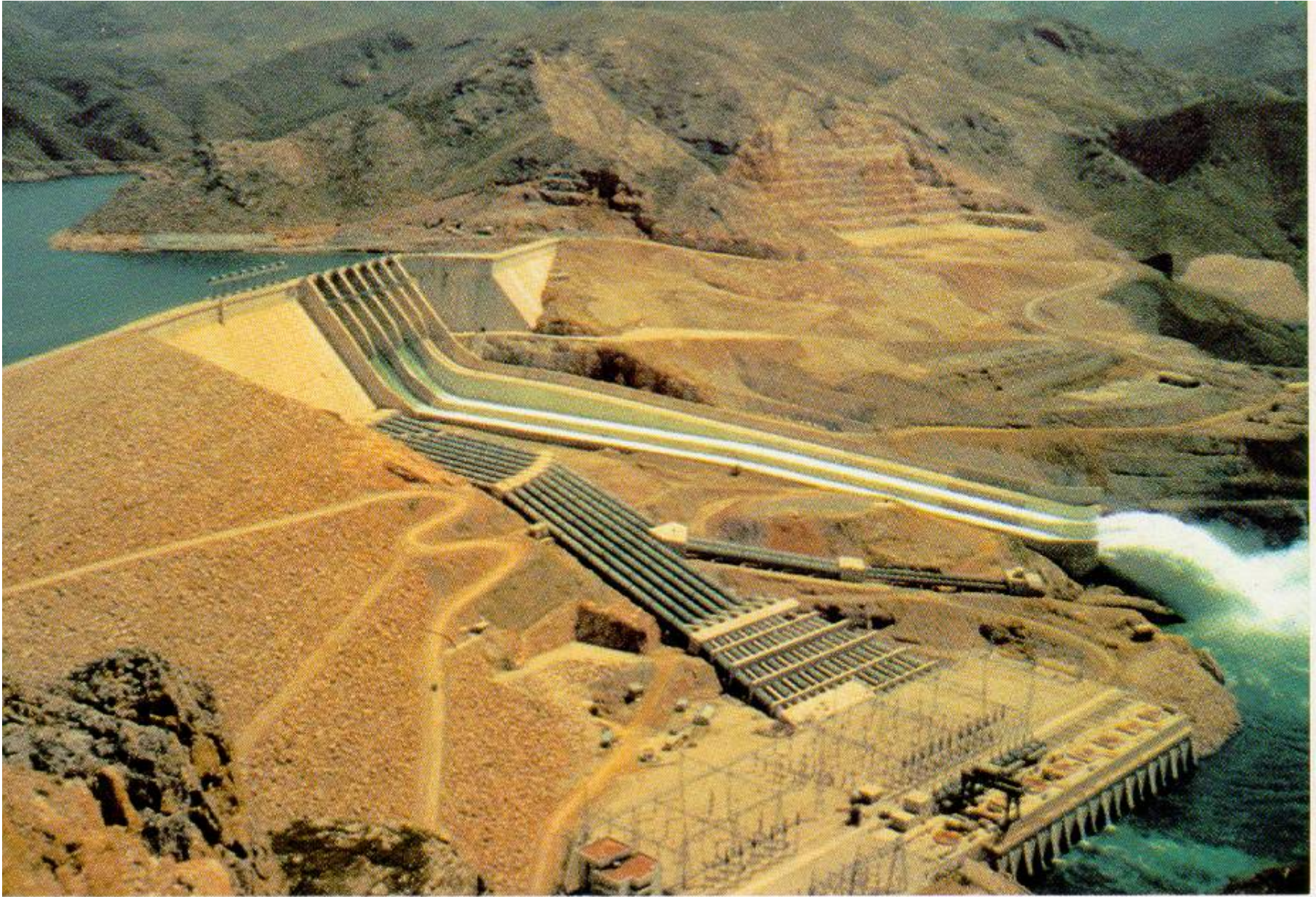
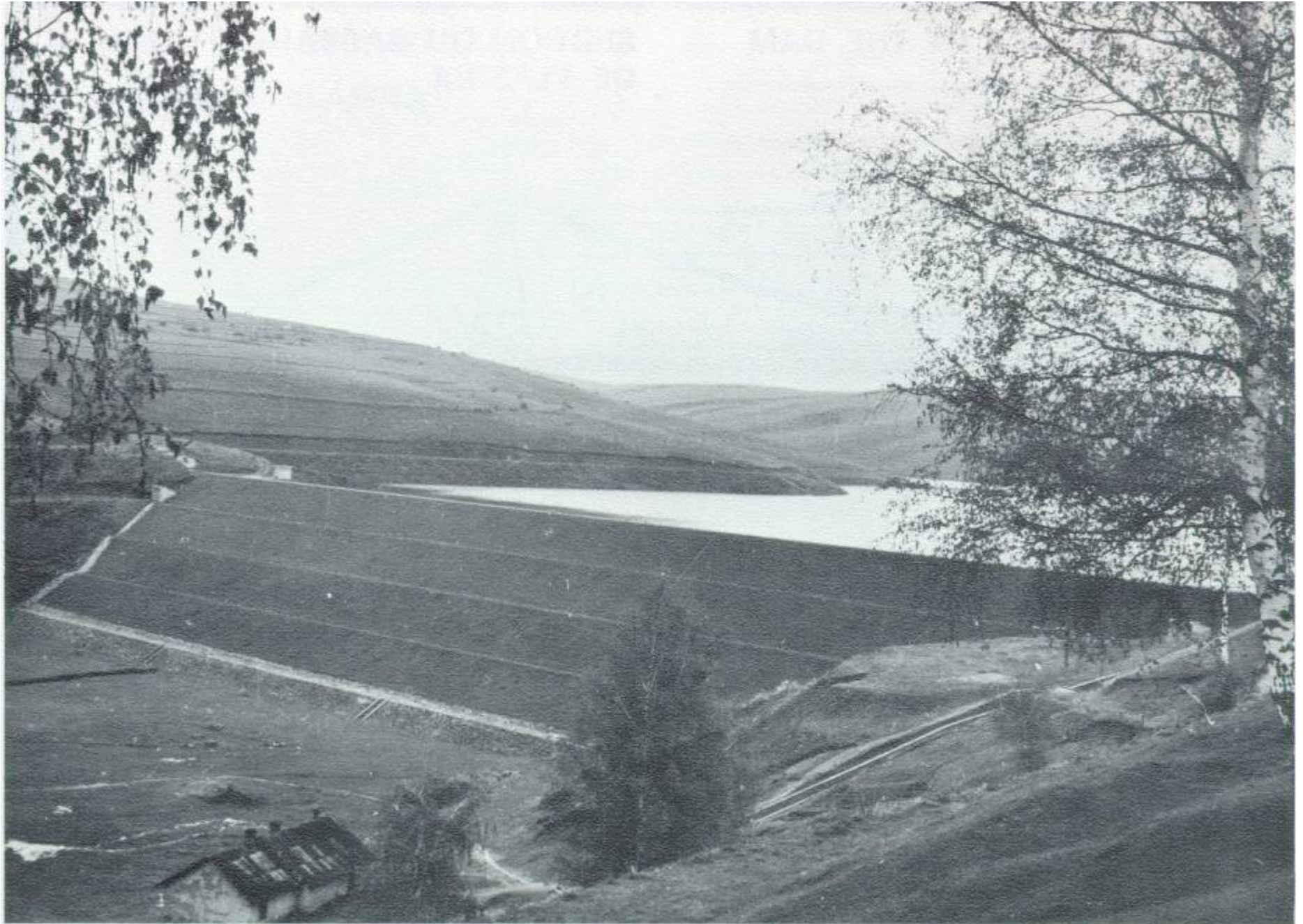




ZEMLJANE BRANE

[POGLAVLJE](#)





Vlasina

I. ISTORIJAT ZEMLJANIH BRANA

1. PRVE ZEMLJANE BRANE

| | | |
|--|---|--|
| IZ SAMOG NAZIVA SE ZAKLJUČUJE DA JE OVAJ TIP BRANE SAČINJEN OD <u>ZEMLJANOG MATERIJALA.</u> | | |
| ZEMLJANA BRANA PREDSTAVLJA NAJSTARIJI TIP BRANE | | |
| IZ PERIODA PRE NAŠE ERE REGISTROVANE SU ZEMLJANE BRANE U: | INDIJI | MANDUK – MASM, VISINE H=33 m, SRUŠILA SE NAILASKOM POPLAVNOG TALASA JER NIJE IMALA EVAKUACIONE ORGANE |
| | KINI | |
| | CEJLONU | BRANA 18 KM DUŽINE, 25 M VISINE SA 17 MIL. UGRAĐENOG LOKALNOG MATERIJALA. |
| | ARABIJI | |
| U XIX VEKU: | <p>ZAPAŽA SE NOVA ETAPA GRAĐENJA ZEMLJANIH BRANA</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ RAZVIJA SE TEHNIKA NABIJANJA ZEMLJE ▪ ZA NABIJANJE ZEMLJE U PRVO VREME U ENGLSKOJ SU KORIŠĆENA STADA ŽIVOTINJA KOJA SU PRELAZILA PREKO NASIPANOG ZEMLJANOG MATERIJALA ▪ KASNIJE SE KORISTE GLATKI VALJCI ▪ POSLE 1905. KORISTE SE VALJCI SA KOZIJIM <u>NOGAMA - JEŽEVI</u> | |
| POČETKOM XX VEKA | <p>ŠIROKO SE PRIMENJUJE HIDROMECHANIZACIJA (UGRADNJA ZEMLJANOG MATERIJALA POMEŠANOG SA VODOM)</p> <ul style="list-style-type: none"> • VELIKI RAZVOJ HIDROMECHANIZACIJE JE DOPRINEO, PRIMENU OVOG METODA U POSLEDNJIH 40 GODINA, • UČINJEN JE VELIKI NAPREDAK I U UPOZNAVANJU: <u>MEHANIKE ZEMLJANIH MATERIJALA I HIDRAULIKE PODZEMNIH VODA.</u> • SVE OVO JE DOPRINELO IZGRADNJI ZEMLJANIH BRANA VELIKIH VISINA. | |

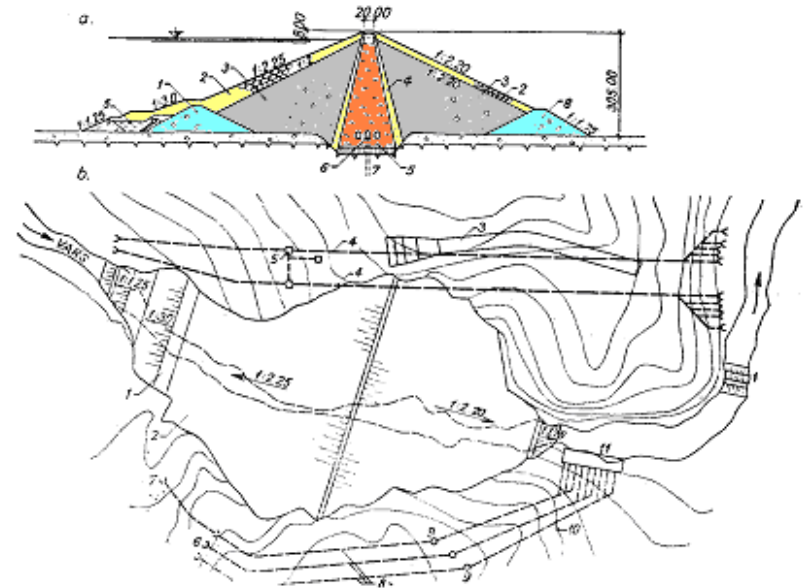
2. STAISTIKA RAZVOJA IZGRADNJE ZEMLJANIH BRANA >30 M

| Period gradnje | 1860. – 1869. | 1870. – 1879. | 1880. – 1889. | 1890. – 1899. | 1900. – 1909. | 1910. – 1919. | 1920. – 1929. | 1930. – 1939. | 1940. – 1949. | 1949. – 1955. | Ukupno: |
|-----------------------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|------------|
| Broj izvedenih brana | 3 | 2 | - | 2 | 12 | 26 | 63 | 61 | 59 | 104 | 332 |

