

VODOPRIVREDA

- DELATNOST KOJA SE BAVI GAZDOVANJEM VODAMA (POVRŠINSKIM I PODZEMNIM)
- OBUHVATA:
 - 1) PLANIRANJE NEOPHODNO, JER SU U SUPROTNOJ UREĐENJE - OPASNI
 - 2) ZASTITU - VEZANO ZA UREĐENJE
 - 3) KORISCENJE VODA I VODOTOKA

PODELA VODOPRIVREDE

- 1) OD SVOJSTAVA VODE I VODOTOKA:
 - KVALITATIVNA
 - KVANTITATIVNA
 - BIOLOŠKA

2) GRANE VODOPRIVREDE

- HIDROENERGETIKA (KORISCENJE VODNIH SNAGA)
GL. PRIV. GRANA JE INDUSTRIJA
- VODENI SAOBRAĆAJ (KORISCENJE REČ. TOKOVA / JEZERA)
ZA PREVOZ I TRANSPORT
- HIDROTEH. MELIORACIJE (ODBRANA OD SP. I UN. POPLAVNIH VODA, ZASTITA TL. OD ERDZIJE I BUĐICA)
ODVODN. AVANJE / NAVODN.)
GL. PRIV. GR. POLOPRIVR.
- SANITARNA HIDROTEH. (SNABDEVANJE HIGIJEN. VODOM, INDUSTR. VODOM, PREČIŠĆAVANJE, ODVOĐENJE ZAGAĐ. VODA,
GL. PRIV. GR.: KOMUNAL. PRIVR. INDUSTRIJA

VODOPRIVREDNA OSNOVA

JEDAN OD REZULTATA VODOPRIVREDNIH PROUCAVANJA I PLANIRANJA

- PRIVREDNI I TEH. PLANOVI U GAZD. VOD.
- DUGOROČNI PLANOVI ZA ODRŽAVANJE I RAZVOJ REŽIMA VODA NA 1 PODRUČJU

UZIMA U OBZIR:

- KLIMATSKE FAKTORE U SLUVU
- VREMENSKI FAKTOR
- DRUSTV. - EKON. USLOVE
- VODOPRIVREDNE GRANE I Njihov RAZVOJ
- VODOPRIVREDNO REŠENJE
- VODNE RESURSE

HIDROTEHNIKA - NAUKA KOJA SE BAVI RESAVANJEM
VODOPRIVREDNIH ZADATAKA

- OBUHVATA:

- 1) ISPITIVANJE POSTOJECEG REZIMA VODNIH DOBARA
- 2) ISPITIVANJE GEOLOSKE I HIDROGEOLOSKE GRADE NA MESTIMA AKUMULACIJA I OBJ.
- 3) PROJEKTOVANJE I IZGRADNJA, ODRZAVANJE I KORISCENJE HIDROTEH. OBJEKATA I OPREME

HIDROTEHNICKE KONSTRUKCIJE

- STALNE / POVREMENE KONSTRUKCIJE KOJE SU STALNO / POVREMENO U DODIRU SA VODOM, POMOCU KOJIH SE GAZDUJE VODOM I SPRECAVA NIENO STETNO DELOVANJE

PODELA HK

1) PREMA TRAJNOSTI KORISCENJA:

- STALNE - VEK TRAJANJA 25-100 GOD.

OBJEKTI VAN KATEGORIJE

- VIŠOKE BRANE
- ELEKTRANE $N > 150 \text{ MW}$
- VODOTORNI, EVI $> 2000 \text{ m}^3$
- OBJ. SLOZENIH KONSTRUK. SIST.
- OBJ. CIJE RUŠENJE MOZE IZAZVATI KATASTROF. POSLEDICE

OBJEKTI I KATEGORIJE

- SVI DRUGI OBJEKTI

- PRIVREMENE - RADE SAMO U PERIODU GRAĐENJA ILI U TOKU POPRAVKE STALNE HK

2) PREMA NAMENI KORISCENJA:

- OPSTE - BRANE, NASIPTI, PRELIVI, UMIROJUCI BAZENI, ZAHVATI, KANALI, TUNELI, CEVOVODI, PROPUSTI, KASKADE, SLAPISTA, --

- POSEBNE - ZA KORISC. VODNE SNAGE - HIDROEL. HIDROTEH. TUNELI, VODNE KOMORE

- ZA MELIORACIJE - KANALI, PUMPNE STANICE, BAZENI, TALOZNICE, REZERVOARI, CEVOVODI

- ZA SAOBH. NAVODI - KANALI, PREVODNICE, MARINE NAPERI, --

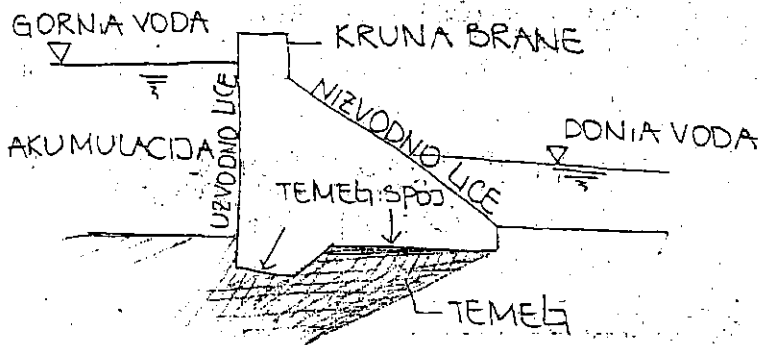
3) PREMA MESTU NA KOME SE GRADE:

- RECNE
- MREZNE (U HIDROTEH. SIST.)
- PODZEMNE
- JEZERSKE
- MORSKE (OKEANSKE)

4) PREMA DELOVANJU NA TOK VODE

- KOJE MENJAJU TOK VODE (PREGRADE, BRANE, NASIP)
- KOJE TOKU VODE PREDSTAVLJAJU VESTACKO KORITO (VODOPROVODNICI, ISPUSTI, PRELIVI, ZAHVATI, BRZOTOCI...)

PROMENA REZIMA TOKA VODE (BRANE, PREGRADE, NASIP)



- BRANA - ZEMljANA
- KAMENA (IMA GLINENO JEZGRO ILI UZVODNU KONT. OD BETONA)
- BETONSKA GRAVITACIONA (VELIKA SOPSTV. TEZINA)
- OLAKSANA-HIDROTEH BETON
- LUCNA
- KONTRAFORNA

$KGV = KDV \rightarrow$ USPOR VODE (DENIVELACIJA) VISOKE BRANE: $h > 15m$
 $h = 10-15$

VESTACKA KORITA

- VODOPROVODNICI - ODVODE VODU DO POTROSACA.
 - MOGU BITI IZNAD/NA POVRSINI; DEUMICNO UKOPANI; ISPOD POVRSINE.
- PRELIV (POVRSINSKI/DUBINSKI) - NA HK
 - MOZE BITI: SIFONSKI, TUNELSKI, BOJNI, SAHTNI, CEONI
 - VISAK VODE IZ AKUMULACIJE SE PREBACUJE KA RECNOJ TOKU NIZVODNO ILI U KANAL, ODVOD,...
- ISPUST - ISPUSTA VODU ILI NANOS IZ AKUMULACIJE, KANALA, BAZENA U NEKI UMIRUJUCI BAZEN ILI RECNO KORITO,...
- BRZOTOK - KANAL NIZ KODI VODA TECE VELIKOM BRZINOM. (NPR. OD PRELIVA DO UMIRUJUCEG BAZENA, SLAPISTA, ...)

OSOBENOSTI HK:

- 1) IZLOŽENE DEJSTVU VODE (meh, fizicko-hem, bioloski, filtraciono)
- 2) ZNAČAJAN UTICAJ NA OKOLINU (promena: mikroklima, NPV, indukovani zemljotresi, -)
- 3) POTREBNA VEĆA SIGURNOST (ogromne posledice rušenja)
- 4) SLOŽENO PROJEKTOVANJE (nema tipske gradnje, obimni i skup istražni radovi, često potrebne studije mat, fizicki modeli)
- 5) ZNATNO SLOŽENIJA IZGRADNJA (veliki obim radova, često pod vod, nepristupačni tereni, klim. uslovi)
- 6) POTREBNA VEĆA POSTOJANOST (veće MB, otpornost na mraz, vodonepropusnost)
- 7) SKUPI OBJEKTI

DELOVANJE VODE NA HK:

MEHANICKO - STAT. I DINAMICKI PRITISAK

↳ ~ DUBINI VODE
AKO VODA MIRUJE

↳ ~ KVADRATU BRZINE VODE

FIZICKO-HEMIJSKO

- UN. SUFOZIJA

OBJEKTA - VODA DELUJE NA
CEMENT, AGREGAT,
ADITIVE, ARMATURU, -

- SUFOZIJA

TEMELJA - NA STENU / TLO

HIDROSTAT. PRITISAK = PR. VODE U MIRU
UPRAVNO NA KONSTR. (HOR I VERT. KOMPON.)

- UZGON = PRITISAK VODE U PORAMA, PUKOTIN.
DOMINANTNA VERT. KOMPONENTA

- HIDRODINAM. SILE (INERCIJALNE, PULZACIJA,
TALASI, SEIZMIKA)

- DELOVANJE LEDA (STAT / DINAM.)

- UN. EROZIJA (SUFOZIJA, IZDIZANJE) - NASUTE
BRANE

- SP. EROZIJA (USLED PRELIVANJA)

- KAVITACIONA

EROZIJA - NAGLI PRELAZ IZ TEČNOG U GAS. STAVI

UTICAJ HK NA OKOLINU

NAJVEĆI UTICAJ BRANA SA VELIKIM AKUMULACIJAMA JER

- MENJA SE MIKROKLIMA OKO JEZERA (VEĆA ISPARENJA ⇒ VEĆE PADAV.
ZIMI MAGLA)
- MENJA SE FLORA I FAUNA
- USLED POVEĆANJA TEKTON. NAPREŽANJA ⇒ INDUKOVANI ZEMBOT
(VELIKI DODATNI PRITISAK ISPOD DNA AKUMULACIJE, ↑ PORN I PRITISAK
↓ OTPOR SREDINE NA TRENJE).
PRAVILNIK O SEIZM. AKTIVNOSTI BRANA
- MOGUĆA POJAVA KLIZISTA PRI PUNJENJU / PRAZNIJENJU
(AKO NAGLO PADNE NIVO VODE U AKUMULACIJI ⇒ DODATNI PORN I PRITISAK)
- MOGUĆA POJAVA IZVORA NIZVODNO OD AKUMULACIJE
- POTAPANJE VELIKIH POVRŠINA
- PROMENA NAVIKA I NACINA ŽIVOTA STANOVNIKA

GRADENIE HK

NACINI I USLOVI GRADENIA SU F-JA:

- TIPIA SAME HK
- HIDROLOŠKIH I KONKRETNIH TOPOGRAFSKIH I INŽENIERSKO-GEOLOŠKIH USLOVA

SLUCAJEVI:

- 1) AKO SE HK GRADI PORED REKE ILI U RECNOJ KORITU, ALI BEZ PREGRADIVANJA → TEMEL SE OD DOTICANJA VODE OBEZBEDUJE NASIPIMA, ZAGATIMA, DIZAFRAGMAMA, TALPAMA → VODA NESMETANO PROTICE, NEMA PROBLEMA SA EVAKUACIJOM VODE I VODENIM SAOBRAĆ.
- 2) AKO HK PREGRADUJE KORITO → GRADE SE PRIVREMENE KONSTRUKCIJE KOJE SKREĆU TOK I OBEZBEDJUJU DA U TEMELJNOJ JAMI NEMA VODE: optočni tunel, uzvodna, nizvodna brana, zagat, dizaf.
- 3) POSEBAN PROBLEM - AKO SE PREGRADUJE VEĆA PLOVNA REKA JER TREBA OBEZBEDITI NESMETANI SAOBRAĆAJ - VODA TECE PORED ILI PREKO VEĆ ZAVRŠENIH DELOVA HK, A KRITIČNA JE POSLEDNJA FAZA PREGRADIVANJA REKE

PRILIKOM GRADENIA MORA SE VODITI RACUNA I O MALOVODNIM PERIODIMA, KADA TREBA OBAVITI NAJOSETLJIVJE RADOVE

SLOM HK - MOŽE NASTATI U ZAVISNOSTI OD TIPIA KONSTRUKCIJE USLED:

- 1) GREŠKE U PROJEKTOVANJU OBJEKTA, TEMELJA
- 2) POGRESNE / NEDOVOLJNO ISTRAŽENE PODLOGE
- 3) POGRESNI PRORACUNI (STAT, DINAM, HIDRAULIČKI, HIDROLOŠKI)
- 4) SLAB KVALITET UGRADENOG MATERIJALA
- 5) GREŠKE PRI IZVOĐENJU
- 6) PLAVLENJE KONSTRUKCIJE
- 7) ODNOSENJE MAT. ISPOD KONSTRUKCIJE
- 8) NEZAVRŠENA KONSTRUKCIJA IZLOŽENA OPT. ZA ZAVRŠENJU KONSTR.
- 9) POGRESNO RUKOVANJE HIDROHEM. OPREMOM

DOKUMENTACIJA ZA HK

- 1) USLOVI ZA IZGRADNJU
- 2) PROJEKTNII ZADATAK
- 3) PODLOGE ZA PROJEKTOVANIE
- 4) PROJEKTNII DOKUMENTACIJA
- 5) DOZVOLE I SAGLASNOSTI
- 6) LICITACIONA DOK.
- 7) DOKUMENTACIJA U TOKU GRADENIA
- 8) DOKUMENTACIJA PO ZAVRSETKU GRADENIA
- 9) DOKUMENTACIJA U TOKU RADA

1) USLOVI ZA IZGRADNJU:

- DA LI POSTOJI MOGUĆNOST GRADENIA (PROSTORNI PLAN I VODOPRIVREDNA OSNOVA REPUBLIKE SRBIJE)
- NADLEZNE ORGANIZACIJE I SLUŽBE PROPISUJU USLOVE ZA IZGRADNJU
- URBANISTIČKO-TEHNIČKI USLOVI
- VODOPRIVREDNI USLOVI
- USLOVI JAVNIH KOMUNALNIH ORG.
- SAOBRAĆAJNI USLOVI
- ENERGETSKI
- EKOLOŠKI
- USLOVI ZAŠTITE SPOMENIKA KULTURE

2) PROJEKTNII ZADATAK - OBEZBEĐUJE GA INVESTITOR I MORA DA SADRŽI:

- CILJEVE I SVRHU IZRADE PROJEKTA
- PREDMET
- PODATKE O DOBIJENIM USLOVIMA O PODLOGAMA ZA PROJEKTOVANIE
- REZULTATE PRETHODNE FAZE PROJEKTA
- KRITERIJUME I METODOLOGIJU ZA PRORACUNI
- ZAHTEVE U VEZI SA OSMATRANJEM I UPRAVLJANJEM
- SADRŽAJ, STRUKTURU, NAČIN PRIKAZIVANJA PROJEKTA
- ROKOVE ZAVRŠETKA PROJEKTA

ZAVISI OD FAZE PROJEKTA
POTPISUJE GA INVESTITOR

3) PODLOGE ZA PROJEKTOVANIE - SLUŽE ZA SAGLEDAVANIE USLOVA PROJEKTOVANIA I GRADENIA, SADRŽE:

- PLANSKU DOKUMENT.
- PRETHODNE STUDIJE, ISTRAŽNE RADOVE I PROJEKTE
- POTREBU ZA VODOM
- TOPOGRAFSKE I GEODETSKE PODLOGE
- HIDROLOŠKO-METEOROL. PODLOGE
- GEOLOŠKE, GEOMEH. PODLOGE
- VODOPRIVREDNE, BUJICARSKIE, PEDOLOŠKE, ENERGETSKE, EKOLOŠKE PODLOGE
- MASINSKE, ELEKTROTEH, SAOBRAĆAJNE, EKONOMSKE PODLOGE

ZAVISE OD FAZE PROJEKTA

4) PROJEKTNJA DOKUMENTACIJA - IZRAĐUJE SE PO FAZAMA

1. - GENERALNI PROJEKAT -

FAZA PROJEKTOVANIA U KOJOJ SE OD NEKOLIKO RAZMATRANIH REŠENJA BIRA OPTIMALNO REŠENJE I ODREĐUJE:

- GENERALNA KONCEPCIJA, NAMENA
- OKVIRNE OSOBINE AKUMULACIJE
- MAKROLOKACIJA PREGRADNOG MOSTA
- DISPOZICIJA NAJVAŽNIJIH OBJEKATA
- Približna vrednost investicije
- UTICAJ NA OKOLINU

2. - IDEJNI PROJEKAT - NA OSNOVU ČEGA SE VRSI STUDIJU OPRAVDANOSTI

RAZRADA SISTEMA USVOJENOG U GEN. PR. DA BI SE UTVRDILE:

- SVE TEH. OSOBINE
- MIKROLOKACIJA BRANE I OSTALIH OBJEKATA
- OSNOVNE DIMENZIJE SVIH OBJEKATA
- STATICKA I KONSTRUKCIJNA KONCEPCIJA OBJEKATA
- VRSTE GRAD. MAT.
- MOGUĆNOST PROVOĐENJA INSTALACIJA I SMESTAJ OPREME
- PROCENA INVESTICIJNE VREDNOSTI OBJEKTA
- Približna koncepcija izgradnje i održavanja
- MERE ZA SPREČAVANJE ILI SMANJENJE NEG. UTICAJA NA ŽIVOTNU SREDINU
- POTREBNI DODATNI ISTRAŽNI RADOVI ZA IZRADU GP

3. - GLAVNI PROJEKAT -

DETALJNA RAZRADA TEH. REŠENJA IZ IDEJNOG PR. NA DEFINITIVNO ODREĐENOJ LOKACIJI I PREMA ODABRANOJ OPREMI I NA NIVOU RAZRADE KOJI JE DOVOLJAN ZA GRADENJE OBJEKTA

