - kod masivnih konstrukcija mora da ima nisku toplotu hidratacije
- ADITIVI - ponekad plastifikatori, usporivači, antifrizi (ali slabo)

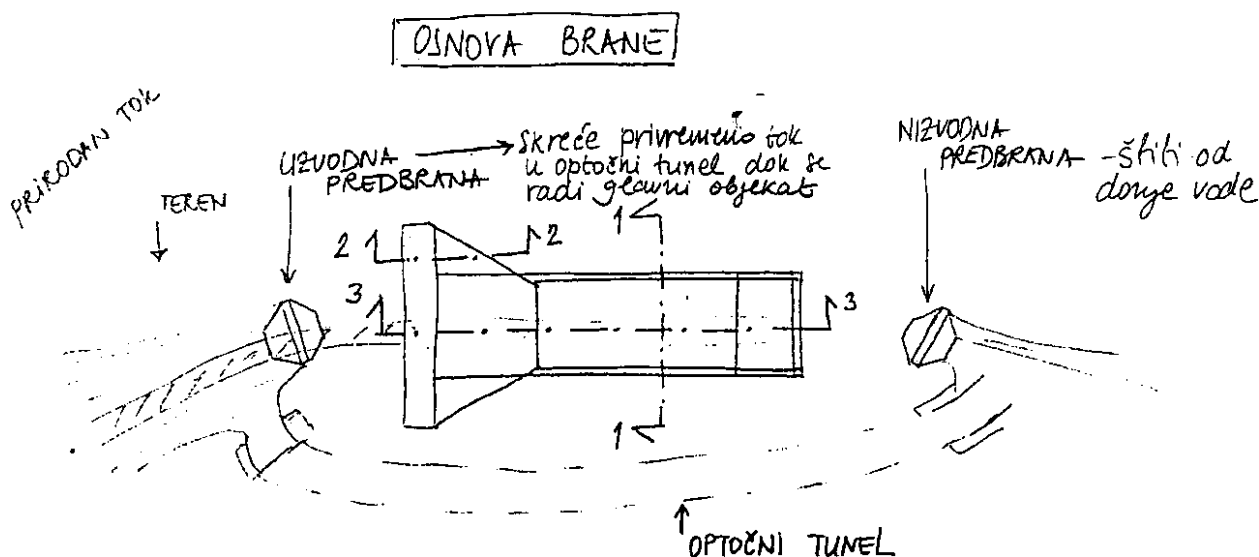
STATIČKI PRORAČUN HIDROTEHNIČKIH KONSTRUKCIJA

IZ Milicine sveske!

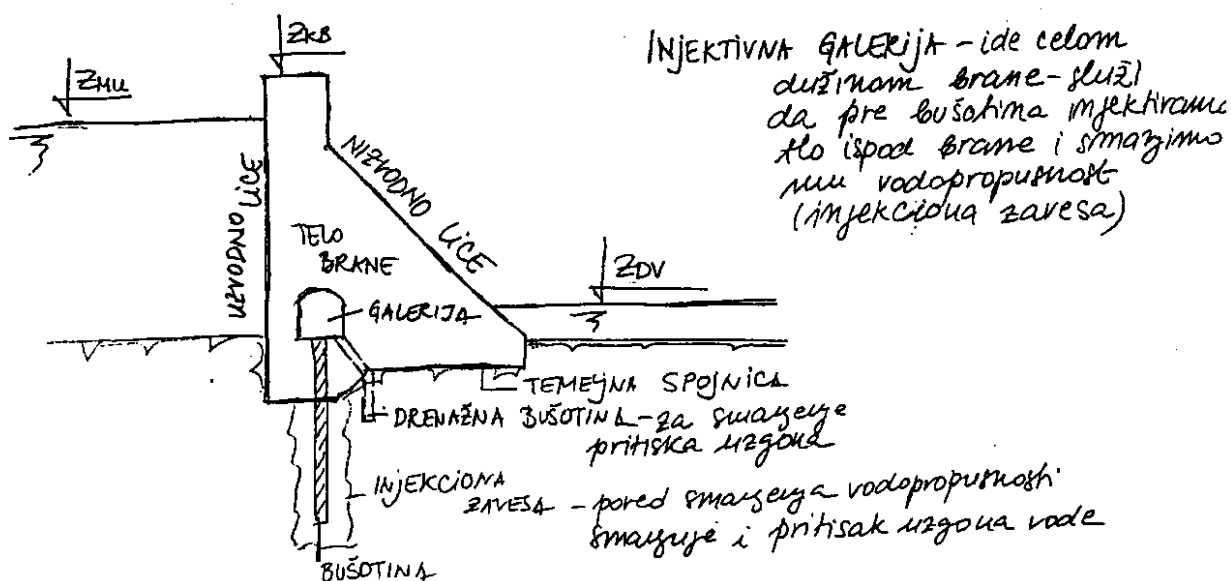
BRANE

Su hidrotehničke konstrukcije koje služe za formiranje akumulacije koja treba da vrši izravnavanje vode (na mestima prostorne i vremenske neusklađenosti); ali i za usporavanje vode čime se omogućava zahvatanje vode; za ublažavanje poplavnog talasa; omogućavanje pada vode koji može da obezbedi proizvodnju električne energije.

