

1 ПРИМЕНА МЕХАНИКЕ СТЕНА У ПРОЈЕКТОВАЊУ И ПРАЋЕЊУ ПОДЗЕМНИХ СЪ

①

МЕХАНИЧКО ПОЊАШАЊЕ СТЕНСКЕ МАСЕ У ПРИРОДНОМ СТАЊУ ЈЕ СЛОЖЕНО. НА ОСНОВУ ДЕФИНИСАНОГ СВОЈСТВА СТЕНСКЕ МАСЕ БИРАМО МЕТОДУ ЗА ТЕСТИРАЊЕ.

ОПИСИВАЊЕ МЕХАНИЧКОГ ПОЊАШАЊА СТЕНСКИХ МАСА ЈОШ УВЕК СЕ У НЕКОЈ МЕРИ ЗАСТИВА НА ТЕОРИЈСКИМ ПРЕТПОСТАВКАМА ЗА ВЕШТАЧКЕ МАТЕРИЈАЛИ. КОМПАД КОМПАКТНОГ КАМЕНА-СТЕНСКИ МОНОЛИТ ЈЕ ИЗОТРОПАН, АНИЗОТРОПАН И СЛАБИ НАКРОШТЕЊЕЊА. ПРИСУСТВО НАКРОШТЕЊЕЊА ЈЕ ЗАКЛЮЧЕНО ЗА МЕХАНИЧКА СВОЈСТВА ОД МИКРОЛОШКОГ САСАВА.

НАЈВАЖЊИЈА РАЗЛИКА ИЗМЕЂУ ВЕШТАЧКИХ МАТЕРИЈАЛА И ПРИРОДНИХ СТЕНА ЈЕ ПРИСУСТВО НАКРОШТЕЊЕЊА И ДИСКОНТИНУИТЕТА - 1) РАСЕДИ

2) ПУКОТИНЕ-ФРАКТУРЕ

3) ПРСЛИТЕ-ДИСТРЕ

4) РАВНА СЛОЈЕВИСТОСТ

НАКРОШТЕЊЕЊА СМАЊУЈУ КРУТОСТ И ЧВРСТОТУ И ДИКАЛИЗУЈУ НЕЛИНЕАРНО НАПОНСКО СТАЊЕ

2 ДОМИНАНТНА СВОЈСТВА СТЕНА

СТЕНА СЕ У СВОЈИМ МИКРОСКОПСКИМ РАЗМЕРИМА САСОЈИ ОД ЗНАЧАЈНО РАЗЛИЧИТИХ МАТЕРИЈАЛА КОЈА ИМАЈУ РАЗЛИЧИТА СВОЈСТВА

ФИЗИЧКО СТРУКТУРНА СВОЈСТВА СТЕНСКИХ МАСА:

- 1) ДИСКОНТИНУАЛНОСТ-СВАКИ ПРЕКИД У СТЕНСКОЈ МАСИ (ПУКОТИНЕ, ПРСЛИТЕ, ...)
- 2) АНИЗОТРОПНОСТ-РАЗЛИЧИТА МЕХАНИЧКА СВОЈСТВА У РАЗЛИЧИТИМ ПРАВЦИМА
- 3) ХЕТЕРОГЕНОСТ-СВОЈСТВО ДА У СВИМ СВОЈИМ ДЕЛИМА ТЕЛО ПОКАЗУЈЕ РАЗЛИЧИТА СВОЈСТВА
- 4) ПРИРОДНО НАПОНСКО СТАЊЕ-НЕЛИНЕАРНОСТ ОДНОСА НАПОНСКО-ДЕФОРМАЦИЈА

ДИСКОНТИНУАЛНОСТ-СВАКИ МЕХАНИЧКИ ПРЕКИД У СТЕНСКОЈ МАСИ ЗАВЕЗАН ЧВРСТОТУ У ПРАВЦУ УПРАВНОМ НА РАВАН. ПУКОТИНЕ МОГУ ЧВРСТОТУ НА СНИЦАМА У ПРАВЦУ ПАРАЛЕЛНОМ СА РАВНИ ПУКОТИНЕ ЈЕ ЗНАТНО СМАЊЕНА. ДИСКОНТИНУАЛНОСТ ЗНАЧАЈНО УТИЧЕ НА МЕХАНИЧКО ПОЊАШАЊЕ СТЕНА. ЧАЊЕЊА УЗРОЦИ ПОЈАВЕ ДИСКОНТИНУИТЕТА

- 1) ТЕКТОНИЧКЕ СИЛЕ
- 2) СМАЊЕЊЕ ЗАПРЕМИТЕ УСПЕД УПАДЕЊА МАГНЕ
- 3) СКУПЉАЊЕ ИСТАПОНЕЊИХ МАСА УСПЕД СУШЕЊА
- 4) ПРАВИЛАЦИОНЕ СИЛЕ
- 5) ДЕЈСТВО ЕРОЗИЈЕ
- 6) ДЕЈСТВО ПРОМЕНЕ ТЕМПЕРАТУРЕ

ФАМИЛИЈЕ ПУКОТИНА-СКУПОВИ ПУКОТИНА ПРИБЛИЖНО ИСТЕ ПРОСТОРИЈЕ

ОРИЈЕНТАЦИЈЕ И НАЈЧЕШЋЕ ИСТЕ ГЕТЕЗЕ

* ПУКОТИНСКИ СИСТЕМИ-ЧИТЕ ИХ БИМЕ ФАМИЛИЈА ПУКОТИНА

* СТЕНСКИ МОНОЛИТ-КАМЕНА СУПСТАНАЦА ОДВОЈЕНА СА СВИХ СТРАНА ПУКОТИНАМА И ЧИТЕ СЕ ИЗВАДИТИ ИЗ СТЕНСКЕ МАСЕ КАО КОМПАД КАМЕНА

* КВАЗИКОНТИНУИТ-ВЕЛИКО ПОДРУЧЈЕ ИСПУЦАЛЕ СТЕНСКЕ МАСЕ УНУТРА ЈОШ ВЕЊИХ ДИСКОНТИНУИТЕТА

149 %
155 %

③ УТИЦАЈ ДИСКОНТИНУИТЕТА НА МЕХАНИЧКО ПОНАШАЊЕ СТЕНСКЕ МАСЕ

Механичке карактеристике одређене на монолиту постају све слабије ако расте величина монолита који се испитује

* Уколико је стенска маса издвојена великим бројем пукотинских фамилија, са пукотинама на малим међусобним растојањима, утицај су механичка својства стенске масе у односу на стенски монолит слабија ⇒ ЕФЕКАТ ~~РАСТАЊА~~

* Величина и број оштећења не расте континуално са повећањем посматраног подручја

Уколико је веће посматрано подручје, уколико на механичка својства утиче више кинематичких механизана почев од померања кристалне решетке до померања на раседина

④ ГЕНЕЗА И ПАРАМЕТРИ ОПИСИВАЊА ПУКОТИНА

ГЕНЕЗОМ се дефинишу карактеристике пукотина (димензије, облик зидова, а тип се дефинишу и механичке карактеристике пукотинских поврха)
Подела пукотина према кривизни:

- | | |
|------------------------|--------------------------------------|
| 1) ДИЈАКЛАЗЕ | 5) ЦЕПЉИВОСТ |
| 2) ПУКОТИНЕ СМИЦАЊА | 6) РАСЕДИНЕ |
| 3) ПУКОТИНЕ КЛИЗАЊА | 7) ПУКОТИНЕ ЛУЧЕЊА |
| 4) НЕБУСЛОЖНЕ ПУКОТИНЕ | 8) ПУКОТИНЕ РАСТРЕЂЕЊА |
| | 9) ВЕШТАЧКЕ / АНТРОПОГЕНЕ / ПУКОТИНЕ |

ПАРАМЕТРИ ОПИСИВАЊА ПУКОТИНА

- 1) ПРОСТОРАНА ОРИЕНТАЦИЈА ПУКОТИНА - дефинисана азимутом и падним углом
а) АЗИМУТ - УГАО ^{0-360°} који хоризонтална пројекција падног угла ^{ПРАВЦА} ~~УГЛА~~ ЗАКЛАДА СА СЕВЕРНОМ
б) ПАДНИ УГАО - УГАО између падног правца и хоризонтале (0-90°)
- 2) РАЗНАКНУТОСТ - ПРАВНО РАСТОЈАЊЕ између суседних пукотина
- 3) ПРОСТИРАЊЕ - дефинисано дужином (мери се по правцу пружања) и ширини (мери се по падном правцу)
- 4) ВЕЛИЧИНА ЗЕВА - међусобно растојање зидова пукотине. Величина зева углавном зависи од његовог настанка
- 5) МОРФОЛОГИЈА - односи се на хртавоост и затапачност површних пукотина и мери се као одступање од средње равни једног дискоинтегритета
- 6) ЧВРСТОТА ЗИДОВА - притиска чврстоћа 2 суседна зида у једној пукотини
- 7) ПУКОТИНСКЕ ИСПУНЕ - материјали којима је пукотина потпуно или делимично испуњена или којима су зидови пукотина потпуно или делимично обложени

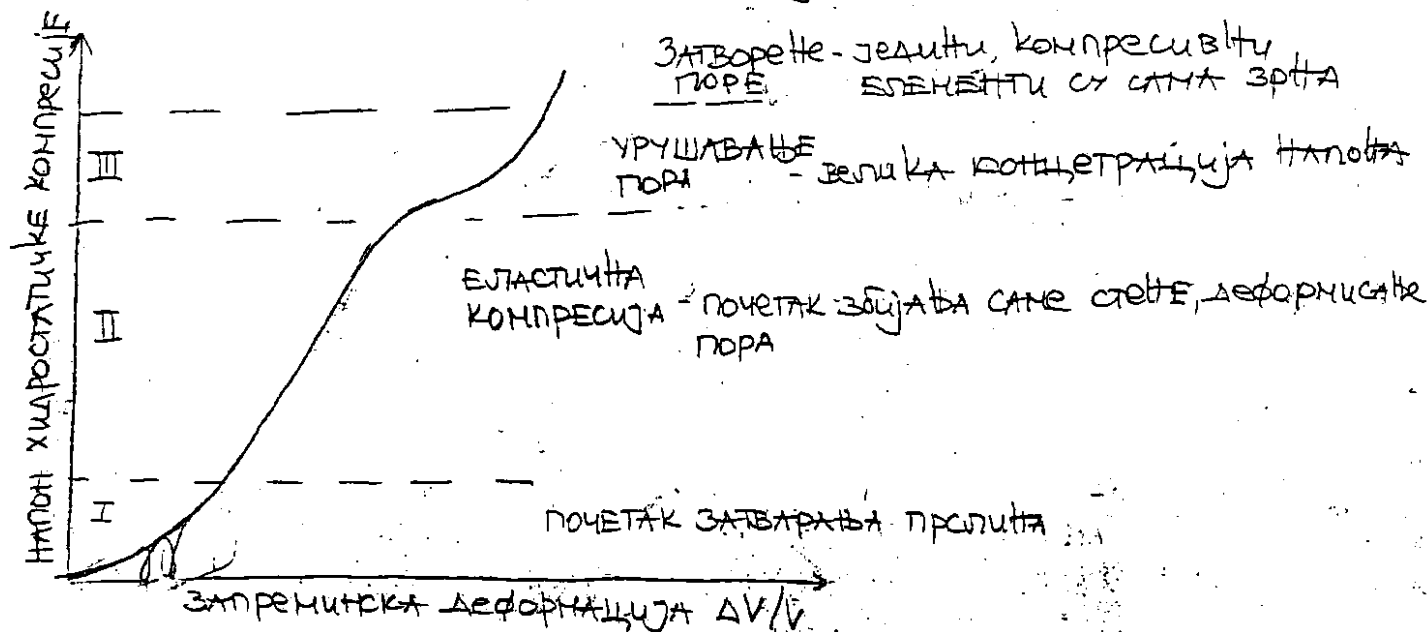
Поред ових показатеља се користе често изведени показатељи као што су коефицијент испуњености, пукотинска порозност и коеф. оштећености

⑤ Напонско-деформацијско понашање стеног монолита при хидростатичкој компресији

⑤

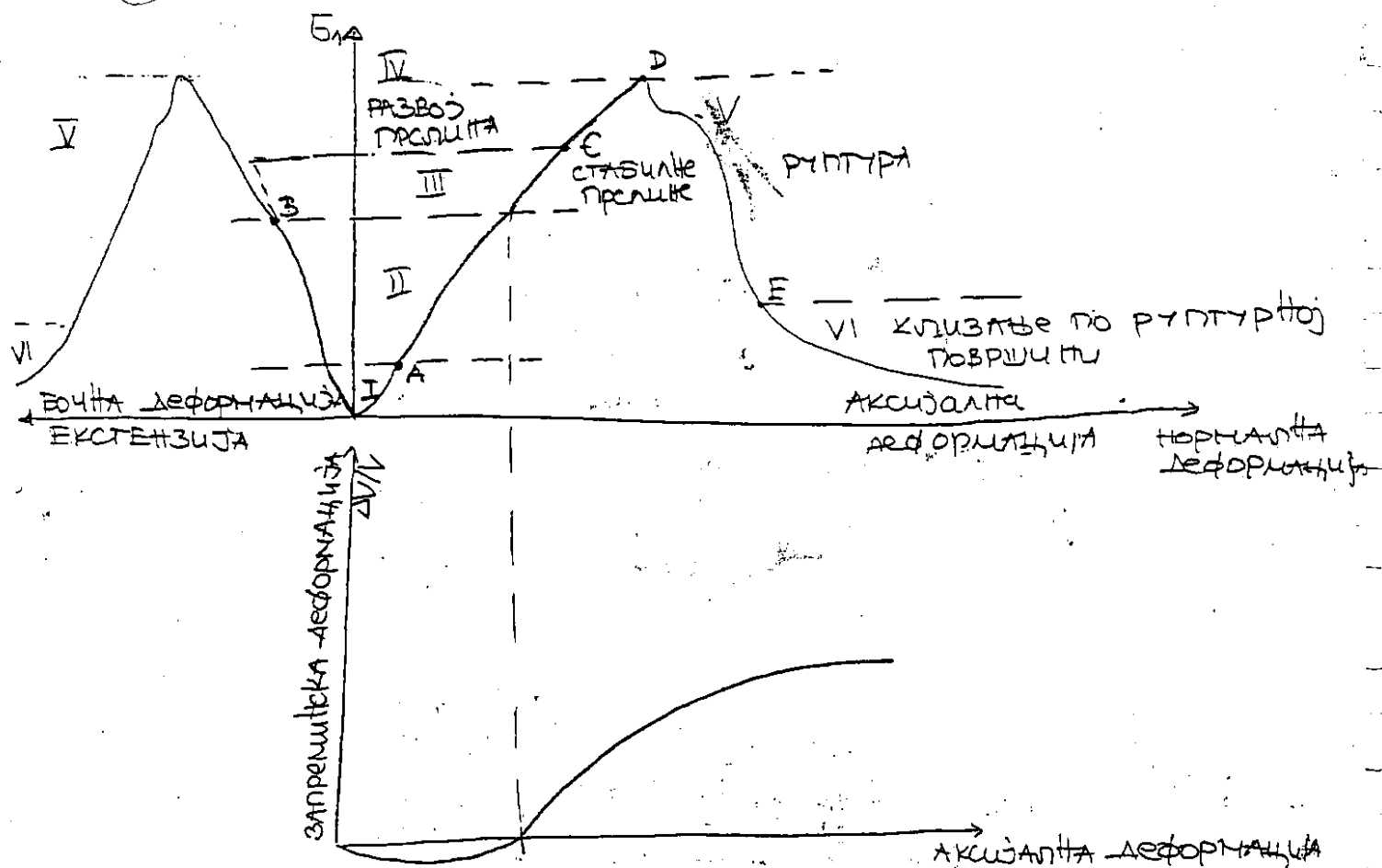
Хидростатичка компресија доводи до смањивања запремине, а после неке границе доводи до трајне промене унутрашње структуре стене и то зато што поре буду згњечени или стена увек може да прихвати веће хидростатичко оптерећење него што ми можемо и да произведемо.