ZADACI:

- PRORACUNIMA NAJVIŠEG NIVOA DETALJNOSTI DOKAZATI STABILNOST I FUNKCIONALNOST OBJEKTA
- DETALJNO DEFINISANJE USLOVA, REDOSLEDA, TEH. IZVOĐENJA SVIH POZICIJA RADOVA, USLOVA ZA OSMATRANJE, NAČINA OBRACUNA MERE ZAŠTITE NA RADU
- DETALJNA UPUTSTVA ZA UPRAVLJANJE, ODRŽAVANJE OBJ. I POSIROJ

4. - IZVOĐACKI PROJEKAT -

DETALJNA RAZRADA GP ILI SE VRSI NIEGOVA IZMENA (DOPUNA) U SKLADU SA USLOVIMA NA TERENU KOJI EVENTUALNO NISU BILI POZNATI U VREME IZRADU GP)

DELOVI KOJI SE NE MENJAJU SAMO SE VERIFIKUJU TAKO DA POSTAJU SASTAVNI DEO IZVOĐ. PROJEKTA

PROJEKAT IZVEDENOG OBJEKTA - (arhivski projekat)

- RADI SE PO ZAVRSETKU IZGRADNJE I PRIKAZUJE IZVEDENO STANJE
- U GL. PROJEKAT UNOSE SE SVE IZМЕНЕ NASTALE TOKOM IZGRADNJE
- AKO NEMA IZМЕНА, IZVOĐAČ I NADZORNI ORGAN NA 1. STRANI GARANTUJU DA JE ARHIVSKI PROJEKAT ISTI KAO GL. PROJEKAT

U OKVIRU PROJEKTNE DOKUMENTACIJE MORA POSTOJATI I DEO U KOME SE NALAZI OPSTA DOKUMENTACIJA O PROJEKTU

- NAZIV OBJEKTA, FAZA
- NAZIV PROJEKTANTA, LICENCA PROJEKTANTA
- REŠENJE O ODREĐIVANJU GL. ODGOV. PROJEKTANTA
- ODGOVORNIH PROJEKTANATA
- LICENCU ZA SVA LICA
- POTVRDE O MEĐUSOBNOJ SAGLASNOSTI SVIH DELOVA PROJ.
- AKT O URBANISTIČKIM USLOVIMA
- VODOPRIVREDNI USLOVI PREMA ZAKONU O VODAMA
- USLOVI NADLEŽNIH INSTITUCIJA
- IZVEŠTAJ REVIZIJSKE KOMISIJE
- PROJEKATNI ZADATAK

5) DOZVOLE I SAGLASNOST - OBUHVATAJU SVU DOKUMENT NEOPHODNU ZA SPROVOĐENJE POSTUPKA PROJEKTOV. IZGRADNJE

SADRŽE:

- POTVRDU O IZVRŠENOJ TEH. KONTROLI IP
- SAGLASNOST DA JE IP U SKLADU SA SVIM USLOVIMA
- GRAD. DOZVOLA
- POTVRDA O IZVRŠENOJ TEH. KONTROLI GP
- PRIJAVA RADOVA

6) TENDERSKA DOKUMENTACIJA

HK PODLEŽU ZAKONU O JAVNIM NABAVKAMA
PROPISUJU SE - OPŠTI, POSEBNI USLOVI

- PRIJAVE ZA NADMETANJE
- TEH. OPIS
- TEH. USLOVI GRADENJA
- PREDMER

7) DOKUMENTACIJA U TOKU GRADENJA

HK SE GRADI PREMA GP - NA OSNOVU KOGA SE IZVRŠAVA PRIJAVA RADOVA
AKO SE MORAJU IZVESTI RADOVI KODI NISU PREDVIĐENI GP, OBAVEZNA JE SAGLASNOST PROJEKTANTA.

IZVOĐAČ JE DUŽAN DA VODI:

- GRAD. DNEVNIK
- GRAD. KNJIGU
- KNJIGU INSPEKCIJE
- DOKAZ KONTROLE UGRAD. MAT
- ATESTI ZA UGRADENI MAT,
- INSTALACIJE I OPREMU

NADZORNI ORGAN: MORA REDOVNO
DA KONTROLISE I POTPISUJE GRAD.
DNEVNIK I KNJIGU

3) DOKUMENTACIJA PO ZAVRŠETKU GRADENJA

- PROJEKAT IZVEDENOG OBJEKTA
- FORMIRA SE BAZA CELOKUPNE DOKUMENTACIJE
- FORMIRA SE DOSIJE BRANA
- ZAHTEV ZA TEH. PREGLED OBJEKTA
- REŠENJE O FORMIRANJU KOMISIJE ZA TEH. PREGLED
- PROJEKTANTSKI IZVEŠTAJ O STANJU OBJEKTA I OPREME
- IZVEŠTAJ KOMISIJE ZA TEH. PREGLED

KOD SLOŽENIH SISTEMA NEOPHODAN JE "PROBNI" RAD
(PROVERAVASE FUNKCIONISANJE OBJEKTA I OPREME - PREDLOG
KOMISIJE, TRAJE 12 MES.) ⇒ STALNA OBAVEZA TEH. OSMATRANJA
VISOKIH BRANA

SADRŽAJ PROJ. DOKUM. - PRAVILNIK O SADRŽAJU I OBIMU TEH.
DOKUM. ZA IZGRADNJU, SANACIJU,
REKONSTRUKCIJU I DOGRADNJU

↓
+ OBIM = F- JA FAZE PROJEKTOVANJA

POLAZECI OD PLANSKE DOKUMENTACIJE I POTREBE ZA VODOM, INVESTITOR PRIKUPILA POSTOJEĆU DOKUMENTACIJU (STUDIJE, PROJEKTE, REZULTATE ISTRAŽIVANJA) I POČINJE IZRADU PODLOGA

1) TOPOGRAFSKE I GEODETSKE

KARTE I SITUACIONI PLANOV I:

- TOPOGRAFSKE KARTE SLIVA: $R=1:25000 \div 1:300000$
- TOP. KARTE AKUMULACIJA: $R=1:25000$
- SITUACIONI PLANOV I LOKACIJE HK - GEN. PROJ. $1:1000-1:10000$
 - IDEJNI PR. $1:500-1:1000$
 - GLAVNI PR. $1:100-1:500$

2) HIDROMETEOROLOŠKE - OBUHVATAJU

- OPSTE GEOGRAFSKE, HIDROGRAF. OSOBINE SLIVA, VEGETACIJU, PADAVINE, TEMPERATURU, VLAŽNOST, VETAR, ISPARAVANJA, UZDUŽNI PROFIL
- NIZ SREDNIH MESECNIH PROTICAJA ZA PERIOD OD MIN 20-40 GOD.
- HIDROGRAMI POPLAVNIH TALASA VAŽNIH VEROVATNOĆA POJAVE (20%, 5%, 2%, 1%, $\frac{0,1\%}{1000 \text{ god}}$, 0,01%, PMF)
- MALE VODE RAZNIH VEROVATNOĆA POJAVE
- PODACI O NANOSU
- KRIVA PROTICAJA DONJE VODE
- FIZICKE I HEMIJSKE KARAKTERISTIKE VODA

3) GEOLOŠKE I GEOMEHANIČKE - SAGLEDAVAJU:

- OSOBINE SREDINE U KOJOJ SE HK FUNDIRA
- VODODRŽIVOST AKUMULACIJE
- STABILNOST BOKOVA DOLINE
- DOSTUPNOST GRAB. MAT. ZA HK

GEOLOŠKE - SADRŽE PODATKE O STENSKOJ MASI:

- OPŠTI GEOL. ODNOSI (TEKTONSKI SKLOP, RASEDI, PUKOTINE, SEIZM.)
- GEOL. ODNOSI NA PODRUČJU HK (HIDROGRAFI, MORFOGRAFIJA, KARST)
- GEOFIZICKI PROFILI (ELEKTRICNI OTPOR, BRZINA PROSTIRANJA TALASA)
- HIDRO GEOLOŠKA ISPITIVANJA (PODZEMNE VODE)
- ISPITIVANJE VODOPROPUSTLIVOSTI (PO ETAZAMA, POMOCU PAKERA, ISTRAŽIVANJE U LI-LUBONI)
- MIKROSEIZMICKA ISTRAŽIVANJA
- DOSTUPNOST GRAB. MAT. (PRIRODNI AGREGAT, GRAB. KAMENI, GUNA, ZEMLJA, VODA)
- PRILOZI (PREGLEDNA GEOLOŠKA KARTA $1:200000$, KARTA SLIVA $1:10000$, I-G KLASIFIKACIJA STENA, BLOK DIAGRAMI, DIAGRAMI, PADOVA SLOJEVA, KARAKT. I-G PROFILI, H-G KARTA, H-G PROFILI, KARTA SEIZMICNOSTI PODRUČJA, NALAZ. MAT.)
- PODACI (MODUL (SMICANJA, DEF, ELAST), V_i DARSIOEV KOEF. FILTRACIJE, ZONA I KOEF. SEIZMICNOSTI SA VEROVATNOĆOM POJAVE, KOEF. CYRSTICE PO PROTOĐAKONOVU)

GEOMEHANICKE - OSNOVA ZA PROJEKTOVANJE NASUTIH KONSTRUKCIJA I HK KOJE SE TEMELE U TLU (VEZANI/NEVEZANI MAT)

- * TERENSKA I LAB. ISPITIVANJA I PROBNJA OPT. KOJA DADU SLEDECE PODATKE
 - GRANULOMETR. SASTAV, SADRZAJ VODE, γ , SPEC. TEZINA TLA, P , STISLJIVOST, ZBIJENOST, GR. PLASTICNOST, OTPORNOST NA SMICANJE, V , ϕ , c , KOEF. TRENJA, $G_{d0.2}$, $\min D_f$, MODUL DEF, ELASTICNOST

- * NACIN PRIKAZIVANJA REZULTATA:

- GEOLOSKE KARTE
- KARAKTERISTICNI PROFILI
- TABELE
- DIDAGRAMI

4) OSTALE PODLOGE

- BUJICARSKE I PEDOLOSKE - PODACI O POTREBNIM ANTIEROZIVNIM MER. PRODUKCIJI NANOSA NA SLIV, PRENOS NANOSA U AKUMULACIJI
- ENERGETSKE I EKONOMSKE - ANALIZA DOBITI OD IZGRADNJE HK, TROSKOVI IZGRADNJE I ODRZAVANJA, STETE OD POSTOJECEG REZIMA VODE I OD IZGRADNJE HK U CILJU PROCENE DOBITI
- MASINSKE I ELEKTROTEHNICKE - O MASINSKOJ I ELEKTRO OPREMI, TEH. KARAKTERISTIKAMA, USLOVIMA MONTAZE, EKSPLOATACIJE, CENE, DIMENZIJE
- EKOLOSKE - ZA PREDUZIMANJE TEH. MERA PROTIV STETNIH UTICAJA HK NA ZIVOTNU SREDINU

MATERIJALI ZA GRAĐENJE

- KORISTE SE MAT. POSTOJANI NA DEJSTVO VODE

- 1) HIDROTEH. BETON (ARMIRANI/NEARMIRANI)
- 2) KOHERENTNO TLO (GLINOVITI MAT)
- 3) NEKOHERENTNO TLO (PESAK, ŠUNAK, DROBINA)
- 4) KAMEN (LOMČEN, OBRADEN, MLEVEN)
- 5) OSTALI MAT. (ASFALT, DRVO, GUMA, CELIK, LIM)

1) HIDROTEH. BETON

- RAZLIKUJE SE PO TOME STO:

- MORA DA ZADDOVOJI POSEBNE USLOVE U POGLEDU:
- VODONEPROPUSNOSTI
- NISKE TOPLOTNE HIDRATACIJE
- MALIH ZAPREMINSKIH DEF. USLED SKUPCANIA I TEMP.
- OTPORNOSTI NA MRAZ

- VRSTE:
- 1) PREMA POLOZAJU U ODNOSU NA NIVO VODE
(PODVODNI, U ZONI, PROMENJ. NIVO, IZNAD VODE)
 - 2) U F-JI DIMENZIJA
(MASIVNI: $1m \times 10m^3$, NEMASIVNI)
 - 3) PREMA PRITISKU VODE
(POD PRITISKOM: 1 bar (0.1 MPa), BEZ PRITISKA)
 - 4) U POGLEDU AGRESIVNOSTI VODE
(UGROZEN, NIJE UGROZEN)

USLOVI KVALITETA SASTOJAKA HB

↓
AGREGAT + CEMENT + VODA
+ ARMATURA, VEZIVA

↓
ISPITUJU SE:

- 1) MB - NORMIRANA CVRSTOCA HB NA PRITISAK
UZORCI: KOCKE CUVANE U VODI NA $20 \pm 3^\circ C$ POSLE 90 DANA
OD UGRADIVANJA, FRAKTIL 10% (MB 10-60)
- 2) VODONEPROPUSLIVOST - POSLE 90 DANA
UZORCI: CILINDRI / PLOCE
OZNACAVA PRITISAK KOJI UZORAK MORA DA IZDRZI, A DA
NE DOBE DO POJAVE KAPLICA NA GORNJOJ POVRSINI BAR
5 OD 6 UZORAKA: V-2, V-4, V-6, V-8, V-12
- 3) OTPORNOST NA MRAZ - BR. CIKUSA NA $\pm 20^\circ C$ POSLE 28 DANA
A DA CVRSTOCA BUDE BAR 75% OD ONE
PRE SMRZAVANJA: M-50 \approx M-200
- 4) CVRSTOCA NA ZATEZANJE - ISPITUJE SE POSLE 90 DANA
UZORCI: KOCKE / CILINDRI / PRIZME
- 5) POSEBNI USLOVI - ZAHTEVANA OTP. HB NA ABRAZIJU ILI
AGRESIVNO DEJSTVO
- ZAHTEVANA TERMICKA SVOJSTVA I USLOVE
SKUPCANIA I BUSRENIA

2) TLO KAO MAT. ZA GRADENJE

- VEZANI (M-PRASINE, C-GLINE, O-ORGANSKO TLO)
- NEVEZANI MAT. (S-PESAK, G-SBUNAK, DROBINA)

IZRAZAVA SE PROSIRENOM KASAGRANDEOVOM KLASIFIKACIJOM

- SA:
- PLASTICNOST: L, I, H
 - GRADUISANOST: W, P, U

PODELA PREMA:

- 1) OSETLIVOSTI NA VLAGU
- NEOSETLJIVE (CL, CH)
 - MALO OSETLJIVE (G, S)
 - OSETLJIVE (MC)

- 2) PREMA NAMENI
- ZA JEZGRO (C MALE VODOPROPUŠT. $\leq 10^{-9} \text{ cm/s}$)
 - ZA POTPORNU ZONU
 - ZA FILTAR (NEVEZANI MAT.)
 - ZA BALAST

3) KAMEN - ZA NASUTE KONSTRUKCIJE OD KAMENA KORISTITI SAMO KAMEN ISPITANIH SVOJSTAVA

- PREMA OBLUKU:
- OBICAN LOMBENI KAMEN (ZA POTP. ZONU, BALAST, OBLAGANJE KOSINA)
 - LOMBENI ZA ZIDANJE (IMA BAR 2 RAVNE STRANE)
 - OBRADEN KAMEN (POLUTESAN, TESAN, NAROCITO OBRADEN)
 - DROBBENI-TUCANIK (DROBBENIEM LOMBENOG, ZA HB. I DRENAZE)
 - MLEVENI (ZA HB, DRENAZE, FILTRE)

ISPITIVANJA:

- MINERALOSKO-PETROGRAFSKA ISPITIVANJA - UTVRBUJU:
VRSTA STENE OD KOJE JE KAMEN, SASTAV, STRUKTURA, KRUPNOCA,
NACIN VEZIVANJA ZRNA, SADRZAJ, SASTAV SKODLJIVIH SASTOJAKA
- MEHANICKA
POROZNOST P, γ , SPEC. TEZINA, UPISANJE VODE, VODOPROPUŠNOST,
OTPORNOST NA MRAZ, KAPILARNO PENJANJE, CVRSTOCA,
KOEf. TREANJA, ϕ , OTP. NA HABANJE, UDAR, ZILAVOST

- JE PRVI I JEDAN OD NAJVAŽNIJIH DELOVA SVAKOG STATICKOG I DINAMICKOG PRORACUNA HK

OPTEREĆENJA I UTICAJI - KODI DELUJU NA HK UZIMAJU SE NA OSNOVU:

- VAŽEĆIH NORMI I PROPISA
- PREPORUKA STRUČNIH ORGANIZACIJA
- REZULTATA ISTRAŽNIH RADOVA
- PROJEKATA OPREME
- ODGOVARAJUĆE STRUČNE LITERATURE
- LAB. ISPITIVANJA
- PREPORUKA INVESTITORA

- MOGU BITI - STALNI

- PUVREMENI -

DELUJU U KRACIM /
DUZIM VREM. PERIOD
SA ≠ VEROVAT. POJAVE

- 1) OSNOVNA
- 2) DOPUNSKA
- 3) IZUZETNA
- 4) U TOKU GRADENJA
- 5) U TOKU PREGLEDA / POPRAVKE

1) OSNOVNA OPT. - DELUJU U TOKU NORMALNOG RADA KONSTRUKCIJE
- OBUHVATAJU:

- 1) SOPSTV. TEZINA HK I U NJU UGRADENE OPREME
- 2) PRITISAK VODE NA Σ_{nu} (UZVODNO, NIZVODNO, H, V)
↓ KOTA NORMALNOG USPORA
- 3) UZGON ZA VODU NA Σ_{nu} (RADI ANTIFILTRACIONE MERE)
- 4) PORNJI PRITISAK
- 5) DINAMICKI PRITISAK VODE
- 6) PRITISAK TALASA USLED VETRA
- 7) PRITISAK LEDA
- 8) PRITISAK NANOSA (SAMO U AKUMULACIJI)
- 9) PRITISAK ZEMLJE (AKTIVAN, PASIVAN, U MIRU)
- 10) TEZINA SREDINE (IZNAD RAVNI KLIZANJA)
- 11) SILE PRETHODNOG NAPREZANJA ILI ANKEROVANJA
- 12) BROSKI PRITISAK

2) DOPUNSKA OPT. - ZAVISE OD OSOBINA MAT, NACINA PRENOSENJA
OPT. NA TEMELJE I TEMPERATURE.