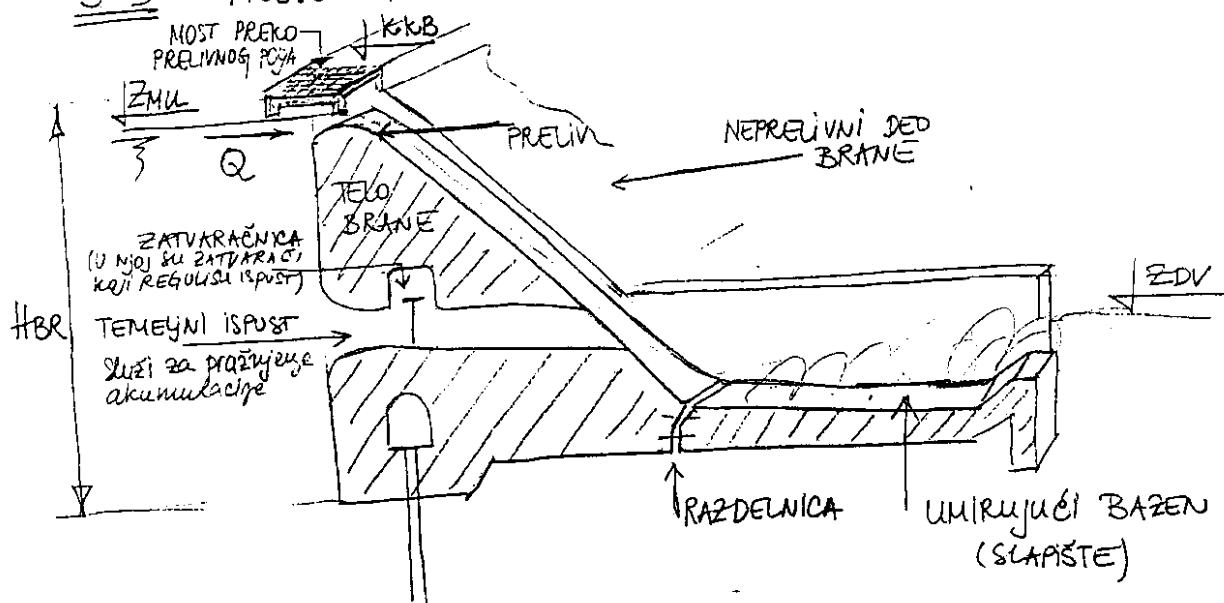
OSNOVNI ELEMENTI BRANE



2-2 PRESEK KROZ NEPRELIVNI DEO BRANE



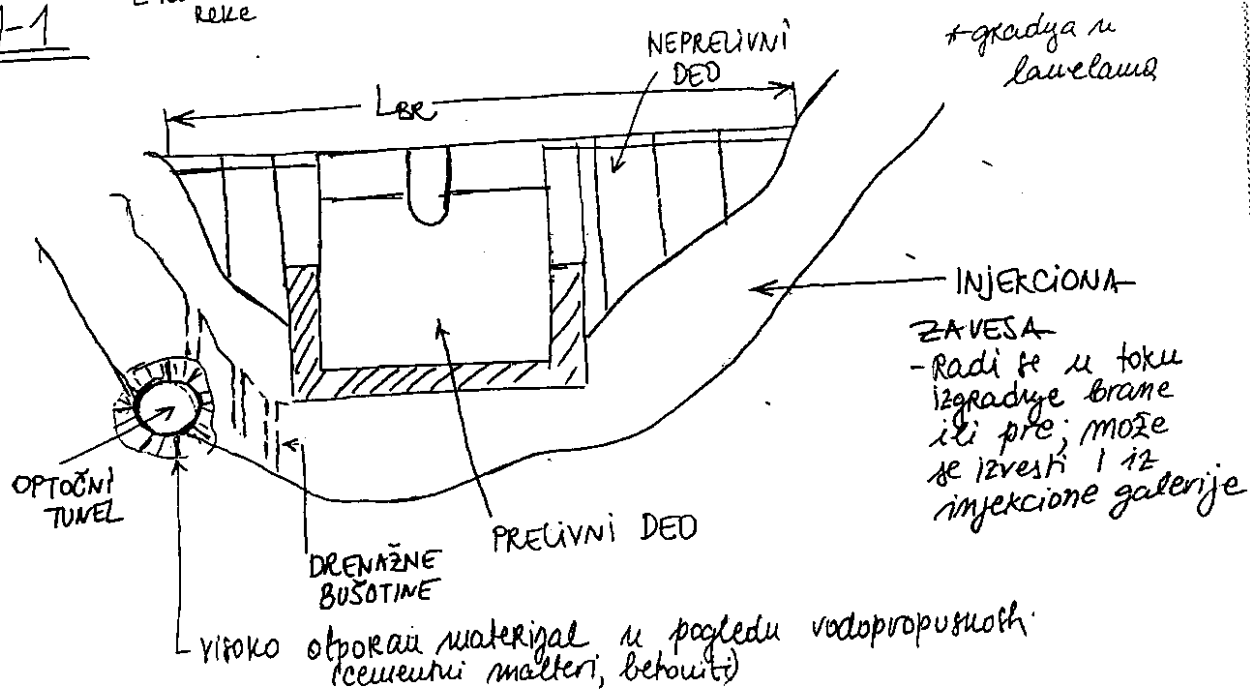
3-3 PRESEK KROZ PRELIVNI DED BRANE



HBR - GRAĐEVINSKA VISINA OBJEKTA (geodetska razlika između KKB i najniže kote temelja brane)