Крива хидростатичког притиска у ф-ци од промене запремине стеног монолита је конкавна на горе са 4 раздвојена подручја:



Б) Напонско-деформацијско понашање стеног монолита при ЈЕДНООКСИЈАЛНОЈ КОМПРЕСИЈИ

С



I) ФИСУРЕ ПОЧИЊУ ДА СЕ ЗАТВАРАЈУ

II) ЛИТЕАРНИ ОДНОСИ ИЗМЕЂУ АКСИЈАЛНОГ НАПОНА И АКСИЈАЛНЕ ДЕФОРМАЦИЈЕ
КАО И ИЗМЕЂУ АКСИЈАЛНОГ НАПОНА И БОЧНЕ ДЕФОРМАЦИЈЕ

НА ТАЧКИ В ПРИРАСТАЈ БОЧНЕ ДЕФОРМАЦИЈЕ ПОЧИЊЕ ДА СЕ УВЕЉАВА
У ОДНОСУ НА ПРИРАСТАЈ АКСИЈАЛНЕ ДЕФОРМАЦИЈЕ ЗАТО ШТО НАСТАЈУ ПОВЕ
ПРСЛИНЕ А СТАРЕ СЕ ПРОДУЖАВАЈУ

III) ПРСЛИНЕ СУ СТАБИЛНЕ-САКИМ ПОВЕЉАЊЕМ НАПОНА ПОРЕ СЕ
ПРОШИРЕ У ЈЕДНОЈ ОГРАНИЧЕНОЈ МЕРИ АЛИ ОНДА ПРЕСТАЈУ ДА РАДУ

IV) РАЗВИЈА СЕ ЈЕДАН СИСТЕМ МЕЋУСОБНО ИЗУКРШТАНИХ ПРСЛИНА КОЈЕ
СЕ ПОСТЕПЕНО УЈЕДНАВАЈУ; НАСТАЈЕ ПОЛУ-КОИТИВИРАНА РУПТУРНА
ПОВРШИНА

* ВРШНО ОПТЕРЕЋЕЊЕ, ТАЧКА D, УОБИЧАЈЕНИ ЈЕ КРИТЕРИЈУМ ЗА ПОЧ

* ПОВЕЉАЊЕ ЗАТРЕНИЦЕ КОЈЕ ЈЕ У ВЕЗИ СА НАСТАЈАНОМ ПРСЛИНА ЗОВЕ
СЕ ДИЛАТАЦИЈА

⑦ УЛИЦАЈ ВОДЕ НА МЕХАНИЧКО ПОНАШАЊЕ СТЕНСКОГ МОНОЛИТА

У већини случајева на чврстој стени утицаје углавном притисак воде у порима у смислу терцатијезовог закона о ефективном напону, тако да се механичко деловање воде изказује кроз услове Ламе деф. преко ефективних напона $\tau = \sigma' + b u' \tan \varphi$

Међутим код неких стена подизањем воде се снажије чврстоћа и крутица. нпр. трешњи пешчар може да изгуби 15% своје чврстоће у водом засићеном стању.

У експериментним случајевима може доћи до потпуне промене конзистенције (монтморилонитски глинећи шкриљци).

⑧ МЕХАНИЧКО ПОНАШАЊЕ ДИСКОНТИНУИТЕТА

Како се формира, ископ у стенској маси, неке пукотине ће се затварати а неке друге ће се отварати, поједини блокови ће клизити пиз друге блокове. Затварање дисконтинуитета и померање смичањем, јесу 2 главне компоненте деформибилности стенских дисконтинуитета.

Опит директног смичања је најбољи метода за испитивање дисконтинуитета јер се лако може измерити и нормално и смичуће померање и може се зрнати и на узорку и на терету.

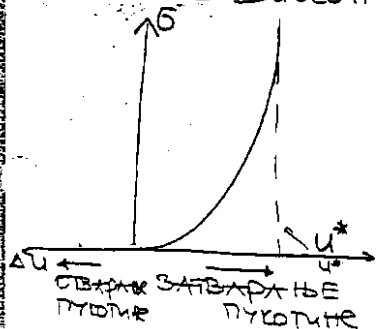
ПОНАШАЊЕ ПРИ НОРМАЛНОМ ОПТЕРЕЋЕЊУ

Ако се један блок који у себи садржи пукотину оптерети нормално на тој дисконтинуитет, пукотина ће се затворити тј блок ће постати нешто краћи. А ако га раздвајамо нормално на пукотину развојите се. Због пукотине ће се снаживати са повећањем напона компресионог. Понашање дисконтинуитета је изразито нелинеарно и постаје

асимптотично када се прикључе ефективној вредности почетног зема пукотине.

Током растеређења хистерезисно понашање

Ако се понашају циклички оптерећења и растеређења, дисконтинуитети су крути



ПОНАШАЊЕ ПРИ СМИЧАЊУ

Када стенски блок који у себи садржи пукотину подвргнемо смичућем напону који је паралелан са тим дисконтинуитетом долази до смичућег померања и нормалног померања.

Смичуће померање дуж дисконтинуитета је разлика померања горњег и доњег блока перпендикуларно на средњом правцу дисконтинуитета који пролази кроз неравнотежу на површини дисконтинуитета.

ДИЛАТАЦИЈА - РАЗЛИКА ИЗМЕЂУ СТОВА ДИСКОНТИНУИТЕТА ПРЕ И ЗА ВРЕМЕ СМИЧАЊА

Разлика површине дисконтинуитета ствара појаву дилатације и утиче на чврстоћу дисконтинуитета.

Величина дилатације зависи од:
1) површине рапавости
2) чврстоће камења
3) крива нормалног напона

9) ЕФЕКАТ РАЗМЕРЕ И НАПОНСКО-ДЕФОРМАЦИЈСКО ПОНАШАЊЕ СТЕНА

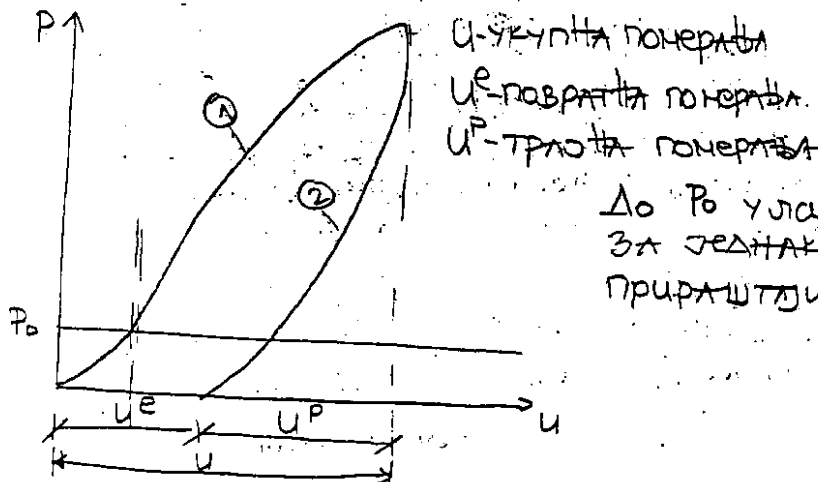
ЕФЕКАТ РАЗМЕРЕ - КАДА ЈЕ МОДОЛНА ЧВРСТОСТ ТАКО МАЛА ДА У ВЕНУ ПОД ВРЛО МАЛУ ЕРУ ПРЕЛИТА, ЛОН НЕИЗБЕЖНО ЗНАЧИ ДОДАТКИ РАСТ ПРЕЛИТА. АЛИ МЕХАНИЧКЕ КАРАКТЕРИСТИКЕ ПОСТАЈУ СЛАБИЈЕ УКОЛИКО РАСТЕ ВЕЛИЧИНА МОДОЛА КОЈИ СЕ ИСПИТУЈЕ ТЈ СВОЈСТВА СТЕНСКЕ МАСЕ СУ СЛАБИЈА > ОДНОС НА МОДОЛА НАПОНСКО-ДЕФОРМАЦИЈСКО ПОНАШАЊЕ СТЕНА

ЈЕ НЕЛИНЕАРНО

ПРИ ИЗУЧАВАЊУ СТЕНСКИХ МАСА НИ НАЈЧЕШЋЕ КОРИСТИМО ТЕОРИЈСКЕ ПРЕТПОСЛОВКЕ ЗА ВЕШТАЧКЕ МАТЕРИЈАЛЕ

10) КАРАКТЕРИСТИКЕ МЕХАНИЧКОГ ПОНАШАЊА СТЕНСКЕ МАСЕ

НА МЕХАНИЧКО ПОНАШАЊЕ СТЕНСКИХ МАСА НАЈВЕЋИ УТИЦАЈ ИМАЈУ ДИСКОНТИНУИТЕТИ. КАРАКТЕРИСТИКЕ МЕХАНИЧКОГ ПОНАШАЊА СЕ УГЛАВНОМ ИСПИТУЈУ *in situ* - МЕТОДЕ НА ВРЕЊУ (МЕТОДА ХИДРАУЛИЧКОГ ЈАСТУКА) - ОПТЕРЕЂЕЊЕ, РАСТЕЖА МЕТОДА ХИДРАУЛИЧКОГ ЈАСТУКА - УКУПНА ДЕФОРМАЦИЈА КОЈА СЕ СастоЈИ ИЗ ПОВРАТНЕ И ТРАЈНЕ ДЕФОРМАЦИЈЕ. НА ВЕЛИЧИНУ ЕЛАСТИЧНОГ ДЕЛА ДЕФОРМАЦИЈЕ УТИЦАЈ СВОЈСТВА МОДОЛА, А ТРАЈНИ ДЕО ДЕФОРМАЦИЈЕ ЈЕ ПОСЛЕДИЦА ЗАТВараЊА ПУКОТИНА



До P_0 улазна графика дисаграма је КОНКАВНА - ЗА ЈЕДНАКЕ ПРИРАШТАЈЕ ОПТЕРЕЂЕЊА ПРИРАШТОЈ ДЕФОРМАЦИЈЕ СЕ СМАЊУЈУ

- Уочета 3 типа стена
- 1) ЧВРСТИ И КОНДРАКТНИ КРЕЧВАЦИ - ЛИТЕРАРА И МАДЕ ДЕФОРМ
 - 2) ЧВРСТИ АЛИ ИСПУЦАНИ КРЕЧВАЦИ
 - 3) ШКРИЉЦИ РАЗЛИК ВРСТА - ВЕЛИКЕ ДЕФОРМАЦИЈЕ

11 11 МЕТОДЕ ИСТРАЖИВАЊА СТЕНСКЕ МАСЕ

Истраживања меканике стена имају за циљ да одреде параметре који описују меканичко понашање стenske масе, напоне и услове који се тиме производе.

Истраживања се врше:

1) истраживањима

2) бушотинама

3) поткопина

4) окнима

5) или се истражују природни издаци стена на површну терена

Неопходна је сарадња са геолозима током осмишљавања и извођења рекогносцирања

Користе се постојећа документација (геолошке карте и извештаји)

Морају се прецизно одредити локације дисконтиности из којих је стојаће велико у односу на димензије објекта (расеци)

12 ИНЖЕНЕРСКО-ГЕОЛОШКО КАРТИРАЊЕ - ИСТРАЖИВАЊЕ СТРУКТУРЕ СТЕНСКЕ МАСЕ

Опрана за инжињерско-геолошко картирање:

1. КУПАРОВ КОМПАС - ЗА МЕРЕЊЕ ОРИЈЕНТАЦИЈЕ ДИСКОНТИНУИТЕТА

2. МЕРНА ТРАКА - ЗА МЕРЕЊЕ ДУЖИНЕ ТРАГА ДИСКОНТИНУИТЕТА

3. ГЕОЛОШКИ ЧЕКИЦ - ЗА ОТКРИВАЊЕ ДИСКОНТИНУИТЕТА КОЈИ МОГУ ДА БУДУ САКРИВЕНИ ИСПОД ТАЊКОГ СЛОЈА КОЈИ ЈЕ РАСПАДНУТ УСЛЕД АТМОСФЕРИЈА ИЛИ ДА СЕ ОСЛОВАБЕ УЗОРЦИ СТЕНСКОГ МОНОЛИТА

4. КНИГА ТЕРЕНСКИХ ИЗВЕШТАЈА - У КОЈОЈ СЕ ОШИЦА ТАЧКА ИСТРАЖИВАЊА И УНОСЕ ПОДАЦИ О КАРТИРАЊУ

13 СТАТИСТИЧКА АНАЛИЗА ИНЖЕНЕРСКО ГЕОЛОШКОГ КАРТИРАЊА ДИСКОНТИН.

ОРИЈЕНТАЦИЈА ДИСКОНТИНУИТЕТА

Мерења оријентација дисконтиности у областима хомогених пукотина се подложна растурању, па се према томе мора статистички евалуирати то се обавља помоћу графичке процедуре зване ХЕМИСФЕРИЧНА ПРОЈЕКЦИЈА КОНСТРУИШЕ СЕ ШМИТОВ ДИЈАГРАМ.

Да би се груписали дисконтиности у различите фамилије пукотина према њиховој оријентацији, мерења групови пружања и пада напона се на поларну једнако подељену површинску мрежу и конструисање ШМИТОВ ДИЈАГРАМ.

2) РАЗНАК ИЗМЕЂУ ДИСКОНТИНУИТЕТА ПРИБЛИЖНО ИСТЕ ОРИЈЕНТАЦИЈЕ ЈЕ ДЕФИНИСАН КАО НАЈКРАЋЕ РАСТОЈАБЕ ИЗМЕЂУ 2 СТЕНА ДИСКОНТИНУИТЕТА. МЕРИ СЕ ДИРЕКТНО ПОМОЋУ ТРАКЕ

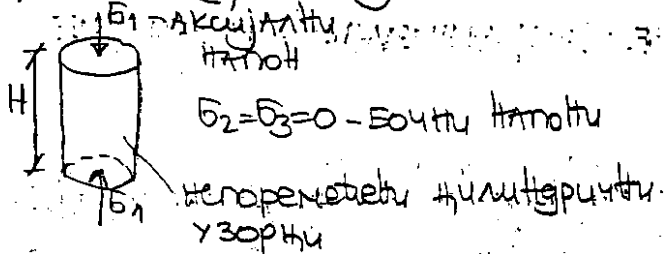
12) 14) МОДЕЛ СТРУКТУРЕ СТЕНСКЕ МАСЕ

РЕЗУЛТАТИ РЕКОГНОСЦИРАЊА У МЕХАНИЦИ СТЕНА УВЕК ТРЕБА ДА СЕ КОМБИНУЈУ У СТРУКТУРНИ МОДЕЛ ОН САДРЖИ:

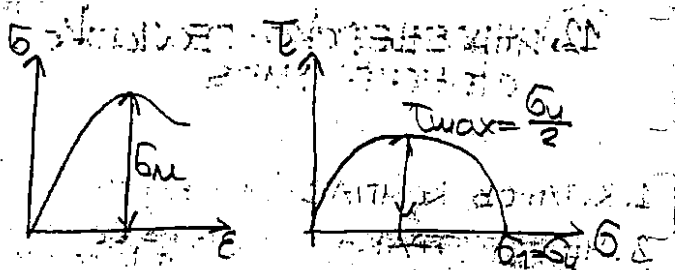
- 1) КЛАСИФИКАЦИЈА ИСТРАЖЕНОГ ПРОСТОРА У КВАЗИ-ХОМОГЕНЕ ЗОНЕ
- 2) ИЗРАЧУНАВАЈУ СЕ ПАРАМЕТРИ КОЈИ ОПИСУЈУ ГЕОМЕТРИЈУ СТРУКТУРЕ НА ОСНОВУ СТАТИСТИЧКЕ ПРОЦЕНЕ
- 3) ИЗРАЧУНАВАЈУ СЕ СРЕДЊЕ ВРЕДНОСТИ НЕРТИХ УГЛОВА ПРУЖАЊА И ПАДА РИЗНАЊА
- 4) ОПИСУЈУ СЕ КАРАКТЕРИСТИКЕ ПОРЕДИНАЧНИХ ДИСКОНТИНУИТЕТА КОЈИ СТВАРАЈУ ФАМИЛИЈЕ
- 5) ЗАКЉУЧЦИ О НЕРАВНОМЕРНОСТИ, РАТОВОСТИ И СТАЊУ РАСПАДЊИВОСТИ ЗИДА-ДИСКОНТИНУИТЕТА
- 6) НАГЛАШАВА СЕ ДА ЛИ СУ ДИСКОНТИНУИТЕТИ ОТВОРЕНИ ИЛИ ЗАТВОРЕНИ И ДА ЛИ САДРЖИТЕ ИСПУНЕ. МОДЕЛ ТРЕБА ДА БУДЕ ПРЕСТАВЉЕН У БЛОК-ДИГРАМА

15) МЕТОДЕ ИСПИТИВАЊА МЕХАНИЧКИХ КАРАКТЕРИСТИКА СТЕНСКОГ МОНОЛИТА

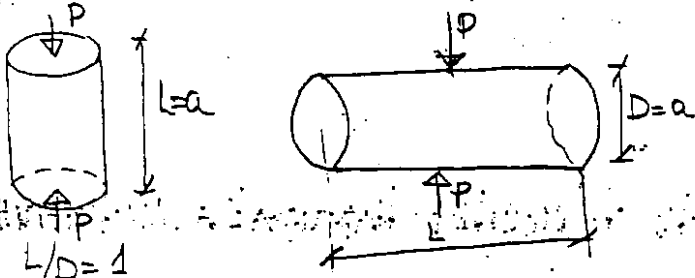
1) ОПИТ ЈЕДНОАКСИЈАЛНЕ КОМПРЕСИЈЕ



$$\epsilon = \frac{\Delta H}{H}$$

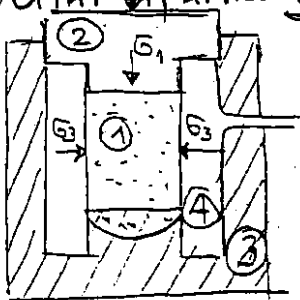


2) ОПИТ ТАЧКАСТИХ ОПЕРЕТЕЉЕЊИ



$$\frac{L}{D} \geq 1,4 \quad L \geq 0,7$$

3) ОПИТ ТРИАКСИЈАЛНЕ КОМПРЕСИЈЕ



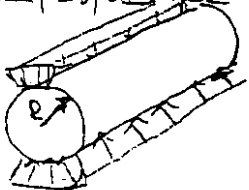
- ① УЗОРАК
 - ② ПОКЛОПАЦ
 - ③ ЗАТВОРЕН ПРОСТОР
 - ④ ТЕЧНОСТ С ТЕНЗИЈОМ ПОД ПРИТИСКОМ
- $\sigma_2 = \sigma_3 = p$

ОПИТ СЕ НАПОСЛЕТУ 2 ФАЗЕ!