- 13) UTICAJI OD TEMPERATURE
- 14) OD SKUPCANJA / RASPOREDA BETONA
- 15) OD DEFORMACIJA TEMELJA
- 16) DOPUNSKI PRITISAK

- 3) IZUZETNA OPT - RETKO,
 - VEZUJU SE ZA VEROVATNOĆE POJAVE I INTERVAL
 POVERENIA DA ĆE SE TA VEROVATNOĆA OSTVARITI
 70%. (STO JE 1 VEROVATNOĆA \Rightarrow IZUZ. OPT. JE JACE)
 - MALA VEROVATNOĆA DA SE VISE IZUZETNIH OPT.
 JAVI U ISTOM (MALOM) INTERVALU, PA SE UZIMA
 DA NE MOGU DA DELOJU ZAJEDNO

17) PRITISAK VODE NA Z_{mu} (NE POSTOJI 21)
 \downarrow KOTA max USPORA

18) UZGON ZA VODU NA Z_{mu} (#3)

19) PORN PRITISAK ZA Z_{mu} (#4)

20) DINAMICKI PRITISAK NA Z_{mu} (#5)

21) PRITISAK TALASA USLED VETRA IZUZETNE JACINE (#6)

22) PRITISAK LEDA KATASTROFALNE RAZMERE (#7)

23) PRITISAK VETRA IZUZETNE JACINE

24) PRITISAK VODE PRI HIDRAULICKOM UDARU

25) SEIZMICKI UTICAJI

4) OPT. U TOKU GRAĐENIA - SAMO KOD HK KOD KOJIH U TOKU
 GRAĐENIA MOGU DA SE JAVE
 DRUGACIJA OPT. OD ONIH U TOKU
 RADA

5) OPT. U TOKU PREGLEDA / POPRAVKE - ZAVISI OD TIPA HK I
 TREBA IH UZETI PRI PROPISIVANJU
 NAJNEPOVOBNIJIH USLOVA PRI
 KOJIMA SE MOZE IZVRSTITI PREGLED
 ILI POPRAVKA

KOMBINACIJE OPTEREĆENIA

(30 RAZLICITIH VRSTA OPT. I UTICAJA) \Rightarrow MERODAVNA KOMBIN
 \Rightarrow KOEFICIJENTI SIGURN

ZA GRAVITACIONU BET. BRANU DEFINISU SE 4 KOMB. OPT.

I DELUJE SAMO OPT. 1)

II SVA OSNOVNA OPT. (NORMALAN RAD)

III Z_{mu} , tj 14, 6 - 12, 17, 18, 20) (AKO POPLAVA TRAJE DUZE UMESTO 4
 I DE 19)

IV SEIZMIKA TJ. 1-12, 25)

PONEKAD POSTOJI I V KOMB. (PROJEKTANTOVA KOMB.)

DOPUNSKA OPT. MOGU UCI U BILU KOJU KOMB, ALI NE MOZE:

- 17, 18, 20 SA 21/22) Z_{mu} I VETAR, LED
- 17, 18, 20 SA 25 Z_{mu} I SEIZMIKA
- MOZE 21 I 23 (VETAR I TALASI)

1) SNIP → OPTEREĆENJE SE DELI NA:

1) STALNO (1-4) i 9-11)

2) POVREMENO:

- DUGOTRAJNO (NANOS, ZEMBA, TEMPERATURA)
- KRATKOTRAJNO (TALASI, LED, PLOVNA TELA, VETAR)
- POSEBNO (ZMU, TALASI, LED, HIDR. UDAR, SEIZMIKA, RUSENJE DELA HK, OBRUSAVANJE OBALA)

→ KOMBINACIJE OPT. SU:

1) OSNOVNA - STALNA, POVREMENA DUGOTRAJNA I MOGUĆA POVREMENA KRATKOTRAJNA

2) POSEBNA - OSNOVNA + 1 POSEBNO (ILI VIŠE, AKO REALNO MOGU DA DELUJU)

2) USBR → GLAVNA OPT. SU:

- SOPSTV. TEŽINA GB I STALNE OPREME
- PRITISAK VODE
- UZGON
- PRITISAK LEDA
- PRITISAK NANOSA
- UTICAJ TEMPERATURE
- SEIZMICKI UTICAJI

→ POSTOJE 4 KOMB. OPT.

1) UOBICAJENA - VODA NA ZMU (NASA I KO)

2) NEUOBICAJENA - VODA NA ZMU, RADE ANTIFILTRAC. MERE

3) IZUZETNA - UOBICAJENA + SEIZMIKA (NASA IV KO)

4) OSTALA OPT. I ISPITIVANJA - SADRZI III KO

- KAO NEUOBICAJENA, ALI NE RADE ANTIFILTR. MERE
- SAMO SOPSTV. TEŽINA
- PROJEKTANTOVA KO

PRAVILO:

NIJE DOZVOLJENO MESATI PROPISE

SOPSTVENA TEZINA G

- OSNOVNO OPT. HK
- ULAZI U SASTAV SVIH KOMBINACIJA OPT.
- OBUHVATA:

- TEZINU HK (G_k)
- UGRADENU OPREMU (G_{uo})
- TEZINA OPREME KOJA JE STALNO NA HK (G_{so})

$$\Rightarrow G = G_k + G_{uo} + G_{so}$$

OD ISPORUČIOCA OPREME

$V \cdot \gamma$ (KN)

↳ ZAPR. TEZINA MAT.

↳ ZAPREMINA (DIMENZIJE IZ PLANA OPLATE)

UOBICAJENE ZAPR. TEZINE MAT. HK: [KN/m³]

| | |
|-------------------|-------|
| - HIDROTEH. BETON | 24 |
| - ARMIRANI HB. | 24 |
| - CELIK | 78,5 |
| - NASUTI MAT. | 17-19 |

HK NEPRAVILNOG OBLIKA: AKO SU PRESECI \perp NA PODUZNU OSU MEDUSOBNO RAZLICITI

$$\Rightarrow V = \sum V_i, i=1-m$$

BR. DELOVA V

$\Rightarrow V$ - NA OSNOVU POLOZAJA I POVRŠ. VEĆEG BR. KARAKT. PRESEKA

$$V_i = V_{ni} + \sum V_{pij}, j=1-r$$

BR. PROMENLJIVIH DELOVA ZAPREMINE

PROMENLJIVI DELOVI ZAPREMINE

DELOVI V KOJI SE OD PRESEKA DO PRESEKA NE MENIAJU

V DELA HK IZMEĐU 2 UZASTOPNA PRESEKA I I I I

HK PRAVILNOG OBLIKA - AKO SU SVI PRESECI \perp NA PODUZNU OSU MEDUSOBNO ISTOG OBLIKA I POVRŠINE

V - PREKO POVRŠINE POP. PRESEKA I DUZINE KONSTRUKCIJE U PRAVCU PODUZNE OSE ILI PO m' HK ($\alpha=1m$)

\Rightarrow PODELA PRESEKA NA GEOM. OBUKE \neq TEZISTE

POLOZAJ TEZISTA S U ODNOSU NA USVOJENI KOORD. SISTEM

$$x_s = \frac{\sum F_i x_i}{\sum F_i}, y_s = \frac{\sum F_i y_i}{\sum F_i}$$

SOPSTV. TEZINA $G_k = \gamma_b \cdot \sum F_i$

MOM U TEZISTU OD SOPSTV. TEZINE: $M_T = G_k \cdot e = G_k (x_T - x_s)$
 $= G_k \left(\frac{B}{2} - x_s \right)$ 17

HIDROSTATICKI PRITISAK: UZ SOPSTVENU TEŽINU I NAJVAŽNIJE OPT

$\{ \underline{HP \text{ U NEKOJ TACKI}} = \text{VISINSKOJ RAZLICI PIJEZOMETARSKOJ}$
 $\text{POLOŽAJNE KOTE TE TACKE} \times \gamma_w$

$\{ \text{KADA JE TACKA U DODIRU SA ATMOSFEROM} \Rightarrow$
 $\underline{HP} = \text{DUBINI VODE} \times \gamma_w$

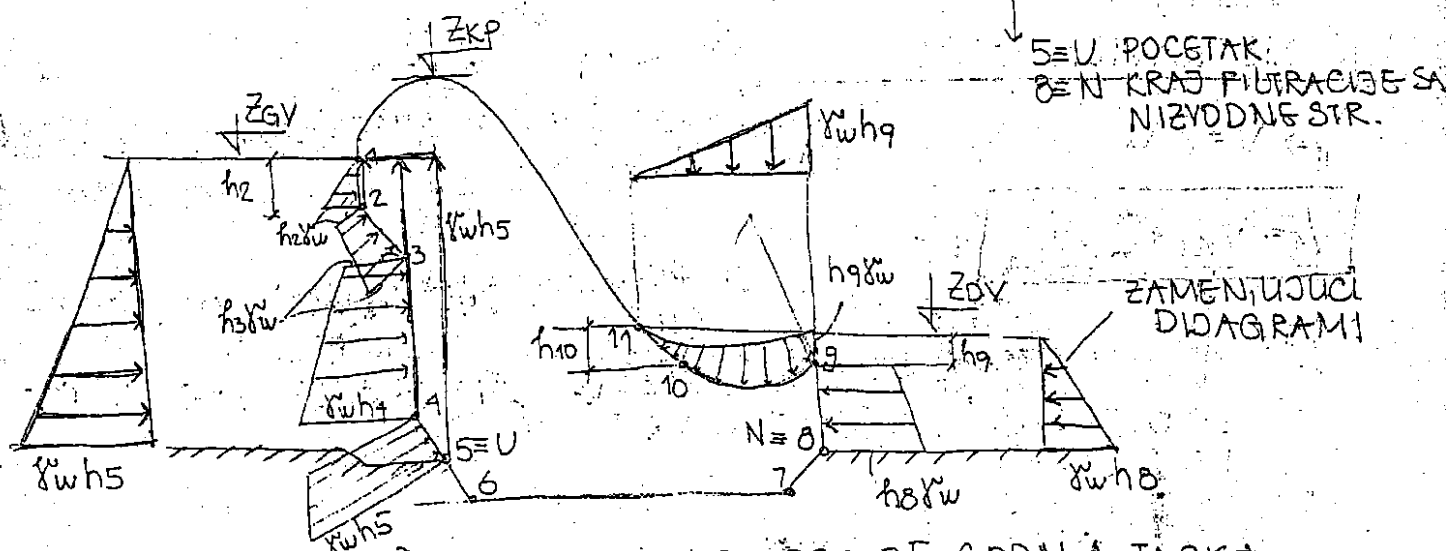
$\underline{HP - UVEK DELUJE \perp \text{ NA POSMATRANOJ POUVSINU HK}}$
 $\Rightarrow \text{RAZLAZE SE NA } H_v, V_v$

$\underline{U - HP \text{ SPADA - DEO DO KOTE VODE DO KONTAKTA LINIJE TERENA}}$
 $\text{- UZGON - DEO PRITISKA VODE KODI DELUJE NA POUVSINU HK}$
 $\text{ISPOD LINIJE TERENA}$

$\text{DOVOĀNO JE ODREDITI SILU KOJA DELUJE NA } 1w' \text{ POUVSINE HK}$

$\text{SEMA OPT. - HIDROSTAT. PRITISKA}$

$\text{PRVO: USVOJITI TACKE U KOJIMA JE PUN PRITISAK VODE, U}$
 $\text{U KOJIMA POCINJE I ZAVRSAVA SE FILTRACIJA}$



$\underline{\text{PREVIS (DEO 2-3) - DEO HK KOD KOGA JE GORNIJA TACKA}}$
 UZVODNIJA OD DONE

$\underline{V_v - \text{DELUJE NA HORIZONTALNOJ PROJEKCIJI KOSE DUZINE}}$
 $\text{(ANALOGNO JE ZA } H_v)$

VODA NA KOTI NORMALNOG USPORA

NIVO VODE U AKUMULACIJI MOZE BITI

1) ISPOD KOTE KRUNE

$z_{kp} = z_{nu}$

2) NA z_{kp}

$z_{kp} = z_{nu}$

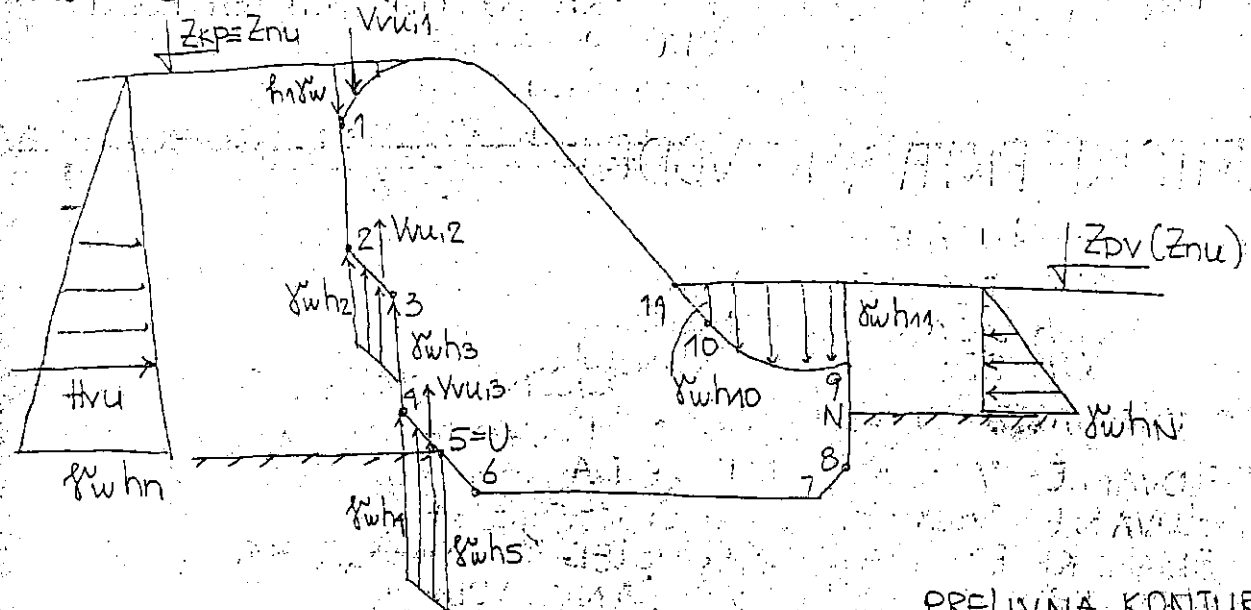
3) IZNAD KOTE KRUNE PR.

z_{kp}

SLOBODAN PRELIV

PRELIV SA USTAVAMA

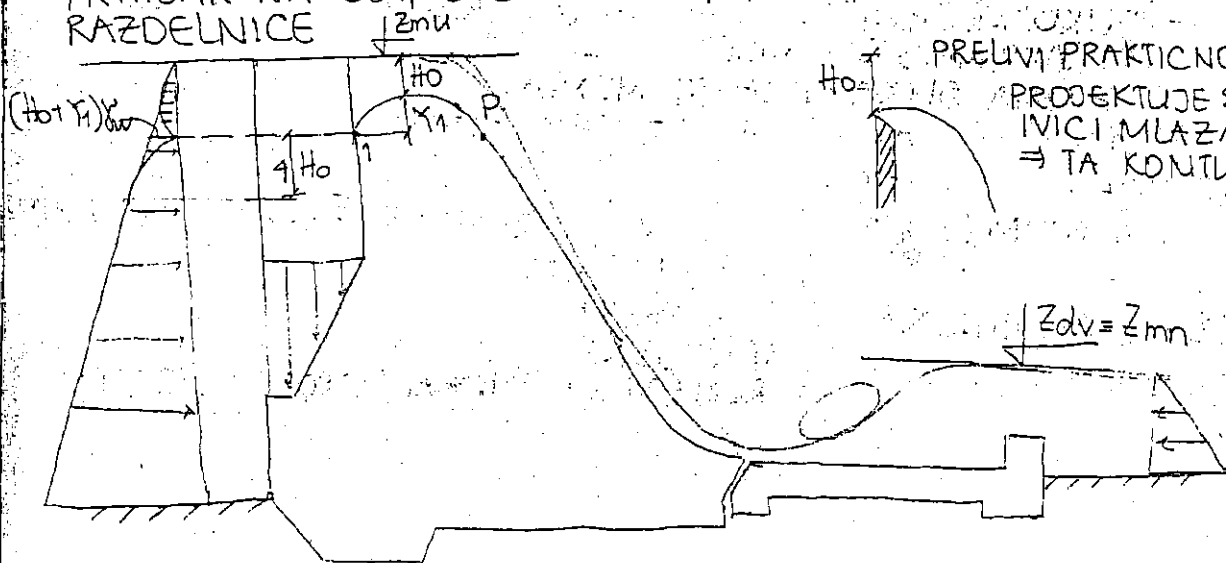
AKO SE DEO POPLAVNOG TALASA PRIHVATA AKUMULACIJOM



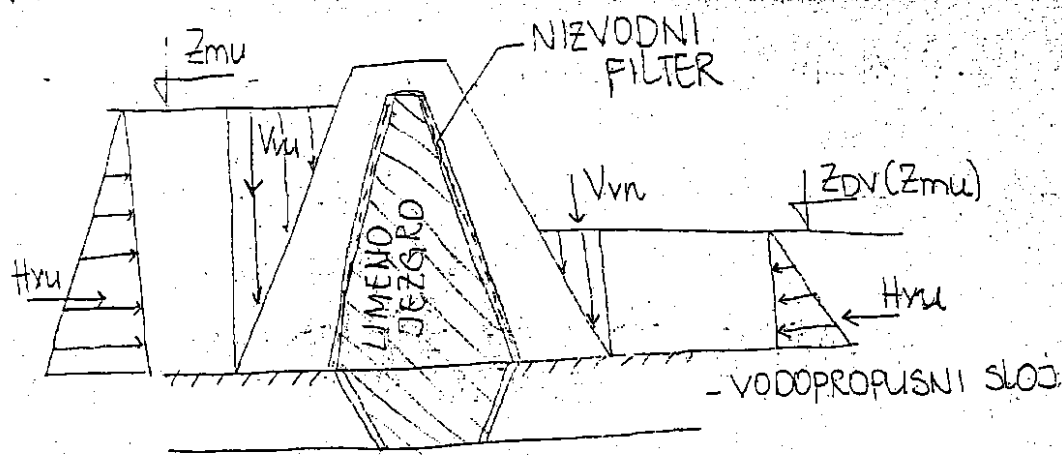
VODA NA KOTI MAKSIMALNOG USPORA \Rightarrow PRELIVNA KONTURA JE NEOPTERECENA

PRITISAK VODE U SLAPISTU SE ZANEMARUJE (JER NE SPADA U HP I VELIKE PULZACIJE)

PRITISAK NA SLAPISTE SE NE PRENOSI NA PRELIVNU LAMELU PREKO RAZDELNICE



PRELIV PRAKTICNOG PROFILA PROJEKTUJE SE PO PONIOJ IMICI MLAZA \Rightarrow TA KONTURA NEOPTER.