3. NAJVIŠLJE BRANE OD ZEMLJANOG MATERIJALA

ZEMLJANE BRANE IZVEDENE METODOM NABIJANJA:

- **NUREK SSSR,**
H=310 m (1974)
- **OROVILL SAD,**
H=236 m (1968)
- **WAC BENET, CANADA**
H=183 m (1968)

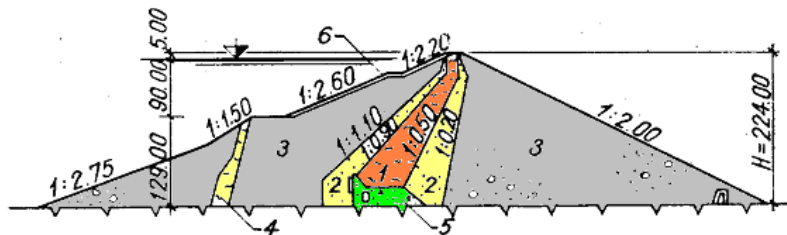


SL.8. 1. NAJVIŠA ZEMLJANA BRANA NA SVETU - NUREK IZGRAĐENA (1974):

A – POPREČNI PRESEK; 1 – UZVODNI ZAGAT; 2 – KAMENI NABAČAJ; 3 – ALUVIJUM; 4 – OBRNUTI FILTAR; 5 – GLINOVITO JEZGRO; 6 – INJEKCIONA GALERIJA; 7 - INJEKCIONA ZAVESA; 8 – NIZVODNA PRIZMA; B – SITUACIJA; 1 – UZVODNI ZAGAT; 2 – TELO BRANE; 3 – PRELIV; 4 – OPTOČNA GALERIJA U VREME GRAĐENJA I TEMELJNI ISPUST BRANE; 5 – ZATVARAČNICA; 6 – ZAHVAT; 7 – ZAHVAT MALIH VODA; 8 – DOVODNI TUNEL; 9 – VODOSTAN; 10 – CEVOVOD; 11 – HIDROCENTRALA.

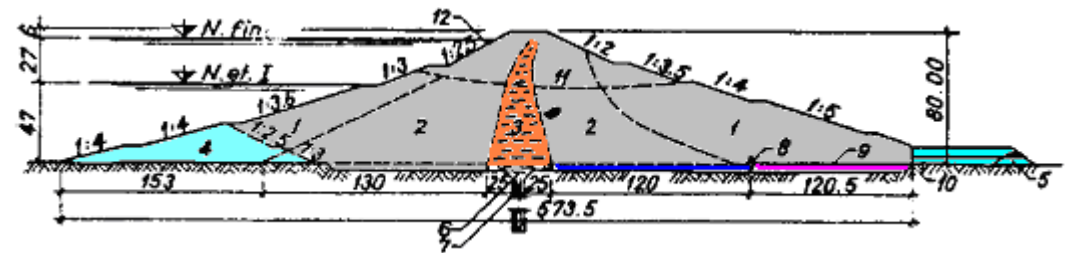
ZEMLJANE BRANE IZVEDENE METODOM HIDROMECHANIZACIJE:

- **MINGHECEAUR SSSR H=80 m**
(1953)
- **FORT PEK, SAD H=76 m**
(1940), ZAPREMINE 96mil.m³
ZEMLJE



SL. 8.2. BRANA OROVILLE (USA), NAJVIŠA BRANA NA SVETU U EKSPLOATACIJI (1968):

1 – GLINENO JEZGRO; 2 - PRELAZNE ZONE; 3 - ALUVIJALNI MATERIJAL; 4 - JEZGRO ZAGAT; 5 - MASIV OD BETONA; 6 - OBLOGA OD KAMENA.



SL. 8.3. BRANA MINGHECEAUR (BIVŠI SSSR):

1 - SPOLJAŠNJE PRIZME; 2 - SREDIŠNJE PRIZME; 3 - JEZGRO; 4 - UZVODNI ZAGAT; 5 - NIZVODNI ZAGAT; 6 - GLINENI ZUB; 7 - ZAPTIVNA ZAVESA; 8 - DRENAŽA; 9 - EVAKUACIONI CEVOVODI; 10 - KONTROLNI ŠAHT; 11 - GRANICA ISPUNE PRVE ETAPE; 12 - BETONSKA PLOČA.

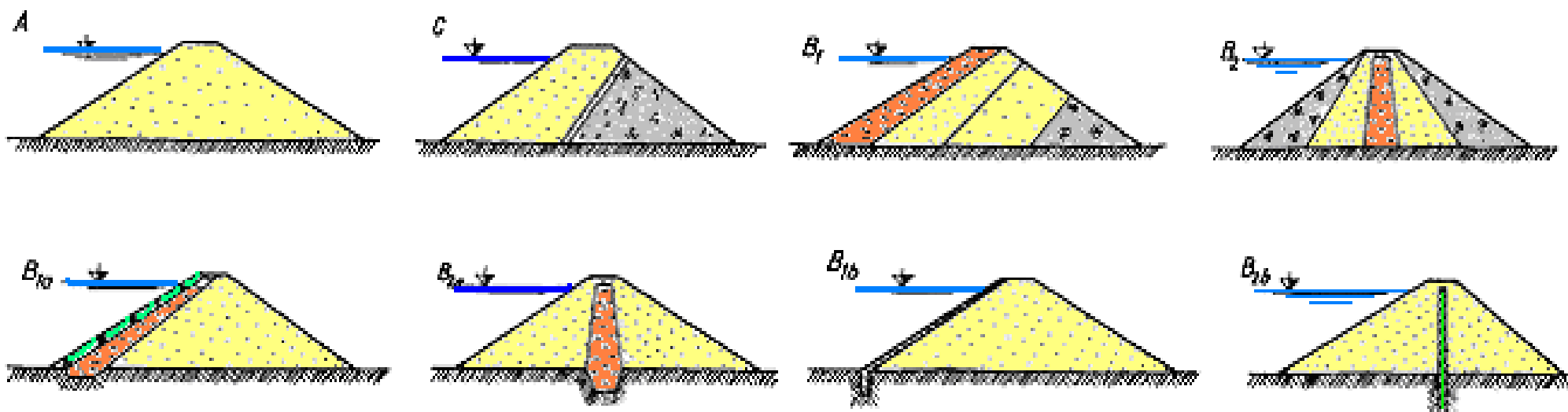
II. OPIS BRANA OD ZEMLJANIH MATERIJALA

KRITERIJI KLASIFIKACIJE
USLOVI STABILNOSTI ZEMLJANIH BRANA
PRIRODA I VAŽNOST HAVARIJA

4. KRITERIJI KLASIFIKACIJE

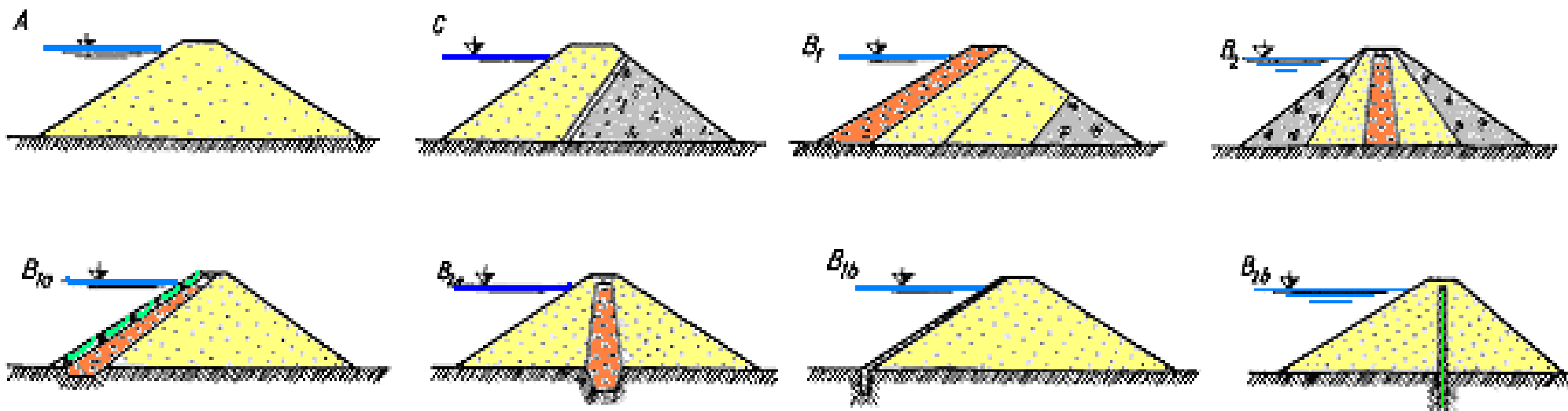
| | | |
|---|---|--|
| <ul style="list-style-type: none"> ZEMLJANE BRANE KARAKTERIŠE: | 1. MATERIJAL OD KOGA SE IZVODI TELO BRANE | <ul style="list-style-type: none"> PESKOVITE GLINE GLINOVITI PESAK GLINE ŠLJUNAK |
| | 2. SASTAV TELA BRANE | <ul style="list-style-type: none"> OD JEDNE VRSTE VODONEPROPUSNOG MATERIJALA – HOMOGENA BRANA OD VIŠE VRSTA MATERIJALA – ZONIRANE ILI NEHOMOGENE BRANE |
| | 3. POPREČNI PRESEK TELA BRANE | <ul style="list-style-type: none"> TRAPEZNI UZVODNI I NIZVODNI NAGIB SLEDI IZ USLOVA STABILNOSTI KOSINA |
| | 4. ZAPTIVANJE TELA BRANE | <ul style="list-style-type: none"> NA UZVODNOM LICU POPREČNOG PRESEKA - EKLAN |
| | | <ul style="list-style-type: none"> U SREDINI POPREČNOG PRESEKA – JEZGRO ILI DIJAFRAGMA |
| | 5. FUNDIRANJE TELA BRANE | <ul style="list-style-type: none"> MOŽE BITI NA BILO KOM TERENU |
| <ul style="list-style-type: none"> IZBEGAVATI FUNDIRANJE NA: <ul style="list-style-type: none"> MULJEVIMA LESU FUNDAMENTU SA VELIKIM DEFORMACIJAMA | | |
| 6. DRENAŽA TELA BRANE | <ul style="list-style-type: none"> DRENIRANO TELO BRANE | |
| | <ul style="list-style-type: none"> NEDRENIRANO TELO BRANE | |

| | | |
|--|-------------------------------------|---|
| <ul style="list-style-type: none"> • PREMA SASTAVU TELA ZEMLJANIH BRANA RAZLIKUJU SE DVA TIPA: | <p>HOMOGENE BRANE: A</p> | <ul style="list-style-type: none"> • RADE SE SAMO OD JEDNE VRSTE MATERIJALA • MATERIJAL TELA BRANE OBEZBEĐUJE VODONEPROPUSNOST TELA BRANE |
| | <p>NEHOMOGENE BRANE: B,C</p> | <ul style="list-style-type: none"> • RADE SE ISTOVREMENO <u>OD RAZLIČITIH VRSTA ZEMLJANOG MATERIJALA</u> • MATERIJAL U TELU BRANE SE POSTAVLJA <u>PO ODREĐENOM REDOSLEDU</u> • SA RASPOREDOM MATERIJALA SE <u>SMANJUJE VODOPROPUSNOST TELA BRANE</u> • NAJRASPROSTRANJENIJI TIP BRANE |



SL. 8.4. GLAVNI TIPOVI ZEMLJANIH BRANA:
A – homogene; B – nehomogene; C – mešovite (kameni nabačaj i zemlja).