- 1) СВЕОБРАТНИ ПРИТИСАК
- 2) ПОВЕЋАВА СЕ АКСИЈАЛНА СИЛА ДО ПОМА

4) БРАЗИЛСКИ ОПИТ

ОДРЕЂИВАЊЕ САВИЈАЊА ПУТЕМ ДЕЉАЊА ПО ИЗВОДНИЦИ



16) МЕТОДЕ ИСПИТИВАЊА МЕХАНИЧКИХ КАРАКТЕРИСТИКА ДИСКОТИПН

1) ОПИТ ДИРЕКТНОГ СМИЦАЊА ДУЖ ДИСКОТИПНОСТИ (НА УЗОРЦИМА)

2) ТЕРЕНСКИ ОПИТ ДИРЕКТНОГ СМИЦАЊА

17) МЕТОДЕ ИСПИТИВАЊА МЕХАНИЧКИХ КАРАКТЕРИСТИКА СТЕНСКЕ МАСЕ *in situ*

1) ОПИТ ДЕФОРМАБИЛНОСТИ СТЕНСКЕ МАСЕ ИСПИТИВАЊЕ У БУШОТИНАМА

2) ОПИТ ДИЛАТОМЕТРОМ У ИЗОТРОПНОЈ СРЕДИНИ

3) ОПИТ ДИЛАТОМЕТРОМ У АНИЗОТРОПНОЈ СРЕДИНИ

4) ОПИТ ХИДРАУЛИЧКИМ ЈАСТУКОМ

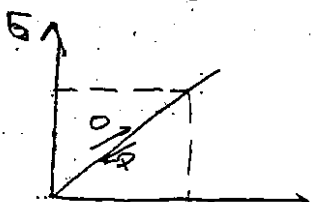
18) МЕТОДЕ ИСПИТИВАЊА ПРИРОДНЕ НАПРЕГНУТОСТИ

1) МЕРЕЊЕ НАПОРА ОПИТОМ ТРИАКСИЈАЛНЕ КОМПРЕСИЈЕ

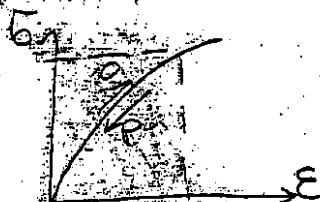
Направи се отвор у стеној маси, убади се триаксијална тешка и оставе се изводи који мере померања

19) МОГУЋНОСТИ И ОГРАНИЧЕЊА МЕХАНИЧКОГ МОДЕЛИРАЊА МЕХАНИЧКОГ ПОВЕЋАЊА СТЕНА

За понашање материјала се каже да је повратно или еластично ако на крају циклуса оптерећења-растерећења достигне оно исто стање у ком је и био.

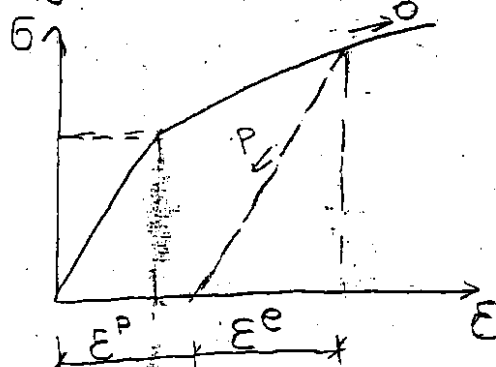


1) ЛИНЕАРНО ЕЛАСТИЧАН МАТЕРИЈАЛ

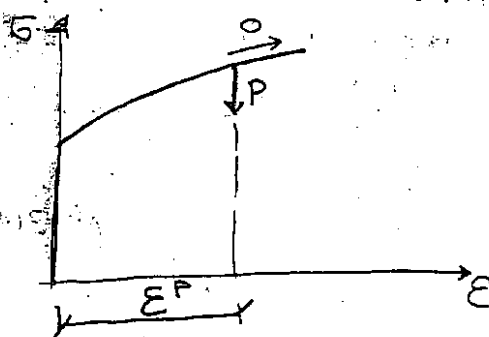


2) НЕЛИНЕАРНО ЕЛАСТИЧАН МАТЕРИЈАЛ

Ако се по завршетку процеса оптерећења и растерећења задржи трајна деформација, понашање материјала је бесповратно-пластично



3) ЕЛАСТО ПЛАСТИЧАН МАТЕРИЈАЛ



4) КРУТО ПЛАСТИЧАН МАТЕРИЈАЛ

20) ИЗОТРОПНА ЕЛАСТИЧНОСТ КАО МОДЕЛ МЕХАНИЧКОГ ПОНАШАЊА СТЕНА

У СЛУЧАЈУ ЛИНЕАРНОГ ЕЛАСТИЧНОГ ИЗОТРОПНОГ МАТЕРИЈАЛА, СВЕ КОМПОНЕНТЕ КОНСТИТУИВНЕ МАТРИЦЕ ЗАВИСЕ ОД САМО 2 ПАРАМЕТРА МАТЕРИЈАЛА:

1) ЈУНГОВ МОДУЛ ЕЛАСТИЧНОСТИ E ($E > 0$)

2) ПОАССОНОВ КОЕФИЦИЈЕНТ $-1 < \nu < 0.5$

ЛИНЕАРНО-ЕЛАСТИЧНА ИЗОТРОПНА КОНСТИТУИВНА ВЕЗА ГЛАСИ:

$$\underline{\underline{\epsilon = (c^e)^{-1} \sigma}} \Rightarrow \underline{\underline{\sigma = c^e \epsilon}}$$

→ МАТРИЦА ФЛЕКСИБИЛНОСТИ

$$(c^e)^{-1} = \begin{bmatrix} 1/E & -\nu/E & -\nu/E & 0 & 0 & 0 \\ -\nu/E & 1/E & -\nu/E & 0 & 0 & 0 \\ -\nu/E & -\nu/E & 1/E & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1/G & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1/G & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1/G \end{bmatrix}$$

$$G = \frac{E}{2(1+\nu)}$$

→ СМИЧУКИ МОДУЛ

ПОСЛАДИЦА:

ПРАВЦИ ГЛ. НАПОНА И ДЕФОРМАЦИЈА СЕ ПОКЛАПАЈУ

21) ОРТОТРОПНА ЕЛАСТИЧНОСТ КАО МОДЕЛ МЕХ. ПОНАШАЊА СТЕНА

* АКО МАТЕРИЈАЛ ЋИЈЕ ИЗОТРОПАН, АЛИ ЈЕ И ДАЉЕ ЕЛАСТИЧАН БРОЈ НЕЗАВИСНИХ ПАРАМЕТРА РАСТЕ

* УКОЛИКО МАТЕРИЈАЛ ПОСЕДУЈЕ 3 ОРТОГОНАЛНЕ РАВНИ СИМЕТРИЈЕ ОНАКО ЈЕ ОН ОРТОТРОПАН → КОНСТИТУИВНА МАТРИЦА ИМА СЛ. ОБЛИК

$$c^e = \begin{bmatrix} c_{11}^e & c_{12}^e & c_{13}^e & 0 & 0 & 0 \\ c_{12}^e & c_{22}^e & c_{23}^e & 0 & 0 & 0 \\ c_{13}^e & c_{23}^e & c_{33}^e & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & c_{44}^e & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & c_{55}^e & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & c_{66}^e \end{bmatrix}$$

22) ГРАЂА СТЕНСКЕ МАСЕ И ЕЛАСТИЧНИ МОДЕЛИ

У ЗАВИСНОСТИ ОД ГРАЂЕ СТЕНСКОГ МОДЕЛА КОЈА МОЊЕ БИТИ ЗРНАСТА ИЛИ РАВАНСКА КАО И ГРАЂЕ СТЕНСКЕ МАСЕ, КОЈА МОЊЕ БИТИ ПРОЈЕКТА РАЗЛИЧИТИМ СИСТЕМИМА ПУКОТИНА ОПРЕДЕЉУЈЕНО СЕ ЗА:

1) ИЗОТРОПАН МОДЕЛ ЕЛАСТИЧНОСТИ

2) ТРАНСВЕРЗАЛНО ИЛИ ОРТОТРОПНО АНИЗОТРОПАН МОДЕЛ ЕЛАСТИЧНОСТИ

ТРАНСВЕРЗАЛНО АНИЗОТРОПНОУ КАРАКТЕРИШЕ ИЗОТРОПНО ПОНАШАЊЕ У

ЈЕДНОЈ РАВНИ. ОВАКАВ МОДЕЛ СЕ КОРИСТИ ЧЕСТО ЗА СЛОЈЕВИТЕ И УШКРИМЕНЕ СТЕНСКЕ МАСЕ, КАО И ЗА СТЕНСКЕ МАСЕ У КОЈИМА ЈЕ ПРИСУТАН ЈЕДАН ДОМИНАНТАН СИСТЕМ ПУКОТИНА

23) Основни Еласто-Пластични Концепт Као Модел Механичког Понашања Степа

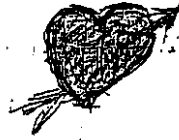
Еластична деформација - постоји само док делује оптерећење ~~и након престанка деловања оптерећења~~
Пластична деформација - остаје и након престанка деловања оптер-растереза

$$d\epsilon = d\epsilon^e + d\epsilon^p \rightarrow \text{укупне пластичне деформације}$$

укупне еластичне
деформације

$$d\sigma = C^e d\epsilon^e = C^e (d\epsilon - d\epsilon^p)$$

↳ Еластична конститутивна матрица



Еласто-пластични закони се заснивају на 3 основне релације:

1. Услов течења - представља површ у параметском простору и дефинише стање напона у којима се може развој пластичних деформација

2. Услов ојачања - одређује могућност и начин промене облика, величине и позиције површи течења

3. Закон течења - одређује интензитет и смер пластичног деформисања односно инкрементне пластичне деформације

За нереверзибилни део понашања материјала каже се да је идеално пластично - ако трајна еластичност не зависи од путање напона и од остварене пластичне деформације

* Онекшање - посебна одлика нееластичног понашања стеновитих материјала \Rightarrow површина течења се скупља у инкременталном процесу течења.



124 КЛАСИФИКАЦИЈА СТЕНСКЕ МАСЕ

Инженеру пројектанту или извођачу су потребни подаци о стени као средину у којој се гради довољно општи и стандардни а разумљиви.

У зависности од узраста подаци који се добијају за исти стенски масив могу бити потпуно различити, потпуно тачни или неупоређиви.

2 Класификације:

1) RMR или CSIR Класификација

- 1) Чврстоћа неуспуцале стене $\Rightarrow \Delta RMR_1$
- индекс тачкастог оптерећења J_s
- једноаксијална чврстоћа на притисак σ_c $\sigma_c = 24 J_s$
- 2) индекс квалитета језгра $\Rightarrow \Delta RMR_2$
- 3) распрострањеност пукотина $\Rightarrow \Delta RMR_3$
- 4) стање пукотина $\Rightarrow \Delta RMR_4$
- 5) утицај подземне воде $\Rightarrow \Delta RMR_5$
- 6) корективни параметар $\Rightarrow \Delta RMR_6$
↳ правац пружања и задегања пукотина

Датум
мм
КД

2) Q Класификација или NGI

$$Q = \frac{RQD}{I_n} \cdot \frac{I_r}{I_a} \cdot \frac{I_w}{SRF}$$

RQD - индекс квалитета језгра

I_n - број пукотинских система

I_r - индекс храпавости пукотина

I_a - индекс пукотинске испуне

I_w - фактор редукције због утицаја воде у пукотинама

SRF - фактор редукције напона

$\frac{RQD}{I_n}$ - представља структуру стенске масе

$\frac{I_r}{I_a}$ - утицај храпавости и сила трења на зидове пукотина

Q представља функцију 3 оптерећења:

- величине блока RQD/I_n
- међублок чврстоће на смицање I_r/I_a
- активни напон I_w/SRF

(25) КЛАСИФИКАЦИЈА ПОДЗЕМНИХ ОБЈЕКТА

(28)

1) ПРЕМА НАМЕНУ

- 1) РУДАРСКИ
- 2) САОБРАЌАЈНИ
- 3) ХИДРОТЕХНИЧКИ
- 4) ПОДЗЕМНИ ОБЈЕКТИ СПЕЦИЈАЛНЕ НАМЕНЕ

2) ПРЕМА ДУБИНИ ГРАЂЕЊА

- 1) ПЛИТКО ПОЛОЖЕНИ
- 2) ДУБОКО ПОЛОЖЕНИ

3) ПРЕМА ДУЖИНИ ТУНЕЛА

- 1) ВРЛО КРАТКИ (до 50m)
- 2) КРАТКИ ТУНЕЛИ (50-100m)
- 3) ТУНЕЛИ СРЕДЊЕ ДУЖИНЕ (500-2200)
- 4) ДУГАКИ ТУНЕЛИ (2200-4000m)
- 5) ВРЛО ДУГАКИ (>4000m)

4) ПО ТЕЖИНИ ГРАЂЕЊА У ОДНОСУ НА ИНЖЕНЕРСКО-ГЕОЛОШКЕ УСЛОВЕ

- 1) ТУНЕЛИ ЛАКИ ЗА ГРАЂЕЊЕ
- 2) СРЕДЊЕ ТЕШКИ ТУНЕЛИ ЗА ГРАЂЕЊЕ
- 3) ТУНЕЛИ ТЕШКИ ЗА ГРАЂЕЊЕ
- 4) ВЕОМА ТЕШКИ ТУНЕЛИ ЗА ГРАЂЕЊЕ

5) ПРЕМА ВЕЛИЧИНИ ПОПРЕЧНОГ ПРОФИЛА ИСКОПА

1. ТУНЕЛСКЕ ЦЕВИ (до 5m²)
2. ТУНЕЛСКИ ТРОТОРИ 5-12m²
3. МАЛИ ПРОФИЛИ 12-27m²
4. СРЕДЊИ ПРОФИЛИ 27-56m²
5. ВЕЛИКИ ПРОФИЛИ >56m²

6) ПРЕМА ВРСТИ КОНСТРУКЦИЈЕ

1. БЕЗ КОНСТРУКЦИЈЕ
2. СА КОНСТРУКЦИЈОМ ОД ДРВЕТА
3. СА КОНСТРУКЦИЈОМ ОД ЧЕЛИЧНИХ ПРОФИЛА
4. СА КОНСТРУКЦИЈОМ ОД ШДРА И ПРЕКАНОГ БЕТОНА
5. СА КОНСТРУКЦИЈОМ ОД МОНОЛИТНОГ БЕТОНА
6. СА КОНСТРУКЦИЈОМ ОД МОНТАЖНИХ ЕЛЕМЕНТАТА
7. СА КОНСТРУКЦИЈОМ ОД ПРЕДНАПРЕГНУТОГ БЕТОНА

26) СПЕЦИФИЧНОСТИ ПОДЗЕМНИХ ОБЈЕКТА

- 1) ГРАДЕ СЕ У ПРИРОДНОЈ СРЕДИШТИ КОЈУ ТРЕБА ИСТРАЖИТИ И КОЈОЈ СЕ ТРЕБА ПРИЛАГОДИТИ
МОРА СЕ ВРШИТИ ИЗБОР СИСТЕМА КОНСТРУКЦИЈЕ У ЗАВИСНОСТИ ОД ИНТЕРФЕРЕНЦИЈА ГЕОЛОШКИХ УСЛОВА И ГЕОТЕХНИЧКИХ ПАРАМЕТАРА
- 2) ОГРАНИЧЕНОСТ ПРОСТОРА \Rightarrow МЕТОДЕ ГРАЂЕЊА СУ ПОСТУПНЕ
- 3) ОДОВОЂЕЊЕ ПОДЗЕМНЕ ВОДЕ
- 4) ОТЕЖАНИ ГЕОДЕТСКИ РАДОВИ
- 5) НЕПРЕКИДАЊ РАД СИСТЕМА ЗА ВЕНТИЛАЦИЈУ
- 6) СВА РАДНА МЕСТА СЕ МОРАЈУ ОСВЕТЛИТИ
- 7) МОГУЋА ЈЕ ПОЈАВА ШТЕТНИХ ГАСОВА И ПОВЕЋАЊЕ ТОПЛОТЕ ЗБОГ ДУБИНЕ НА КОЈОЈ СЕ ГРАДЕ

27) ПРИМЕНА САОБРАЋАЈНИХ ТУНЕЛА

ВОДОДЕЛНИЦА-линија која ограничава простор између 2 река слива
ГРАЂЕЊЕ ТУНЕЛА ИСПОД ВОДОДЕЛНИЦЕ СКРАЋУЈЕ СЕ ТРАСА САОБРАЋАЈНИЦЕ И УБЛАЖАВАЈУ СЕ УСЛОВИ, А САМИМ ТИМ СЕ СНАЖЊУ ТРОШКОВИ ГРАЂЕЊА ТРОШКОВИ ЕКСПЛОАТАЦИЈЕ И ГРАЂЕЊА

ВРШНИ ТУНЕЛ-ТУНЕЛ БЛИШТЕ ВРХУ ВОДОДЕЛНИЦЕ

БАЗИСНИ ТУНЕЛ-ТУНЕЛ ПРИ ДИТ МАСИВА

САОБРАЋАЈНИ ТУНЕЛИ СЕ МОГУ ПРИМЕНИТИ И ЗА:

- 1) ПРЕСЕЋАЊЕ ОШТРЕ ^{РЕКНЕ} КРИВИНЕ ОДРОТНА
- 2) НА МЕСТИМА УГРОЖЕНИМ КИЧЕНИМ ~~ОДРОТНА~~ ИЛИ ШТЕТНИМ ЛАЗИЦИМА
- 3) РАДИ ИЗБЕГАВАЊА АКТИВНИХ КЛИЗИСТА
- 4) РАДИ СВАЛАЖИВАЊА ВЕЛИКЕ ВИСИНСКЕ РАЗЛИКЕ
- 5) ЗА ИЗБЕГАВАЊЕ ЕКСПРОПРИЈАЦИЈЕ ЗЕМЉИШТА ИЛИ РУШЕЊЕ ОБЈЕКТА НА ЗЕМЉИ
- 6) ЗА ГРАДСКИ САОБРАЋАЈ
- 7) ЗА СВАЛАЖИВАЊЕ ПЛАНТИНСКИХ И БРАСКИХ ПРЕВОЈА

(32) (28) СЛОБОДАН ПРОФИЛ ЗА ЖЕЛЕЗНИЧКЕ ТУНЕЛЕ

Величина и облик слободних профила за железнички саобраћај зависи од

- ① ДИМЕНЗИЈА ПРЕВОЗНИХ СРЕДСТАВА
- ② ШИРИНА И БРОЈА КОЛОСЕКА
- ③ НАЧИНА ВУЧЕ
- ④ НАМАЊЕГ РАДИЈУСА КРИВИНЕ

ГАБАРИТ-СЛОБОДАН ПРОФИЛ ПРЕВОЗНОГ СРЕДСТВА-ОГРАНИЧЕН ПРОСТОР У ПОПРЕЧНОМ ПРЕСЕКУ УПРАВНОМ НА СРЕДИШЊУ КОЛОСЕКА.