H SILA PREDSTAVLJA INTEGRAL PRITISKA PO POVRŠINI NA KOJU PRITISAK DELUJE $I = \text{PROIZVODU POVRŠINE I PRITISKA KOJI VLADE U TEŽISTU}$

DINAMICKI PRITISAK VODE - MEH. DELOVANJE VODE KOJA TECE NA HK

RAZLIKUJU SE SLUCAJEVI:

- VODA TECE POLNIZ) HK
- VODA UDARA U KONSTR.
- VODA OPTICE KONSTRUKCIJU

STROGO GLEDANO TO JE I:

- 1) DELOVANIE TALASA USLED VETRA
- 2) DELOVANIE TALASA USLED ZEMBOTRESA
- 3) SEIZMICKI PRITISAK VODE USLED OSCILOVANJA HK
- 4) FILTRAC. PRITISAK USLED STRUJANJA VODE

VODA TECE POLNIZ) HK - RAZMATRA SE SAMO TECENIE VELIKOM BRZINOM
 \Rightarrow ZNACAJNE DIN. SILE (PRELVI, BRZOTOCI, SLAPISTA)

TECENIE JE TURBULENTNO:

- VELIKO MESANIE DELICA VODE IZ RAZLICITIH SLOJEVA
- NEPRAVILNE STRUJNICE
- STRUJNA SLIKA SE CESTO MENIA
- VELIKE PULZACIJE BRZINE I PRITISAKA

POSLEDICA:

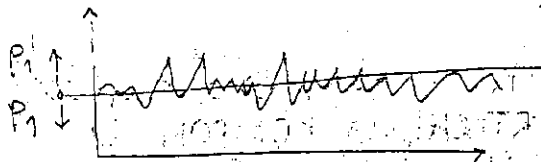
- VAKUUM (PODPRITISAK NA POVRŠINI HK IZAZIVA KAVITACIONU EROZIJU I VIBRACIJE)

ODREDIVANIE PRITISKA - ELEKTRONSKI

- EMPIRIJSKI
- MERENIEM NA HIDRAULICKOM MODELU

ZAPIS DINAMICKIH PULZACIJA PRITISKA P-

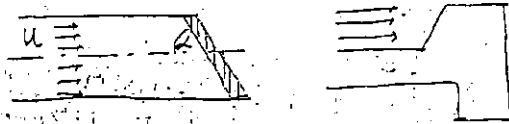
- U VELIKOM BR. TACAKA i
- OSREDNIAVANJE VREDNOSTI PRITISKA I PULZACIJE DELA ZA VRAĆU
 $P_i(t) = P_i + P_i'(t)$
- UKUPNA OSREDNjena H SILA ZA CELU PLOVSINU PO KOOD TECEV
 $P = \sum_{i=1}^n (F_i P_i)$
- AKO NEMA MERENIA - NAJEDNOSTAVNIJI PRIBLIZAN IZRAZE
 $P_{du} = (C_p \pm C_i) F \gamma_w \frac{u^2}{2g}$



VOĐA UDARA U KONSTRUKCIJU

PR NEPOKRETNE PLOCE ILI PRAGA SLAPISTA

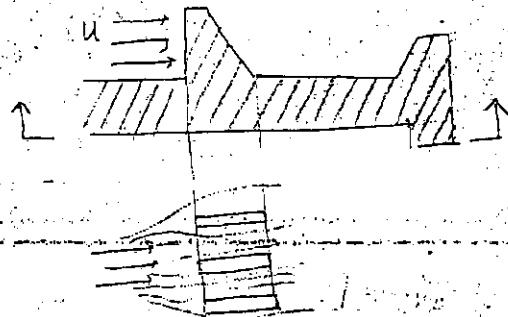
$$P_{du} = F \gamma_w \frac{u^2}{2g} \delta u^2 L$$



VOĐA OPTICE KONSTRUKCIJU

- PR ZUBA U SLAPISTU, MOSTOVSKIH STUBOVA
- UVODI SE KOEF. OPTICANIA ξ

$$P_{du} = \xi F \gamma_w \frac{u^2}{g} \delta u^2 L$$



UZGON

SREDINA (TLO ISTENA) U KOJOJ SE HK TEMELJI KAO I MATERIJAL OD KOGA JE HK IZGRADENA SU POROZNI I PROZETI ŠUPĆINAMA (PORE, PRSLINE, PUKOTINE)

VODA PRODIRE U ŠUPĆINE I DELUJE NA HK SILOM UZGONA (UN. PRITISAK VODE) (opt 3,18) ZAVISNO OD KOTE VODE U AKUMULACIJI

- HIDROMEH. OPT. KOJE POSTOJI I KADA VODA U ŠUPĆINAMA:

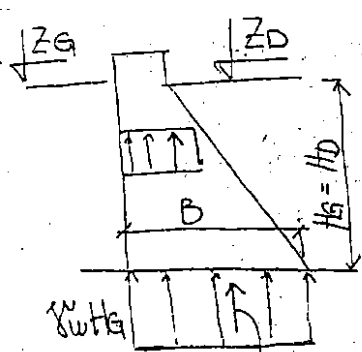
- 1) MIRUJE - HIDROSTAT. OPT.
- 2) KREĆE SE - HIDRODINAM. OPT.

- DELUJE ⊥ NA POSMATRANI DEO HK, ALI SE POD SILOM UZGONA OBICNO PODRAZUMEVA SAMO VERTIKALNA KOMPON. UV

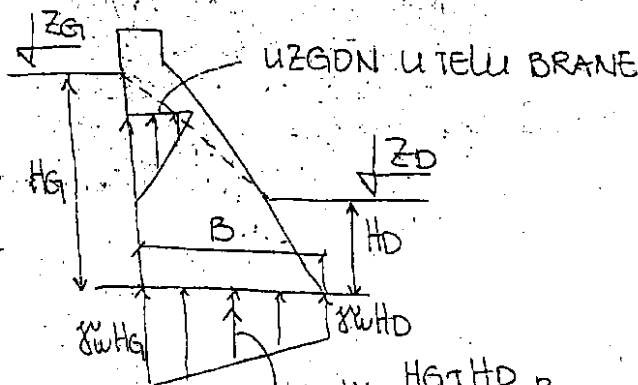
- HORIZONTALNA KOMPONENTA PRIDODAJE SE HOR. KOMP. SILE
HIDROST. PRITISKA I CINE: SILU OD VODE

- RAVANSKI ZADATAK: 1) HIDROSTAT. SLUCAJ - AKO JE NIVO VODE ISTI SA OBE STRANE
2) HIDRODINAM. SLUCAJ

- SILA UZGONA = PLOŠTINA IZMEĐU KONTORE NA KOJU DELUJE UZGON I Π -LINIJE
X SPECIF. TEŽINA VODE γ_w



$$U = \gamma_w H_g B$$



$$U = \gamma_w \frac{H_g + H_d}{2} B$$

PREMA LINEARNOM ZAKONU $\Rightarrow U_{\text{FILTR}} = \text{const} \Rightarrow$ PAD Π -LINIJE LINEARAN

- STRUJANJE U NESTISHIVOJ SREDINI OPISUJE SE DARCY-JEVIM ZAKONOM FILTRACIJE ZA HOMOGENU I IZOTROPNU SREDINU U POGLEDU FILTRACIJE:

$$U = K \cdot I$$

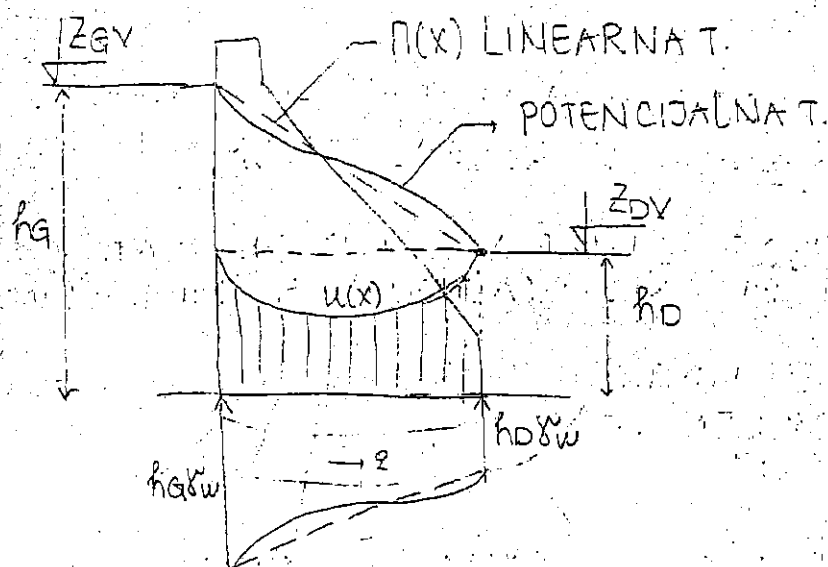
— PAD PIEZOMET. LINIJE
— DARCYJEV KOEF. FILTRACIJE
— DARCYJEVA BRZINA FILTRACIJE

- U SLEDEĆOJ MASI - DZAKON NIJE PRIKLADAN, JER VODA TEČE KROZ SISTEM PRSLINA I PUKOTINA

$U \neq \text{const} \Rightarrow$ PAD Π -LINIJE \neq LINEARNOST

- ALI SE KORISTI

TACNIJE: LAPLASOVE DIF. J-NE FILTRACIJE



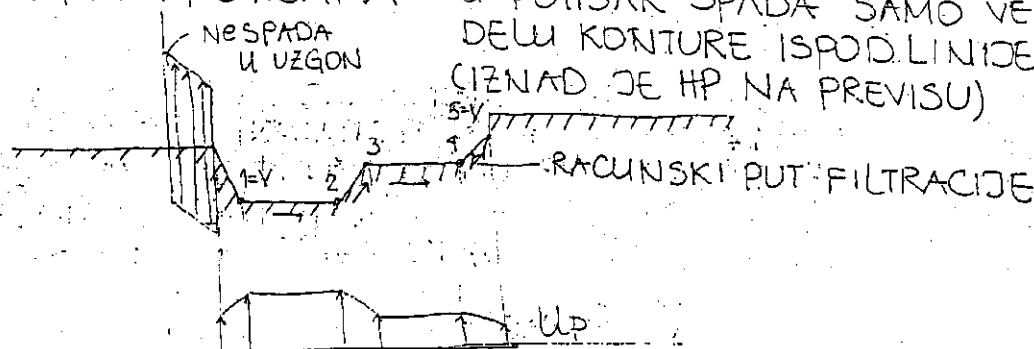
SILA OD UZGONA (U) MOŽE SE PODELITI NA:

- 1) POTISAK (BAZNI UZGON)
- 2) FILTRACIONI (DIF.) DEO UZGONA

1) POTISAK U_p = HIDROSTAT. PRITISAK DOLJE VODE

- RACUNA SE KAO PLOŠTA PLOŠTA FIGURE IZMEĐU KONTORE (TEMEĽNE SPOJNICE) I NJENE PROJEKCIJE U RAVNI NIVOA DOLJE VODE $x-x_w$
- NA OSNOVU ARHIMEDOVOG ZAKONA (SILA POTISKA KOJOM VODA DELUJE NA NEKO TELO U NIVOI POTOPĽENO = TEŽINI VODE KOJA JE ISTISNUTA TIM TELOM)

DIJAGRAM POTISAKA: - U POTISAK SPADA SAMO VERTIKALA NA DELU KONTORE ISPOD LINIJE TERENA (IZNAD JE HP NA PREVISU)



(KAO LUKU OGLEDALU)

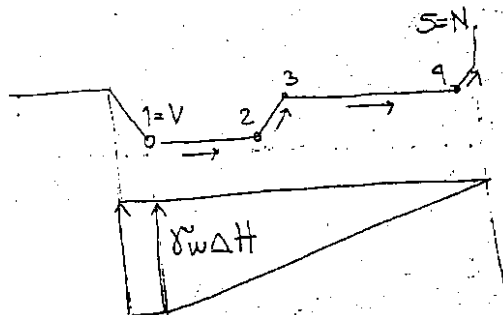
2) FILTRACIONI DEO UZGONA U_f

- ODGOVARA RAZLIČI Π -KOTA GORNJE I DONJE VODE
- RACUNA SE KAO POVRšina FIGURE IZMEĐU Π -LINIJE I HORIZONTALNOG NIVOA DONJE VODE $\times \gamma_w$

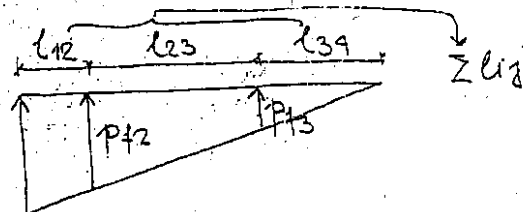
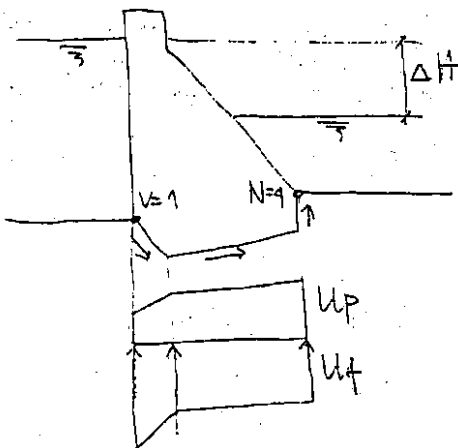
- KORACI:
- 1) USVOJITI TACKE U KOJIMA JE PUN PRITISAK VODE I U KOJIMA POČINJE I ZAVRSAVA SE FILTRACIJA
 - 2) USVAJA SE RACUNSKI PUT FILTRACIJE VODE DUZ POSMATRANE KONTURE
 - 3) PP SE HOMOGENA, IZOTROPNA SREDINA U ODNOSU NA FILTRACIJU

PR.1. U_f - PUN PRITISAK VODE U NAJNIZIM TACKAMA UZVODNO I NIZVODNO

$$\Delta H = Z_{gv} - Z_{dv}$$

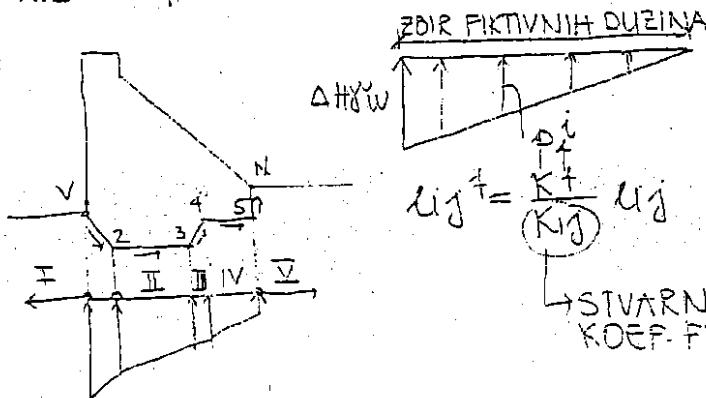


PR.2. U_f - PUN PRITISAK NA KONTAKTU LINIJE TERENA I KONSTR.



$$p_{fi} = \frac{\Delta H \gamma_w}{\sum l_{ij}} (\sum l_{ij} - l_i)$$

PR.3. U_f - RAZLIČITI KOEFICIJENTI FILTRACIJE (SREDINA NIJE HOMOGENA I IZOTROPNA)



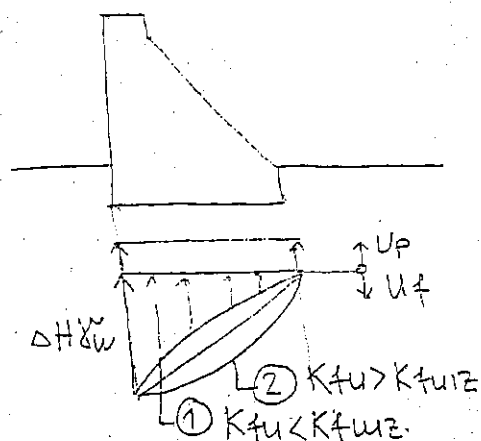
$$K_f \neq \text{const}$$

- 1) PODELI SE NA VISE DELOVA, KOJI SU IZOTROPNI I HOMOGENI
- 2) DOBIDAJU SE ZA SVAKI DEO RAZLIČITI KOEF. FILTRACIJE
- 3) USVAJA SE $K_{23} = K_f \rightarrow l_{ij}^* = l_i$

$$l_{ij}^* = \frac{K_f}{K_{ij}} l_{ij}$$

STVARNI KOEF. FILTRAC.