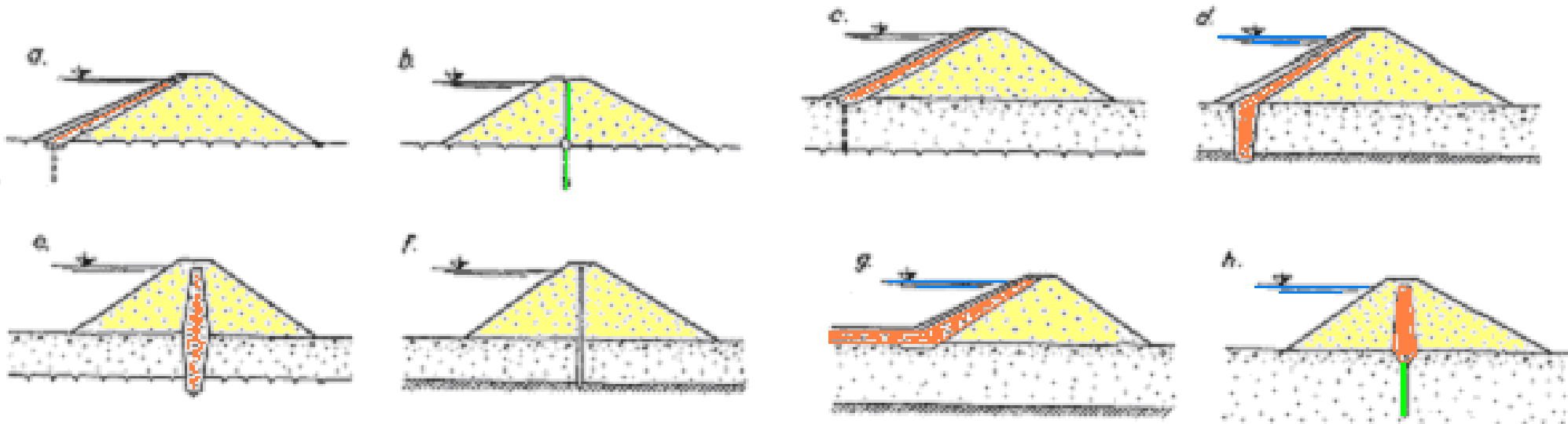
| | | | | |
|---|--|--|--|---|
| <ul style="list-style-type: none"> ZAPTIVANJE TELA NEHOMOGENIH BRANA MOŽE BITI: | <ul style="list-style-type: none"> NA UZVODNOM LICU TELA BRANE | <ul style="list-style-type: none"> ○ EKRAN | <ul style="list-style-type: none"> ▪ PLASTIČAN | <ul style="list-style-type: none"> • MATERIJAL: GLINA , GLINOVITI PESAK, TRESET |
| | | | <ul style="list-style-type: none"> ▪ KRUT | <ul style="list-style-type: none"> • MATERIJAL: BETON, ARMIRANI BETON, DRVO, METAL • PRIMENA: KADA JE Telo BRANE JAKO VODOPROPUSNO – OD ŠLJUNKA |
| | <ul style="list-style-type: none"> U SREDINI TELA BRANE | <ul style="list-style-type: none"> ○ JEZGRO – PLASTIČNO ZAPTIVANJE | <ul style="list-style-type: none"> • MATERIJAL: GLINA, GLINOVITI PESAK | |
| | | <ul style="list-style-type: none"> ○ DIJAFRAGMA – KRUTO ZAPTIVANJE | <ul style="list-style-type: none"> • MATERIJAL: BETON, ARMIRANI BETON, METAL, DRVO | |



SL. 8.4. GLAVNI TIPOVI ZEMLJANIH BRANA:

A – homogene; B – nehomogene; C – mešovite (kameni nabačaj i zemlja).

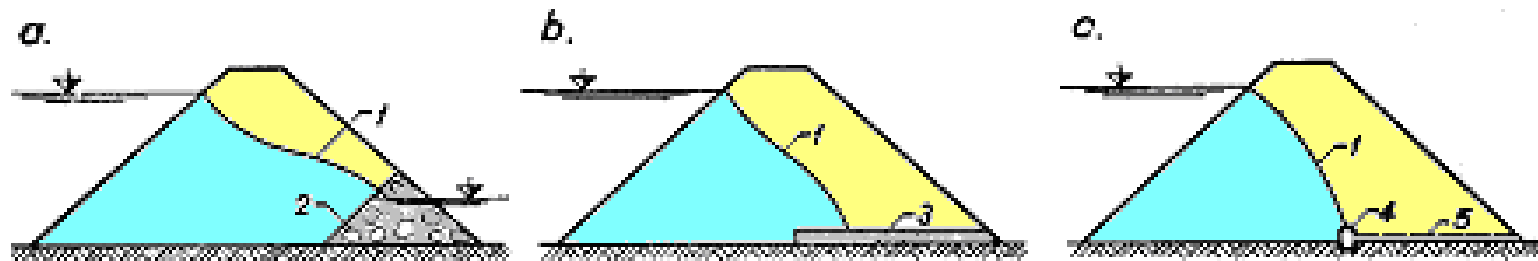
| | | | | | |
|--|--|---|---|--|--|
| <ul style="list-style-type: none"> • VEZA ZAPTIVNOG ELEMENTA TELA BRANE SA FUNDAMENTOM ZAVISI OD KVALITETA FUNDAMENTA: | <ul style="list-style-type: none"> • AKO JE FUNDAMENT STENOVIT – VODONEPROPUSTAN (a,b) , VEZA SA FUNDAMENTOM JE PREKO: | <ul style="list-style-type: none"> ▪ GLINOVITOG KLINA sl.8.5 a ▪ BETONSKOG KLINA sl.8.5 b | | | |
| | | <ul style="list-style-type: none"> ▪ INJEKCIONE ZAVESE OD: | <ul style="list-style-type: none"> ▪ CEMENTNOG MLEKA ▪ SUSPENZIJE GLINE sl.8.5a | | |
| | <ul style="list-style-type: none"> • AKO JE FUNDAMENT VODOPROPUSTAN (c,d,e,f,g,h) | <ul style="list-style-type: none"> • VODOPROPUSNI SLOJ NA OGRANIČENOJ DUBINI c,d,e,f | <ul style="list-style-type: none"> ▪ ZAPTIVNI ELEMENT TELA BRANE SE PRODUŽAVA DO VODONEPROPUSTNOG SLOJA sl.8.5c,d,e,f | | |
| | | <ul style="list-style-type: none"> • VODOPROPUSNI SLOJ NEOGRANIČENE DUBINE (g,h) | <ul style="list-style-type: none"> ▪ PUT FILTRACIJE SE PRODUŽAVA : | <ul style="list-style-type: none"> ▪ UZVODNIM TEPIHOM sl.8.5g ▪ ZIDOM OD PRIBOJA sl.8.5h | |



SL.8. 5. TIPOVI VEZA ZAPTIVNOG ELEMENTA TELA BRANE SA VODONEPROPUSNIM TERENOM:

a – zaptivna zavesa; b – sa zubom od betona ili gline; c, d, e, f – sa produženjem zaptivnog elementa brane do nepropusnog sloja; g – uzvodni tepih od gline; h - zavesa od priboja.

| | | | |
|---|---|---|--|
| <ul style="list-style-type: none"> KARAKTERISTIKE TELA BRANA SA GLEDIŠTA DRENIRANJA | <ul style="list-style-type: none"> DRENIRANE | <ul style="list-style-type: none"> U TELU BRANE POSTOJI DRENAŽA: | <ul style="list-style-type: none"> DRENAŽNA PRIZMA DRENAŽNI SLOJ DRENAŽNA CEV |
| | <ul style="list-style-type: none"> NEDRENIRANE | <ul style="list-style-type: none"> U TELU BRANE NE POSTOJI NIKAKVA DRENAŽA | |



SL. 8.6. ŠEMA DRENIRANJA ZEMLJANIH BRANA:

a – sa drenažnom prizmom; b – sa drenažnim slojem; c – sa drenažnom cev; 1 – depresiona linija; 2 – prizma od kamena; 3 – sloj peska ili šljunka; 4 – podužna galerija sa barbakanama; 5 – poprečne cevi za odvod.

5. USLOVI STABILNOSTI TELA ZEMLJANIH BRANA

| | | |
|--|---|--|
| <ul style="list-style-type: none"> STABILNOST TELA BRANE DEFINIŠE OSAM USLOVA: | <ol style="list-style-type: none"> DA NE POSTOJI OPASNOST OD PRELIVANJA VODE PREKO KRUNE BRANE DEPRESIONA LINIJA U TELU BRANE DA JE ŠTO NIŽA I DA SE NALAZI ISPOD NIZVODNOG LICA UZVODNO LICE DA JE STABILNO NA NAGLO SPUŠTANJE NIVOA VODE U JEZERU NAGIB KOSINA DA JE STABILAN SA DEFINISANIM KOEFICIJENTOM SIGURNOSTI U SVIM HIPOTEZAMA (PUN BASEN, NAGLO PRAŽNENJE) UZVODNI I NIZVODNI NAGIB TELA BRANE TREBA DA JE DOVOLJNO BLAG, TAKO DA NAPONI U FUNDAMENTU BUDU MANJI OD DOZVOLJENIH SA DEFINISANIM KOEFICIJENTOM SIGURNOSTI DA NE POSTOJI MOGUĆNOST SLOBODNOG TEČENJA VODE SA UZVODNE PREMA NIZVODNOJ STRANI TELA BRANE BRZINA FILTRACIJE TREBA DA JE MANJA OD KRITIČNE BRZINE (NESME DOĆI DO ISPIRANJA MATERIJALA IZ TELA BRANE ILI FUNDAMENTA) UZVODNO LICE TELA BRANE TREBA DA JE STABILNO NA UTICAJ TALASA, A NIZVODNO NA ATMOSFERSKI UTICAJ - KIŠE | |
|--|---|--|