У простор слободног профила не смеју улазити делови:

- 1) ПОСТРОЈЕЊА
- 2) ОБЈЕКТА
- 3) ОЗНАКА И СИГНАЛА
- 4) ДЕПОЗИЦИЈА МАТЕРИЈАЛА

* УНУТРАШЊА КОНТУРА ТУНЕЛА ТЕОРИЈСКИ МОРА ДА ДОДИРЊЕ ГАБАРИТ али се у пракси оставља резерва и то 0,4m за једноколовске и 0,3m за двоколовске.

Та резерва се оставља из следећих разлога:

- 1) У ТОКУ САОБРАЋАЈА КОЛОСЕК СЕ МОЊЕ ДЕФОРМИСАТИ
- 2) У ТОКУ ГРАЂЕЊА ТУНЕЛА МОЊЕ ДОЋИ ДО ПРЕШАКА
- 3) РАДИ ТРАНСПОРТА СПЕЦИЈАЛНИХ СРЕДСТАВА

(29) СЛОБОДАН ПРОФИЛ ЗА ТУНЕЛЕ ГРАДСКОГ АСЕЛ. САОБРАЋАЈА - МЕТРОА

Систем градског метроа на коме се јављају кратка међустанична растојања са великим измештањима путница, захтева краћа и динамичнија возила са могућношћу брже промене возног састава.

ПОПРЕЧНИ ПРОФИЛ ТУНЕЛА ЗА ПОТРЕБЕ МЕТРОА ЗАВИСИ ОД:

- 1) НАМЕНЕ
- 2) УСЛОВА СИГУРНОСТИ

КОНСТРУИШЕ СЕ НА ТАЈ НАЧИН ИЛИ 1 или више кружних кривина опускује девијација око ГАБАРИТА ПРЕВОЗНОГ СРЕДСТВА

* ОБЛИК ПОПРЕЧНОГ ПРЕСЕКА ЗАВИСИ ОД:

1. ИНЖЕНЕРСКО-ГЕОЛОШКИХ УСЛОВА
2. ХИДРОГЕОЛОШКИХ УСЛОВА
3. ВИСИНЕ НАПОЉА
4. ВРСТЕ МАТЕРИЈАЛА
5. ТЕХНОЛОШКОГ ПРОЦЕСА ГРАЂЕЊА

ОБЛИК МОЊЕ БИТИ:

- 1) ПРАВОУГАЛНИ - ПЛИТКО ГОЛОЊЕЊЕ
- 2) ЗАСВЕДЕНИ } ДУГО
- 3) КРУЖНИ } ГОЛОЊЕЊЕ

30) СЛОБОДНИ ПРОФИЛ ЗА ТУНЕЛЕ ЗА ПРОЛАЗ ПЕШАКА

Облик попречног профила 1) ЗАСВЕДЕН
2) КРУГЛИ
3) ПРОВОУГАОНИ

Величина слободног профила зависи од ПРОПУСКНЕ МОЋИ. Испод плоче имају простор за смештај комуналних инсталација

* Ширина min 3m; висина 2.5m

У горњем делу профила са стране или у темелу свода се налазе светлела тела

Видне површине морају бити обрађене тако да се могу лако одржавати

31) СЛОБОДАН ПРОФИЛ ЗА ПУТНЕ ТУНЕЛЕ

СЛОБОДНИ ПРОФИЛ ЗАВИСИ ОД: 1) ГРАЂЕВИНСКИХ УСЛОВА
2) ЕКСПЛОАТАЦИОНИХ УСЛОВА
3) ЕКОНОМСКИХ УСЛОВА
4) ГЕОГРАФСКИХ УСЛОВА

Облик:

- ① ЗАСВЕДЕНИ
- ② КРУГЛИ

ОСНОВУ ГЕОМЕТРИЈУ ПРЕДСТАВЉА ШИРИНА КОЛОВОЗА А ОНА ЗАВИСИ ОД:
1) КАТЕГОРИЈЕ ПУТА 2) БРОЈА САОБРАЋАЈНИХ ТРАКА 3) ДУЖИНЕ ТУНЕЛА 4) МЕСТНИХ УСЛОВА

Ширина стазе за особе које раде на одржавању пута 0.75-1.0m

Висина габарита 4.5m \oplus поветлање 0.20-0.30m у препонитим тачкама

Попречни нагиб коловоза је једносмеран 1.5%

У тунелима $L \geq 1500m$ са двосмерним саобраћајем потребно је изводити проширење за уклањање трансверзалних возила и то за сваку саобраћајну траку

- У тунелима великих дужина предузимају се проширења за окретање возила и то на сваких 1500-2500m

Потребни су катанци за проветравање

32) СЛОБОДНИ ПРОФИЛ ЗА ТУНЕЛЕ НА ПЛОВНИМ ПУТЕВИМА

Облик и димензије зависе од: 1) ДИМЕНЗИЈЕ БРОДОВА
2) ВРЕМЕНЕ БУЧЕ НА ДИСТИНЦИЈИ ТУНЕЛА
3) СПЕЦИФИЧНИХ УСЛОВА ТРАНСПОРТА
4) НАЧИНА ТРАНЗИТА

- Димензије слободног профила треба да буду веће од ширине устава и висине доњег дела мостовских конструкција

- Обично се ширина поветлања за 1.1-1.2 пута од ширине устава а висина изнад покривне воде је min 1.1 пута већа од висине испод доње ивице мостовске конструкције

- Ивица брода треба да је одмакнута од унутрашње контуре тунела за 1-1.5m

- Дубина воде у тунелу 2.5-4m

- Потребне су 1 или 2 пешачке стазе ширине 1-2m

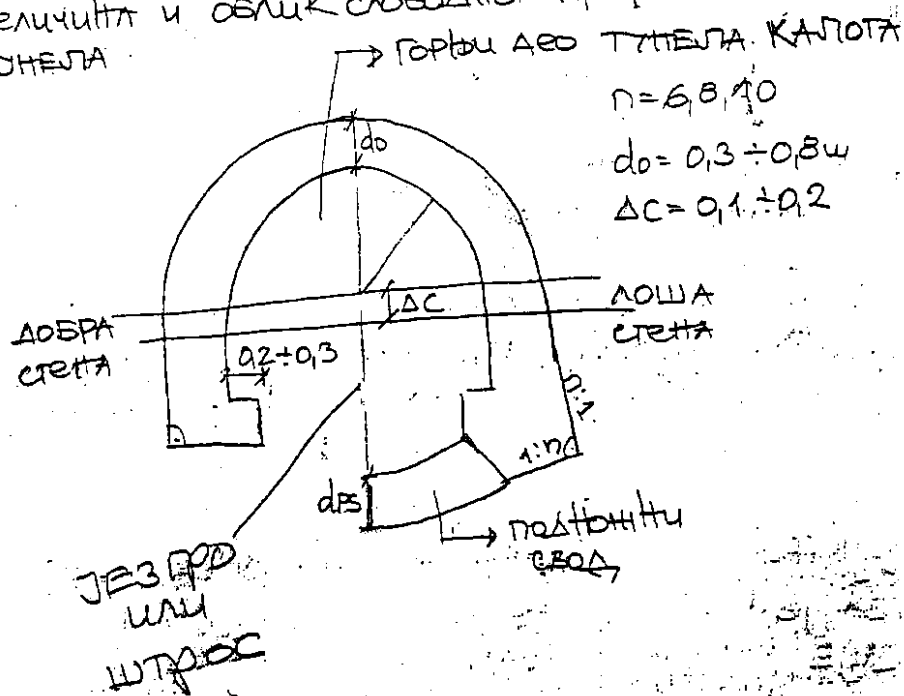
УСТАВА ПРЕГРАДА ЗА РЕГЛАЦИЈУ КИЗОВА ВОДЕ

③③ СЛОБОДНИ ПРОФИЛ И ТУНЕЛСКА КОНСТРУКЦИЈА

Величина и облик поперечного пресека зависи од:

- 1) ПОТРЕБНОГ СЛОБОДНОГ ПРОФИЛА
- 2) ВРСТЕ И ДИМЕНЗИЈА ТУНЕЛСКЕ КОНСТРУКЦИЈЕ У ЗАВИСНОСТИ ОД СВОЈСТВА СТЕНИСКИХ МАСА
- 3) ТЕХНОЛОГИЈЕ ГРАЂЕВА
- 4) СТАТИЧКОГ СИСТЕМА КОНСТРУКЦИЈЕ

3) ТЕХНОЛОГИЈЕ ГРАЂЕВА 4) СТАТИЧКОГ СИСТЕМА
Величина и облик слободног профила зависи првенствено од параметара тунела
→ Горњи део тунела. Капота



(34) ТУНЕЛСКЕ КОНСТРУКЦИЈЕ ОД МОНОЛИТНОГ БЕТОНА ЗА ~~ВАНШЕ~~ ТУНЕЛЕ ЖЕЛЕЗНИЧКЕ

- Интензитет подземних притисака није исти по целој дужини тунела већ се мења од места до места према промени основних параметара отпорности и деформисаљности стених маса

- Честа промена облика тунелског профила би стварала велике тежакоте у грађењу тунела, па се облик слободног профила не мења већ само дебелина тунелске конструкције.

1) У чврстим и постојаним стениским масама примењује се тунелска конструкција од бетона једнаке, минималне дебелине и у опорцима и у горњем своду, која има за циљ да заштити стену од атмосферских утицаја и воде

2) У стениским масама са ниским вредносним параметрима отпорности и деформисаљности дебелина горњег свода се потпуно повећава, нарочито у опорцима све до темеља, при чему нема подножног свода

3) У стениским масама са неповољним геотехничким карактеристикама димензије горњег свода и опораца су трајачне, а гради се подножни свод. Ова крпа конструкција спречава померања стенике масе и прима подземне притиске

Ивански типови тунелских конструкција са закривљеним опорцима.

Све тунелске конструкције за једноколовнице и двоколовнице тунеле имају исте димензије канала за разводњавање

- Код двоколовних тунела канал се налази у особити тунелу између 2 особите колосека

- Код једноколовних тунела канал за разводњавање се налази са супротне стране канала за каблове.

Канал за разводњавање је покривен монтажним плочама

⁽⁴⁰⁾ 35) ТУНЕЛСКА КОНСТРУКЦИЈА ОД МОНОЛИТНОГ БЕТОНА ЗА ПУТНЕ ТУНЕЛЕ

Попречни пресеци путних тунела су углавном различити зависно од категорије пута од чега зависи саобраћајна ширина коловоза на величини попречног профила унутрашње контуре утичу

- 1) специфични услови вентилације
- 2) сигнално-сигурности третман

Димензије тунелске конструкције се одређују на основу

- 1) утврђених геотехничких карактеристика
- 2) статичког система

Тунелске конструкције од монолитног бетона или армираног бетона за аутомобилу саобраћај имају засведени облик.

Како-вучица од газарца возила до тунелског свода

$h_0 = 1,6 + 2,4m$ за тунеле кратких дужина и код којих ту је потребно оставити простор за вентилацију

У фази пројектовања тунелске конструкције могу се применити азосилне облоге. Оне омогућавају:

- 1) заштиту исконате контуре прскањем бетоном и анкерима
- 2) израду хидроизолације и секундарне облоге која врши заштиту изолације и ајде дефитивизацији облика слободног профила

Проветравање тунелске конструкције зависи од:

- 1) дужине тунела
- 2) климатских услова
- 3) саобраћајног значаја

Постоји природно и вештачко проветравање.

Природно проветравање за кратке тунеле остварује се токовним избором димензија тунела у односу на природне климатске услове:

- 1) разлика у барометарском притиску на улазу и излазу из тунела
- 2) разлика између спољашње и унутрашње температуре
- 3) топографски услови

Вештачко проветравање

- 1) подизање
 - 2) попречно
 - 3) комбиновано
- Механички довод свежег ваздуха

36) ТУНЕЛСКЕ КОНСТРУКЦИЈЕ ОД МОНТАЖНИХ ЕЛЕМЕНАТА ЗА САОБРАЋАЈНЕ ТУНЕЛЕ

МЕТОДА ЧЕЛИЧНОГ ШТИТА

Дефинитивна тунелска конструкција је од монтажних префабрикованих елемената који се монтирају на крају челичног омотача - штипа. Због великог ефекта рада тунелске машине убаја се уста дефинитивна тунелска конструкција која је добијена пројектног тунелске конструкције од монтажних елемената имају исте пресеке 2 основна облика:

- 1) Тунелска конструкција је завршена процесом монтаже и инјектирањем у стању је да прима позитивне притиске
- 2) Примарна облога од префабрикованих елемената а секундарна од монолитног бетона за обезбеђивање заштите пропусливости.

Монтажни елементи могу бити од 1) ЛИВЕНОГ ГВОЊА
2) АРМИРАНОГ БЕТОНА
3) ЧЕЛИКА

37) МОНТАЖНИ ЕЛЕМЕНТИ ОД ЛИВЕНОГ ГВОЊА

Монтажни елементи су у облику КАСЕТА и ПОВЕЗАТИ СУ ЗАВРТЉЕВИМА. Тунел се састоји од ПИЛА ПРСТЕНОВА ИСТОГ ТИПА И ВЕЛИЧИНЕ. Ако су монтажни елементи касете разликујемо:

- 1) СЕГМЕНТЕ ТИПА А са спојницама у радијалном правцу
- 2) СЕГМЕНТЕ ТИПА В - који се налазе са обе стране завршног елемента
- 3) СЕГМЕНТЕ ТИПА С - завршни, кључни елемент, поставља се у горњем делу прстена. Нерадијалан је и спаја се завртљевима са елементима типа В

- Завршни елемент се увек поставља у горњем делу прстена зато што се приликом монтаже под утицајем сопствене тежине донекле одступа од кружног пресека

- Сви елементи су повезати завртљевима, и сви сем завршног елемента имају отвор за убацивање инјектиране масе.

- Монтажни елементи су непропустиви за воду

* Монтажни ел. од ливеног гвођа имају релативно ниске висине > од 1.5 м на АБ елементе, скупљи су и подложни корозији.

* Редослед уграђивања монтажних елемената

A	A	B	C	B	A	A
A	A	B	C	B	A	A
A	A	B	C	B	A	A

→ ПОДУПНЕ СПОЈНИЦЕ НЕ ЛЕНЕ ПО ИСТОЈ ИЗВОДНИЦИ

38) МОНТАЖНИ ЕЛЕМЕНТИ ОД АРМИРАНОГ БЕТОНА ЗА КОНСТРУКЦИЈЕ ГАОБРАТЛЖИХ ТУНЕЛА

Предности: 1) Велика уштеда у материјалу
2) Већа брзина грађења

Подела према типу везе: 1) са зглобним везом (не примењавајуће)
2) са завртљевима

Подела према конструктивном решењу: 1) блок елементи (пун пресек)
2) пресек са плочом

1. Монтажни елементи са зглобним везом која не примењавајуће:
- без измењ подложног елемента и бочних се одвијаје армирацион

Предности: 1) Већи степен крутости конструкције и геометријска тачност
2) Најви момент сабијања у елементима измењ зглобова и добујање тачних елемената
3) Повећава се поузданост целог пресека

Недостаци: 1) Израда елемената захтева велику прецизност
2) Монтажа елемената није једноставна

2. Монтажни елементи повезани међусобно завртљевима

Разликујемо: 1) Елементи типа А: стандардног облика са спонтанном радијалном правца
2) Елементи типа В: са две стране завршеток елемента
3) Елементи типа С - завршеток елемента

- На спољну контуру елемента поставља се хидроизолација, обично 2 премаза битуменом

Предности: 1) Лакши транспорт и монтажа

2) Обезбеђује се тачна монтажна-завршеток елемента се поставља када и сви у прстену

Недостаци: 1) Повећана количина армиатуре (у односу на блок елемент)
2) Повећање отпора ваздушном струјању
3) Повећана водопроницаивост
4) Могућност лопе ивице пресека приликом монтаже
5) Отцепљено одржавање

Употребавају се за случајеве када је особина тунела кружна или када челични штит изађе из пројектованог правца или нивелете

39) ТУНЕЛСКИ ПОРТАЛИ

50

Улазни и излазни делови почињу и завршавају се појединим објектима који су на граници пресека и тунелске цеви и зову се ПОРТАЛИ.