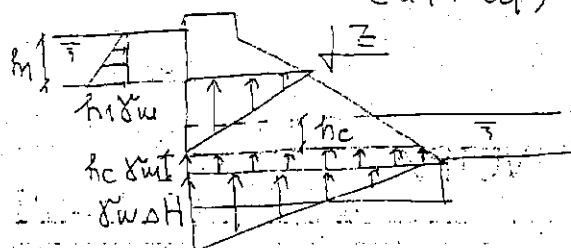
⇒ SREDINU KOJA JE ANIZOTROPNA U POGLEDU FILTRACIJE
USVAJANJEM K_f SVODIMO NA HOMOGENU I IZOTROPNU
TJ. DA BUDE ISTI PAD Π -LINIJE DUZ SVAKE DEONICE



PR4. UZGON U TELU HK

SILA UZGONA = POVR SINI IZMEĐU
POSMATRANOG PRESEKA I Π -LINIJE

2 SLUCAJA { PRESEK IZNAD Z_{dv}
(SAMO FILTRACIJA)
PRESEK ISPOD Z_{dv}
($U_f + U_p$)

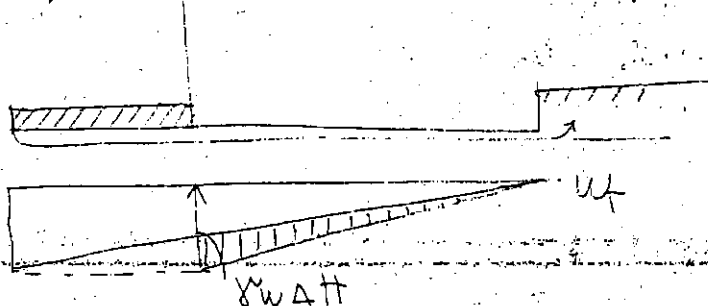


ANTIFILTRACIONE MERE

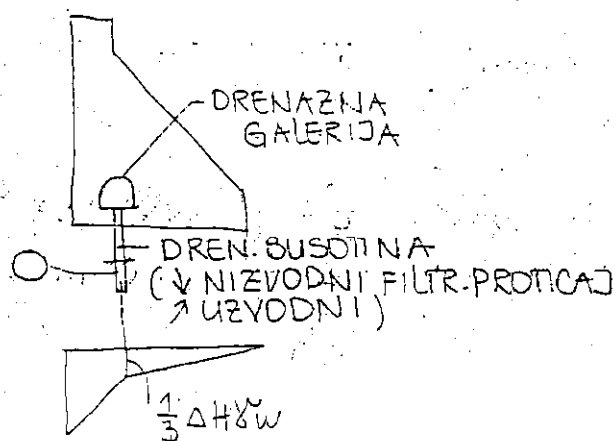
SILA POTISKA NE MOŽE DA SE SMANJI ZA USVOJENE DIMENZIJE
I KOTA VODE

AM - SLUŽE ZA SMANJENJE U_f I DELE SE NA:

1) UZVODNI TEPIH - PRODUŽAVA PUT FILTRACIJE VODE

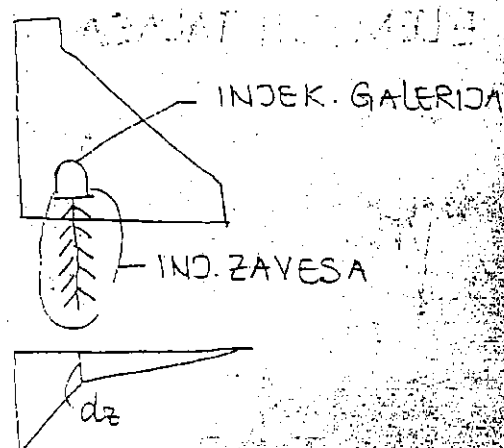


2) DRENAŽA



3) INJEKCIJNA ZAVESA

↓ KOEFICIJENT VODOPROPUSN



DELOVANJE TALASA

TALASI - OSCILATORNA PERIODICNA KRETANJA PRI KOJEM^{SE} ČESTICE VODE POMERAJU, OPISUJUCI PRI TOME Približno ZATVORENE PUTANJE

SILE KOJE IH IZAZIVAJU:

- 1) VETAR
- 2) TALASI PLIME I OSEKE
- 3) ANEMO BARICNI TALASI
- 4) SEIZMIČKI
- 5) TALASI OD BRODOVA

TALASI OD VETRA: / OSNOVNO OPT. (6) - VEROVATNOSTA 20%
/ IZUZETNO OPT. (21) - VEROVATNOSTE 1-0,1%

PODELA PREMA

- STABILNOSTI

/ STACIONARNI
/ NESTACIONARNI U TOKU t

- PREMESTANJE VRHA TALASA

/ PROGRESIVNI
/ STOJECI
/ KOMBINOVANI

- SILAMA

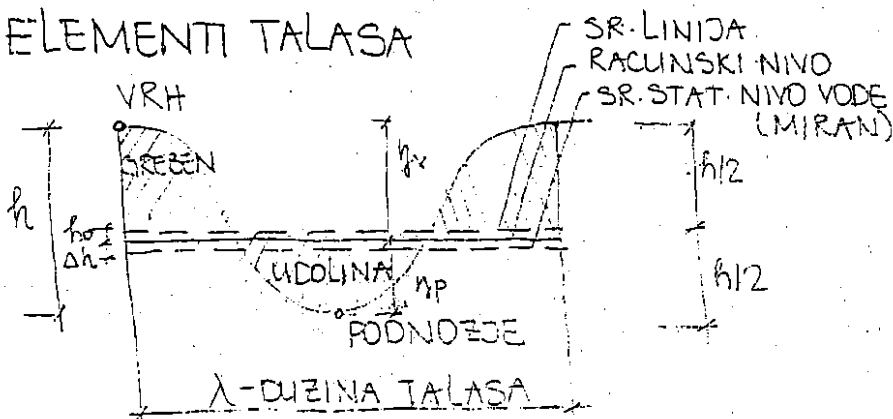
/ KAPILARNI (U POČETKU I U TANKIM POVRŠINSKIM SLOJEVIMA VODE)
/ GRAVITACIONI (USLED SILA TRENJA I GRAVITACIJE)

GRAVITACIONI TALASI:

- PRINUDNI - USLED SPOHASNIIH SILA VETRA
- SLOBODNI - PO INERCII PO PRESTANKU VETRA
- PRINUDNO - SLOBODNI - SUPERPOZICIJO

(SLOBODNI REGULARNI GRAY. TALASI - elementi, const tokom t) - U REKAMA I JEZERIMA

ELEMENTI TALASA



$$T = \frac{2\pi}{\omega} - \text{PERIOD}$$

$$C = \frac{\lambda}{T} - \text{BRZINA RASPROST TALASA}$$

$$\delta = \frac{h}{\lambda} - \text{STRMINA TALASA}$$

$$f = \frac{1}{T} - \text{UCESTALOST}$$

$$\Delta h = 0,002 \frac{D \cos \alpha \omega_{10}^2}{gH}$$

$\bar{h}, \bar{\lambda}, \bar{T}$ - SR. ELEMENTI TALASA

PARAMETRI TALASA

$$W_{10} = K_z W_z \left(\frac{W}{S} \right) - \text{BRZINA VETRA NA 10m IZNAD Znu}$$

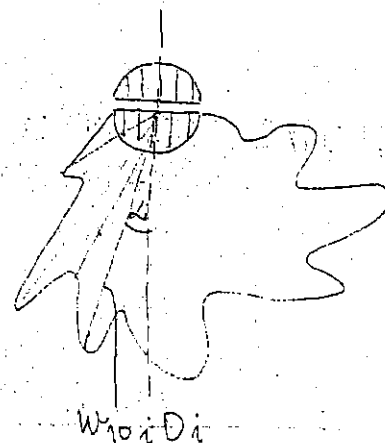
$$\hookrightarrow \text{KOEf. KOREKCIJE} = 1,1 \text{ ZA } z=5w \\ 0,9 \text{ ZA } z \geq 20w$$

$t(h)$ - NEPREKIDNO DELOVANJE VETRA
(AKO SE NE ZNA $\Rightarrow t=6h$)

$H(w)$ - DUBINA VODE ISPRED HK

$D(w)$ - DUZINA RAZVIJANJA TALASA
- TRAZI SE max $D_i w_i \cos \alpha_i$

\hookrightarrow DUZINA DOGLEDAVANJA



ODREĐIVANJE VISINE TALASA - EMPIRIJSKI UZ VELIKU NEPOUVEDANOST
PREMA SNIP (SOVJETSKE NORME I PROPISI)

- IZ DIDAGRAMA U F-JI ELEMENATA TALASA

APSCISA: gD/w^2

ORDINATA: gT/w

PREMA SMIT-U: ZNACAJNA VISINA TALASA JE:

$$h_t = 0,00513 V^{1,06} (K \cdot L_0)^{0,47}$$

\downarrow DUZINA PRAVCA [km]
BRZINA VETRA [km/h]

$$K = f \left(\frac{W_0}{L_0} \right) \text{ SR SIRINA AKUMULACIJE}$$

\hookrightarrow KOEFICIJENT AKUMULACIJE

VERTIKALNA UZVODNA POVRшина - KADA VODA DELUJE NA ZID,
UZVODNU KONTURU BRANE

ORDINATA PRITISKA TALASA - F-JA DUBINE VODE, γ_v, K

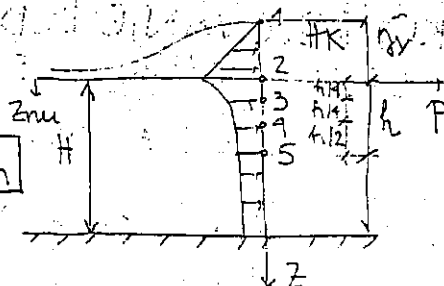
$$K - F-JA \quad \begin{cases} A = h / L_{sr} \\ O = L_{sr} / H \end{cases}$$

DIDAGRAMI OPT. OD TALASA:

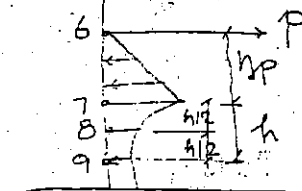
$$\begin{aligned} p_6 &= 0 \\ p_7 &= -\gamma_v h_p \\ p_8 &= -\gamma_v h \cdot K_8 \\ p_9 &= -\gamma_v h \cdot K_9 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} p_1 &= 0 \\ p_2 &= K_2 \gamma_v h \\ p_3 &= K_3 \gamma_v h \end{aligned}$$

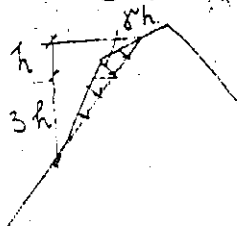
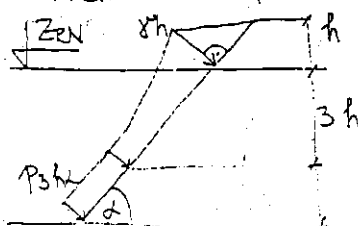
$$p_i = K_i \gamma_v h$$



SISUCE DEJSTVO
(ZATEZANJE HK)



KOSA UZVODNA POVRшина - ORDINATA PRITISKA TALASA F-JA 4 NAGIB
DIDAGRAMI OPT. OD TALASA KOSE POVRSHINE



$$p_{3h\alpha} = p_{3h} \left(\frac{\alpha}{45} - 1 \right)$$

$$p_{3h} = p_s \left(p_0 + p_s \right) \left(1 - \frac{3h}{H} \right)$$

p_s - PRITISAK NA VERT. POVRSHINU
ZA $z=H$

p_0 - PRIT. NA VERT. POVR. ZA $z=0$

α - 4 NAGIBA U ODNOSU NA
HORIZONTALU $90^\circ < \alpha < 45^\circ$

DELOVANJE LEDA

OSNOVNO (7)

IZUZETNO (22)

STATICKO

DINAMICKO

GUSTINA LEDA - 9% MANJA OD GUSTINE VODE \Rightarrow LED PLIVA PO VODI
 $\gamma_L = 8,98 - 9 \text{ kN/m}^3 \Rightarrow$ OD 1 m^3 VODE $\rightarrow 1,09 \text{ m}^3$ LEDA

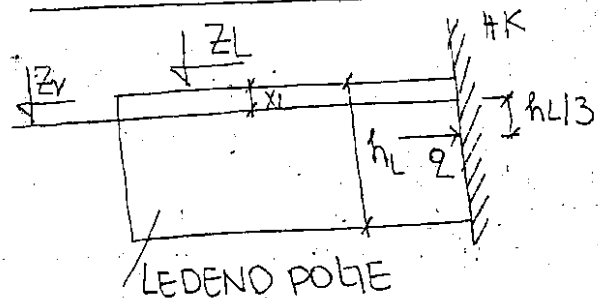
1) STATICKO DELOVANJE LEDA

- OSMATRANJA min 5 god

- PREMA ARHIMEDU: $h_L F \gamma_L = (h_L - x_L) F \gamma_V$

$$x_L = (1 - \frac{\gamma_L}{\gamma_V}) h_L \approx \frac{h_L}{12} \rightarrow \text{AKO NIJE ZADATO } \gamma_L$$

HORIZONTALNA SILA OD LEDA - USLED TERMICKOG SIRENIA LEDEN. POKRIVAČA



$$q = h_L \gamma_L K_L$$

\rightarrow SILA PRITISKA OD LEDA
 $p = 150 \text{ kN/m}^2$

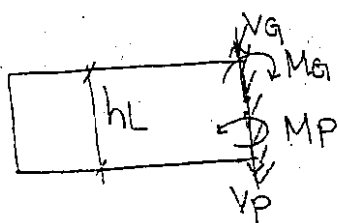
\rightarrow KOEF. SMANJENIA SILE q
 ZBOG POVEĆANJA DUBINE
 LEDENOG POBE

$K_L = 1$ ZA $L = 50 \text{ m}$

$K_L = 0,6$ ZA $L \geq 150 \text{ m}$

MAX DEBILINA LEDENOG POBE
 VEROVATNOĆE 17.

VERTIKALAN PRITISAK LEDA - SAMO KADA SE NIVO VODE PROMENI
 A LEDENO POBE JE ZALEPENO ZA HK
 - JAVBA SE I M



NIVO VODE RASTE \Rightarrow M

2) DINAMICKO DELOVANJE LEDA

- NASTAJE KADA SE
 - POBE LEDA
 - SANJE LEDA
 - NAGOMILAN LED

KRECW PRI TEČENJU VODE

ILI NALETIMA VETRA I UDARE U HK

- RAZLIKUJU SE:
 - VERTIKALNA
 - KOSA UZVODNA POUVSINA
 - RED STUBOVA

DELOVANJE NANOSA [OSNOVNO (8) IZUZETNO (25) - SEIZMICKI PRITISAK NANOSA

↳ PODRAZUMEVA SE DELOVANJE MATERIJALA KOJI SE NATALDEU U AKUMULACIJI POSLE ZAVRSETKA GRAĐENJA BRANE
PRI TEMEĐENJU HK (RECNIH) NALAZI SE NA NANOSNA TLA
PA SE HK FUNDIRA NA STENSKOJ MASI

↓
KONSOLIDOVANI NANOS
ČIJE DELOVANJE SE RACUNA
KAD DELOVANJE ZEMŁE

OSNOVNI UZROCI NASTANKA NANOSA:

- 1) EROZIJA SPIRANJA (PADAVINE → POVRŠINSKO OTICANJE + SPIRANJE POVRŠINSKOG SLOJA ZEMŁE)
- 2) JARUZANJE (SLIVANJE KONCENTRISANOG MLAZA VODE I USECANJE JARUGA I BRAZDI U NEOTPORNO TLU)
- 3) FLUVIJALNA EROZIJA (EROZIJA KORITA VODOTOKOVA I KANALA DEFORMISANJEM OBALA)
- 4) POMERANJE ZEMŁ MASE (URVINE, KLIZISTA, ODRON)
- 5) POPLAVNA EROZIJA (SPIRANJE POPLAVNOG ZEMŁISTA PRI POVLACENJU POPLAVNOG TALASA)
- 6) EROZIJA USLED GRAĐENJA (PUTEVI, PRUGE, INDUSTRIJE)
- 7) OTPACI IZ RUDNIKA, INDUSTRIJE, KANALIZACIJE (ISPUSTENI U VODOTOKE ILI DEPONOVANI U JARUGE)

NANOS - USLED EROZIJE U RECINOM SLUVU KOJA MOZE BITI:

- 1) POVRŠINSKA: (PO POVRŠINI SLIVA, SPIRA POVRŠINSKI SLOJ, TRANSPORTUJE GA DO AKUMULACIJE I NASTAJE SITAN (SUSPENDOVAN, "LEBDECI" NANOS)
- 2) DUBINSKA: (KONCENTRACIJA POVRŠ. OTICANJA I SA DNA I OBALA RECNOG KORITA NASTAJE: KRUPAN (VUCENI) NANOS)

SITAN NANOS - TALOZI SE U SREDISNJIEM DELU AKUMULACIJE I BLIZE BRANI
(85-90%)

KRUPAN NANOS - U UZVODNOM DELU I GDE SU VEĆE BRZINE
(15% NANOSA)