$H_h = K_{HU} - K_{DR}$ - HIDRAULIČKA VISINA
↑ kota dna reke

1-1



Injekcije: - zaptivno
- konsolidaciono
- vezno (ostaruje se prisnija veza sa sredinom u kojoj se gradi)

OSNOVNE PODELE BRANA

I PREMA NAČINU PRENOŠENJA OPTEREĆENJA

① - GRAVITACIONE - opterećenje se suprotstavlja neposrednom težimom i to opterećenje predozuj težeću

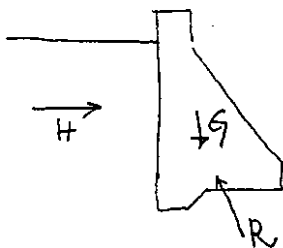
- a) BETONSKE GRAVITACIONE
- b) NASUTE

② - LUČNE - opterećenje se opiru preko oslonaca u bokovima i u dnu doline; zahteva određenu topografiju krena; poplavni talas ne može da se poruši

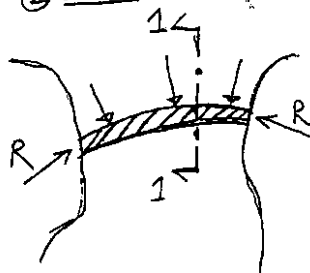
③ - KONTRAFORNE - opterećenje prenosi na stubove-kontrafore, a dalje na temelje

④ - KOMBINOVANE: a) LUČNO-GRAVITACIONE
b) OLAKŠANE - jedan deo brane je uklonjen
c) VISELUČNE (LUČNET KONTRAFORNE)

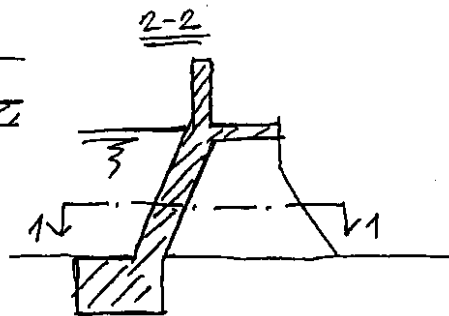
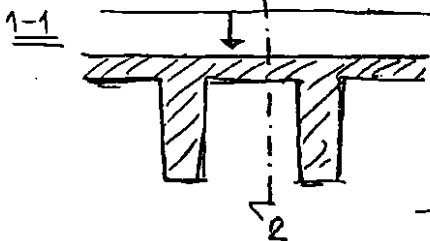
① GRAVITACIONA



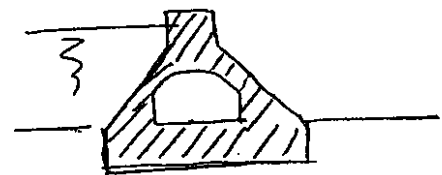
② LUČNA



③ KONTRAFORNA



④b) OLAKŠANA



II PREMA MATERIJALU

- BETONSKE

- NASUTE ZEMljANE i NASUTE OD KAMENOG NABAČAJA

- ZIDANE

- DRVENE } istorijskog karaktera

III PREMA NAČINU EVAKUACIJE POPLAVNOG TALASA

- PRELIVNE

- NEPRELIVNE

- PRELIVNO-NEPRELIVNE

IV PREMA VISINI BRANE

— VISOKE $h \geq 15,0 \text{ m}$ ili $h < 15 \text{ m}$ uz bar jedan od uslova:

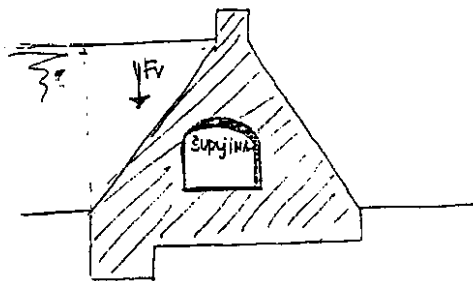
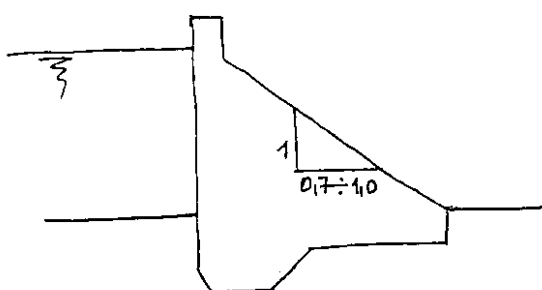
* dužina krune veća od 500 m