1) УЛАЗНИ ПОРТАЛИ

2) ИЗЛАЗНИ ПОРТАЛИ

Саставни део порталног зида је тунелска конструкција димензије 2.4m и назива се портални пресек.

Функција портала - у фази експлоатације обезбеђује стабилност улазних и излазних деоница и заштиту тих делова од евентуалног одрота.

На падинама које су потенцијално клизавишта, изградњом портала се постиже сигурност и безбедност улаза и масив.

У чврстим масама се могу изоставити или се извлачу портални пресеци.

На порталном зиду истиче се портални венчањ, константе ширине по целом обиму тунелског отвора а излази из равни зида за 10m. Врх венчања завршава се завршцем који је виши него сав венчањ.

40) ТУНЕЛСКИ ПОТКОПИ ЊИХОВ ОБЛИК, МЕСТО И ВЕЛИЧИНА У ТУНЕЛСКОМ ПРОФИЛУ

(51)

УЛОГА ТУНЕЛСКИХ ПОТКОПА:

- 1) ЈЕДНА ОД ФАЗА СУКЦЕСИВНОГ ОТВАРАЊА ТУНЕЛСКОГ ПРОФИЛА
- 2) ЗА ТРАНСПОРТ МАТЕРИЈАЛА, ПРИКУПАЊЕ И ОДВОЂЕЊЕ ПОДЗЕМНЕ ВОДЕ ПРИВРЕМЕНИМ КАТАЛИНА
- 3) КРОЗ ПОТКОП СЕ ПОСТАВЉАЈУ ВЕНТИЛАЦИОНЕ И КОМПРЕСОРСКЕ МЕРЕ КАО И ЕЛЕКТРИЧНИ ВОД ЗА ОСВЕЋАВАЊЕ ТУНЕЛА
- 4) ЗА ОБЕЛЕЖАВАЊЕ ТУНЕЛСКЕ ОСЕ

ПОПРЕЧНИ ПРЕСЕК: 1) ПРМОУГАОНОГ ОБЛИКА

2) ТРАПЕЗАСТОГ ОБЛИКА /ЗА ЛОШУЈЕ СТЕПЕ/

ВЕЛИЧИНА ПОТКОПА ЗАВИСИ ОД ВЕЛИЧИНЕ ТРАНСПОРТНОГ СРЕАСТВА ПОЛОНАЈ ПОТКОПА

- 1) ГОРЊИ ПОТКОП - У ТУНЕЛСКОЈ ОСИ, ИЗНАД ДИЈАМЕТРА ТУНЕЛНОГ СВОДА
- 2) ДОЊИ ПОТКОП - У ТУНЕЛСКОЈ ОСИ У ДОЊЕМ ДЕЛУ ТУНЕЛСКОГ ПРОФИЛА
- 3) ВАН ТУНЕЛСКЕ ОСЕ ПОСТАВЉЕН ЛЕВО И ДЕСНО НА МЕСТУ ОТВАРАЊА
- 4) ЦЕНТРАЛНИ ПОТКОП - У СРЕДЊИ ТУНЕЛСКОГ ПРОФИЛА

41) ПРИНЦИПИ НОВЕ АУСТРИЈСКЕ МЕТОДЕ

(52)

ОСНОВНА КАРАКТЕРИСТИКА ПРИМЕНЕ ТУРЖЕТА И ПРСКАНОГ БЕТОНА, ОНА ЧИЊЕ КОНТИНУИРНИМ АНКЕРИМА И УГРАЂИВАЊЕ ЧЕЛИЧНИХ НОСАЧА У ОСЛОБИ ОД ПРСКАНОГ БЕТОНА

ПРЕДУСЛОВ ЗА ПРИМЕНУ НАТИ ЈЕ ДА, СТЕЊКА МАСА БУДЕ СТАБИЛНА ПОСЛЕ ИСКОПА У ВРЕМЕНСКОМ РАЗМАКУ ПОТРЕБНОМ ДА ИЗВРШЕ РАДОВИ ОСИ ГРАЂА

ЗНАТНО ЈЕ ВЕЋА БРЗИНА НАПРЕДОВАЊА У ОДНОСУ НА ОСТАЛЕ МЕТОДЕ

У ЗАВИСНОСТИ ОД СВОЈСТВА СТЕЊКЕ МАСЕ ОСИ ГРАЂА ПРОФИЛА СЕ ВРШИ НА ОДРЕДНОМ РАСТОЈАЊУ $S > 2a$ (ЗА БОЉУ СТЕЊ) И $S < 2a$ (ЗА СЛАБИЈУ СТЕЊ)

НАЈВЕЋА СИЛА ЧУПАЊА АНКЕРА СЕ ЈАВЉА АКО СУ СИДРА УПРАВЉА НА ПРАВИМ ПУЊАЊА СЛОЈЕЗА $\alpha = 90^\circ$, А НАЈМАЊА АКО ЈЕ $\alpha = 0$

ОБЛОГА ЗА УСПОСТАВЉАЊЕ РАЗНОТЕНЕ ЗБОГ НОВОНАСТАЛОГ СТАЊА НАПОТКА НАКО ИСКОПА УСЛОВИ КОЈЕ ОБЛОГА МОРА ДА ИСПУНИ СУ:

- 1) МОРА ДА ИМА ДОВОЉНУ ОТПОРНОСТ ДА СЕ СПРЕЧИМ ВЕЋЕ ПОМЕРАЊЕ СТЕЊКЕ МАСЕ
- 2) ТРЕБА БИТИ ДОВОЉНО ПРОПУСКАЈУЋА ДА СТЕЊКА ПРИХВАТИ ПРЕДАСЛОДЕЛУ НАПОТКА
- 3) ОДНАХ ПО ИСКОПУ, НОВО ИЗЛОЖЕНУ ПОВРШИНУ ТРЕБА ДА ЗАТВОРИ ЧИТО ПРЕ

2 СЛУЧАЈА ОСИ ГРАЂА ИСКОПАЊЕ КОНТУРЕ:

I) СТЕЊСКА МАСА ИМА ВЕЋИ СТЕПЕН СТАБИЛНОСТИ: ПРСКАНИ БЕТОН СА МРЕЖИЦАМ

II) СТЕЊСКА МАСА ИМА МАЊИ СТЕПЕН СТАБИЛНОСТИ

- 1) ПО ЦЕЛОМ ОБИМУ ТУНЕЛСКОГ ПРОФИЛА СЕ ПРСКА БЕТОН
- 2) ПОСТАВЉАЈУ СЕ ЧЕЛИЧНИ ЛУЧНИ НОСАЧИ (РЕНЕТАТЕ) НА СВАКИХ $1 \times 1,3m$
- 3) УГРАЂУЈЕ СЕ МРЕЖА И ДРУГИ СЛОЈ ПРСКАНОГ БЕТОНА
- 4) РАДИ СЕ ПОДНОЖИМ СВОД И ДЕО ОПОРАКА ДА СТИЖЕЊЕ БЕТОНА

42) ГРАЂЕЊЕ ТУНЕЛА У ПУНОМ ПРОФИЛУ ПРИМЕНОМ НАТМ

У чврстим, компактним и постојаним стенама кад кривих није потребно вршити осигурање контуре ископа (53)
- Разарање стене се врши минирањем.

2 ТЕХНОЛОШКЕ ШЕМЕ

- I) када је неопходно радити тунелску конструкцију у поредо са ископом
II) када је осигурање тунела на већем растојању од чепа ископа
- Извођење радова
- 1) бушење минских бушотина
 - 2) пушење и активирање експлозива
 - 3) утовар, транспорт, бетонирање

Прво се бетонирају темељи и ослоњци за оплату

43) ГРАЂЕЊЕ ТУНЕЛА СА 2 РАДНА ЧЕЛА ПРИМЕНОМ НАТМ (54)

Напредовање горњег дела путног профила иде увек испред напредовања доњег дела тако да се између чепа горњег и доњег дела образује РАДНА ПЛАТФОРМА

У зависности од димензије платформе разликујемо 2 технолошке шеме:

- I) Димензија радне платформе $1,5 \div 2 \text{ m}$
бушење и минирање истовремено на оба радна чепа
- НЕДОСТАТАК: захтева одређен степен нехативности на оба радна чепа
- II) Димензија радне платформе од $30 \div 50 \text{ m}$. Углавном у складу и средом чврстим стенама независан рад на оба чепа ископа. Полоштај минских бушотина у доњем делу неће бити хоризонталан и вертикалан. После активирања експ

44) МЕТОД ГРАЂЕЊА ХИДРАУЛИЧКИ ПОТУСКИВАНИМ ЧЕЛИЧНИМ ТАЛПАМА

(55)

КАРАКТЕРИСТИЧНА ПРИМЕТА ЧЕЛИЧНИХ ПОПРЕЧНИХ РАМОВА ПРЕКО КОЈИХ СЕ ХИДРАУЛИЧКИМ ПТИМ ПОТУСКУЈУ ЧЕЛИЧНЕ ТАЛПЕ, А УГРАЂИВАЊЕ БЕТОНА СЕ ОБАВЉА ПОД ЗАШТИТОМ ОВИХ ТАЛПИ.

У ФАЗИ ИСКОПА ПОСТАВЉАЈУ СЕ 3 ВОДЕЋА ЧЕЛИЧНА РАМА КОЈИ СЕ НЕПУСКОМ ПОВЕЗУЈУ И УКРУЋУЈУ. НА МОТИФАТЕ ВОДЕЋЕ РАМОВЕ СЕ У ТЕМЕНИ ПОСТАВЉА ОСОВИЧКА ТАЛПА НА КОЈУ СЕ ЛЕВО И ДЕСНО ПОСТАВЉАЈУ ЧЕЛИЧНЕ ТАЛПЕ ПО ОБОЈУ ПРОФИЛА.

ТАЛПЕ СУ СНАБДЕНЕ РЕБРИНА ЗА ПОТУСКИВАЊЕ. ХИДРАУЛИЧКИ ЧЕЛИЧНАД СЕ ЈЕДНИМ КРАЈЕМ ОСЛАЂА НА ВОДЕЋИ РАМ А ДРУГИМ КРАЈЕМ НА РЕБРО ТАЛПЕ. ДРУГОМ СИЛЕ ТАЛПА ПОЧИЊЕ ДА КЛУЗИ ПО РАМОВИМА И ДА СЕ УПУСКУЈУ СТЕНСКИ НАСЕ. НА КРАЈУ ПОТУСКУЈУЋЕ ТАЛПЕ ПРИБЛИЖАВАЈЕ СЕ ЧЕВ ЗА КОНТАКТНО ИНЈЕКТИРАЊЕ ИЗМЕЂУ СТЕНСКЕ НАСЕ И БЕТОНА.

СВАКА ТАЛПА СЕ САСОЈИ ИЗ 3 ДЕЛА:

- 1) ДЕО КОЈИ СЕ НАЛАЗИ НА ВРХУ ТАЛПЕ "НОШ" ОД СПЕЦИЈАЛНОГ ЧЕЛИКА
- 2) НОСИЋИ ДЕО САНДУЧАСТОГ ПРЕСЕКА КОЈИ СЕ ОСЛАЂА НА ЧЕЛИЧНИ РАМ И НА КОМ СЕ НАПРАВЕ ОСЛОЋИЦИ ЗА ХИДРАУЛИЧНЕ ПРЕСЕ.
- 3) ДЕО ТАЛПЕ ЧИЈОМ СЕ ЗАШТИТОМ ВРШИ БЕТОНИРАЊЕ ТУНЕЛСКЕ КОНСТРУКЦИЈЕ

* ОСЛАЂАЊЕ ТАЛПИ КОЈИ СЕ ПОТУСКУЈУ НА 2 ПЛОСТИ:

- 1) ПРЕКО 3 ЧЕЛИЧНА ЛУКА НОСИЋА /РЕМЕЊАТА/
- 2) ПРЕКО 4 ЛУКА НОСИЋА /СПЕЦИЈАЛНИХ ПОКРЕТНИХ РАМОВА/

ПРЕДНОСТИ

- 1) ВЕЛИКА ДУЖИНА БЕТОНСКОГ ПРЕСТА
- 2) ЈЕДНОСТАВНО РУКОВАЊЕ
- 3) ПРИЛИКОМ БЕТОНИРАЊА НИЈЕ ПОТРЕБНО СТРАЖИТИ ВРЕМЕ ОЧВРШТАВАЊА БЕТОНА
- 4) ИСПУЊАВАЊЕМ "ЗАЗОРА" ИНЈЕКЦИОМ НАСОМ СЕ ДОБИЈА НЕПОСРЕДАН КОНТАКТ ИЗМЕЂУ СТЕНСКЕ НАСЕ И ТУНЕЛСКЕ КОНСТРУКЦИЈЕ

НАМЕНЕ: 1) СИСТЕМ РАМОВА И ТАЛПИ СЕ НЕ ПРОИЗВОДЕ У НАШОЈ ЗЕМЉИ
2) ДРЖАЊЕ ЧЕЛА ИСКОПА ЈЕ ОТЕЖАНО ЗБОГ ПОМЕРАЊА РАМОВА
3) ВЕЋИ БР ХИДРАУЛИЧКИХ ПРЕСА ИЗУСКУЈЕ ВЕЋЕ ТРОШКОВЕ

ПРИМЕНЈУЈЕ СЕ У НЕКИМ СТЕПЕНИ НАСАМА КАДА ЈЕ ПОТРЕБНО РАЗМАК ИЗМЕЂУ ЧЕЛА ИСКОПА И ТУНЕЛСКЕ КОНСТРУКЦИЈЕ СВЕСТИ НА НАЈМАЊУ МЕРУ

НОШЕ У ТРАДИЦИЈИ УСЛОВИМА ЈЕР СЕ НЕ ДОБИЈАЈУ ВЕЛИКА СЛЕГАЊА НА ПОВРШИНУ ТЕРЕНА

45) Основне димензије и конструкција челичног штита

Метода челичног штита - трајеће титела у пуном профилу са чела под заштитом челичног омотача који се циклично помера напред.
Тунелска конструкција је од неотпавних елемената који се формирају на крају челичног омотача - штита.

Отопавни елементи могу бити од гиветог гвозђа, челика и АБ

* пречник штита: $D_s = D + 2(d_k + d_s + z)$ D - пречник светлог отвора

d_k - пречник конструкције

d_s - пречник штита (унутрашњи)

z - зазор

* дужина штита: $L_s = L_n + L_p + L_{os}$

L_n - дужина пошта ($1 \pm 1,2m$)

L_p - дужина пресе

L_{os} - дужина омотача

* потребна сила хидрауличких преса

$P = F_s \cdot (W_1 + W_2 + W_3)$ W_1 - сила трења између штита и стеноке масе

W_2 - сила трења између омотача штита и тунелске конструкције

W_3 - отпор стеноке масе при продору пошта

* конструкција штита:

основни конструктивни елементи:

1) Пошви - за деловито резање и то углавном у неким случајевима

2) Потпорни прстен - на њега се ослањају хидрауличке пресе.
За одлагање дела омотача иза пошта штита

3) Омотач - за заштиту

4) Преграде - деле челични штит на независне радне просторе

5) Хидрауличке пресе - служе за померање штита напред.
Распоредете по целом осуму

46) МЕХАНИЗОВАНИ ШТИТ ЗА РАД У НЕКОХЕРЕНТНИМ МАТЕРИЈАЛИМА

У некохерентним срединама велику примену има штит са активним хоризонталним преграђањима.

Преграђе могу бити 1. стабилне
2. покретне

Распојање између плоча зависи од угла унутрашњег трења

* Хидрауличним путем се штит утискује у стенеку наочу за дужицу преграђе. Материјал који се налази на полицама приликом даљег кретања штита пада на транспортну траку.

* Када се тунели граде у муљу или водом заштитом песковитом гљу примењује се штит који има херметички затворени вертикални преграђу

У пракси се користе 2 система: 1) са привентном кононом
2) са мултим пунтама

47) ГРАЂЕЊЕ ТУНЕЛА МЕТОДОМ МЕХАНИЗОВАНОГ ШТИТА СА ВАЗДУХОМ ПОД ПРТИСКОМ

Примењује се у:

- 1) водом заштитним песковина
- 2) водонепропусним нестабилним срединама
- 3) приликом грађења тунела испод речног корита када постоји могућност продора воде
- 4) када је магла висина надслоја
- 5) када тунелска цев пролази испод течења објекта

Користи се да би се спречио продор воде, и то помоћу притиска ваздуха, применом КЕСОНСКЕ МЕТОДЕ

Притисак сабијеног ваздуха мора бити већи од притиска воде

Притисак сабијеног ваздуха зависи од:

- 1) хидростатичког притиска
- 2) висине надслоја до подземање воде
- 3) величине тунелског профила

48) МЕХАНИЗОВАНИ ШПИТ ЗА РАД У ВОДОЗАШТИТНОМ МАТЕРИЈАЛУ

ХИДРОШТИТ

(59)

ИЗА ОТКОПАТЕ ГЛАВЕ СЕ НАПАЗИ ЧЕЛИЧНА ПРЕГРАДА ТАКО ДА СЕ ВОДА, ВЛАЗУЋА ПОД ПРИТИСКОМ И БЕНТОНИТ ДОВОДЕ У ГОЉИ ДЕО ПРЕГРАДЕ. НА ТОМ ПРОСТОРУ СЕ СТВАРА ВЛАЗУЋИ ПРИТИСАК КОЈИ ДЕЛУЈЕ НА БЕНТОНИТ ЕМУЛЗИЈУ.