TEMEJNI ISPUSTI - ZA ODSTRANJIVANJE NANOSA UZ BRANU, ALI I ZA PRAZNIENJE AKUMULACIJE

- OGRANICENA F-JA
- POTREBAN VELIKI BR. ISPUSTA NA MALOM RASTOJANJU

PRITISAK NANOSA

PP PRI PRORACUNU PRITISKA NANOSA SU:

- 1) NANOS JE HOMOGEN
- 2) PRITISAK SE LINEARNO POVEĆAVA SA DUBINOM
- 3) ZANEMARUJE SE TREĆIE IZMEĐU NANOSA I HK
- 4) ZANEMARUJE SE KOHEZIJA
- 5) VAŽI ZAKON SUPERPOZICIJE U ODNOSU NA PRITISAK VODE

MOGU SE KORISTITI IZRAZI ZA PRITISAK ZEMLJE:

KAKO NANOS NE MOŽE DA SE JAVI NIZVODNO OD HK POSTOJE:

- AKTIVAN PRITISAK NANOSA

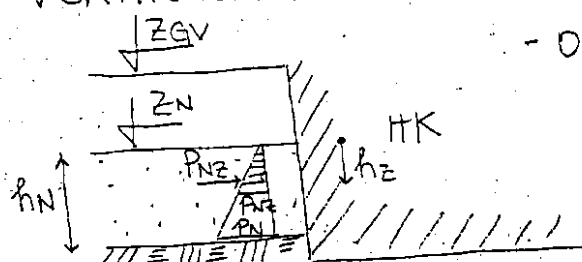
- PRITISAK NANOSA U MIRU

(DA BI POSTOJAO PASIVAN PRITISAK (NANOS DELUJE NA HK) - TREBA DA POSTOJI NANOS NIZVODNO → NEMOĆUĆE)

AKTIVAN PRITISAK NANOSA (HK SE POMERA OD NANOSA)

- VERTIKALNA KONTURA -

- ORDINATA PRITISKA NANOSA NA DUBINI h_z



$$p_{uz} = \gamma'_u h_z \zeta_a \Rightarrow p_u = \gamma'_u h_u \zeta_a$$

KOEF. AKT. PRIT. NANOSA ZA VERT. POVRŠINU
 $\zeta_a = \tan^2(45 - \frac{\phi}{2})$

ZAPREM. TEŽINA POD VODOM
 $\gamma'_u = \gamma_u - \gamma_w$

- SILA PRITISKA NANOSA - DELUJE U T. POVRŠ

$$P_{nz} = \frac{1}{2} h_z p_{uz}$$

- MOMENT SILE PRITISKA NANOSA - ZAVISI OD TACAKA ZA KOJE SE RACUNA

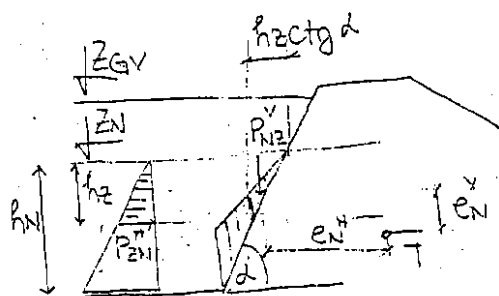
- KOSA KONTURA - JAVlja SE I VERTIKALNA KOMPONENTA

$$\zeta_a^k = \frac{\cos^2(\frac{\alpha + \varphi}{2})}{\cos^2(\frac{\alpha - \varphi}{2})} \quad \text{ZA KOSU POVRŠINU}$$

$$P_{nz}^h = \gamma'_u h_z \zeta_a^k \Rightarrow P_{nz}^h = \frac{1}{2} h_z p_{uz}^h$$

$$P_{nz}^v = \gamma'_u h_z \zeta_a^k \Rightarrow P_{nz}^v = \frac{1}{2} h_z p_{uz}^v \cot \alpha$$

$$M_{nz}^T = -P_{nz}^h \cdot e_N^v + P_{nz}^v \cdot e_N^h$$



α - 4 NAGIBA HK

PRITISAK NANOSA U MIRU

- KADA JE HK NA STENI (NEPOMERLJIVA) ILI NA TLU (NADABE NEPOMERLJIVA), A NANOS JE KRUPROZERNI MAT (PESAK, ŠUN.)
- VAŽE IZRAZI KAO ZA AKTIVAN PRITISAK
- IZMENA ϵ_0 - KOEF. PRIT. U MIRU
- EKSPERIMENTALNO

GRISIN: RASTRESIT PESAK ($p=0,9$) $\epsilon_0=0,64$
SREDNJE ZBIJEN PESAK ($p=0,7$) $\epsilon_0=0,52$
ZBIJEN PESAK $\epsilon_0=0,49$
GLINE (POROZNOST $p=$) $0,67 < \epsilon_0 < 1$

ANALIZA PARAMETARA

ZAPREMINSKA TEŽINA NANOSA - F-JA [VRSTE MAT. KOJI SE TALOŽIO UZ HK
DUŽINE TALOŽENJA NANOSA
(γ, p)

VUCENI NANOS - NE MOŽE DA DOBE DO HK. (TO SU PESAK, GLINA, MUG)

DEBINA NANOSA - 15 (20) u

UGAO UNUTRENJA ϕ : DROBINA 36-40° PESAK 30-33°
ŠUNAK 33-35° GLINA 11-22°
Š. PESAK 31-34°

DELOVANJE ZEMBE - SVI TIPVI TLA

- OSNOVNO (9) - PRITISAK ZEMBE

(10) - TEŽINA SREDINE IZNAD RAVNI KLIZANJA

(12) - BRDSKI PRITISAK

- DOPUNSKO (16) - DODATNI USLED DEFORM. TEMEHA HK ILI UTICAJ T.

- IZUZETNO (25) - SEIZMIKA

ZA NEKE HK ZEMBA MOŽE BITI GL. OPT.

[UKOPANI REZERVOARI
KEJSKI ZIDOVII, OBALOUTVRDE
PREDVODNICE
MASINSKE ZGRADE

ZAVISNO OD SMERA I VELICINA POMERANJA HK:

(1) HK SE POMERA OD ZEMBE

(2) HK SE POMERA KA ZEMBI

(3) NEMA POMERANJA NI HK NI ZEMBE ILI SU ZANEMARLJIVA $< 0,0002 H$

[AKTIVAN (1)
PASIVAN (2)
PRIT. U MIRU (3)
i iznad temelja

Pp. KOJE SE UVODE PRI PRORACUNU:

1) U SVAKOM OD SLOJEVA ZEMBA JE HOMOGENOG SASTAVA

2) VAŽI SUPERPOZICIJA

3) POMERANJA U PODUŽNOM PRAVCU NE POSTOJE

GRANICNO STANJE NAPONA U TLU - PRI KOME I MIN. DODATNA
SILA RUSI POSTOJEĆU RAVNOTEŽU I DOVODI TLO
U NESTABILNO STANJE

DELOVANJE TEMPERATURE

- NIJE OPT, VEĆ UTICAJ
- MERA TOPLOTNOG STANJA TELA (°K)

$$\epsilon_z = \frac{\sigma(z)}{E} + \alpha_t \cdot T^\circ$$

- PRI LINEARNOM STANJU NAPONA ZASTAP

↳ DILATACIJA NA ODSTOJANJU Z-OD OSE

NA OSNOVU TEMP. TOKOM VREMENA - UZIMAJU SE U OBZIR I REOLOŠKA SVOJSTVA BET. U F-JI (E, T) → ODREĐUJE SE POBE NAPONA

OSNOVNI ZADATAK - ODREĐIVANJE RASTOJANJA IZMEĐU KONSTRUKT. RAZDELNICA, T.J. DUŽINA LAMELA I KAMPADA

KOD:

IZRAZITO DUGIM RAZLICITIH VISINA ELEMENTA

OBJ. RAZLICITIH MASA, KARAKTERISTIK

OSNOVE TERMICKOG PRORACUNA

$$\frac{\partial T}{\partial t} = \alpha_t \cdot \Delta T + \frac{Q}{C_p}$$

- IZVOR TOPLOTE
- TOPLOTNI KAPACITET
- KOEF.

POC. USLOV: $T(x, y, z, t)|_{t=0} = T(x, y, z, 0) = f(x, y, z)$

- ODREDITI TEMP. POBE
- BITNI NAPONI UPRAVNI NA POP. PRESEK

OSTALA OPTEREĆENJA

1) PORN I PRITSAK (4)

2) UTICAJI OD SKUPĀANJA / BUBRENJA - (14)

- BITNO PRAVILNO POSTAVITI GR. USLOVE PO POMERAN.
- POMERANJA NA GRANICAMA = 0
(dovoljno daleko, idu boko od konstrukcije)

3) UTICAJI OD DEF. TEMEREA (15)

- UZIMAJU SE U OBZIR PRI ODREĐIVANJU TEMP. POTIA KROZ NEKI REOLOŠKI MODEL

4) SILE PRETHODNOG NAPREŽANJA I ANKEROVANJA (11)

SEIZMIČKI UTICAJI

- SPADAJU U IZUZETNA OPTEREĆENJA
- OBUHVATAJU UTICAJE OD:
 - SOPSTVENE TEZINE
 - VODE
 - NANSOA
 - SEIZMIČKIH TALASA

ZEMBOTRES - OSCILATORNO POMERANJE ZEMLINE KORE USLED
CEGA NASTAJU SEIZMIČKI UTICAJI

- ↓
- 1) VULKANSKI - KRETANJE MAGME KA POVRSINI I ERUPCIJE
 - 2) URVINSKI - OBRUSAVANJE STENSKIH MASA, KOSINA, PECINA I PRIRODNIH PODZEMNIH GALERIJA
 - 3) TEHNOGENE - POSLEDICA ČOVEKOVE DELATNOSTI
 - 4) TEKTONSKE - POMERANJEM BLOKOVA I PLOČA DUŽ SEIZMIČKIH SPOJNICA USLED NEDOVRSENOG FORMIRANJA ZEMLINE KORE
 - USLED PRELASKA POTENCIJALNE ENERGIDE
 - DEFORMACIJE U KINETICKU

OSNOVNI POJMOVI O ZEMBOTRESU SU:

HIPOCENTAR - MESTO (ZONA) NASTANKA ZEMBOTRESA

EPICENTAR - VERTIKALNA PROJEKCIJA HIPOCENTRA (OGNIISTA) NA POVRSINU ZEMLE

ENERGIJA ZEMBOTRESA - KOLIČINA OSLOBODENE ENERGIDE U OGNIISTU

INTENZITET ZEMBOTRESA - MCS SKALA 1° - 12°

IZOSEISTE - ZATVORENE KRIVE LINIJE NA POVRSINI ZEMLE SA ISTIM INTENZITETOM POTRESA

MAGNITUDA - JACINA POTRESA U OGNIISTU

RADIJUS - NAJUDALJENIJE MESTO U KOME ČOVEK ČULIMA MOŽE DA OSETI ZEMBOTRES

SEIZMIČKA AKTIVNOST - UKUPAN BR. POTRESA KOJI SE U NEKOM PERIODU DOGODIO U NEKOM PODRUCJU

SEIZMOGRAFI - UREĐAJ ZA AUTOMATSKI ZAPIS

SEIZMOGRAM - DIJAGRAM DOBIJEN POMOCU KLATNA SEIZMOGRAFA

EPICENTRALNO RASTOJANJE - UDALENOST TACKE NA ZEMLINOJ POVRSINI OD EPICENTRA

PODACI - ZBOG SVOJE ELASTICNOSTI HK OD BETONA SEIZMICKI
UTICAJI MOGU BITI POBUĐENI DO REZONANCE
⇒ TREBA ODREDITI OPTEREĆENJE NA HK USLED SEIZ. UTICAJA

- 1) PROCENITI MAGNITUDE I LOKACIJU ZEMBOTRESA ČIJEM
UTICAJU MOŽE BITI IZLOŽENA HK
- 2) ODREDITI POMERANJA STENE NA MESTU BUDUĆE HK
- 3) ANALIZIRATI ODGOVORE HK NA ZEMBOTRES
(metodom spektra odgovora ili istorije povećanja)

NAJVEĆI BR. ZEMBOTRESA NASTAO USLED POMERANJA ZEMLINE
KORE DUŽ NEKOG RASEDA

PRI ODREĐIVANJU MAX VEROVATNOG ZEMBOTRESA TREBA IMATI
U VIDU POLOŽAJ OBLIŽNJIH RASEDA KAO I:

- UBRZANJE
- DOMINANTNE FREKVENCije
- TRAJANJE ZEMBOTRESA
- UČESTALOST

METODA SPEKTRA ODGOVORA - ZASNIVA SE NA FORMULAMA
SLABĚNJA ZEMBOTRESA OD
ODNOSA DO HK

- GRAFIČKI ZAPIS ODZIVA HK SA 1 STEPENOM SLOBODE
KOJA IMA SPECIFIČNA PRIČUŠENJA I DELIMIČNO
JE IZLOŽENA POBUĐIVANJU
- TREBA GA ODREDITI ZA SVAKI ZEMBOTRES I NA
OSNOVU TOGA DEFINISATI PROJEKTNI SPEKTAR
ODGOVORA

NAŠI NORMATIVI

1948. Privremeni tehnički propisi

- FNRJ - 3 zone
- zembotres uziman povećanjem min horizontalnog
opterećenja za 0,5 ili 100%

1964. Pravilnik o privremenim (zasnovan na SNIP-u)

- MCS skala
- metoda spektralne analize za objekte VII-IX zone
- za HK prema SNIP-u

1981. Pravilnik o teh. normativima za objekte visokogradnje

- MCS
- metode ekvivalentnog statičkog opt. dinamič. analize
- za objekte X stepena - pokusa i ispitivanja
- prema pravila za HK

PRIBLIŽNE METODE PRORACUNA

- ZA SOPSTV. TEZINU, VODU, NANOS, TLO, SEIZMICKI TALAS

POD UTICAJEM SEIZMICKIH VIBRIRANJA SREDINE U KOJOD SE HK FUNDIRA NASTAJU SEIZMICKE SILE ČIJI JE PRAVAC I SMER PROIZVOĐAN U PROSTORU

Prema SNiP-u:

- U PRORACUNU NAPONA KOD HK - SAMO HORIZONTAL. KOMPONENTA SEIZ. SILE (OSIM KUPOLE LUCNE BRANE)
- U PRORACUNU STABILNOSTI HK - UZETI ISTOVREMENO I HORIZONTALNU I VERTIKALNU KOMPONENTU (AKO JE HK BLIŽA EPICENTRU VEĆA JE VERT. KOMPONENTA)
- (SMER SEIZMICKIH SILA - SUPROTAN SMERU ZEMBOTRESA)

1) METODA KOEFICIJENATA ZA PRORACUN SOPSTVENE TEZINE

$$P_s = G K_s \alpha_s$$

- SEIZMICKA SILA KOJA DELUJE U TEZISTU HK SUPROTNOG SMERA OD SMERA ZEMBOTRESA

→ KOEFICIJENT POLOŽAJA PRESEKA $\alpha = 1 + 0,5 \frac{h_1}{h_0}$

→ KOEFICIJENT SEIZMICKOSTI (VII → 0,025, IX → 0,1)

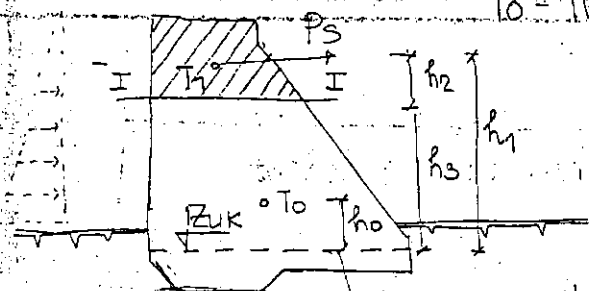
→ TEZINA HK I OPREME IZNAD POSMATRANOG PRESEKA

$$M_s = -P_s \cdot h_2$$

- MOMENAT SAVIJANJA U PRESEKU 1-1 (→ ⊕)

T₁ - TEZISTE DELA IZNAD PRESEKA 1-1

T₀ - TEZISTE CELOG PRESEKA IZNAD ZUK



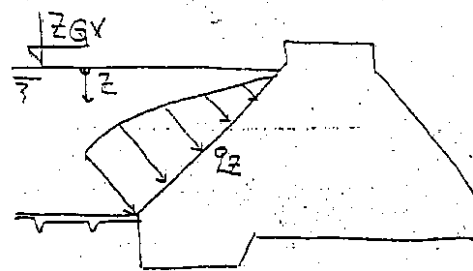
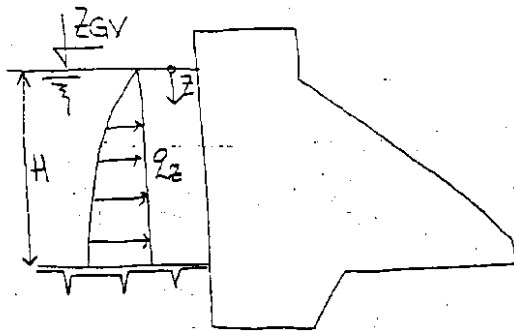
→ LINIJA UKBESTENIA (ZA PRESEK U UKBESTENIU) $h_1 = h_0 \rightarrow \alpha_s = 1,5$

← SMER ZEMBOTRESA (JER ONDA SILA P_s IMA NEPOVOĐNIJE DEJSTVO)

METODA: NE DAJE REALNU VREDNOST NI RASPORED SEIZM. SILA ALI SE JEDNOSTAVNO I BRZO ODREĐUJU SILE OD SOPSTV. TEZINE.