* zapreminu akumulacije $\geq 100 000 \text{ m}^3$

* preliv na brani dimensionisan na $Q \geq 2000 \text{ m}^3/\text{s}$

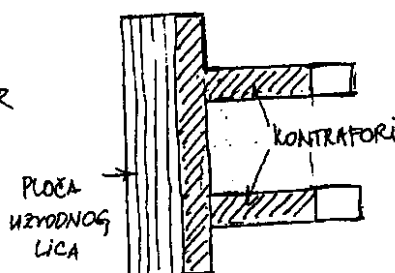
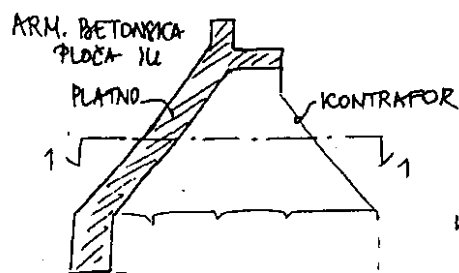
Najcesci tipovi koji se danas grade su betonske (lučne i gravitacione), kontraformne mesto reke, a skoro 90% visokih brana su masute.

BETONSKE GRAVITACIONE BRANE



- Betonski objekti koji se spoljašnjem opterećenju odupiru sopstvenom težinom i to opterećenje predaju temelju
- Masa je skoncentrisana bliže uzvodnom licu što omogućava veći moment preokreta; uzvodno lice može biti zakošeno i tada voda svojom težinom dodatno stabilizuje branu. → dolazi se OLAKŠANA BETONSKA GRAVITACIONA BRANA.

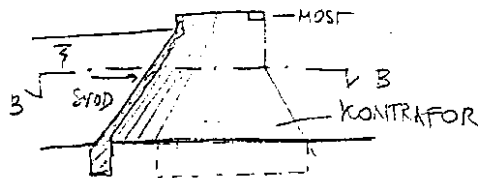
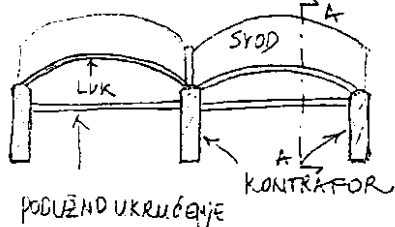
- KONTRAFORNE BRANE



1 KONTRAFORNA BRANA SE MOŽE ZAMISLITI KAO "OLAKŠANA". OD MASIVNE GRAVITACIONE BRANE OSTALI SU SAMO: KONTRAFORI - ZIDNI NOSAČI I ARMIRANO BETONSKE PLOČE.

MANE: upotreba armature, opasnost od pojave korozije, komplikovana oplata, osetljivost na seizmiku

Struktura se može izbaci izborom lučnog oblika plate - VIŠELUČNE BRANE

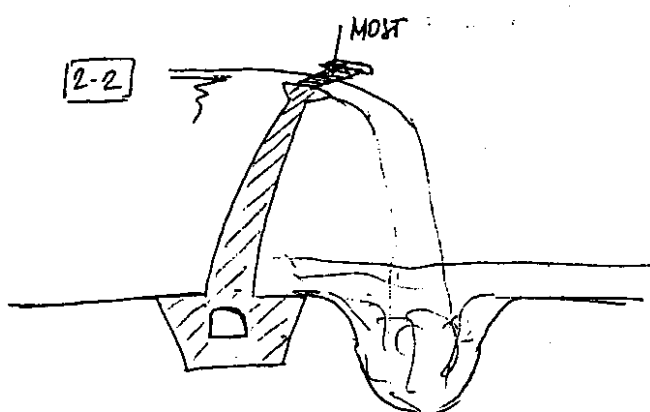
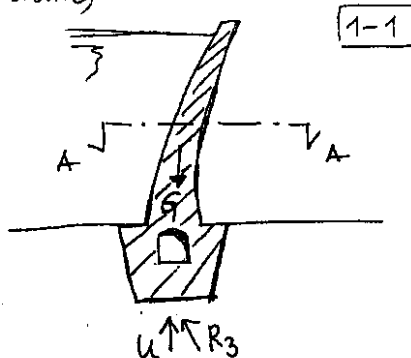
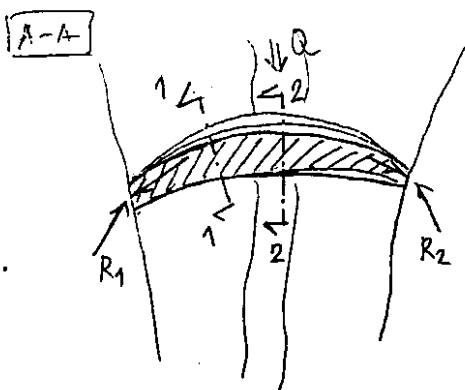


Još komplikovanja oplata.