КОРИСТИ СЕ ХИДРОШТИТ, ЈЕР ЈЕ ГРАЂЕЊЕ ТУНЕЛА ПРИМЕТНОМ КЕСОНСКОМ МЕТОДОМ ОТЕЖАНО, ЗАХТЕВА ВЕЛИКУ ПРИДРЖУ И КВАЛИФИКОВАЊУ РАДНИХ СИЛА.

ИСТОПАНИ МАТЕРИЈАЛ СЕ ИСПУМПАВА И ВРШИ ОДВЛАЖЕ ТЕЧНЕ ФАЗЕ ВОДЕНИХ КОМПАНА. СУСПЕНЗИЈА СЕ ОСВЕЖАВА И ДЕПОНИЈЕ У РЕЗЕРВОАР ЗА ЕМУЛЗИЈУ, ОДАКЛЕ СЕ ПОПОВО ВРАТА У ТУНЕЛ КОМПАНИ СТЕПЕ ИЛИ НА ДРОВИЛИЦУ И ДОБУЈАЈУ СЕ ФРАКЦИЈЕ КОЈЕ СЛУЖЕ ЗА СПРАВЉАЊЕ ЕМУЛЗИЈЕ.

ПОТРЕБНО ЈЕ ОДРЖАВАТИ НЕКОЈИ ПРИТИСАК НА ЧЕЛУ ИСТОПА

49) МЕТОДА УТИСКИВАЊА ПУНОГ ПРОФИЛА КРУЖНОГ ПРЕСЕКА

(60)

ПРИМЕНЈУЈЕ СЕ ЗА МАЛЕ ПРЕСЕКЕ, ИСПОД САОБРАЋАЈНИЦА А УСЛОВ ЈЕ ДА СЕ НЕ ВРШИ ПРЕКИД САОБРАЋАЈА.

КОРИСТИ СЕ КОД ГРАЂЕ ХИДРОТЕХНИЧКИХ, ПЕШАЧКИХ И ТУНЕЛА ЗА ИНСТАЛАЦИЈУ У НЕКИХ НЕКОХЕРЕНТНИХ СЕПАТИКА КИДА ИЛИ МАЛУ ВИСИТУ НАДСЛОЈА ОБЛИК ПОПРЕЧНОГ ПРЕСЕКА: КРУЖНИ, ПРАВОУГАОНИ И ЗАСВЕДЕЉИ.

АНАЛОГНО МЕТОДИ ЧЕЛИЧНОГ ШПИТА ПЛАЗИ ЕЛЕМЕНТИ СУ: НОЖИ, НЕВ СА ВИШЕ ЕЛЕМЕНТАТА, ХИДРАУЛИЧКЕ ПРЕСЕ, ПЛОЧА И КОМОРА.

АКО СУ ПРЕСЕ ВЕЛИКЕ ДУЖИНА КОРИСТЕ СЕ РЕЛЕЈНА ПОСТРОЈЕЊА

ПОСТУПАК: ПОТТИРА СЕ ПОСТРОЈЕЊЕ У РАДНУ КОМОРУ КОЈА ИМА ХИДРАУЛИЧКЕ ПРЕСЕ ОСЛОЂЕНЕ ЈЕДНИМ КРАЈЕМ НА ЕЛЕМЕНТЕ А ДРУГИМ КРАЈЕМ НА ОСНОВНЕ ПРЕСЕ. КАДА РЕЛЕЈНА ПРЕСА ПРОДРЕ НАПРЕД, СТИЖА СЕ ЕЛЕМЕНТ КОЈИ САДА УТИРЕ НА РЕЛЕЈНЕ И ОСНОВНЕ ПРЕСЕ.

50 ГРАЂЕЊЕ ТУНЕЛА ПОД ВОДОМ

(61)

Постоје 2 начина грађења 1) ПОМОЋУ КОСОТА
2) ПОМОЋУ ПОТАПАЊА ЕЛЕМЕНАТА

Принета зависи од величине профила, дужине тунела, висине водостата реке и стања реке корита

* ГРАЂЕЊЕ ТУНЕЛА ПОМОЋУ КОСОТА

Тунел се подели у деонице дужине 15-40м са неусобним размацим 1-1,5м. За сваку деоницу се уради косонска конора заједно са тунелском конструкцијом. Крајеви деонице се зацртају пре спуштања кроз воду па се транспортују до места уградњавања, доврше и потапају до речног корита. Постепеним откопавањем у радној конори спуштају се до пројектоване коте. Конора косога се по завршетку испуни збоном МВЛО.

* ГРАЂЕЊЕ ТУНЕЛА ПОМОЋУ ПОТАПАЊА ЕЛЕМЕНАТА

Примењује се када је могуће ископати ^{за тунел} ров ^{у реци} корити са стране. Елементи тунела су херметички затворени са обе стране, пуне се водом и спуштају на дно. Ти елементи се спајају и на крају се одозго и са стране заштитију плитком песком или каметом. Спајају се помоћу туне која се уграђује на челу.

51 МЕТОДЕ ГРАЂЕЊА ПЛИТКО ПОЛОЖЕНИХ ТУНЕЛА (62)

Плитко положени тунели се обично граде са површине терена

Тунел се ради у отвореном усеку који мора имати стабилне косине

После извођења хидроизолације, тунел се покрива земљом. Површина терена се враћа у првобитно или новопроековано стање.

Ова метода се не може увек примењивати због својства стенок масе, утицаја других објеката и у урбанизованим срединама

ГРАЂЕЊЕ: 1) БЕРЛИНСКА

2) АБ ДИЈАФРАГМЕ

3) ЈАРСЕН ТАЛПЕ

4) ВЕРТИКАЛНА ОКНА

(52) БЕРЛИНСКА МЕТОДА ГРАЂЕЊА ТУНЕЛА

(63)

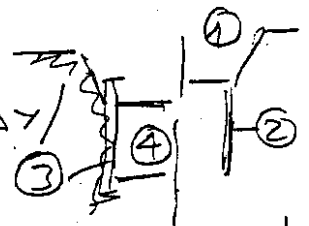
Уколико је могуће претходно се врши ископ у отвореном тј. ископ горњег дела без подграде. Затим се раде бушотине са заштитном колоном. Оне се изводе са површине терена или са коте на којој је завршена фаза ископа.

У бушотине се постављају челични профили, а да се бушотине не заруше приликом вађења заштитне колоне оне се испуњавају сувим песком после уграђивања профила.

Носачи се постављају на растојању $1-1,5m$. Ископ између носача је потпуно механизован. На сваких $0,5-1m$ дубине се постављају дрвене или АБ талпе које се затежу клиновима.

ПРЕДНОСТИ: 1) БРЗ И СИГУРАН РАД СА ПРИМЕТОМ ЗАЧЕ МЕХАНИЗАЦИЈЕ
2) ЈАКА И СОПЦИЈА ИЗРАДА ТУНЕЛА
3) МАЊА ЦЕНА

МАНА: 1) ОГРАНИЧЕН ПЕРИОД ГРАЂЕЊА / УЗДУЖНОМ ПЕРИОДУ /
2) ОГРАНИЧЕНА ДУБИНА (МАХ $5m$)
3) ИЗМЕСТАЊЕ ИНСТАЛАЦИЈА
4) СТВАРАЊЕ БУКЕ И ПОТРЕСА ПРИ ДОБУВАЊУ ЗАШТИТНЕ КОЛОНЕ



(53) ПРИМЕНА АБ ДИЈАФРАГМИ У ГРАЂЕЊУ ТУНЕЛА

(64)

Циклуси рада: ископ, израда и испуњавање арматурног коша и бетонирање. Прво се ураде уводнице од бетона или челика за заштиту ивица ископа и држање правца.

Ископ се ради специјалним машинана у ламелана од $2-10m$ зависно од састава терена, под заштитом експензије.

Ископ се ради граблицом која је везана за багер.

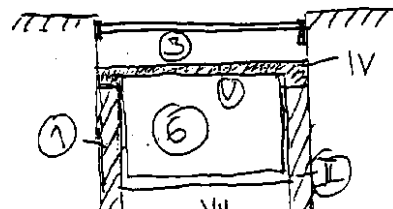
Суплензија слуги за осигурање уског и дубоког просека у току ископа и бетонирања. Справља се од бетонита, висококвалитетних глина и разређених природних глина.

Арматурни кош се ради на основу пројекта у коме је проверена стабилност дијафрагме то фазам грађења и у фази експлоатације.

Бетонирање се врши без прекида, контракторском методом.

Дијафрагму замењују шипови који се бетонирају у тлу. Прво се ураде ниски од нискиралиног, а после ниски од АБ. Нискиралини се делимично замењују за постизање континуираног зида.

Пречник шипова од $0,8-1,5m$



(54) ГРАЂЕЊЕ ВЕРТИКАЛНИХ ОКНА ИЛИ "ШАХТОВА" ОДОЗГО НАВИШЕ

(55)

Окна су вертикалне или косе ползенте грађевине. Граде се у чврстим и у меким стенама.

У чврстим стенама се примењује Алмакова метода:

Изнад лифта, за превоз људи, се налази платформа погодна за тешке услове рада, са које се врши бушење минских бушотина, пуњење експлозивом и уклањају се нестабилни делови стене. Опрема се креће на великој уграђеној мото-војници, а не на истовремено уграђене чеви за компримовати ваздух и воду.

После напредовања за одређену дужину врши се уграђивање анкера за који се причвршћује мото-војница. Оваква опрема на погон ваздуха под притиском (компримовати) је и економичнија за израду окна на њих пресека и за велике бушине.

Ако су окна великих пресека приступак је следећи:

Прво се кроз средњу пресека изради "плутко окно" до површине терена. На њега пресека онда се одо проширује тако што се израде хоризонталне минске бушотине.

(55) ГРАЂЕЊЕ ВЕРТИКАЛНИХ ОКНА ИЛИ "ШАХТОВА" СА ПОВРШИНЕ ТЕРЕНА

(56)

Скупље и спорије грађење

- Обиру се ископане контуре се врши широким и пресавитим бетонометом или се поступно ради бетономским протечом.

- У меким стенама:

Ради се са дрветом подградом квадратних пресека. Окно се ради од монтажних елемената као приликом уклањања бунара тако што 1 елемент има се чубо у виду жонга.

- У водоносним слојевима погодна је примена замрзавања да ради спречавања кретања ползенте воде.

(56) УПОТРЕБА ЕКСПЛОЗИВА И ТЕХНИКА МИНИРАЊА

(67)

У моменту експлозије из експлозива се развијају велике количине гасова које својим снагом притискају стетну. Вибрације стварају велика напрезања услед чега се јављају пукотине у тластуе разарање стетне. Услед те експлозије, јављају се напрезања која се шире од центра експлозије у облику сферних зона.

У претутку експлозије у стетни се формирају 4 сферне зоне

1) зона разарања и одбацивања (стетна се уситњава у прашишту)

2) зона растресања и рушења

3) зона потреса са пуцањем стетне

4) зона потреса без промене у стетној маси

(57) ДИСПОЗИЦИЈА МИНИРАЊА

(68)

Дубина бушења је улажењост од дна бушотине до равни чела ископа. Дубине бушења зависи од врста грађевина. А дубина бушења утиче на структурна својства стетне, облик и површину попречног пресека тунела, опреме којом се изводе бушотине

- Задовољавајуће је ако се постигне: $L = 0,8 l_b$ L - дубина напредовања l_b - дубина бушења

- Пожељно је да једна стетна заврши све фазе рада 1 циклуса

- Пречник бушотине зависи од пречника патроне експлозива а они су $\phi 30, \phi 32, \phi 36 \text{ mm}$ а за савремене опремент $\phi 44 - \phi 75 \text{ mm}$

- Број бушотина зависи од својства стетне, пречника и дубине бушотине врсте експлозива...

- Приликом избора шеме минирања бира се да се најмањом количином експлозива и оптималним бројем бушотина постигне највећи ефекат

- Правилан одбор почетне-затонне митје је основни предуслов за постизање оптималног напредовања

Делимо их на 3 основне групе 1) коси затони

2) паралелни затони

3) конусовити затони

Коси затони могу бити пирамидални, клинасти, лезаста и конусовити. Пирамидални се користе за јако чврсте и хомогене стетне, бушотине су на размаку $0,2 - 0,4 \text{ m}$ а дубине за $0,2 \text{ m}$ од помоћних и периферних

Клинасти затони - фарови бушотина се постављају на размаку од 1 m , које су управљене једна према другој у облику клина под 45°

- У зависности од правца притиска слојева стетне разликујемо кровни, подни и бочни затон

58) КОНТУРНО МИНИРАЊЕ (69)

КАДА СЕ КОНТУРНЕ ИЛИ ПЕРИФЕРНЕ МИЊЕ ПРВЕ АКТИВИРАЈУ ТАКАВ ПОСТУПАК ЈЕ МИНИРАЊЕ СА ПРЕТХОДНИМ ОДВАЈАЊЕМ СТЕПЕНЕ МАСЕ / АЛИ УКОЛИКО СЕ ПЕРИФЕРНЕ МИЊЕ АКТИВИРАЈУ НА КРАЈУ ПОСТУПАК ЈЕ ПОЗНАТ ПОД НАЗИВОМ КОНТУРНОГ МИНИРАЊА (РАЗНО, ПЛАТКО МИНИРАЊА)

- ПРИНЦИП ПЛАТКОГ-КОНТУРНОГ МИНИРАЊА ЈЕ СТВАРАЊЕ УСЛОВА ЗА ОДВАЈАЊЕ СТЕНЕ ОД МАСИВА ПО ПРОЈЕКТОВАНОЈ КОНТУРИ И СНАЂИВАЊЕ ДЕЈСТВА ОСЛОБОЂЕЊЕ ЕНЕРГИЈЕ НА ОКОЛИШ СТЕПЕНУ МАСУ.

- НА РЕЗУЛТАТЕ УТИЧЕ РАЗНАК БУШОТИТА, ПРЕЧНИК БУШОТИТЕ, СТЕПЕН ПУЊЕЊА

- РАСТОЈАЊЕ БУШОТИТА $E_s = (1,2 \div 1,5) d_m$ $d_m = (2 \div 2,5) d_p$ d_m - ПРЕЧНИК БУШОТИТЕ

- НАЈБОЉЕ ЈЕ ТРЕЋИЊНО АКТИВИРАТИ СВЕ КОНТУРНЕ МИЊЕ. d_p - ПРЕЧНИК ПАТРОНЕ

ПРЕДНОСТИ 1) СНАЂЕЊЕ НЕПОТРЕБНОГ ЗАПРОФИЛСКОГ ИСКОПА

2) МОГУЋНОСТ ПРИМЕНЕ ЕКОНОМИЧНИЈИХ ТУНЕЛСКИХ КОНСТРУКЦИЈА МАЊЕ ДЕВЉИНЕ

3) ОЧУВАЊЕ СТАБИЛНОСТИ СТЕПЕНЕ МАСЕ ИЗВАН ПРОФИЛА ИЗБУДЖА

59) ТУНЕЛСКЕ МАШИНЕ ЗА ИСКОП КРУЖНИХ ПРЕСЕКА У ПУНОМ ПРОФИЛУ У ЧВРСТИМ СТЕПАМА (70)

ОПЕРАЦИЈЕ: ИСКОП, УГОВАР И ТРАНСПОРТ ИСКОПАНОГ МАТЕРИЈАЛА ДО ТРАНСП. СРЕДСТВА ИСКОПАНА КОНТУРА СЕ УГЛАВНОМ ОСИГУРАВА САОМ СВАРЦИМА

МАШИНА РАДИ НА ПРИНЦИПУ КРУЖНИХ РЕЗАЧА, СА РЕЗНИМ АПАТОМ КОЈИ ЈЕ ПРАВИЛНО РАСПОРЕЂЕН ПО БРОЈУ И ПОЛОЖАЈУ.

ПОСТОЈЕ 2 ТИПА МАШИНА:

1) РАЗРАЂЕ КОХЕЗИЈЕ СТЕПЕНЕ МАСЕ СА РОТАЦИЈОМ САОМ ЈЕДНОГ РОТОРА ТЈ САОМ ЈЕДНЕ ОТКОПНЕ ПЛАСЕ НА КОЈОЈ ЈЕ РЕЗНИ АПАТ, А ПРЕЧНИК ОТКОПНЕ ПЛАСЕ ОДГОВАРА ПУНОМ ТУНЕЛСКОМ ПРОФИЛУ

2) РАЗРАЂЕ КОХЕЗИЈЕ СТЕПЕНЕ МАСЕ СА ВИШЕ РОТОРА КОЈИ ИМАЈУ РЕЗНИ АПАТ И СОПСТВЕНУ ПУТАЊУ, АЛИ ЗАЈЕДНИЧКУ ОТКОПНУ ПЛАСУ ПРЕЧНИКА ТУНЕЛСКОГ ПРОФИЛА.