KORISTI SE DO NIVOA IDEJNOG PROJEKTA, A ZA IP I GP - TACNIJA METODA

2) HIDRODINAMICKI PRITISAK - SEIZMICKO OPT. OD VODE - DELUJE OD KOTE VODE DO LINIJE TERENA



VII 0,025 + SILAN
VIII 0,05 + STETAN
IX 0,1 + OGRAN. RAZORAN

METODA - SAMO ZA MANJE OBJEKTE ISPOD IDEJNOG PROJEKTA

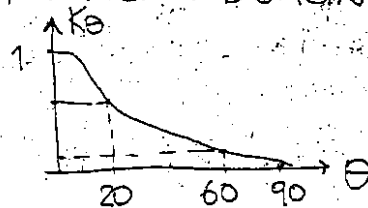
$$q_z = 0,9 K_s \gamma_v \sqrt{zH} \quad \text{- ZA VERTIKALNU UZVODNU KONTURU}$$

$$q_z = K_s \gamma_v K_\theta \frac{0,875 \sqrt{zH}}{1 - 3,38 \left(\frac{H}{1000} \right)^2} \quad \text{- ZA KOSU KONTURU}$$

KOEFICIJENT NAGIBA KONTURE

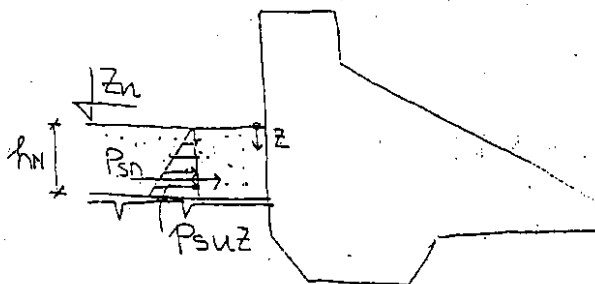
| θ | 0 | 20° | 60° | 90° |
|------------|---|-----|------|-----|
| K_θ | 1 | 0,6 | 0,08 | 0 |

- PARABOLICNA PROMENA DIAGRAMA PO VISINI



3) SEIZMICKI PRITISAK NANOSA

- MOZE BITI SAMO AKTIVAN NANOS
- PROSTIRE SE OD KOTE NANOSA DO LINIJE TERENA
- LINEARNA PROMENA DIAGRAMA



$$p_{suz} = \left[K \operatorname{tg} \left(45 + \frac{\varphi_u}{2} \right) \right] p_{uz} \\ = \left[K \operatorname{tg} \left(45 + \frac{\varphi_u}{2} \right) \right] \gamma_n h_z \cdot \varepsilon_a$$

SEIZMIČKI
PRITISAK
NANOSA NA
DUBINI Z

AKTIVAN
PRITISAK
NANOSA

$$\varepsilon_a = \operatorname{tg}^2 \left(45 - \frac{\varphi_u}{2} \right)$$

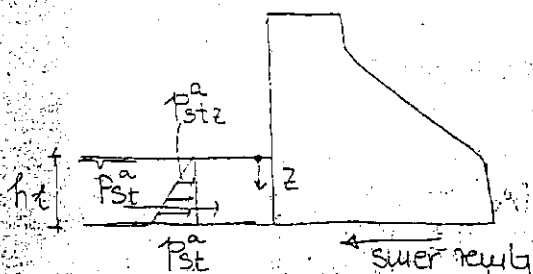
$$p_{sn} = \frac{1}{2} h_n \cdot p_{su} \quad \text{ZA } h_z = h_n$$

UKUPNA SILA SEIZM. PRITISKA NANOSA

4) SEIZMICKI PRITISAK TLA (ZEMBE)

- MOŽE BITI AKTIVAN ILI PASIVAN
- PROSTIRE SE OD KOTE TERENA DO DNA TEMELJA
- LINEARNA PROMENA DIAGRAMA

1) AKTIVAN PRITISAK TLA



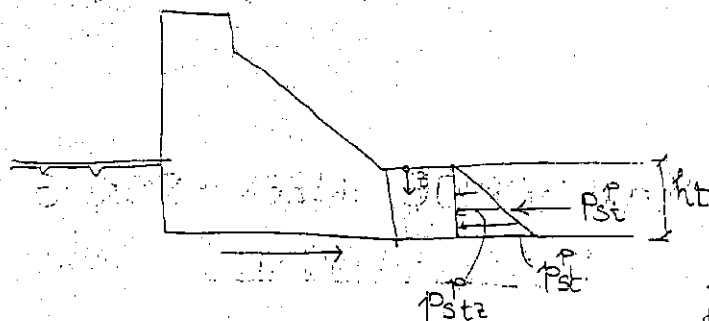
$$p_{stz}^a = [K_s \tan(45 + \frac{\gamma_t}{2})] p_{tz}$$

$$= [K_s \tan(45 + \frac{\gamma_t}{2})] \gamma_t h_z \epsilon_a$$

$$\epsilon_a = \tan^2(45 - \frac{\gamma_t}{2})$$

$$p_{st}^a = \frac{1}{2} h_t p_{st}^a \text{ [KN/m]}, h_z = h_t$$

2) PASIVAN PRITISAK TLA



$$p_{stz}^p = -[K_s \tan(45 - \frac{\gamma_t}{2})] p_{tz}$$

$$= -[K_s \tan(45 - \frac{\gamma_t}{2})] \gamma_t h_z \epsilon_p$$

$$\epsilon_p = \tan^2(45 + \frac{\gamma_t}{2})$$

$$p_{st}^p = \frac{1}{2} h_t p_{st}^p, h_z = h_t$$

5) SEIZMIČKI TALAS - NASTAJE U AKUMULACIJI USLED DELOVANA ZEMBOTRESA

VISINA S. TALASA (PREMA SNIP-u):

$$\Delta h = 0,5 K_s T_1 \sqrt{g \cdot H}, \text{ ZA } L > 3H$$

- ↳ DUBINA AKUM. NEPOSREDNO ISPRID HK
- ↳ DUŽINA AKUMULACIJE
- ↳ UBRZANJE ZEMBINE TEŽE
- ↳ $T_1 = 1s$ - PREOVLAĐUJUĆI PERIOD OSCILOVANJA DNA
- ↳ KOEF. SEIZMICNOSTI

PRITISAK SEIZ. TALASA ODREĐUJE SE PO POZNATIM IZRAZIMA ZA TALASE USLED DELOVANJA VETRA

TACNIJE METODE - METODE ZA ODREĐIVANJE SEIZMIČNOSTI

OD: $\begin{cases} \text{SOPSTVENE TEŽINE} \\ \text{VODE} \end{cases}$ $\begin{cases} \text{M. SPEKT. ANALIZE} \\ \text{M. DIREKTNE DINAM. ANALIZE} \end{cases}$

PRE POČETKA TREBA DEFINISATI:

- KATEGORIJU OBJEKTA
- KATEGORIJU SREDINE
- MERODAVAN ZEMHOTRES
- PRESEK UKBESTENIA
- METODE PRORACUNA
- DINAMICKE KARAKTERISTIKE HK

KATEGORIJE INŽENIERSKOG OBJEKTA (PO NEUSVOJENOM PRAVILNIKU IZ 1987)

1) VAN KATEGORIJE (ELEKTRANE PREKO 150 MW, VISOKE BRANE, REZERVOARI $V > 2000 \text{ m}^3$, NASIPI I POTPORNJI ZIDOVI $H > 20 \text{ m}$, MOSTOVI $L > 50 \text{ m}$ ILI $H > 30 \text{ m}$, VODOSTANI, PREVODNICE, PRELIVI, GRAĐEVINE ČIJA OŠTEĆENJA MOGU IZAZVATI VELIKE MAT. ŠTETE)

2) I KATEGORIJE (ELEKTRANE MANJE 150 MW, REZ. $V < 2000 \text{ m}^3$, NISKE BRANE, NASIPI I POTP. ZIDOVI $H < 20 \text{ m}$, MOSTOVI $L < 50 \text{ m}$ ILI $H < 30 \text{ m}$, TUNELI, ISPUŠTAČI, CEVOVODI, PUMPNE STANICE, AKVADUKTI, PRISTANIŠTA I DR. ŠTO NIJE VAN KATEGORIJE)

VISOKE BRANE: \rightarrow ČIJA JE VISINA $h > 15 \text{ m}$ (GRAĐEVINSKA VISINA JE RASTOJANJE OD NAJNIZE KOTE TEMELJA DO NAJVIŠE TAČKE BRANE)

\rightarrow AKO SU VISOKE 10-15 m I ISPUŠTAČI

1) DUŽINA U KRUGU VEĆA OD 500 m

2) ZAPREMINA AKUMULACIJE $> 100 000 \text{ m}^3$

3) PROTOK PREKO PRELIVA $> 2000 \frac{\text{m}^3}{\text{s}}$

KATEGORIJE SREDINE - NA OSNOVU DETALJNIH ISTRAŽNIH RADOVA I PODLOGA

I KATEGORIJA (BRZINA RASPROSTRANJENJA ^{TRANSVERZALNIH} SEIZMIČKIH TALASA $V_s > 800 \frac{\text{m}}{\text{s}}$, STE NOVITA, POLUSTENOVITA TLA)

II KATEGORIJA ($800 \frac{\text{m}}{\text{s}} > V_s > 200 \frac{\text{m}}{\text{s}}$, DOBRO ZBIDEN PESAK, ŠBUNAK, TVRDA GLINA DEBLJINE $d > 60 \text{ m}$)

III KATEGORIJA ($V_s < 200 \frac{\text{m}}{\text{s}}$, $d > 10 \text{ m}$)
MALO ZBIDENA I MEKA TLA (PESAK, ŠBUN, GLINA)

MERODAVAN ZEMBOTRES - NA OSNOVU DETAGNE SEIZMICKE MIKROREJONIZACIJE LOKACIJE HK I SEIZMICKE REGIONALIZACIJE PODRUČJA

TIP Z1 - MOŽE DA POGODI HK JEDNOM U 200 GOD. SA VEROVATNOCOM POJAVE 70%.
- NISU DOZVOLJENA OSTECENJA HK

TIP Z2 - MOŽE DA POGODI HK JEDNOM U 1000 GOD. SA VER. POJAVE 70%.
- DOZVOLJENA MANJA OSTECENJA, ALI NE SME RUSENJE I GUBITAK FUNKCIONALNOSTI

PRESEK UKBESTENJA - NA OSNOVU OSOBINA SREDINE I DUBINE UKOPAVANJA
- BITNO TEHNIČKO-EKONOMSKO PITANJE
- TEŽITI DA FUNDIRANJE BUDE OPTIMALNO I DA NADZEMNI DEO KONSTRUKCIJE BUDI STO NIZI

GBB - OBICNO NA KOTI DNA SLAPISTA ILI OKO HORIZONT. RAVNI TEMELA

METODE PRORACUNA

- 1) SPEKTRALNA ANALIZA - U IP BEZ OBZIRA NA ZONU SEIZMICNOSTI
- ZA GP MOŽE SAMO ZA OBJEKTE U VII I VIII ZONI MKZ SKALE
- 2) DIREKTNJA DINAMICKA ANALIZA
- SAMO ZA GP I TO AKO JE OBJEKAT U IX ZONI

↓
NA OSNOVU ZAPISA ZEMBOTRESA, A NE NA OSNOVU ODZIVA HK

DELOVI PRORACUNA NEZAVISNO OD METODE:

- 1) PRORACUN DINAMICKIH KARAKTERISTIKA HK
- 2) PRORACUN SEIZMICKIH AKOJE DELUJE NA HK
SILA
- 3) PRORACUN UTICAJA U PRESECIMA USLED SEIZ. SILA

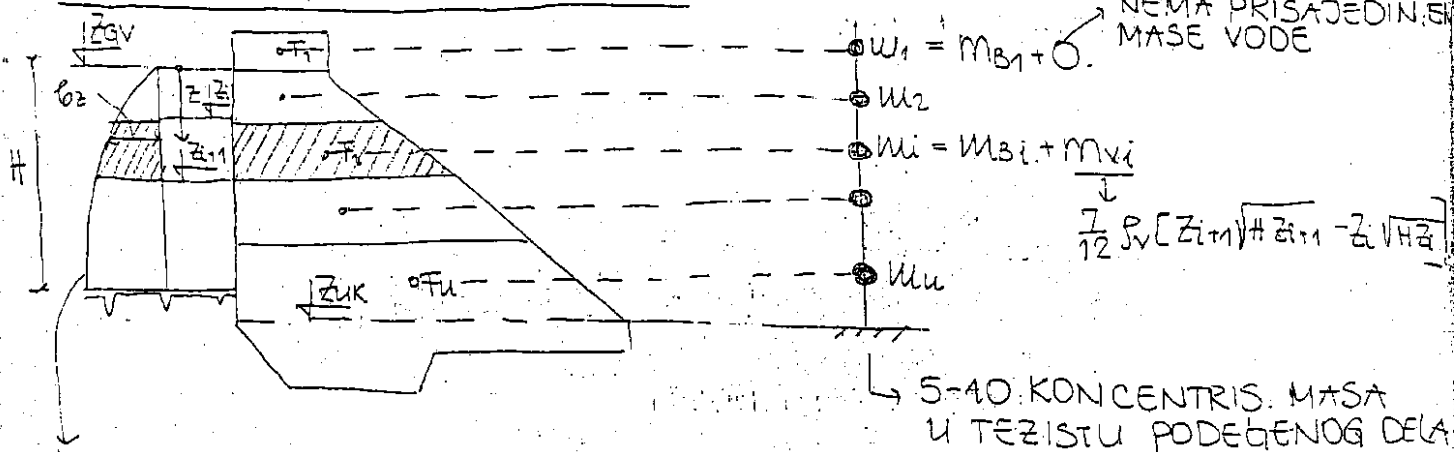
DINAMICKE KARAKTERISTIKE HK

- ZAJEDNO SA HK OSCILUJE I JEDAN DEO VODE KOJA DAJE 2 KOMPONENTE
- PRISAJEDINJENA MASA
- PRISAJEDINJENO TRENJE

ALI U PRORACUNU SAMO INERCIALNA KOMPONENTA TJ. PRISAJEDINJENA MASA NA STRANI SIGURNOSTI

- RADI SE SA KONACNIM BR. KONC. MASA ZBOG NEMOGUCNOSTI PRORACUNA SA KONTINUALNO RASPOREDENOM MASOM

PRISAJEDINJENA MASA VODE



ORDINATA - VELICINA MASE KOJA NA TOJ VISINI DELUJE

PRISAJ. MASA VODE MOZE SE UZETI

- SA 1 STRANE (OBICNO KOD GBB)
- SA 2 STRANE (RAZDELNI ZIDOV GBB SA VISINOM ZDV)
- SA 4 STRANE (ZATVARACNICE, STUBOVI, VODOZAHVATNE KULE)

VESTERGARDOVA PARABOLA PRISAJEDINJENIH MASA

- SAMO ZA VERTIKALNU KONTURU

$$b_z = 0,875 \rho_v \sqrt{H-z} \quad \text{- MASA U } \text{kg/m}^2 \text{ HK}$$

$$F_z = \frac{7}{12} \rho_v z \sqrt{H-z} \quad \text{- MASA PARABOLE OD } Z_{GV} \text{ DO DUBINE } z$$

DUBINA VODE ISPRED HK
GUSTINA VODE 1000 kg/m^3

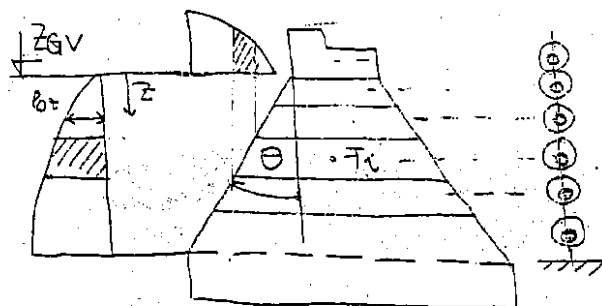
ZANGEROVA PARABOLA PRISAJEDINJENIH MASA

- MOZE I ZA VERTIKALNU I KOSU KONTURU

$$b_z = C_z \cdot \rho_v \cdot H$$

KOEFICIJENT POLOZAJA PRESEKA

$$C_z = \frac{C_w}{2} \left[\frac{z}{H} \left(2 - \frac{z}{H} \right) + \sqrt{\frac{z}{H} \left(2 - \frac{z}{H} \right)} \right]$$



$$F_{z,h} = 0,726 b_z z \quad \text{- HORIZONTALNA MASA OD } Z_{GV} \text{ DO DUBINE } z$$

$$F_{z,v} = 0,726 b_z z \tan \theta \quad \text{- VERTIKALNA MASA OD } Z_{GV} \text{ DO } z$$

METODA SPEKTRALNE ANALIZE

- BRZA I JEDNOSTAVNOST

VREDNOST PROJEKTOVANE SEIZMICKE SILE SKONCENTRISANE NA MESTU I USLED KONCENTRISANOG OPT NA MESTU K:

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

β_i - KOEF. REDUKCIJE
 η_{ik} - KOEF. OBLIKA OSCILACIJA (NA OSNOVU TONOVA OSCILOVANJA HK)
 ψ - KOEF. DINAMICNOSTI
 K_s - KOEF. SEIZMICNOSTI

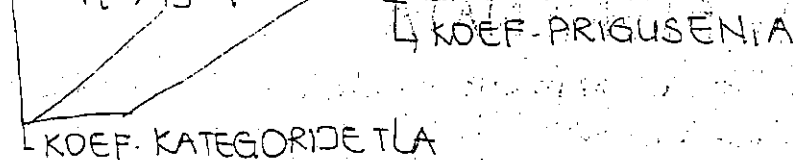
$$K_s = \ddot{x}_{max} / \mu_p$$

μ_p - FAKTOR DUKTILNOSTI
 \ddot{x}_{max} - MAX. UBRZANIE

$$0 < T_i < T_0 : \beta_i = 1 + [a(\lambda \cdot T_s)^{-2/3} - 1] \cdot \frac{T_i}{T_0}$$

$$T_0 < T_i < T_s : \beta_i = a(\lambda \cdot T_s)^{-2/3}$$

$$T_i > T_s : \beta_i = a(\lambda \cdot T_i)^{-2/3}$$



$(D - \frac{1}{\omega^2}) \ddot{z} = 0 \rightarrow$ DINAMICKA J-NA (n-J-NA SA n NEPOZNATIH)