* Posledicom upotrebe ROLKRIT-a - valjanog betona sa malo cementa, Orakve brane su gotovo prestale da se konstruišu.

BETONSKA LUČNA BRANA

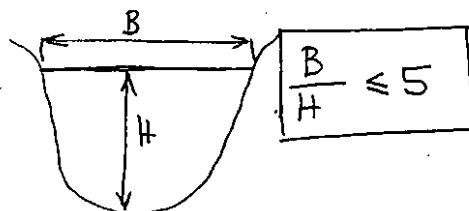
- KORISTI EFEKAT LUKE da opterećenje prenese preko bokova na oslonce u korimama rečne doline. Deo opterećenja se prenosi KONZOLNO u DNO DOLINE (kao kod gravitacione brane)



- ili se pravi neki tip bučnice ili se dopušta da voda sama pravi jamu.

- Stenski materijal u kome se brana fundira mora biti izuzetno kvalitetan

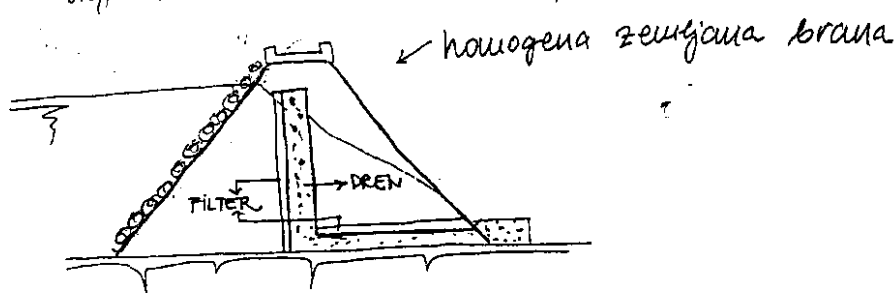
- Topografija terena mora biti uskladen



NASUTE BRANE

7

- najzastupljenije konstrukcije među branama
- izvide se od materijala dostupnog blizu mesta pregrađivanja, sa značajnom mehanizacijom koja ima veliki utrošak
- zbog velike širine temeljne spojnice mogu se fundirati na gotovo svim podlogama (ne može jedino na mulju)
- 2 tipa: ZEMJANE i OD KAMENOG NABITAJA
- nagib ivice zavisi od ugla unutrašnjeg trenja materijala
- Sastoje se od tela brane i masipa

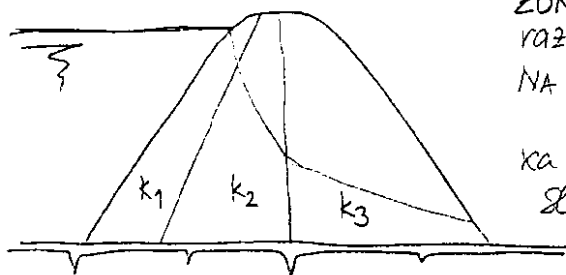


Zemljana brana može biti od relativno homogenog materijala koji mora biti:

- 1) STABILAN
- 2) IMA ODGOVARAJUĆU VODOPROPUSTIVOST

- SUFOZIJA MATERIJALA pri filtraciji kroz branu sprečava se DRENOM; Dren se obično izводи od **krupnozrnog materijala** i mora biti "obložen" filterom
- Vodopropustljivost je znatno veća u pravcu slojera (ovde se to horizontalni pravac), pa se to sprečava VERTIKALNIM DRENOM.
- NIZVODNO LICE se mora zaštititi od erozije kiše (npr. stepenasto oblikovanje lica uz efikasno odvodnjavanje)
- NIZVODNO LICE mora biti zaštićeno od udara talasa, raznim vidovima obloga (beton, kamene ploče, cementirane maske...)
- Radi izvodjenja vodonepropusnih preseka došlo se na ideju da se presek zonira.
- Glina ima tu osobinu, ali ju je nekad teško naći i ima mali

ugao unutrašnjeg trezja, što rezultuje jako širokim branama.



ZONIRANE BRANE se grade od mat. različitih karakteristika.

NA UZVODNOM DELU PRESEKA - stavlja se VODODRŽIV, ali slabije nosiv materijal, a KA NIZVODNOM KRAJU se redaju slojevi slabije vododrživosti i veće nosivosti.