III. PRIRODNI USLOVI ZA IZGRADNJU ZEMLJANIH BRANA

POZAJMIŠTE MATERIJALA
GEOLOŠKI USLOVI
KLIMATSKI USLOVI

6. POZAJMIŠTE MATERIJALA - NALAZIŠTE MATERIJALA

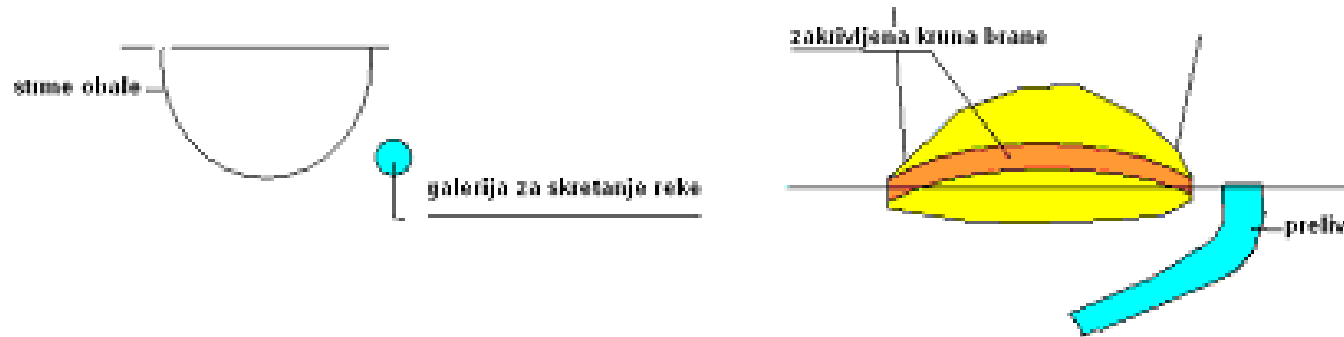
| | | |
|--|--|---|
| <ul style="list-style-type: none">• TREBA DA ISPUNI SLEDEĆE USLOVE: | <ul style="list-style-type: none">• DA RASPOLAŽE SA POTREBNOM KOLIČINOM MATERIJALA• DA SE NALAZIŠTE NALAZI NA ODGOVARAJUĆOJ KOTI | |
| <ul style="list-style-type: none">• KARAKTERISTIKE MATERIJALA ZA TELU BRANE | <ul style="list-style-type: none">• DA TRANSPORT NE BUDE DUŽI <ul style="list-style-type: none">• MATERIJAL TREBA DA IMA DEFINISANE FIZIČKO - MEHANIČKE KARAKTERISTIKE RADI DEFINISANJA: | <ul style="list-style-type: none">• OD 2 ... 3 km U USLOVIMA SRBIJE• OD 1 ... 10 km U USLOVIMA SAD• GRANICA EKONOMIČNOSTI ZAVISI OD MEHANIZACIJE SA KOJOM SE RASPOLAŽE• RASPOREDA MATERIJALA U TELU BRANE• NAČINA ZAPTIVANJA I POLŽAJA ZAPTIVANJA TELA BRANE• SASTAVA OBRNUTOG FILTERA |
| <ul style="list-style-type: none">• IZ NALAZIŠTA SE MOGU KORISTITI: | <ul style="list-style-type: none">• SVI ZEMLJANI MATERIJALI SEM: | <ul style="list-style-type: none">• ONIH KOJI SADRŽE VIŠE OD 3 ... 6% ORGANSKIH MATERIJALA• TREBA IZBEGAVATI (FINI PESAK I VLAŽNE GLINE) |

7. GEOLOŠKI USLOVI

| | | | | | | |
|--|---|--|---|---|---|---|
| <ul style="list-style-type: none"> ZEMLJANA BRANA MOŽE SE FUNDIRATI NA BILO KAKVOM TERENU. | <p>UZ NAPOMENU:</p> <ul style="list-style-type: none"> DA EKONOMIČNOST BRANE ZAVISI OD KVALITETA FUNDAMENTA, DA SU SLABI FUNDAMENTI BILI UZROK RUŠENJA MNOGIH BRANA. | | | | | |
| <ul style="list-style-type: none"> FUNDAMENT ISPOD TELA BRANE MOŽE BITI: | <ul style="list-style-type: none"> STENOVIT  <p>vodonepropusna stena</p> | <ul style="list-style-type: none"> POPREČNI PROFIL BRANE NE ZAVISI OD FUNDAMENTA. POPREČNI PROFIL BRANE ZAVISI OD PRIRODE ZEMLJANOG MATERIJALA U TELU BRANE. | | <ul style="list-style-type: none"> UKOLIKO JE STENA U FUNDAMENTU ISPUCALA POTREBNO JE INJEKTIRANJE. | | |
| | <ul style="list-style-type: none"> VODOPROPUSTAN:  <p>aluvijalni mat vodonepropusna stena</p> | <ul style="list-style-type: none"> I SLUČAJ: VODONEPROPUSNU STENU POKRIVA ALUVIJALNI MATERIJAL | <ul style="list-style-type: none"> AL.MATERIJAL MALE DUBINE | <ul style="list-style-type: none"> ČISTI SE I ZAMENJUJE VODONEPROPUSNIM MATERIJALOM. | <ul style="list-style-type: none"> AL.MATERIJAL VELIKE DUBINE | <ul style="list-style-type: none"> ZAPTIVANJE JE INJEKTIRANJEM ILI KONTINUALNIM ZIDOM U ROVU. |
| | <ul style="list-style-type: none"> DEFORMABILAN:  <p>fundament deformabilan</p> | <ul style="list-style-type: none"> II SLUČAJ: VODONEPROPUSNA STENA SE NALAZI NA VRLO VELIKOJ DUBINI POPREČNI PROFIL BRANE ZAVISI O KVALITETA FUNDAMENTA KOSINE BRANE TREBA DA SU ŠTO BLAŽE. | | <ul style="list-style-type: none"> PREDUZIMAJU SE SPECIJALNE MERE VELIKE DEFORMACIE FUNDAMENTA MOGU IZAZVATI RUŠENJE BRANE. | | |

8. MORFOLOŠKI USLOVI

| | | |
|---|--|---|
| <ul style="list-style-type: none"> • TELO ZEMLJANE BRANE | <ul style="list-style-type: none"> • TELO BRANE SE MOŽE PRILAGODITI SVIM OBLICIMA DOLINE | <ul style="list-style-type: none"> – PPREDLAŽE SE LAGANO ZAKRIVLJENJE TELA BRANE PREMA UZVODNOM LICU DA BI SE SPREČILA MOGUĆNOST POJAVE PUKOTINA U ZAPTIVNOM ELEMENTU TELA BRANE. |
| <ul style="list-style-type: none"> • PRELIV | <ul style="list-style-type: none"> • REŠENJE PRELIVA VELIKIH VODA ZAVISI OD RELJEFA LOKACIJE BRANE. • NEKAD OPTIMALAN PROFIL TREBA MENJATI DA BI SE DOBILI DOBRI USLOVI ZA LOKACIJU PRELIVA. | |
| <ul style="list-style-type: none"> • SKRETANJE REKE | <ul style="list-style-type: none"> • OBLIK DOLINE UTIČE NA REŠENJE SKRETANJA REKE. • KOD USKIH DOLINA NIJE MOGUĆE SKRETANJE REKE PORED BRANE VEĆ TREBA RADITI GALERIJU. | |



9. KLIMATSKI USLOVI

| | | |
|--|--|---|
| <ul style="list-style-type: none"> • U TEŠKIM KLIMATSKIM USLOVIMA SA DUGIM I JAKIM ZIMAMA : | <ul style="list-style-type: none"> • VODI SE RAČUNA O IZBORU TIPA TELA ZEMLJANE BRANE, I • VODI SE RAČUNA O NAČINU IZVOĐENJA BRANE | <ul style="list-style-type: none"> – KORISTIE SE NEKOHERNTAN MATERIJAL ZA TELO BRANE – ZAPTIVANJE TELA BRANE JE KRUTIM EKRANOM (OD BETONA) – IZBEGAVA SE KORIŠĆENJE GLINE |
| <ul style="list-style-type: none"> • U SSSR – U : | <ul style="list-style-type: none"> • KLIMATSKI USLOVI SU UČINILI DA SE RAZVIJE IZVOĐENJE BRANA METODOM HIDROMECHANIZACIJE | <ul style="list-style-type: none"> – METODA HIDROMECHANIZACIJE NE ZAVISI OD KLIMATSKIH USLOVA – METODA NABIJANJA ZAVISI OD KLIMATSKIH USLOVA |