- ОТКОПНА ПЛАСА МОРА БИТИ СТАЊИТО ПРИПУЊЕНА НА ЦЕЛО ИСКОП И СТАБИЛНО У ТОКУ РАДА А ТО СЕ ПОСТИГНЕ

1) ОДУПИРАЊЕМ МАШИНЕ СА СТРАНЕ

2) ОДУПИРАЊЕМ ИЗА МАШИНЕ

3) ПОВЛАЧЕЊЕМ МАШИНЕ НАПРЕД ПОМОЋУ СВАРЦИ

ПРЕМА ЧВРСТОЦИ СТЕПЕНЕ ДЕЛЕ СЕ НА:

1) ЗА РАД У ВЕОМА ЧВРСТИМ СТЕПАМА ($B \leq 180000 \text{ kN/m}^2$)

2) ЗА РАД У ЧВРСТИМ СТЕПАМА ($B = 40000 - 100000 \text{ kN/m}^2$)

3) ЗА РАД У СЛАБИМ СТЕПАМА ($B < 40000 \text{ kN/m}^2$)

- ПОТРЕБНО ЈЕ ИСПИТАТИ ОПРАВАЊНОСТ ПРИМЕНЕ ЗБОГ УГРОШКА РЕЗАЊА АПАТА У ВЕОМА ЧВРСТИМ СТЕПАМА

РЕЗНИ АПАТИ СЕ ПРЕМА НАЧИНУ РАДА ДЕЛЕ НА:

1) АПАТЕ КОЈИ РАЗАЂАЈУ СЕЊУ УПРАВНО НА ПРАВАЦ ТУНЕЛА И ПАРАЛЕЛНО

60 ПРИМЕНА ПРСКАНОГ БЕТОНА (71)

Први пут је примењен у Пенсилванији 1912 год. а касније и у Немачкој под називом торкет.

Првенствено се примењивао код хидротехничких тунела са унутрашњим притиском и то као неармираног и армираног торкета. Код нас се назива "прскати бетон" и мазати бетон, али се у пракси засигурно назив "торкет" ако му је дебелина ≤ 5 cm а за веће дебелине прскати бетон тј мазати бетон.

61 ПРИМЕНА СИДРЕЊА (72)

Сидрење стенске масе је поступак побољшања механичких карактеристика којим се постиже:

- 1) стабилизација ископа
- 2) побољшање напонског стања у терету
- 3) побољшање стања стенске масе

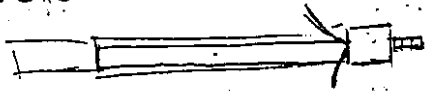
Имамо 2 случаја примене сидрења:

- 1) као унапреду предвиђену меру обухватају пројектом
 - 2) меру у циљу сапашање оштећења или спречавање рушења
- Сидрење је ефикасно у случају еластичних својстава, а најбоље у пластичним.

62 НАЧИН ДЕЈСТВА СИДРА И ДЕЛОВИ СИДРА (73)

Основни делови сидра:

- 1) котва (глава)
- 2) тело анкера
- 3) навој на крају сидра
- 4) подопшта плочи
- 5) матрица за прикваше
- 6) бушотина



Претходно се изведе бушотина у коју се убацује сидро и укотви се у дубину стенске масе.

Механичка активност сидра се може описати на 2 начина:

- 1) за повезивање стених блокова који имају тенденцију испадати у фази ископа, то су пасивни анкери, активирају се при деформацији у терету
- 2) формирају ново напонско стање - активни анкери

Прорачун пасивног анкера се своди на димензионисање тела сидра и котве који могу да издрже тежити блока.

- Преднапрегнута сидра уносе нормалне напоне на зидове подземенне конструкције и тако се око контуре образује преднапрегнута пружина.

Основни елементи сидрења су:

- 1) оптималан положај у простору
- 2) распоред и густота сидра
- 3) начин претоварења шле на површини
- 4) димензија сидрења (котве)
- 5) сила у сидришту оптимално је

да је иста сила у телу, котви и на ослободу.

Сила котваења се постиже експанзијом и адхезијом на достоје експанзијом и адхезијом сидра.

63) ЕКСПАНЗИОНА СИДРА (74)

Непосредно после уградивања се дозволе у контакт са зидом сушотите разликујемо 1) сидро чија се котва формира помоћу клина и расцепке
2) сидро са котвом од експанзионе чауре

Сидро са котвом од клина и расцепке - састоје се од шипке пречника $\approx 25\text{mm}$. На месту котве шипка је засечена $2-3\text{mm}$ а на другом крају има навој. На месту где је шипка засечена налази се признати чан клин дугачине засека.

Приликом монтаже клин се ослаба на дто сушотите. Под дејством силе се увлачи у засека и шири шипку. Потискивање се врши пнеуматским ударним алатом.

Носивост анкера је већа ако је пречник котве већи. Међутим већи пречник котве захтева повећање тела анкера. У том случају није коришћена носивост тела анкера. Обично се ради котва са већим пречником, а глава и тело сидра са мањим.

Предности: 1) лака и брза производња

2) монтажа је лака, брза.

Недостаци: активирање котве је могуће само ако је дто сушотите извор

СИДРА СА ЕКСПАНЗИОНОМ ЧАУРОМ:

Делови: 1) језгро са навојем.

2) чаура

3) тело анкера

4) плочица-подметач

5) глава за навijaње

Језгро клизи унутар чауре која има способност ширења, а језгро је везано са телом анкера.

Сидро се дели на 2 групе: тело анкера се окреће и преко навоја коју пролазе кроз језгро трапезастог покрета у односу на чауру чиме се постиже експанзија. Тело анкера се чврсто везано са језгром и због то се трапезастог помера у односу на чауру помоћу матице.

⑥4 АТХЕЗИОНА СИДРА

(75)

Принцип је АТХЕЗИЈА: СИДРО-МАЛТЕР И МАЛТЕР-СТЕТИСКА НАСА

- 1) МАЛТЕР СЕ УПАЊУЈЕ У БУШОТИНУ ПОСЛЕ СИДРА
- 2) СИДРО СЕ УПАЊУЈЕ У БУШОТИНУ ПОСЛЕ МАЛТЕРА

Тело сидра може бити од округлог или рапавог челичног профила или од сплета челичних нитица или утисака.

- ВРСТЕ ВЕЗИБА
- 1) МАЛТЕР СА ЕКСПАНЗИВНИМ ЦЕМЕНТОМ
 - 2) ПОЛИЕСТЕРСКЕ СМОЛЕ

Зградничке особине свих АТХЕЗИОНИХ СИДРА:

- 1) ПРИМЕТА У СВИМ ВРСТАМА СТЕНСКИХ НАСА (ИЗУЗЕВ ГЛИТОВИТИХ)
- 2) ВЕЋА ДУЖИНА (ОД 3м ПА НАВИШЕ)
- 3) СИЛА ПРЕДНАПРЕЗАЊА ОД 100-40000 KN

У ЗАВИСНОСТИ ОД НАЧИНА НА КОЈИ СЕ ВЕЗИБО УПАЊУЈЕ У БУШОТИНУ ПОСТОЈЕ

- 1) SN АНКЕРИ
- 2) АНКЕРЕ ТИПА "ПЕРФО"
- 3) АНКЕРЕ СА СИНТЕТИЧКИМ СМОЛНА

SN АНКЕРИ - БУШОТИНА СЕ ИСПУЊАВА НАСОМ: ЦЕМЕНТ, ВОДА, ПЕСАК, АДМИВИ

ПЕРФО АНКЕРИ - ОД ПЕРФОРИСАНЕ ЦЕВИ ОД 2 ДЦА КОЈА СЕ ИСПУЊАВАЈУ МАЛТЕРОМ. Онда се УВАЊИ У БУШОТИНУ А ЗАТИМ СЕ УПАЊУЈЕ ТЕЛО АНКЕРА И УТИСКУЈЕ У ЦЕМЕНТИ МАЛТЕР КОЈИ ИЗЛАЗИ ИЗ ПЕРФОРИСАНЕ ЦЕВИ И ПОПУЊАВА ПРОСТОР ИЗМЕЂУ ЦЕВИ И ЗИДОВА БУШОТИНЕ. ТАКО СЕ ОСТВАРУЈЕ АТХЕЗИЈА ИЗМЕЂУ СТЕНЕ-МАЛТЕРА-ТЕЛА АНКЕРА

НЕ ЗАХТЕВАЈУ ИНЈЕКТИРАЊЕ НИ ЦЕВ ЗА ИСПУЊАЊЕ Ваздуха КАО SN АНКЕРИ.

НЕДОСТАТАК - КОТВЉЕЊЕ СЕ ОСТВАРУЈЕ СА РЕЛАТИВНО МАЛО МАЛТЕРА ПА ТРЕБА ТЕЖИТИ ДА ПРЕЧНИК БУШОТИНЕ БУДЕ НЕШТО ВЕЋИ ОД ПЕРФОРИСАНЕ ЦЕВИ

АНКЕРИ СА СИНТЕТИЧКИМ СМОЛНА - НАЧИН УПАЊИВАЊА ЈЕ СЛИЧАЊ КАО ПЕРФО. КОРИСТЕ СЕ ПАТРОНИ ОБАВУРЕЊИ ИЗБУШЕЊЕМ ПЛАСТИКОМ У ПАТРОНУ ЈЕ СИНТЕТИЧКА СМОЛА. БРЗА ИНТЕРВЕЊЦИЈА, СМОЛЕ СУ ДОСТА ИНЕРТНЕ НА УТИЦАЈ АГРЕСИВНИХ ВОДА ТАК ЗАХТЕВАЈУ СТРУЧНУ СИТАЈУ И СКУПИ СУ

⑥5 ДУГАЧКА ПРЕДНАПРЕГНУТА СИДРА

(76)

Представљају посебну врсту анкера, пре свега по својој конструкцији од КАСЛОВА или УТАЈИ ОД ВИСОКОВРЕЊНОГ ЧЕЛИКА И ПО ТЕХНОЛОГИЈИ ПРЕДНАПРЕЗАЊА СЛИЧНО БЕТОНСКИМ КОНСТРУКЦИЈАМА.

- ПРИМЕЊУЈУ СЕ ЗА ТУНЕЛЕ ВЕЋИХ ДУЖИНА ИЛИ ЗА ОСИГУРАЊЕ КОСИТЕ ПОРТАЛА У НЕСТАБИЛНОМ ТЕРЕЋУ

ПРЕДНОСТИ - ПРИМЕЊУЈЕ СЕ У СВИМ ТЕРЕТИМА, ВЕЛИКА СИЛА ПРЕДНАПРЕЗАЊА ВЕЛИКА ДУЖИНА, ВЕЛИКА СИГУРНОСТ И ЕФИКАСНОСТ КОТВЉЕЊА

66 ДИМЕНЗИЈЕ И РАСТОЈАЊА СИДАРА (77)

Потребно је одредити димензију анкера, пречник и растојање анкера димензија анкера

$$l_a = l_k + l_t + l_n$$

l_k - димензија котве

l_n - димензија нивоја

l_t - димензија тела анкера

УСЛОВИ:

- 1) Сила затезања не сме да пређе дозвољеном чврстоћу на затезање
- 2) Носивост сидрења треба да је \geq сили затезања у сидру уветања за F_s

- Димензија котве се одређује из услова да је сила чупања вета или је - ДИНАКА СИЛИ ЗАТЕЗАЊА. Претпоставља површину стеное је ОМОТАЧ КУПЕ НА КОЈУ ДЕЛУЈЕ СМИЧУЋИ НАПОН СТЕПЕНЕ - НАСЕ ПА ЈЕ

$$N_{ST} = l_k^2 \cdot J \cdot \sqrt{2 \cdot \tau_{ST}} \geq N_{ZA} = F_a \cdot b_{a2} \Rightarrow l_k = \sqrt{\frac{0,225 \cdot F_a \cdot b_{a2}}{\tau_{ST}}} - \text{ЕКСПАИЗУОТИ АНКЕРИ}$$

$$l_k \geq \frac{N_a}{J \cdot D_b \cdot \tau_{ST}}$$

D_b - пречник бушотине

N_a - допуштена носивост анкера

АТХЕЗИОНИ

67 ПРИМЕНА ИНЈЕКТИРАЊА У ПОДЗЕМНИМ КОНСТРУКЦИЈАМА (78)

ИНЈЕКТИРАЊЕ - УПСКИВАЊЕ ИНЈЕКЦИОНЕ СМЕСЕ (СУСПЕНЗИЈЕ ЦЕМЕНТА СА ДОДАЦИМА) У ЗАБОР (МЕДПРОСТОР ОБЛОГЕ И СТЕПЕНЕ НАСЕ) И У ШУПЛИНЕ КАО И НАКНАДНО ОЧВРШТАВАЊЕ ИНЈЕКЦИОНЕ СМЕСЕ

Поступке се:

- 1) ИСПУЊАВАЊЕ ШУПЛИНА
- 2) ПОВЕЗИВАЊЕ И ХОМОГЕНИЗАЦИЈА СТЕПЕНЕ НАСЕ
- 3) ПОВЕТАВАЊЕ КРУТОСТИ И ЧВРСТОТЕ СТЕПЕНЕ НАСЕ
- 4) ПРЕДНАПРЕЗАЊЕ СТЕПЕНЕ НАСЕ И ОБЛОГЕ

68 ГЕОТЕХНИЧКЕ МЕЛИОРАЦИЈЕ У ТУНЕЛОГРАДЊИ (79)

ГЕОТЕХНИЧКЕ МЕЛИОРАЦИЈЕ - ПОВЕЋИВАЊЕ КВАЛИТЕТА ТЕРЕТА

ИНЈЕКТИРАЊЕ 1) ЗА ПЛУТКО ПОЛОЖЕЊЕ ТУНЕЛА - СА ПОВРШИНЕ ТЕРЕТА

- 1) ЗА ПЛУТКО ПОЛОЖЕЊЕ ТУНЕЛА - СА ПОВРШИНЕ ТЕРЕТА
- 2) ЗА ДУБОКО ПОЛОЖЕЊЕ ТУНЕЛА БУШЕЊЕ И ИНЈЕКТИРАЊЕ ИСПРЕД ЧЕЛА ТУНЕЛА

НЕТО УТРОШАК ИНЈЕКЦИОНЕ НАСЕ 30-50% ОД ШУПЛИНА
БРУТО УТРОШАК 2-3 ПУТА ВЕЋИ

2) ЗАМРЗАВАЊЕ ДТ ОД 30° ДО -40°С

КОРИСТИ СЕ - АМОНИЈАК (СТАРИ НАЧИН)

- ТЕЧНИ АЗОТ (САВРЕМЕНИ НАЧИН)

КОД ЗАМЕЋИВАЊА СЕ СТВАРАЈУ СОЧИВА ЛЕГА И ПОВЕЋАВА ЗАПРЕМИТА ПЛА

3%
ЗОНА ЗАМЕЋИВАЊА ЗАВИСИ ОД ДТ И ОД ТРАЈАЊА (ИНДЕКС МРАЗА)

80) 69) МЕРЕЊА ДЕФОРМАЦИЈА У СТЕНСКОЈ МАСИ И КОНСТРУКЦИЈИ

Чиме је добијање података који доприносе исправном димензионисању система осигурања ископаног профила и контактне тунелске конструкције користи се низ метода:

- 1) мерење конвергенције
- 2) мерење промене обима
- 3) мерење деформације подупити
- 4) мерење напрезања у конструкцији
- 5) мерење удара

81) 70) МЕРЕЊЕ НАПРЕЗАЊА У СТЕНСКОЈ МАСИ (ИСТО КАО 69)

82) 71) МЕРЕЊЕ КОНВЕРГЕНЦИЈЕ:

Мерење конвергенције је одређивање промене растојања између више парова репера уграђених на контури тунелског профила (у стенску масу, прскати зетон...)

- Интерпретацијом података добијених мерењем добијају се величине померања, а свако мерење промене растојања између 2 репера је једначица

- Ако је број репера потребно је имати $M = 2N - 3$ мерних праваца (3 је број чепети слободне круте фигуре у равни)

- Ако имамо велики број мерења онда је систем ј-на предарежен па у том случају треба применити неки од метода оптимизације

- Уређаји за мерење конвергенције су претенцио нехатички и за мерење се користи: телескопска цев, мерна трака и уређај за затезање

- Један од уређаја је и паличка којом се одређује дугина мерних била дефинисаних крајњим тачкама репера

83) 72) МЕРЕЊЕ ПРОМЕНЕ ОБИМА ТУНЕЛСКОГ ОТВОРА

По контури тунелског отвора се уграђују реперни тачке на којима су причвршћени тачки. Преко тачки се затеже мерна трака која се причвршћује на почетном реперу а на последњем се повезује преко опруге па се налазе уређаји за читање.

84) 73) МЕРЕЊЕ ДЕФОРМАЦИЈЕ ПОДУБИТИ

Мерење деформације подупити је мерење релативних померања појединих тачака у стенској маси. Врши се на простим деоницама и у контролним профилима.

- Помоћу нице или шипке затегнуте у бушотити мери се релативно померање једне тачке (тачке фиксирања нице) у односу на другу тачку-мерну плочу

- Уграђивањем у једној бушотити више оваквих ница чији су крајеви фиксирани на разним дубинама добија се вишеструки експанзиметар

Померања се читају на мерној плочи помоћу инструмената.

(74) МЕРЕЊЕ НАПОНА У ОБЈЕКТУ И НА КОНТАКТУ ТУНЕЛСКЕ КОНСТРУКЦИЈЕ

(85) И СТЕНСКЕ МАСЕ

Методом непосредног мерења заснивају се на томе да се путем различитих инструмената који се постављају на спољну конструкцију тунела и региструју се величине сила које делују на конструкцију. Користе се дијаметри, разне ћелије, акустична метода, метода на бази промене отпора.

Око спољне контуре тунела, непосредно пре бетонирања и постављања подградје, постављају се флексибилне ћелије од глина. Ове ћелије су снабдеване манометрима. Овакав уређај је изразито осетљив на промену интензитета оптерећења и омогућава да се опажања могу вршити на тунелској објекту.

ДЕО 4

(15) АПРОКСИМАЦИЈА НАПОНСКО-ДЕФОРМАЦИЈСКИХ ПРОЦЕСА ПРИ СТАТИЧКИМ АНАЛИЗАМА ТРАЈАНТИХ ОБЈЕКТА (86)

Постављање напонско-деформацијског проблема јесте преводјење реалног физичког проблема на математички језик и своди се на:

постављање једначина које морају да задовоље решења проблема. Решавање напонско-деформацијских проблема се врши применом аналитичких или нумеричких метода.