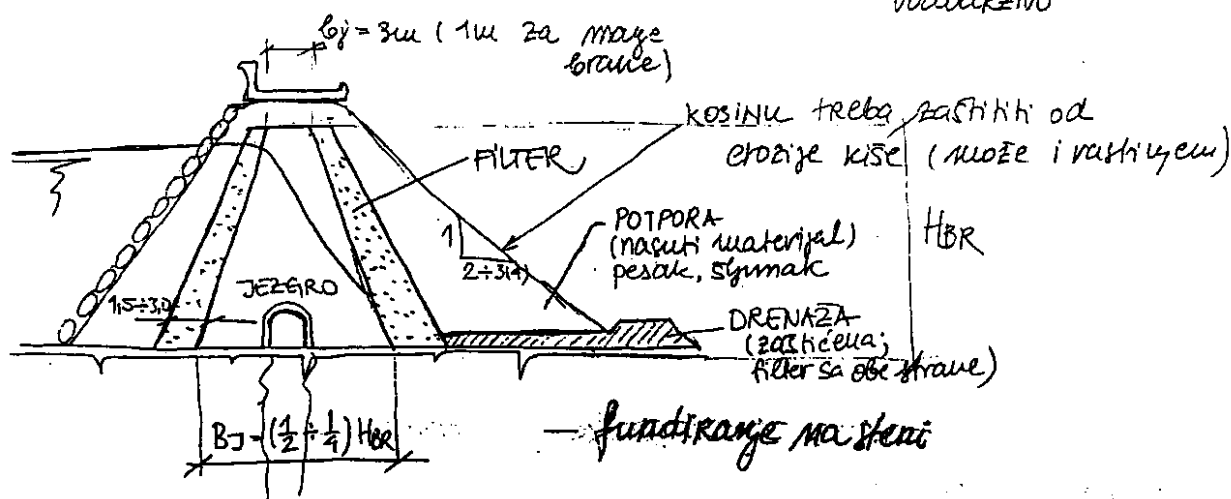
⇒ ZNAČAJNO OBARANJE PROVIRNE LINIJE

- Probogu liniju treba da spustimo što se postigne dobrim rasporedom slojeva, što znači da sloj I treba da bude najmanje vodopropustan

$$k_1 < k_2 < k_3$$

* ZEMJANA BRANA SA GLINENIM JEZGROM *

glineno jezgro je vrlo vododrživo

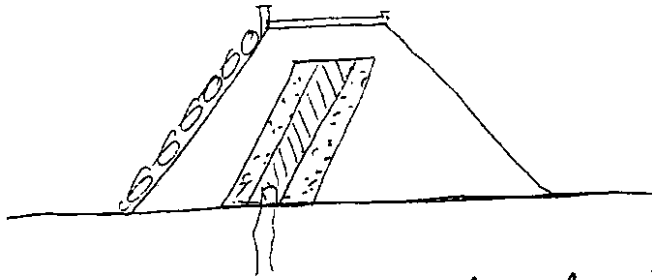


- Zemljane brane se grade od materijala male krupnoće (glina, pešak, sitnog šljunka). Brane od sarnih homogenog mat. suretnost.
- GLINENO JEZGRO omogućava značajnu vododrživost, ali mali ugao unutrašnjeg trezja.
- Kosine "POTPORNE ZONE" se grade od stabilnog krupnozrnog materijala, koji štiti slabije nosiv, ali vododrživ materijal u jezgri.
- RAZLIKA u krupnoći MATERIJALA omogućava ispiranje čestica jezgra kroz pore čestica kosina, na kontaktu jezgra i kosina se mora staviti

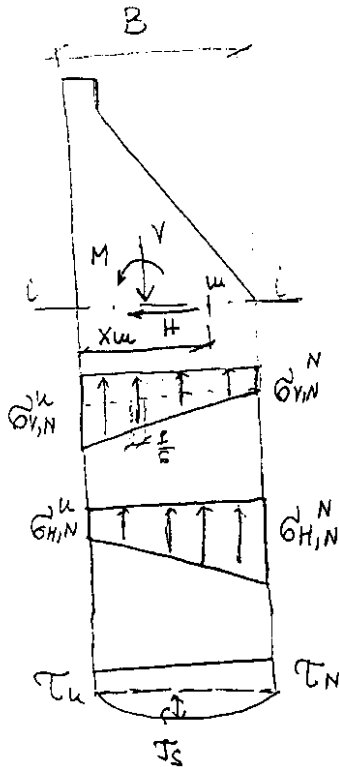
(9)

FILTERSKA ZAŠTITA i to i NIZVODNO i UZVODNO od jezgra (zbog povratnog
tečenja pri pražnjenju akumulacije)

- Elementi se rade paralelno. Prvo se rade temelji, pa se onda istovremeno rade jezgro i filteri.
- Ako se više zakosi jezgro dobija se manja potopljenost brane.



- Ako se fundirajuće vrši na aluvijalu



$$V = \frac{\sigma_{V,N}^u + \sigma_{V,N}^N}{2} \cdot B \quad M = \frac{\sigma_{V,N}^u - \sigma_{V,N}^N}{2} \cdot B \cdot \frac{B}{6}$$

- u proizvoljnom preseku: $V = \frac{\sigma_{V,N}^u + \sigma_{V,N}^N}{2} \cdot B \Rightarrow \sigma_{V,N}^u + \sigma_{V,N}^N = \frac{2V}{B}$