V. ZAPTIVANJE TERENA FUNDAMENTA

Zadatak zaptivanja fundamenta

Uzvodni tepih

Ekran izveden u rovu

Ekran od kesona i šipova

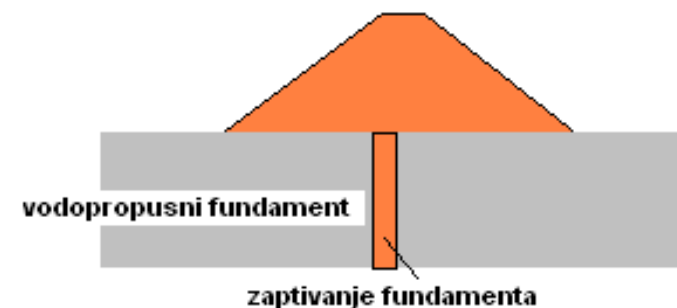
Ekran od priboja

Injekcioni ekran

10. ZADATAK ZAPTIVANJA FUNDAMENTA

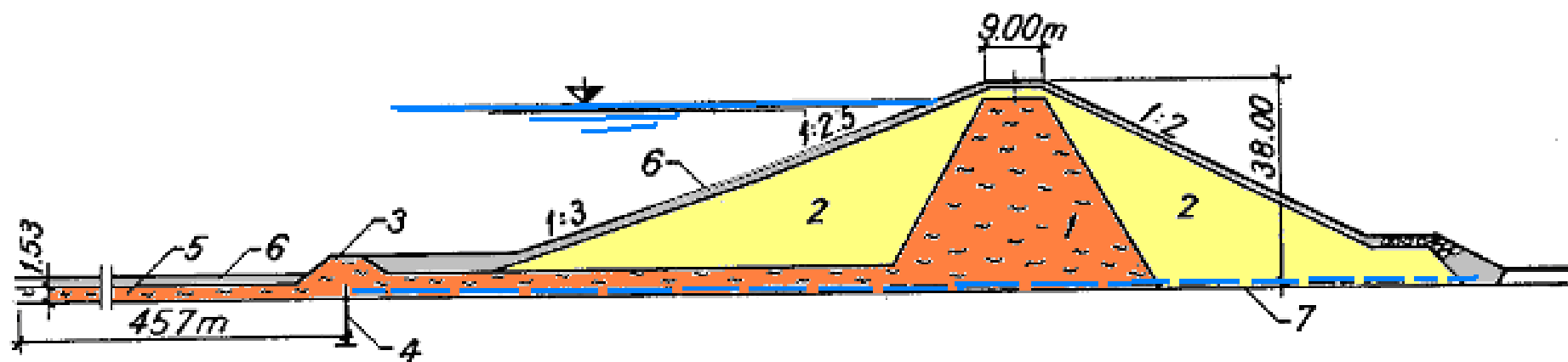
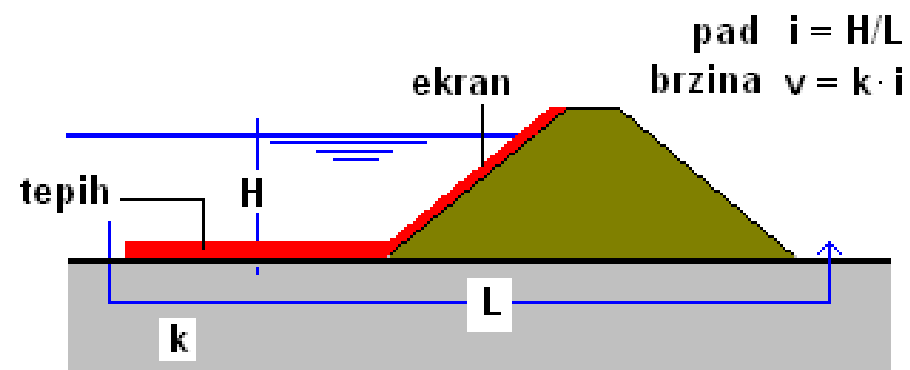
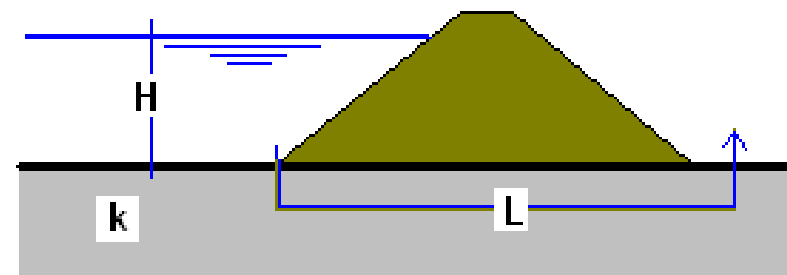
- U SLUČAJEVIMA **KADA JE FUNDAMENT ISPOD BRANE VODOPROPUSTAN** PREDUZIMAJU SE MERE ZA ZAPTIVANJE FUNDAMENTA – SPREČAVANJE GUBITKA VODE KROZ FUNDAMENT I ISPIRANJA MATERIJALA IZ FUNDAMENTA.
- POZNATI SU **PRIMERI BRANA FUNDIRANIH NA SITNOM PESKU** SA VELIKOM VODOPROPUSNOŠĆU - $k = 10^{-1} \text{ sm/sek}$ I SA POROZNOŠĆU $n = 50\%$, POSLE IZVEDENIH MERA ZAPTIVANJA FUNDAMENTA BRANA SE JE PONAŠALEA DOBRO U EKSPLOATACIJI.

| | | |
|---|--|--|
| <ul style="list-style-type: none"> • ISPIRANJE MATERIJALA IZ FUNDAMENTA SPREČAVA SE | <ul style="list-style-type: none"> • IZVOĐENJEM FILTERSKOG SLOJA NIZVODNO I ISPOD TELA BRANE | <ul style="list-style-type: none"> • SPREČAVA ISPIRANJE • PRIMENJUJE SE KAO DODATNA MERA SIGURNOSTI |
| | <ul style="list-style-type: none"> • IZVOĐENJEM FILTERSKIH ŠAHTI NIZVODNO OD BRANE | <ul style="list-style-type: none"> • U FILTERSKOM SLOJU I BUNARU SE UGRAĐUJE FILTERSKI MATERIJAL |
| | <ul style="list-style-type: none"> • ZAPTIVANJEM FUNDAMENTA | <ul style="list-style-type: none"> • PRIMENJUJE SE KAO NAJČEŠĆA MERA • ZAPTIVANJEM SE SMANJUJE BRZINA KRETANJA VODE KROZ FUNDAMENT |



11. UZVODNI TEPIH

- **PRIMENJUJE SE AKO JE VODOPROUSTNI SLOJ U FUNDAMENTU VELIKE DEBLJINE**
- UZVODNI TEPIH **SMANJENJE FILTRACIJU** KROZ FUNDAMENT
- UZVODNI **TEPIH POVEĆAVA PUT KRETANJA VODE,**
- **SMANJUJE BRZINU KRETANJA VODE, PROTICAJ I ISPIRANJE,**
- **TEPIH JE PRODUŽENI EKLAN BRANE ILI PRODUŽENI DEO JEZGRA BRANE SL.8.8.**

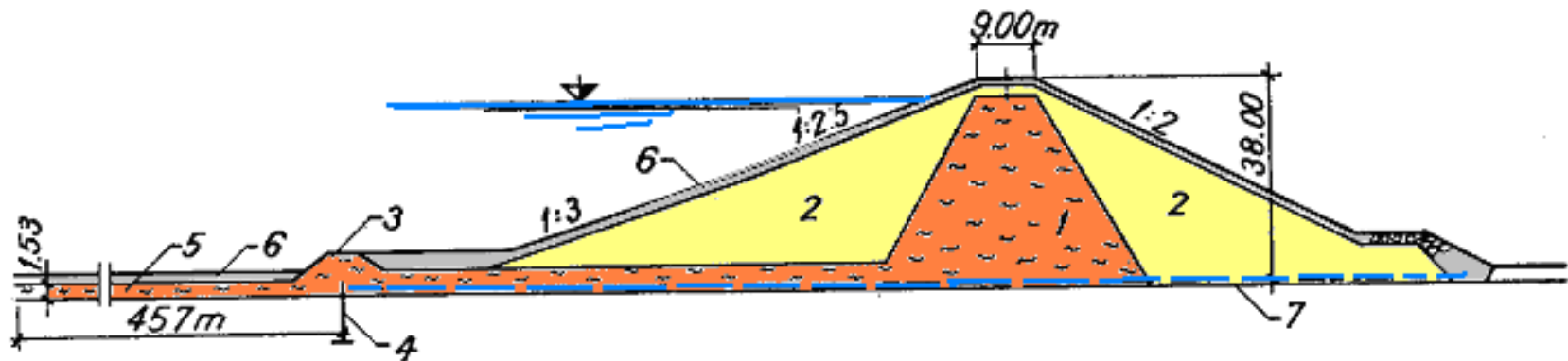


SL. 8.8. ZAPTIVANJE UZVODNIM TEPIHOM OD GLINE NA BRANI JOHN MARTIN:

1 – glineno jezgro; 2 – vodopropustan materijal; 3 – uzvodni zagat; 4 – priboji; 5 – tepih od gline; 6 – kameni nabačaj za zaštitu; 7 – drenaža.

| | | | |
|---|--|---|--|
| <ul style="list-style-type: none"> • DIMENZIONISANJE TEPIHA | <ul style="list-style-type: none"> • DUŽINA TEPIHA L_T SE ODREĐUJE IZ USLOVA: | <ul style="list-style-type: none"> ▪ DA BRZINA FILTRACIJE KROZ FUNDAMENT BUDE MANJA OD KRITIČNE BRZINE - BRZINE KOJA IZAZVA ISPIRANJE MATERIJALA U FUNDAMENTU, I ▪ DA JE PROTICAJ U GRANICAMA DOZVOLJENOG – ZADATOG PROTICAJA. | <ul style="list-style-type: none"> ◦ min 10 H ILI ◦ (6 do 8) H PO DRUGIMA AUTORIMA |
| | <ul style="list-style-type: none"> • DEBLJINA TEPIHA d ZAVISI OD: | <ul style="list-style-type: none"> ▪ PRITISKA VODE ▪ IZRAZ ZA PRORAČUN DEBLJINE TEPIHA: $d = 0.60 + \frac{L_T}{H}$ ▪ L_T – DUŽINA TEPIHA, H – VISINA BRANE ▪ DEBLJINA TEPIHA JE OBIČNO 0.60 - 3.00 m | |
| <ul style="list-style-type: none"> • IZVOĐENJE TEPIHA | <ul style="list-style-type: none"> • JE DOSTA TEŠKO: | <ul style="list-style-type: none"> ▪ NA NEUREĐENIM DOLINAMA ▪ NA KOSINAMA GDE IMA DOSTA RASTINJA ▪ NA KOSINAMA GDE IMA JAKO ISPUCALE STENE | <ul style="list-style-type: none"> ▪ NE MOŽE SE OČEKIVATI POTPUNA REDUKCIJA FILTRACIJE |

NA SLICI JE **PRIKAZANA REALIZACIJA TEPIHA**, KOJI JE RADI SIGURNOSTI BIO **DOPUNJEN ZIDOM OD PRIBOJA DO NEPROPUSNOG SLOJA.**



SL. 8.8. ZAPTIVANJE UZVODNIM TEPIHOM OD GLINE NA BRANI JOHN MARTIN:

1 – glineno jezgro; 2 – vodopropustan materijal; 3 – uzvodni zagat; 4 – priboji; 5 – tepih od gline; 6 – kameni nabačaj za zaštitu; 7 – drenaža.

12. INJEKCIONI EKRAN - ZAVESA

| | | | |
|--|---|--|--|
| <ul style="list-style-type: none"> • PRIMENA | <ul style="list-style-type: none"> • NAJČEŠĆE SE KORISTI KOD STENOVITIH MATERIJALA | | |
| | <ul style="list-style-type: none"> • NEKADA SE KORISTI ZA ZAPTIVANJE ZEMLJANIH MATERIJALA | <ul style="list-style-type: none"> ▪ NEDOSTATAK ▪ ZAPREMINA ŠUPLJINA KOD ZEMLJANIH MATERIJALA U FUNDAMENTU JE VELIKA ▪ INJEKCIONA MASA SE LAKO KREĆE KROZ ŠUPLINE ▪ SUSPENZIJA SE PROSTIRE NA VEĆOJ ZONI NEGO ŠTO JE POTREBNO ▪ INJEKTIRANJE SE OBAVLJA U USLOVIMA POSTOJANJA PODZEMNIH VODA, KOJE NEKADA ISPERU INJEKCIONU MASU. | |
| <ul style="list-style-type: none"> • NAČIN IZVOĐENJA INJEKCIONOG EKRANA KOD ZEMLJANIH MATERIJALA JE SLIČAN INJEKCIONOM EKRANU KOD SETENOVITIH FUNDAMENTA: | | <ul style="list-style-type: none"> • JEDNOSTAVNIJI JE U POREĐENJU SA STENOVITIM FUNDAMENTOM • KONTROLA SE OBAVLJA UTISKIVANJEM VODE POD PRITISKOM. • NA 10 atm. PRITISKA DOZVOLJAVA SE GUBITAK OD 1 lit/min/m BUŠOTINE | |
| <ul style="list-style-type: none"> • MATERIJAL ZA INJEKTIRANJE | <ul style="list-style-type: none"> • CEMENT | <ul style="list-style-type: none"> ▪ ZA PORE > 0.10 mm, ▪ ZA MAX. BRZINU STRUJANJA VODE OD 0.25 m/s ▪ VODA ISPIRA CEMENT | |
| <ul style="list-style-type: none"> • GLINA | <ul style="list-style-type: none"> ▪ ZA ZEMLJANE MATERIJALE SA FINIM PORAMA ▪ VODA NE ISPIRA GLINU | | |
| <ul style="list-style-type: none"> • SILIKATI | <ul style="list-style-type: none"> ▪ SKUPLJI SU ▪ KORISTE SE KOD PESKOVA $d < 0.20 \text{ mm}$, i ▪ ZA $k = 2.5 \times 10^{-3} \dots 1 \times 10^{-1} \text{ sm/sek}$ | | |
| <ul style="list-style-type: none"> • BITUMENSKI PROIZVODI | <ul style="list-style-type: none"> ▪ KORISTI SE KADA U FUNDAMENTU POSTOJE AGRESIVNE VODE | | |