Основна апроксимација је змечта реалне дискретне, а дискретизације стенске структуре континуумом. Ова претпоставка да се стенска маса понаша као континуум је оправдана у решавању проблема у којима су димензије тунела знатно веће од растојања руковања у стени.

Напонско деформацијски проблем у математичкој форми је гранични проблем чија решења морају да задовоље систем ј-на: УСЛОВЕ КОМПАТИБИЛНОСТИ, УСЛОВЕ РАВНОТЕЖЕ, НАПОНСКО-ДЕФОРМАЦИЈСКЕ РЕЛАЦИЈЕ СТЕНСКЕ МАСЕ, КОНТУРНЕ УСЛОВЕ ПО ПОНЕРАЋИНА И СИЛАМА.

Постављање напонско-деформацијског проблема подразумева постављање СТАТИЧКОГ СИСТЕМА ОПТЕРЕЋЕЊА

МОДЕЛА МАТЕРИЈАЛА

— математички модел деформацијског процеса јесте деформација:

— математички модел

— оптерећење

— математички модел

87 76 СТАТИЧКИ СИСТЕМ У АНАЛИЗИ ПОДЗЕМНИХ ОБЈЕКТА

Статички систем је систем услова у којима се статика маса налази са подградном конструкцијом и које могуће прописати за померања, деформације и силе у анализираном простору

- Статички систем се мења у ф-ји напредовања грађеве

- У постављању статичког система за анализу основно је одређено де

дводимензионални или тродимензионални систем

Оптерећења: 1) примарно напонско стање

2) гравитација

3) силе услед струјања подземне воде

4) спољашње силе

5) корисно оптерећење

6) сеизмичка оптерећења

7) температурне промене

Модел материјала - је кључни део било којег математичког модела, у геотехнику дефинисати модел значи да за сваку квазихомогену структуру као треба одабрати репрезентативни тип везе напона и деформација и потом одредити параметре својствених конститутивних релација

77 МОДЕЛИРАЊЕ ПОНАШАЊА МАТЕРИЈАЛА У СТАТИЧКИМ ПРОРАЧУНИМА ПОДЗЕМНИХ КОНСТРУКЦИЈА

Напонско деформацијска анализа подземног објекта је тродимензионални проблем, али се често може анализирати приметном дводимензионалног, проблема, и тада решења се разликују у мери која не утиче на инжињерску одлуку

- Први корак у дефинисању статичког система је узорење претпоставке о разном стању деформације

- Грађевина између квазихомогених зона се дефинише за сваки случај понашања, на основу инжињерско-геолошког модела терета исто важи и за дефинисање дисконтинуитета али треба имати у виду да то зависи од од размене проблема. Ово значи да се једна пукотина може третирати као део истог пукотинског система који се опет посматра као део квазиконтинуалне структуре масе, док се у другом случају иста пукотина мора дефинисати као реални дисконтинуитет.

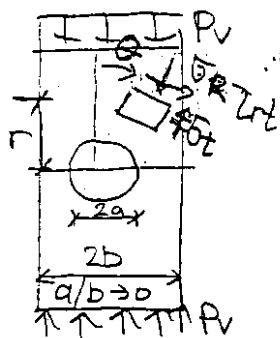
- Контура подземне просторице и преградна конструкција се мењају током изградње објекта

Стање подземног објекта је ф-ја времена и хаптивности чела ископа од посматраног попречног пресека

- Показатељи стања су: померање контуре и напрезања на контури

**78) НАПОНСКО-ДЕФОРМАЦИЈСКА СТАЊА ОКО КРУГЛОГ ПОДЗЕМНОГ
89) ОБЈЕКТА У ЕЛАСТИЧНОЈ СРЕДИШТИ (КИРШОВЕ ЈНЕ)**

ИЗРАДОМ ПОДЗЕМНОГ ОБЈЕКТА НАПОНСКО СТАЊЕ СЕ МЕЊА ТАКО ДА ОКОЛНА СТЕЊКА
МАСА ПРИМА НАПОНЕ КОЈИ СУ ВЛАДАЈУ НА ТОМ МЕСТУ



П.П. ЕЛАСТИЧНА, ХОМОГЕНА, ИЗОТРОПНА СТЕЊКА МАСА

$$\sigma_r = \frac{P}{2} \left[(1+\lambda) \left(1 - \frac{a^2}{r^2}\right) + (1-\lambda) \left(1 + 3\frac{a^4}{r^4} - 4\frac{a^2}{r^2}\right) \cos 2\alpha \right]$$

$$\sigma_t = \frac{P}{2} \left[(1+\lambda) \left(1 + \frac{a^2}{r^2}\right) - (1-\lambda) \left(1 + 3\frac{a^4}{r^4}\right) \cos 2\alpha \right]$$

$$\tau_{rt} = \frac{P}{2} \left[(1-\lambda) \left(1 - 3\frac{a^4}{r^4} + 2\frac{a^2}{r^2}\right) \sin 2\alpha \right]$$

P - ВЕРТИКАЛНИ ПРИТУСАК

γ_{st} - ЗАПРЕМЛЕНА ТЕНЗИЈА СТЕЊЕ

λ - ОДНОС ВЕРТИКАЛНИХ И ХОРИЗОНТАЛНИХ ПРИТУСАКА

m - ВИСИНА ПЛОСКОЈ

α - ЦЕНТРАЛНИ УГАО

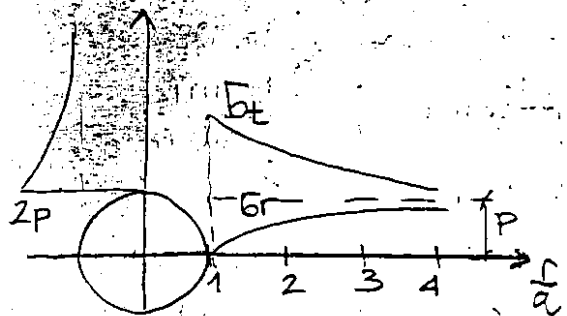
a - ПОЛУПРЕЧНИК КРУГЛОГ ОТВОРА

ЗА ЕЛАСТИЧНУ СРЕДИШТУ ИЗЛОЖИТЕ ХИДРОСТАТИЧКОМ ПРИТУСАКУ:

$$\sigma_r = P \left(1 - \frac{a^2}{r^2}\right) = \gamma_{st} m \left(1 - \frac{a^2}{r^2}\right) \quad P_v = P_h \Rightarrow \lambda = 1$$

$$\sigma_t = P \left(1 + \frac{a^2}{r^2}\right) = \gamma_{st} m \left(1 + \frac{a^2}{r^2}\right)$$

ПРИМЕНА ТЕОРИЈЕ ЕЛАСТИЧНОСТИ ЗА ОДРЕЂИВАЊЕ СЕКУНДАРНИХ НАПОНА
($\sigma_r, \sigma_t, \tau_{rt}$) ОПРАВДАНА ЈЕ САМО У ВЕОМА ЧВРСТИМ НЕИСПУЏАЛИМ И
ХОМОГЕНИМ СТЕЊКИМ МАТЕРИЈА



ЗА $\frac{r}{a} > 1$ ПРИРАШТАЈ НАПОНА ЈЕ МАЊИ ОД 6%

ПА СЕ МОЖЕ ЗАКЛУЧИТИ ДА СЕ ГРАФИЦИ
БОЛЕ ПОРЕМЕНИТИХ НАПОНА ПРОТЕЖЕ ДО
ДВОСТРУКЕ ВРЕДНОСТИ ШИРИНЕ ОТВОРА

МАХ И МИН ВРЕДНОСТИ ТАМГ НАПОНА
НА КОНТУРУ КРУГЛОГ ОТВОРА

$$\alpha = 0^\circ \Rightarrow \min \sigma_t = P \cdot (1 - 3\lambda)$$

$$\alpha = 90^\circ \Rightarrow \max \sigma_t = P \cdot (3 - \lambda)$$

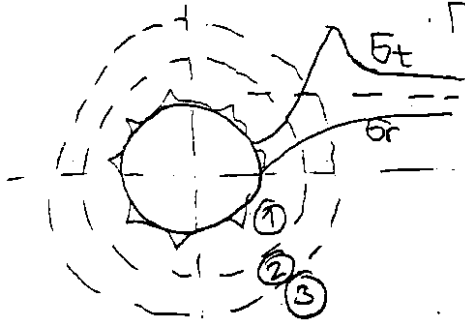
- (79) Напонтско-деформацијско стање око кружног подзентот
(90) отвора у еласто-пластичној средини (КАСТЕНЕРОВО РЕШЕЊЕ)

Услед ископа бр тежи нули, а бт може достићи неке вредности када та
нах вредност прекорачи отпорност стенске масе онда се око отвора
формира зона са пластичним потапањем.

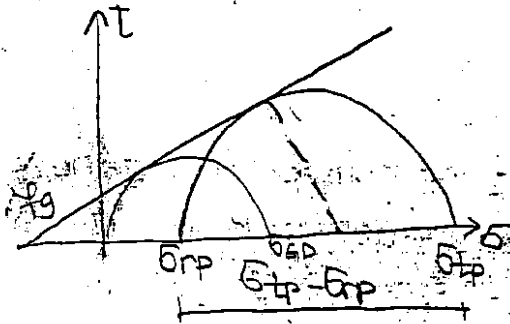
У извесним случајима се јавља велика концентрација напонта притиска
која изазива кривом стезе. Тај случај може бити третман и пре-
дставља суштину тзв. појаве "ГОРБОГ ХЛАРА".

После ископа се јављају 3 карактеристичне зоне:

- 1) зона ослобођених природних напонта
- 2) зона јаких притисака или зона постепеног притиска
- 3) зона природних напонта или непометена зона



* КАСТЕНЕРОВА ТЕОРИЈА



- Веза између напонта и деформација за
ЕЛАСТИЧНО ПОДРУЧЈЕ ЈЕ ДАТА ХУКОВИМ ЗАКОНОМ
А ЗА ПЛАСТИЧНО ПОДРУЧЈЕ ЈЕ УСЛОВ ДА
КРУГОВИ НАПОНА ДОДРУЖУ МОРЕКУЛОМБОВУ ОБРАТУ

Б_{тп}, Б_{тп} - радијални и тангенцијални напон у
пластичном подручју

γ₀ - угао унутрашњег трећа

Б_{0Д} - дејствовајућа извесна притиска

УСЛОВ ПЛАСТИЧНОСТИ: $\sigma_{тп} - \frac{1+\sin\gamma_0}{1-\sin\gamma_0} \sigma_{0Д} = 0 \quad \xi = \frac{1+\sin\gamma_0}{1-\sin\gamma_0}$

$\sigma_{тп} - \xi \sigma_{0Д} = 0$

ЗА РЕШЕЊЕ ОВЕ ЈЕДНАЧИЦЕ МОРАЈУ СЕ ПОСТАВИТИ УСЛОВИ РАВНОТЕЖЕ
КОЈИ ВАЖЕ КАКО ЗА ПЛАСТИЧНО ТАКО И ЗА ЕЛАСТИЧНО ПОДРУЧЈЕ
АКО СЕ П.П. РОТАЦИОНО СИМЕТРИЧНА РАСПОДЕЛА НАПОНА, ОНДА:

$\sigma_r = \frac{1}{r} \frac{dF}{dr} \quad \sigma_t = \frac{d^2F}{dr^2} \quad r=0 \Rightarrow \dots$

$\sigma_0 = a \left[\frac{2}{\xi+1} \cdot \frac{P(\xi-1)+\sigma_{0Д}}{\sigma_{0Д}} \right]^{\frac{1}{\xi-1}}$

ГРАНИЦА ПЛАСТИЧНЕ ЗОНЕ

80) КЛАСИЧНЕ МЕТОДЕ СТАТИЧКОГ ПРОРАЧУНА ТУНЕЛСКИХ КОНСТРУКЦИЈА

- 1) ТЕОРИЈА ПРОТОБЈАКОНОВА
- 2) МЕТОДА ШЛА
- 3) МЕТОДА ДЕФОРМАЦИЈА

(91)

81) ДЕФИНИСАЊЕ ОПТЕРЕЋЕЊА НА ТУНЕЛСКУ КОНСТРУКЦИЈУ ПРИМЕНОМ ТЕОРИЈА ПРОТОБЈАКОНОВА

(92)

ОВА ТЕОРИЈА СЕ ПРИМЕНЈУЈЕ ЗА ДУБОКОПОЛОЖЕНЕ ТУНЕЛЕ И ЗАСТАЊА СЕ НА ПРЕПОСТАВЉЕНИ ФОРМИРАЊА ПАРАБОЛИЧНОГ СВОДА ДУН ЧИЈЕ ЛИНИЈЕ СУ ПОСТИГНУТИ НАПОНИ ПРИТИСКА. УВОЂЕЊЕМ КОЕФ. ЧВРСТОЋЕ f_k МОГУ СЕ ДОБИТИ РЕШЕЊА ЗА РАЗЛИЧНЕ СТЕПЕ

$$|T = c + \sigma_c \cdot \psi| \quad |Y = c + \sigma_c \cdot f_0|$$

c - кохезија σ_c - чврстоћа на притисак
 f_0 - коеф. трења

$$|f_k = \frac{c}{\sigma_c} + \psi| \quad |Y = \frac{c}{\sigma_c} + \frac{f_0}{\sigma_c}|$$

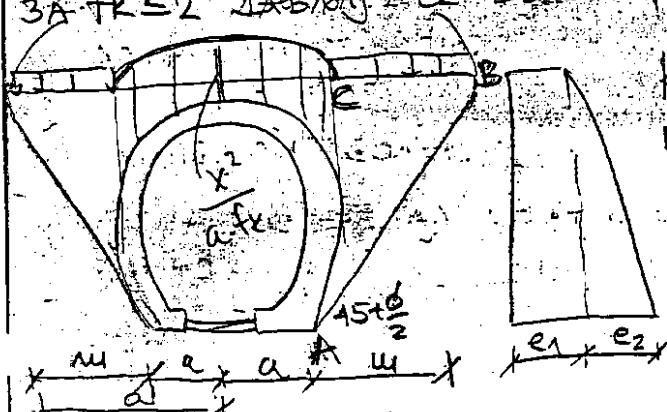
$c = 0$ ЗА НЕКОХЕРЕНТНИ МАТЕРИЈАЛИ $f_k = f_0$

$c \neq 0$ ЗА КОХЕРЕНТНИ МАТЕРИЈАЛИ $f_k = \frac{c}{\sigma_c} + \psi$

$f_k = \frac{\sigma_c}{100}$ - ЗА ЧВРСТУ СТЕПЕНУ МАТЕРИЈАЛА

ЗА $f_k > 2$ УЗИМА СЕ СЛО ВЕРТИКАЛНО ОПТЕРЕЋЕЊЕ

ЗА $f_k \leq 2$ ЗАБИРАЈУ СЕ БОЧНИ ПРИТИСЦИ И ОБАВЕЗАЈУ СЕ ПОДАТОМ СВОД



КЛИЗНА РАВНА ПОД $45 + \phi/2$ СТВАРА ПРИЗМУ КОЈА ДАЈЕ БОЧНИ ПРИТИСКА

$$e_1 = \gamma \cdot \tan \alpha \cdot h = \gamma \cdot \tan \alpha \cdot \frac{a^2}{2} (45 + \phi/2)$$

$$e_2 = p \cdot l = p \cdot \frac{a^2}{2} (45 + \phi/2) - \text{ДОДАТНИ БОЧНИ ПРИТИСКА}$$

$$H > (1.5 \div 2) \frac{a}{f_k} \quad \text{ЗА } f_k > 2$$

$$H > (1.5 \div 2) \frac{a'}{f_k} \quad \text{ЗА } f_k \leq 2$$

(82) Статички прорачун тунелске конструкције применом методе деформација

(72)

Тунелска конструкција и стенска маса се замењују еквивалентним системом штапова.

- Унутрашње силе и моменти су од једномерања и одртања избора њихова разнотежа са спољним силама се добија из матрице крутоги

$$[K]_{ij} = \bar{F}^{-1} \bar{K}_{ij} \cdot T$$

матрица крутоги

\bar{K}_{ij} - матрица крутоги штапа

$$T = \begin{vmatrix} \cos \alpha & \sin \alpha & 0 \\ -\sin \alpha & \cos \alpha & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{vmatrix}$$

$$[K] + [KT] \cdot X = R$$

↑ јта за статички систем свих штапова

Решење система јта даје 2 померања и обртања за сваки чвор што омогућава да се преко елементарних матрица крутоги израчунају унутрашње силе и моменти

(83) Интеракција конструкције и стенске масе у статичком прорачуну тунелске конструкције применом методе деформација

(94)

Да би се спровео прорачун у "STRESS" потребно је еластичити отпор стенске масе и реакције на тунелским стопана заштитних фиктивних штапова. E_{st} - модул еластичности стене

$$K = \frac{E_{st}}{R \cdot (1 - \nu_{st})} \quad \text{коэф еластичности} \quad R - \text{средњи полупречник поп. профила}$$

ν_{st} - тангентни коеф

- објекат се помера за δ према стени у складу са деловањем отпорности

Потребно је изједначити деформације штапа са деформацијом на површини непосредног напетост конструкције и стене

$$\Delta r = \frac{K \cdot \sigma \cdot \Delta b}{E_b}$$

Напрезање на затезање фиктивних штапова σ изот. мост