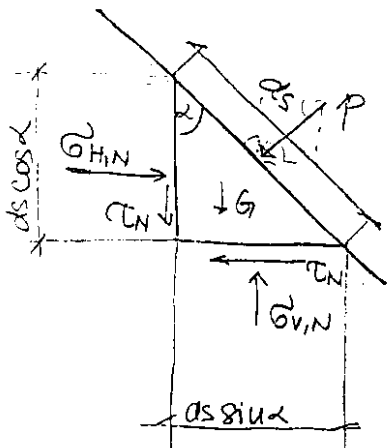
$M = \frac{\sigma_{V,N}^u - \sigma_{V,N}^N}{2} \cdot \frac{B^2}{6} \Rightarrow \sigma_{V,N}^u - \sigma_{V,N}^N = 2 \cdot \frac{6M}{B^2}$

$$\oplus \Rightarrow \sigma_{V,N}^u = \frac{V}{B} + \frac{6M}{B^2}$$

$$\ominus \Rightarrow \sigma_{V,N}^N = \frac{V}{B} - \frac{6M}{B^2}$$

$$\Rightarrow \sigma_{V,m} = \sigma_V^u + (\sigma_V^N - \sigma_V^u) \cdot \frac{x_m}{B} \quad *$$

-diferencijabilna prizma: nylon na granicama



$$\underline{\underline{\Sigma H=0!}}$$

$$G_{H,N} \cdot ds \cdot \cos \alpha - T_N \cdot ds \cdot \sin \alpha - p \cdot ds \cdot \cos \alpha = 0 / \cos$$

$$\boxed{G_{H,N} = p + T_N \cdot \tan \alpha} \quad \dots (1)$$

$$\underline{\underline{\Sigma V=0!}}$$

$$G_{V,N} \cdot ds \cdot \sin \alpha - T_N \cdot ds \cdot \cos \alpha - p \cdot ds \cdot \sin \alpha - \underbrace{\rho_b \cdot \frac{ds^2}{2} \cdot \sin \alpha \cos \alpha}_{\rightarrow 0} = 0 / \sin$$

$$\boxed{T_N = (G_{V,N} - p) \cdot \tan \alpha} \quad \dots (2)$$

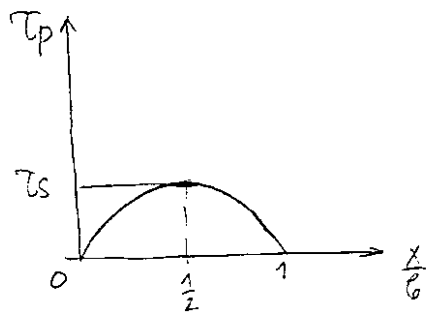
$$(2) \rightarrow (1) \rightarrow G_{H,N} = p + T_N \cdot \tan \alpha = p + (G_{V,N} - p) \cdot \tan^2 \alpha$$

$$\boxed{G_{H,N} = p(1 - \tan^2 \alpha) + G_{V,N} \cdot \tan^2 \alpha}$$

$$\boxed{G_{H,m} = G_H^u + (G_H^N - G_H^u) \cdot \frac{x_m}{B}} \quad *$$

$$H = \int_0^B \tau dx = \frac{\tau_u + \tau_N}{2} \cdot B + \underbrace{\frac{2}{3} \cdot \tau_s \cdot B}_{\tau_s - \text{strela parabole}} \Rightarrow \boxed{\tau_s = \frac{3}{2} \left(\frac{H}{B} - \frac{\tau_u + \tau_N}{2} \right)}$$

$$\boxed{\tau_m = \tau_u + (\tau_N - \tau_u) \frac{x_m}{B} + 4 \tau_s \cdot \frac{x_m}{6} \left(1 - \frac{x_m}{B} \right)} \quad *$$



$$\tau_p(x) = \alpha + \beta \frac{x}{b} + \gamma \left(\frac{x}{b}\right)^2$$

$$(1) \tau(0) = 0 \rightarrow \alpha = 0$$

$$(2) \tau(1) = 0 \rightarrow \boxed{\beta = -\gamma}$$

$$(3) \tau\left(\frac{1}{2}\right) = \tau_s \Rightarrow \beta \cdot \frac{1}{2} + \gamma \cdot \frac{1}{4} = \tau_s$$

$$\beta \cdot \frac{1}{2} - \beta \cdot \frac{1}{4} = \tau_s$$

$$\frac{2\beta - \beta}{4} = \tau_s \Rightarrow \boxed{\beta = 4\tau_s}$$

$$\tau_p = 4\tau_s \frac{x}{b} - 4\tau_s \left(\frac{x}{b}\right)^2$$

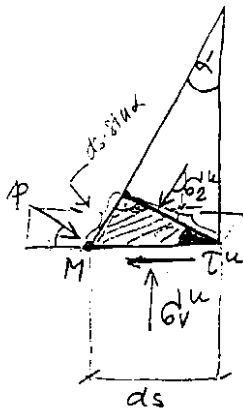
$$\boxed{\tau_m = 4\tau_s \frac{x}{b} \left(1 - \frac{x}{b}\right)}$$