**PRIMER INJEKCIONOG
EKRA NA**

• **SITUACIJA**

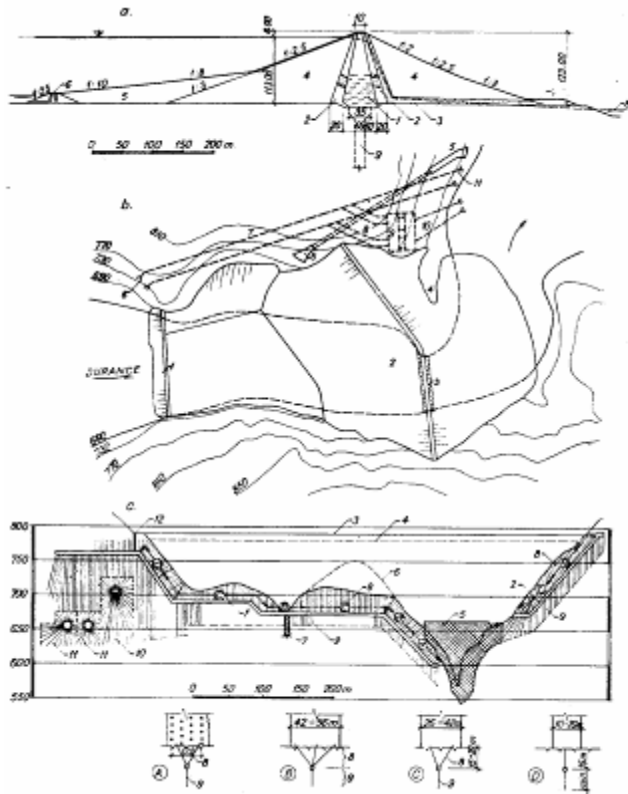
- **VODOPROPUSNI SLOJ OD 110 m**
- **ALUVIJALNI MATERIJAL HETEROGEN**
- **POMEŠAN SA ZONAMA PESKA**
- **VODOPROPUSNOST JE BILA 5×10^{-2} sm/s**
- **SAV MATERIJAL JE BIO U TERMALNOJ ZONI SA TEMPERATUROM VODE OD 60°C**

• **REŠENJE**

- **INJEKCIONA MASA: CEMENT + GLINA**
- **ZAPREMINA MATERIJALA 100 000 m³ (11000 tona CEMENTA + 24 000 tona GLINE)**

• **IZVOĐENJE**

- **SA CEVIMA SA KLAPNOM**
- **UKUPNA DUŽINA CEVI 17 200 m**
- **NAKON INJEKTIRANJA VODOPROPUSNOST JE SMANJENA 1000 PUTA ($k=5 \times 10^{-5}$ s/sek)**



SL. 8.11. BRANA SERRE – PONCON:

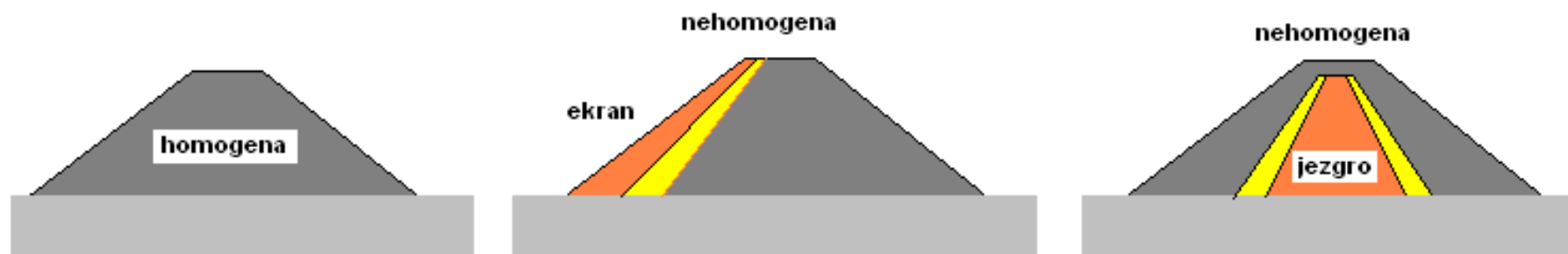
a – poprečni presek; 1 – glineni ekran; 2 – prelazna zona; 3 – filarski sloj; 4 – nabijeni balast; 5 – uzvodna platforma; 6 – uzvodni zagat; 7 – nizvodna platforma; 8 – kompenzaciono jezero; 9 – zaptivanje fudamenta u koritu; b – situacioni plan; 1 – uzvodni zagat; 2 – zemljana brana; 3 – dubinsko zaptivanje u minor koritu; 4 – vrh kaluđerice; 5 – evakuator velikih voda; 6 – zahvat vode; 7 – dovod; 8 – cevovod; 9 – hidroelektrana; 10 – odvodna vada; 11 – temeljni ispust; c – podužni profil; 1 – injecciona galerija; 2 – kosi šaht za injektiranje; 3 – kruna brane; 4 – maksimalni nivo u jezeru; 5 – glineni čep; 6 – vrh kaluđerice; 7 – glineni ekran; 8,9 – injecciona zavesa; 10 – radialno injektiranje evakuatora velikih voda; 11 – radialno injektiranje iz galerije za skretanje reke.

VI ZAPTIVANJE TELA BRANE

13. KARAKTERISTIKE ZAPTIVANJA TELA BRANE

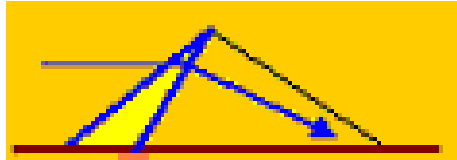
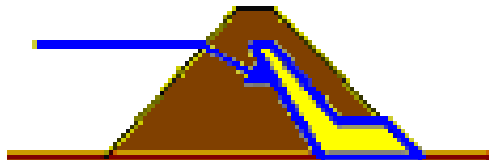
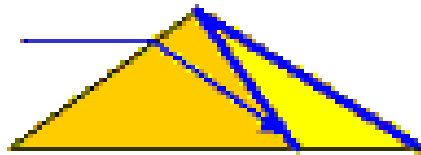
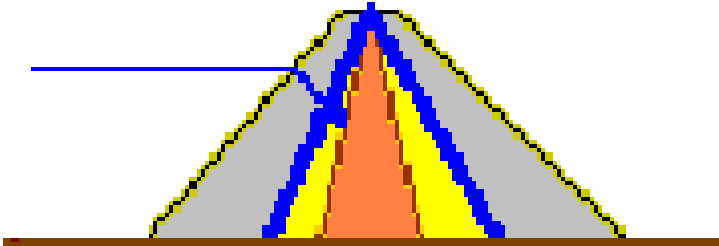
| | | |
|--|--|---|
| <ul style="list-style-type: none"> ZAPTIVANJE TELA BRANE SE PRIMENJUJE KOD: | <ul style="list-style-type: none"> <u>NEHOMOGENIH BRANA</u> - ZONIRANIH | |
| <ul style="list-style-type: none"> ZAPTIVANJE NEHOMOGENIH BRANA MOŽE BITI: | <ul style="list-style-type: none"> SA EKRANOM SA JEZGROM ILI DIJAFRAGMOM | |
| | | |
| <ul style="list-style-type: none"> KARAKTERISTIKE EKRANA | <ul style="list-style-type: none"> PREDNOST | <ul style="list-style-type: none"> EKRAN POVEĆAVA UZVODNI NAGIB KOSINE BRANE; EKRAN POVEĆAVA STABILNOST UZVODNE PRIZME KOD NAGLOG SPUŠTANJA NIVOVA VODE U JEZERU EKRAN OMOGUĆUJE NEZAVISNO IZVOĐENJE TELA BRANE U ODNOSU NA EKRAN EKRAN JE POVOLJAN ZA REGIONE SA LOŠIM KLIMATSKIM USLOVIMA |
| | <ul style="list-style-type: none"> NEDOSTACI | <ul style="list-style-type: none"> EKRANT JE IZLOŽEN DEGRADACIJI - ZAHTEVA POVREMENE OPRAVKE TREBA OBEZBEDITI BRZO OCEĐIVANJE VODE IZ GLINE EKRANA PRI NAGLOM SPUŠTANJU NIVOVA VODE U JEZERU VEĆI JE UTROŠAK GLINENOG MATERIJALA U ODNOSU NA ZAPTIVANJE U CENTRALNOM DELU – SA JEZGROM ZBOG VEĆEG NAGIBA UZVODNOG LICA IZLOŽEN JE DEJSTVU VODE I MOŽE BITI LAKO UNIŠTEN, ŠTO JE OPASNO SA GLEDIŠTA STABILNOSTI BRANE PRITISAK NA KONTAKTNOJ ZONI EKRANA I FUNDAMENTA JE MALI, TE JE I OTPORNOST NA KLIZANJE MALA. |

| | | |
|---|--|---|
| <ul style="list-style-type: none"> • KARAKTERISTIKE GLINENOG JEZGRA | <ul style="list-style-type: none"> ▪ PREDNOST | <ul style="list-style-type: none"> ▪ PONAŠA SE BOLJE POD DEJSTVOM SPOLJAŠNJIH SILA (SIMETRIČNO JE OPTEREĆENO) ▪ KVALITET JEZGRA NE UTIČE NA STABILNOST BRANE, ▪ MANJI JE UTROŠAK GLINE - POJEFTINJUJE BRANU ▪ UZVODNI I NIZVODNI NAGIB JEZGRA MOŽE BITI STRMIJI JER NE ZAVISI OD OTPORNOSTI NA SMICANJE MATERIJALA U TELU BRANE VEĆ OD NAČINA UGRADNJE |
| | <ul style="list-style-type: none"> ▪ NEDOSTACI | <ul style="list-style-type: none"> ▪ JEZGRO DELI BRANU NA DVA DELA I IZVODI SE ZAJEDNO SA BRANOM ▪ JAVLJA SE PROBLEM PRILIKOM PRAĆENJA DINAMIKE IZVOĐENJA BRANE (PRIZME SE BRŽE IZVODE) ▪ U SLUČAJU PRIMENE INJEKCIONE ZAVESE ISPOD JEZGRA, ZAVESA SE IZVODI PRE IZVOĐENJA JEZGRA ▪ INJEKTIRANJE JE IZ GALERIJE ILI SA BETONSKE PLOČE PA DINAMIKA IZGRADNJE ZAVISI OD DINAMIKE INJEKTIRANJA |



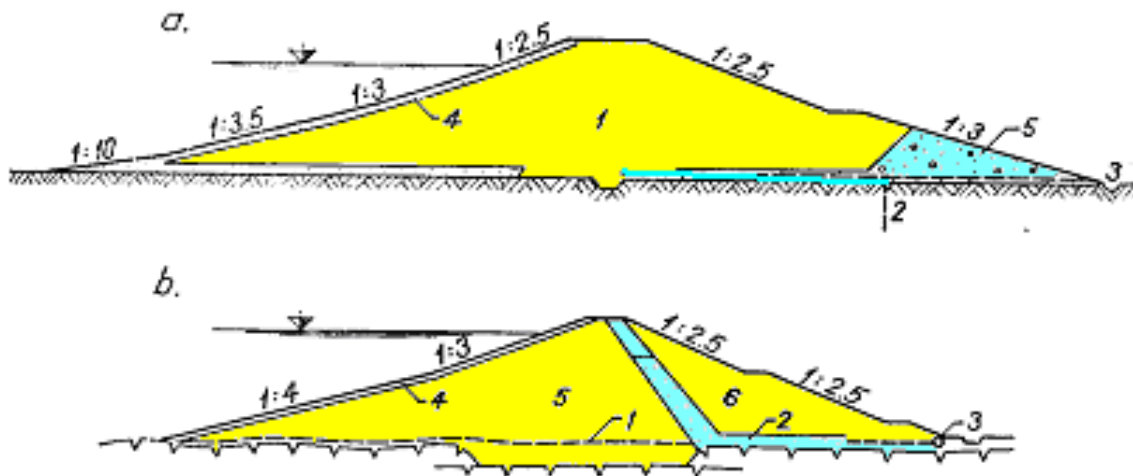
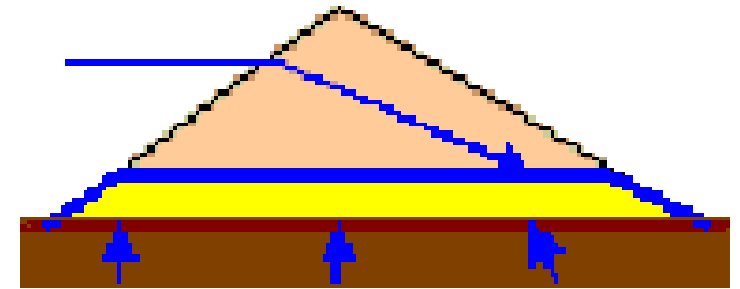
| | | | |
|---|--|--|--|
| <ul style="list-style-type: none"> • PREMA ELASTIČNIM KARAKTERISTIKAMA ZAPTIVNI ELEMENT TELA BRANE MOŽE BITI: | <ul style="list-style-type: none"> • KRUT | <ul style="list-style-type: none"> ▪ BETON ▪ ARMIRANI BETON ▪ METALNA DIJAFRAGMA | <ul style="list-style-type: none"> ▪ PRIMENJUJU SE KADA JE STENA U FUNDAMENTU ZDRAVA STENA |
| | <ul style="list-style-type: none"> • ELASTIČAN | <ul style="list-style-type: none"> ▪ OD GLINE ▪ BITUMENSKI POKRIVAČ | <ul style="list-style-type: none"> ▪ PPRATI SLEGANJA BRANE I FUNDAMENTA |
| | <ul style="list-style-type: none"> • POLUELASTIČAN | <ul style="list-style-type: none"> ▪ METALNE TABLE ▪ ASFALTBETON | |
| <ul style="list-style-type: none"> • ZAVISNO OD MATERIJALA OD KOGA SE RADI RAZLIKUJEMO: | <ul style="list-style-type: none"> • ZAPTIVANJE PRIRODNOM ZEMLJOM • ZAPTIVANJE ZEMLJANIM BETONOM – HYDRATON • ZAPTIVANJE BETONOM ILI ARMIRANIM BETONOM • ZAPTIVANJE METALOM • ZAPTIVANJE BITUMENSKIM MATERIJALIMA • ZAPTIVANJE FOLIJAMA OD RAZLIČITIH MATERIJALA | | |

14. FILTRI I DRENAŽE

| | | | |
|---|---|--|---|
| <ul style="list-style-type: none"> FILTRI I DRENAŽE SPREČAVAJU ISPIRANJE MATERIJALA IZ TELA BRANE I FUNDAMENTA | | | |
| <ul style="list-style-type: none"> RAZLIKUJEMO FILTRE I DRENAŽE: <ul style="list-style-type: none"> KOD HOMOGENIH BRANA – BRANA OD JEDNE VRSTE MATERIJALA KOD NEHOMOGENIH BRANA – ZONIRANIH BRANA | | PROJEKTOM TREBA DA SE REŠI: <ul style="list-style-type: none"> POLOŽAJ FILTERA I SASTAV FILTERA – GRANULOMETRIJSKI SASTAV | |
| <ul style="list-style-type: none"> KOD HOMOGENIH BRANA SE POSTAVLJAJU: | <ul style="list-style-type: none"> NA UZVODNOM LICU | <ul style="list-style-type: none"> FILTRI ŠTITE Telo BRANE OD NAGLOG SPUŠTANJA NIVOVA VODE U JEZERU |  |
| | <ul style="list-style-type: none"> U TELU BRANE | <ul style="list-style-type: none"> FILTRI SPUŠTAJU DEPRESIONU LINIJU PRE IZLASKA NA NIZVODNO LICE |  |
| | <ul style="list-style-type: none"> NA NIZVODNOM LICU | <ul style="list-style-type: none"> DRENAŽA ZAUZIMA 1/3 ... 1/4 TELA BRANE NA NIZVODNOM DELU SPUŠTA DEPRESIONU LINIJU SPREČAVA DEGRADACIJU NIZVODNOG LICA TELA BRANE |  |
| <ul style="list-style-type: none"> KOD NEHOMOGENIH BRANA FILTRI SU: | <ul style="list-style-type: none"> SA OBE STRANE GLINENOG JEZGRA | <ul style="list-style-type: none"> ŠTITE JEZGRO OD DEGRADACIJE |  |

- IZMEĐU TELA BRANE I GLINOVITOG FUNDAMENTA

- ŠTITE FUNDAMENT OD ISPIRANJA
- UBRZAVAJU PROCES KONSOLIDACIJE FUNDAMENTA



SL. 8.22. POSTAVLJANJE FILTARSKIH SLOJEVA KOD HOMOGENIH BRANA:
 a - brana Arkabutla; 1 - nepropusan materijal; 2 - cevi i šahte za dreniranje; 3 - kanal za evakuaciju; 4 - šljunak; 5 - kamena drenažna prizma; b - brana Galoya; 1 - linija inicijalnog terena; 2 - filter od peska; 3 - drenaža; 4 - filter od peska; 5 - nepropusan materijal; 6 - materijal malo vodopropusan.

- DA BI FILTERSKI SLOJEVI IMALI ULOGU ZAŠTITE TREBA DA IMAJU **GRANULOMETRIJSKI SASTAV** ZAVISNO OD MATERIJALA KOJI ŠTITE
- MATERIJAL KOJI SE ŠTITI NOSI OZNAKU «B» A SLOJ FILTERA OZNAKU «F»

| | | | | |
|--|---|---|---|--|
| <ul style="list-style-type: none"> • GRANULOMETRIJSKI SASTAV | <ul style="list-style-type: none"> • AKO JE FILTER OD JEDNE FRAKCIJE – UNIFORMNOG SASTAVA | $5 < \frac{F_{50}}{B_{50}} < 58$ $B_{50} = 0.015 \text{ mm} \Rightarrow F_{50} = 0.05 \div 0.58 \text{ mm}$ | | |
| | <ul style="list-style-type: none"> • AKO JE FILTER OD VIŠE FRAKCIJA – NERAVNOMERNE GRANULACIJE | <ul style="list-style-type: none"> ▪ MATERIJAL – GRANULACIJE LOPTASTOG OBLIKA | $12 < \frac{F_{50}}{B_{50}} < 58$ $12 < \frac{F_{15}}{B_{15}} < 40$ | |
| | | <ul style="list-style-type: none"> ▪ MATERIJAL - LOMLJENI KAMEN | $9 < \frac{F_{50}}{B_{50}} < 30$ $16 < \frac{F_{15}}{B_{15}} < 18$ | |
| | | | <ul style="list-style-type: none"> ▪ KRUPNOĆE VEĆE OD 65 mm ODSTRANJUJU SE IZ FILTERSKOG MATERIJALA | |
| | <ul style="list-style-type: none"> • DRENAŽE | <ul style="list-style-type: none"> ▪ TERCAGI PREPORUČUJE | <ul style="list-style-type: none"> ▪ GRANULOMETRIJSKI SASTAV DRENAŽE: $\frac{F_{85\%}}{B_{85\%}} < 4 \dots 5; \quad \frac{F_{15\%}}{B_{15\%}} > 4 \dots 5$ <ul style="list-style-type: none"> ▪ PREČNIK RUPE DRENA <math>\frac{F_{85}}{2}</math> ▪ DEBLJINA FILTERSKOG SLOJA OKO DRENA JE 25 SM | |
| | <ul style="list-style-type: none"> ▪ DRENAŽE SE RADE U NOŽICI NIZVODNE KOSINE KAO PRIZME VISINE (15 ... 25%) H ILI U TELU BRANE | | | <p>SL. 8.23. REŠENJE DRENAŽNE PRIZME U NIZVODNOJ NOŽICI: a – kada ima kamena; b – kada je kamen deficitaran; 1 - fini pesak ($k=750 \times 10^{-4} \text{ cm/s}$); 2 - krupan pesak ($k=1250 \times 10^{-2} \text{ cm/s}$); 3 - šljunak; 4 - telo brane.</p> |

X. STABILNOST KOSINA

15. KARAKTERISTIKE PROFILA BRANE

- PROFIL BRANE ODREĐUJE SE IZ USLOVA STABILNOSTI KOSINA.
- KOSINA JE STABILNA AKO SU SILE KOJE IZAZIVAJU SMICANJE PREUZETE OD SILA OTPORA MATERIJALA.