GLAVNI NAPONI

$$\sigma_{1,2}^M = \frac{\sigma_V^M + \sigma_H^M}{2} \pm \sqrt{\left(\frac{\sigma_V^M - \sigma_H^M}{2}\right)^2 + \tau_M^2}$$

$$\operatorname{tg} 2\theta = \frac{-\tau_M}{\left(\frac{\sigma_V^M - \sigma_H^M}{2}\right)}$$

glavni na'ni na ivicama preseka mogu se izračunati ovako:



$$\sum V = 0:$$

$$G_v^u \cdot ds - p \cdot ds \sin \alpha \cdot \sin \alpha - G_2^u \cdot ds \cdot \cos \alpha \cdot \cos \alpha - p \cdot \frac{ds^2}{2} \cdot \sin \alpha \cos \alpha = 0$$

$$G_v^u - p \cdot \sin^2 \alpha - G_2^u \cdot \cos^2 \alpha = 0 \quad / : \cos^2 \alpha$$

$$G_2^u = \frac{G_v^u - p \cdot \sin^2 \alpha}{\cos^2 \alpha}$$

$$\text{tj. } G_2^u = \frac{G_v^u}{\cos^2 \alpha} - p \cdot \tan^2 \alpha$$

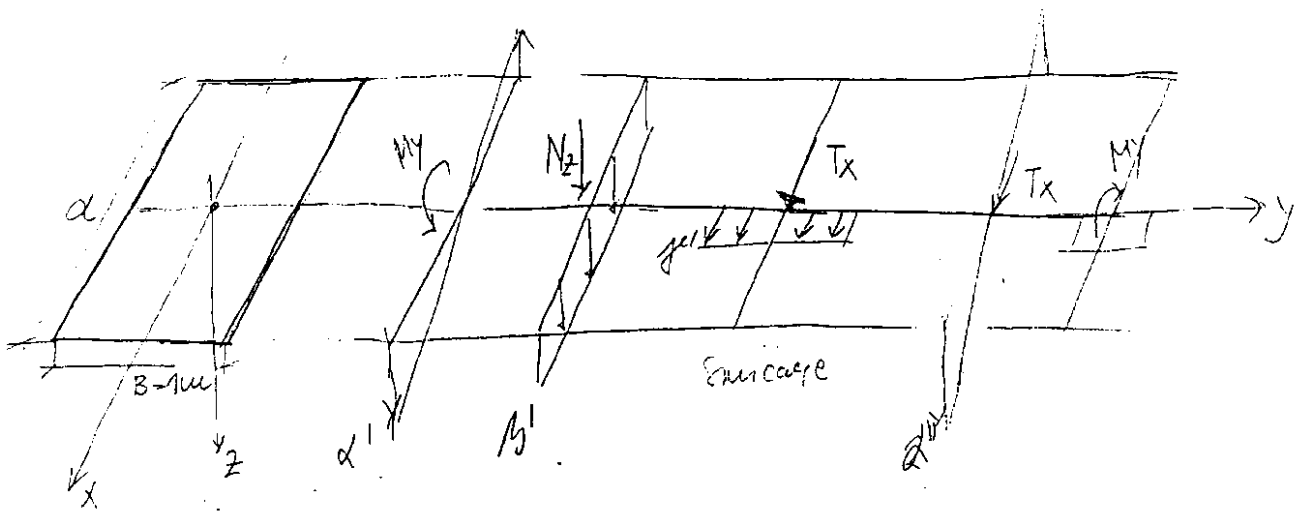
$$\frac{1}{\cos^2 \alpha} = 1 + \tan^2 \alpha$$

$$= (1 + \tan^2 \alpha) \cdot G_v^u - p \cdot \tan^2 \alpha$$

$$= G_v^u + (G_v^u - p) \cdot \tan^2 \alpha$$

$$G_2^u = G_v^u + (G_v^u - p) \tan^2 \alpha$$

$$\alpha \rightarrow 0 \Rightarrow G_2^u = G_v^u$$



$$\Theta_y = \alpha' M_y + \alpha'' T_x$$

$$\Delta z_T = \beta' \cdot N_z$$

$$\Delta x_T = \gamma' \cdot T_x + \gamma'' \cdot M_y$$

$$\alpha' = \frac{k_1}{d^2 E_s}$$

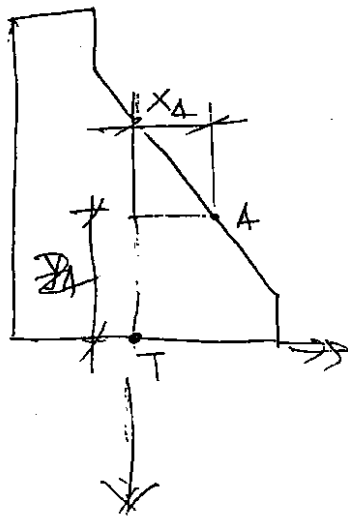
$$\alpha'' = \gamma'' = \frac{k_5}{d \cdot E_s}$$

$$\beta' = \frac{k_2}{E_s}$$

k_i - elastische konst.

$$\gamma' = \frac{k_3}{E_s}$$

$$k_1 = f\left(\nu_s, \frac{b}{a}\right)$$



$$\Theta_y^A = \Theta_y^T$$

$$\Delta x_A = \Delta x_T - \Theta_y^A \cdot z_A$$

$$\Delta y_A = \Delta y_T + \Theta_y^A \cdot x_A$$