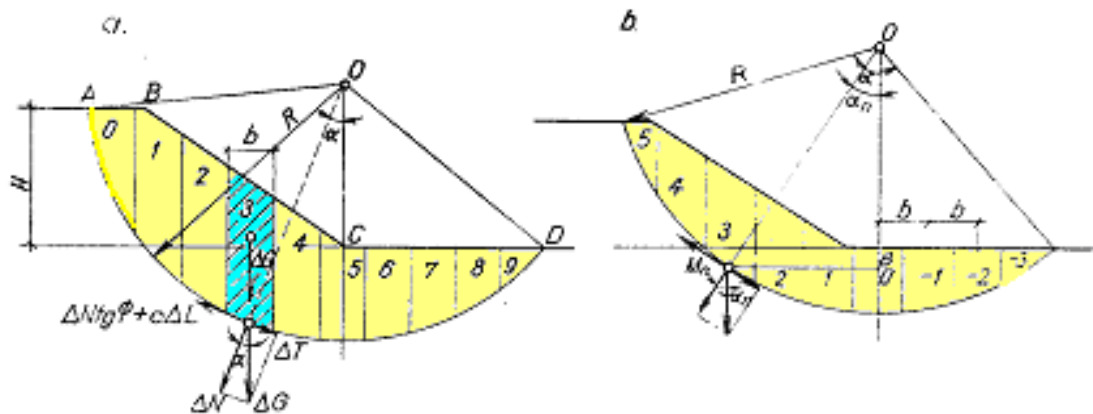


- SILE KOJE SE UZIMAJU U OBZIR

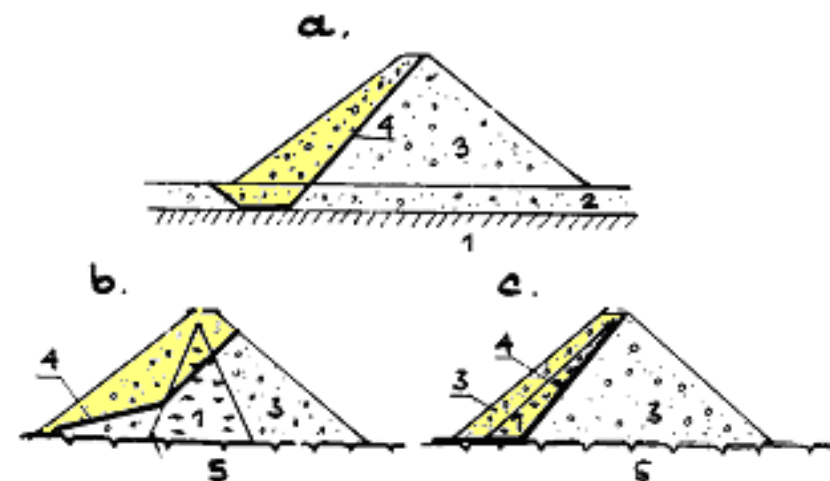
- TEŽINA ZEMLJANOG MASIVA
- UZGON
- KAPILARNE SILE
- INERCIJALNA SILA MASE ZEMLJE – SEIZMIČKA SILA

- POVRŠINA KLIZANJA MOŽE BITI:

- CILINDRIČNA NA KOJOJ BAZIRAJU SVE ŠVEDSKE METODE
- POLIGONALNA



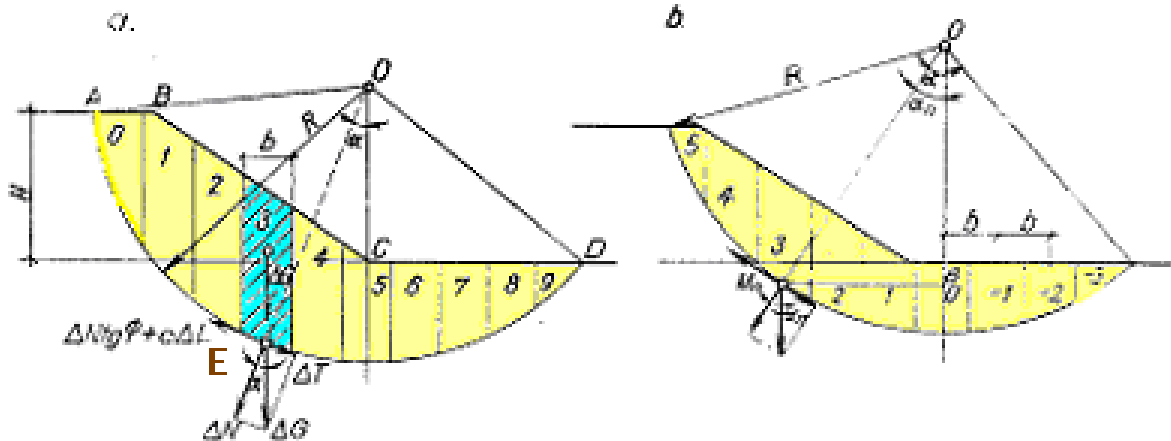
CILINDRIČNA KLIZNA RAVAN



POLIGONALNA KLIZNA RAVAN

16. KONTROLA STABILNOSTI PO CILINDRIČNIM KLIZNIM POVRŠINAMA

| | | | |
|--|--|---|---|
| <ul style="list-style-type: none"> • POSTUPAK RADA: | <ul style="list-style-type: none"> • POSMATRA SE : | <ul style="list-style-type: none"> ▪ DEO KRUŽNOG LUKA AED, SA CENTROM U TAČKI «O», KOJI PREDSTAVLJA KLIZNU POVRŠINU, ▪ MASIV IZNAD KLIZNE RAVNI PODELI SE NA VERTIKALNE LAMELE JEDNAKE ŠIRINE | |
| | <ul style="list-style-type: none"> • SILE KOJE DELUJU NA KLIZNU RAVAN AED | <ul style="list-style-type: none"> ▪ AKTIVNE SILE – OD SOPSTVENE TEŽINE ΔG | <ul style="list-style-type: none"> ▪ TANGENCIJALNA SILA: $\Delta T = \Delta G \cdot \sin \alpha$ ▪ NORMALNA SILA: $\Delta N = \Delta G \cdot \cos \alpha$ |
| <ul style="list-style-type: none"> ▪ REAKTIVNE SILE - OTPOR MATERIJALA U BRANI I FUNDAMENTU | | <ul style="list-style-type: none"> ▪ SILA TRENJA: $\Delta N \cdot \operatorname{tg} \Phi$ ▪ SILA KOHEZIJE: $c \cdot \Delta L$ | |
| <p>GDE JE:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ UGAO UNUTRAŠNJEG TRENJA Φ ▪ KOHEZIJA MATERIJALA IZLOŽENOG KLIZANJU c ▪ DUŽINA LUKA KOJA ODGOVARA JEDNOJ LAMELI ΔL | | | |



SL. 8.35. PRORAČUN STABILNOSTI KOSINE:
A – RAZLAGANJE SILA; B – UPROŠĆENA ŠEMA.

- ODNOSOM MOMENTA REAKTIVNIH I AKTIVNIH SILA U ODNOSU NA TAČKU «O»

$$K = \frac{\sum \Delta N \cdot \operatorname{tg} \Phi + \sum c \cdot \Delta L}{\sum \Delta T} = \frac{\sum \Delta G_n \cdot \cos \alpha_n \cdot \operatorname{tg} \Phi + \sum c \cdot \Delta L}{\sum \Delta G_n \sin \alpha_n}$$

- USVAJA SE DA JE ŠIRINA LAMELE $b = R/m$ ($m = 10 - 20$, BROJ LAMELA), I
- USVAJA SE DA JE POLOŽAJ LAMELE SIMETRIČAN U ODNOSU NA VERIKALU KOJA PROLAZI KROZ TAČKU O,
- IZ GEOMETRIJE TROUGLA BOM_n SLEDI:

$$\sin \alpha_n = \frac{n \cdot b}{R} \quad \text{i} \quad \cos \alpha_n = \sqrt{1 - \sin^2 \alpha_n} = \sqrt{1 - \frac{n^2}{m^2}}$$

- SA USVOJENIM PODACIMA SE DOBIJA KONAČNI IZRAZ:

$$K = \frac{\sum \Delta G_n \cdot \sqrt{1 - \frac{n^2}{m^2}} \cdot \operatorname{tg} \Phi_n + \sum c \cdot \Delta L}{\sum \Delta G_n \cdot \frac{n}{m}}$$

- UKOLIKO JE TEREN NEHOMOGEN ZA SVAKI MATERIJAL UVODIMO ODGOVARAJUĆE VREDNOSTI γ, Φ, c .

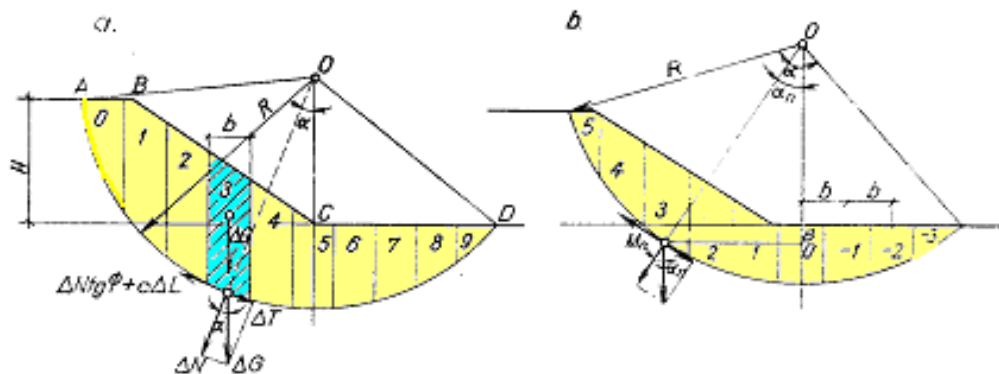
- KOEFICIJENT SIGURNOSTI «K» MASIVA ABCDE DEFINISAN JE:

- KOD HOMOGENIH BRANA BEZ KOHEZIJE ($c=0$) KOEFICIJENT SIGURNOSTI JE DEFINISAN IZRAZOM:

$$K = \frac{\operatorname{tg} \theta}{\operatorname{tg} \beta}$$

GDE JE:

- θ - PRIRODNI NAGIB KOSINE ZA ODGOVARAJUĆI MATERIJAL – UGAO UNUTRAŠNJEG TRENJA;
- β - REALNI NAGIB KOSINE.



SL. 8.35. PRORAČUN STABILNOSTI KOSINE:
a – razlaganje sila; b – uprošćena šema.

| DOZVOLJENI KOEFICIJENT SIGURNOSTI U PROPISIMA SSSR | |
|--|----------------------------------|
| VRSTA OPTEREĆENJA | KOEFICIJENT SIGURNOSTI |
| OSNOVNO | K = 1.30 – 1.50 I KLASA KOSTR. |
| | K = 1.20 – 1.40 II « |
| | K = 1.15 – 1.32 III « |
| | K = 1.10 – 1.25 IV « |
| NEPREDVIĐENO | K > 1.10 ZA I + II KLASU KOST. |
| | K > 1.05 ZA III + IV KLASU KONS. |

X. ZAKLJUČAK

- ZEMLJANE BRANE **IMAJU PREDNOST U ODNOSU NA SVE TIPOVE BETONSKIH BRANA** JER KORISTE LOKALNI MATERIJAL I JEFTINIJE SU
- SA RAZVOJEM TEHNIKE **NABIJANJA** MOGU SE RADITI BRANE VELIKE VISINE, **DO GRANICA GRAVITACIONIH BRANA**

• **PREDNOSTI**

- **IZVOĐENJE ZEMLJANIH BRANA ZAHTEVA JEFTINIJU RADNU SNAGU**
- **MOGU SE LAKO NADVISITI**
- **PRORAČUN JE JEDNOSTAVNIJI**
- **PRORAČUN FILTRACIJE I STABILNOST KOSINA SE BAZIRA SVE VIŠE NA NAUČNOJ OSNOVI**

• **NEDOSTACI**

- **NE MOGU SE GRADITI ZIMI**
- **NE MOGU SE GRADITI U VREME KIŠA**
- **UKOLIKO SE NE POŠTUJE POSTUPAK UGRADNJE MATERIJALA , IMAJU VELIKA SLEGANJA**
- **NE DOZVOLJAVA SE IZRADA PRELIV U TELU BRANE**