\ddot{z} - DEDINICNA MATRICA
 ω - KRUGNA FREKVENCIIJA
 D - DINAMICKA MATRICA

\rightarrow SVOJSTVENI VEKTOR, KOJI ODGOVARA SVOJSTVENOM OBLIKU OSCILOVANIA

KOEFICIJENT REDUKCIJE ψ ZAVISI OD UKOPANOSTI OBJEKTA I TIPA KONSTRUKCIJE

- ZA GBB $\psi = 0,85$

TEZINA KONSTRUKCIJE: $G_k \rightarrow$ U TACKI K PREDSTAVLJA ZBIR PRIPADAJUCEG DELA KONSTRUKCIJE I PRISAJEDINJENE MASE VODE

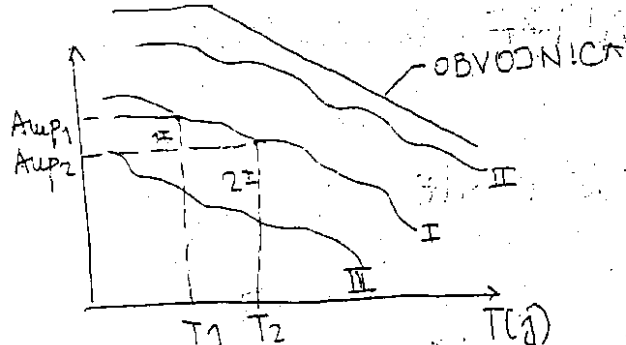
METODA - ODREBUJE SE SPEKTAR ODGOVORA KONSTRUKCIJE ZA 1 ZAPIS ZEMBOTRESA PREPOSTAVKA SE PRIGUSENIE C I KRUTOST K, SA 1 STEPENOM I ODREDI SE PERIOD T_i I $\max(\ddot{w} + \ddot{s}_1)$, PA SE SRACUNA AMPUFIKACIJA:

$$A_{amp} = \frac{\max(\ddot{w} + \ddot{s}_1)}{\max \ddot{s}_1}$$

ZA ISTI TIP ZEMBOTRESA ODREDI SE NOVO C I K I DRUGI ODGOVOR HK

- OBVOJNICA - SPEKTAR ODGOVORA KONSTRUKCIJE

47



- SILE SE ODREĐUJU OBICNO ZA PRVIH NEKOLIKO TONOVA
- DOBIJAJU SE SILE U SVAKOJ KONCENTRISANOJ MASI I NIMA SE DAJE RACUNAJU NAPONI I DEFORMACIJE

$$\Phi = \sqrt{\sum_{i=1}^n \Phi_i^2}$$

METODA DIREKTNE DINAMICKE ANALIZE

RAZLIKUJE SE PO:

- OBLICI TONOVA I PRIRODNE FREKVENCije SE NE PRETPOSTAVJAJU VEC SE ODREĐUJU IZ MATRICE KRUTOSTI I KARAKTER. MASA
- UZIMAJU SE U OBZIR SVE PRIRODNE FREKVENCije
- KORISTI SE STVARNI ZAPISI UBRZANJA ZEMBOTRESA
- PRETPOSTAVLJA SE DA JE PRISAJEDINJENA MASA ISTA

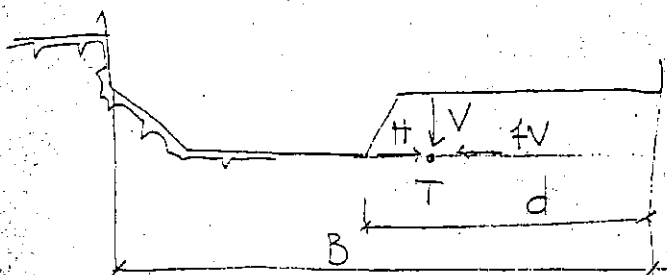
METODA KONACNIH ELEMENATA

- NA OSNOVU MANJIH PROGRAMSKIH PAKETA
- POSTOJI I SADEJSIVUJUCA SREDINA
- POTREBNO DOSTA VREMENA ZA FORMIRANJE MODELA

PRORACUN OPSTE STABILNOSTI

1. SIGURNOST PROTIV KLIZANJA -

ODNOS POVOJNOG I NEPOVOJNOG OPTERECENJA



d - DUZINA KLIZNE RAVNI
c - KOHEZIJA
c · d - RASPODEBENO OPT.

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

↓ KOEF. TRECIA

2. SIGURNOST PROTIV PREVRTANJA

TREBA DOKAZATI DA JE HK SPOSOBNA DA PRENESE M NA SREDINU U KOJOJ JE TEMEBENA, A DA PRI TOME NE DOBE DO NIENOG PREVRTANJA

K_p - KOEFICIENT SIGURNOSTI PROTIV PREVRTANJA MORA BITI VECI OD MIN K_p PROPISANOG ZA TU KOMBINACIJU OPTERECENJA

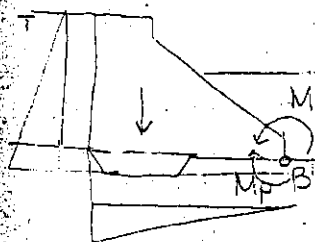
- RADI SE ZA NAJNIZU NIZVODNU IVICU, TJ TACKU U POP. PRESEKU

- NE RADI SE KOD NASUTIH BRANA (NE PONASAJU SE KAO KRUTO TELO)

$$K_p = \frac{M_v}{M_p}$$

KOMB. OPT II III IV
K_{p, min} 1,5 1,3 1,1

POSTUPAK - 1) SVAKU POZICIJU OPTERECENJA RAZDVAJAMO NA DEO KOJI DAJE M_v I NA DEO KOJI DAJE M_p

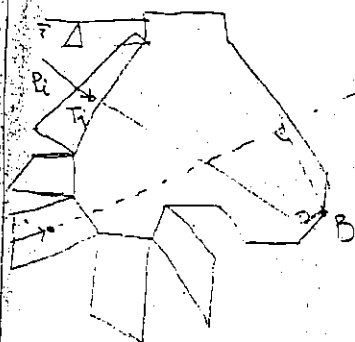


2) ODREĐUJEMO Σ SVIH M_v I M_p

3) K_p

4) POREDIMO K_p SA K_{p, min}

TACAN PRORACUN - KADA SE OPTERECENJE NA KOSIM DELOVIMA KONTURE HK NE RAZLAZE NA HORIZONT. I VERTIKALNE KOMPONENTE



- ZA SVAKI DEO KONTURE HK MORA SE ODREDITI KRAK SILE TJ. UPRAVNO RASTOJ TACKE B OD PRAVE KOJA PROLAZI KROZ NAPADNU TACKU SILE

- MALA RAZLIKA U ODNOSU NA PRIBLIŽNI PRORACUN.

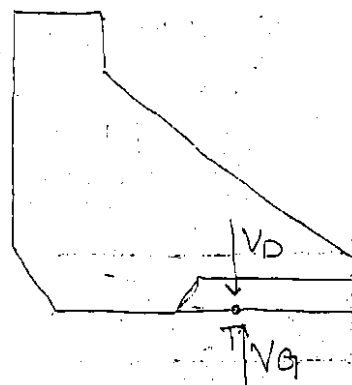
⇒ PRIBLIŽAN PRORACUN

3. SIGURNOST PROTIV ISPLIVAVANJA

- DOKAZATI DA JE TEŽINA HK I UGRADENE OPREME (KOJA JE STALNO NA M.DJ) VEĆA OD SILE UZGONA I OSTALIH SILA KOJE DELUJU NA GORE.

POSTUPAK:

- 1) ZA SVAKU POZICIJU OPT. ODREDIMO VERTIKALNE SILE
- 2) ODREĐUJEMO Z SVIH SILA NA DOLE - V_d
- 3) ODREĐUJEMO Z SVIH SILA NA GORE - V_g
- 4) K_i
- 5) POREDIMO K_i SA K_{min} ZA TU KOMB. OPT.



$$K_i = \frac{V_d}{V_g}$$

KOMB. OPT. I III IV
 K_{min} 1,5 1,1 1,3

MOŽE DA BUDE MERODAVNO KOD:

- BOCNIH I SAHTNIH PRELIVA, ZATVARACNICA, MASINSKIM ZGRADAMA
- SLAPISTA, PREVODNICAMA U NEKIM FAZAMA POPRAVKE
- TUNELI, EVAKUATORI, CEVOVODI

STANJE NAPONA

SPADA U PRORACUN OPSTE STABILNOSTI I RADE SE U IPI GP

STANJE NAPONA U TELU HK - NE SPADA U PRORACUN OPSTE STABILNOSTI
- RADI SE SAMO U GP

NAJTAČNIJI PRORACUN JE Približan, jer zavisi od

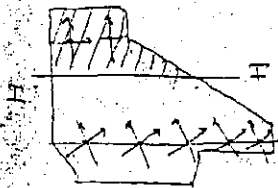
- OSOBINA MATERIJALA
- SREDINE U KOJOJ SE TEME LI
- PRIRODE POJEDINIH OPTERECENJA

ALI SE SVE POKRIVA KOEFICIJENTIMA SIGURNOSTIMA.
KOD NASUTIH BRANA - PRINCIPI MEHANIKE TLA
(BUSINESKOVI IZRAZI)

PRORACUN NAPONA KOD BETONSKIH HK

- 1) ANALIZA OPT.
- 2) ODREĐIVANJE SILA U PRESEKU
- 3) NAPON U TELU HK
- 4) NAPON U TEMELJU I U SREDINI ISPOD HK

POSTUPAK: 1) PREPOSTAVKA SE: RAVNO STANJE DEFORM. ($\epsilon_x = 0$)
2) POSMATRA SE VERTIKALNI POP. PRESEK HK
3) KORISTI SE METODA HORIZONTALNIH PRESEKA
4) PRORACUN NAPONA U VEĆEM BR. HORIZONT. PRESEKA DAJE SLIKU NAPONA U POP. PRES.



ZA RAVNO STANJE DEFORMACIJE POSTOJE:

- METODA HORIZONTALNIH PRESEKA

- BESKONACNOG KLINA
- KONACNIH RAZLIKA
- PROBNIH OPTERECENJA
- HADDINOVA METODA INTEGRALNIH I NA GRANICNIH ELEMENATA

U GORNJE $\frac{2}{3}$ DOBRO SLAGANJE (JER SE NE OSECA UTICAJ INTER. KONSTRUKC. I SREDINE)
A U DONJ, OD $\frac{1}{3}$ ODSUPANJE

($\square b \rightarrow 1:1, 2:1, 3:1 = a/b$) - SADEJSTVUJUĆA SIRINA STENSKE MASE = H (DA BI GRANICE BILE NEPOMERLIVE)

DOBIDENI NAPONI:

- U TELU HK - POREDE SE SA DOP. NAPONIMA U HIDROTEHNIČKOM BETONU
- U TEMELJNOJ SPOJNICI - POREDE SE SA G_{dop} U STENI (ILI TLU)

STANJE DEFORMACIJA - RADI SE U IP, GP

PRORACUN JE PRIBLIZAN, KAO I ZA STANJE NAPONA I OBUHVATA:

- POMERANJA TEMELJNE SPOJNICE I POJEDINIH TACAKA HK
- (VAŽNO KAD POSTOJI OSETLJIVA HIDROMEK. I MAŠ. OPREMA)

POMERANJA: $\begin{cases} \text{VERTIKALNA (SLEGANA)} \\ \text{HORIZONTALNA (U 2 MEĐUSOBNA UPRAVNA PRAVCA)} \\ \text{ROTACIJE} \end{cases}$

KOD NASUTIH BRANA: $W = W_e + W_k + W_c$

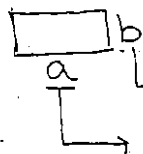
\downarrow SLEGANJE PO LINEARNOSTI ELASTICNOSTI
 \downarrow SEKUNDARNA KOMPRESIJA
 \downarrow KONSOLIDACIJA

FOKTOV POSTUPAK - PRIBLIZAN PRORACUN ZASNOVAN NA INTEGRACIJI J-NA BUSINES I CERUTICA UZ UVODENJE PRETPOSTAVKI

- 1) SREDINA U KOJOJ SE TEMELJI KONSTRUKCIJA - HOMOGENA, IZOTROPNA, ELASTICNA
- 2) DEFORMACIJE NISU F-JA OBLIKA POVRŠINE TEMELJA
- 3) POMERANJA BILU KOJE ELEMENTARNE POVRŠINE TEMELJA POSTOJE SAMO AKO OPT. DELUJE DIREKTNO NA TU ELE. POVRŠINU
- 4) OPT. OD VODE NA BOKOVE I AKUMULACIJA NE DAJU POMERANJE NA MESTU HK

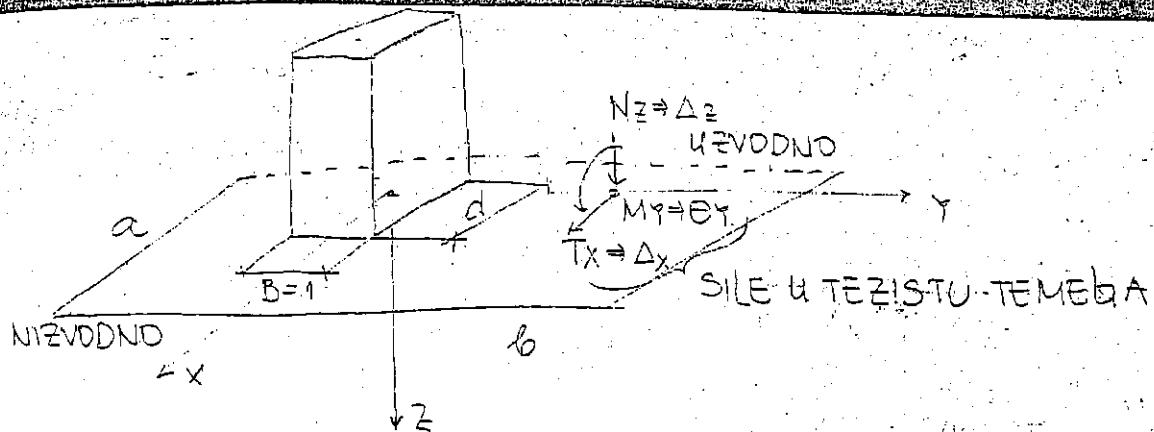
SMATRA SE DA JE HK PODUPRTA SERIJOM MEĐUSOBNO NEZAVISNIH

NEKA BRANA PREDAJE OPT. STENSKOJ MASI PREKO PRAVOUG.

 $\begin{cases} \text{HORIZONTALNE TEZISNE POVRŠINE} \\ \text{u PRAVCU PODUŽNE OSE} \\ \text{u PRAVCU UZVODNO - NIZVODNO} \end{cases}$

POSMATRA SE ELEMENTARAN KVADAR.

$M_x, N_z, T_x \Rightarrow \boxed{\alpha', \beta', \gamma', \alpha'', \gamma''}$ - SREDNJA JEDINICNA POMERANJA

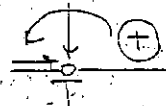


ZA $M_y = 1 \Rightarrow \alpha' - \text{SREDNJE JEDINICNO OBRĆANJE}$
 $+ \gamma'' - \text{POMERANJE (SEKUNDARNI UTICAJ)}$

ZA $N_z = 1 \Rightarrow \beta' - \text{SREDNJE JEDINICNO VERTIKALNO POMERANJE}$

ZA $T_x = 1 \Rightarrow \gamma' - \text{SREDNJE JEDINICNO HOR. POMER. (UZVODNO - NIZVODNO)}$
 $+ \alpha'' - \text{OBRĆANJE (SEK. UTICAJ)}$

ODREDE SE SILE: $\begin{cases} N_z = V \\ T_x = H \\ M_y = -M \end{cases}$



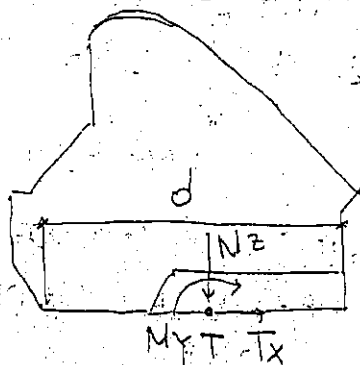
PA ZAMENJUJUCA OPT. POKRIVSINA TEMEBA DIMENZIJOM a/b
 FOKTOVE ELASTICNE KONSTANTE - KOSI DELOVI TEMEBNE SPOJNICE
 OBARAMO \Rightarrow PRAVOUGADNIK

U ZAVISNOSTI OD b/a I ν_s (POASONOV KOEFICIJENT BOČNE KONTRAKCIJE)
 ODREDE: K_1, K_2, K_3, K_5 (SA DIOGRAMA ILI PREKO IZRAZA)

| | | | |
|---------------------------------|----------------------------|-----------------------------|---|
| $\alpha' = \frac{K_1}{a^2 E_s}$ | $\beta' = \frac{K_2}{E_s}$ | $\gamma' = \frac{K_3}{E_s}$ | $\alpha'' = \gamma'' = \frac{K_5}{a E_s}$ |
|---------------------------------|----------------------------|-----------------------------|---|

\downarrow SIRINA BRANE U TEMEBNOJ SPOJNICI

\downarrow MODUL ELAST. STENE



PREMA OBLASTI (I) PREMA OBLASTI (II)

PRORACUN POMERANJA TEMELJNE SPOJNICE

STVARNA POMERANJA = PROIZVODU STVARNIH VREDNOSTI SILA
I JEDINICNIH SREDNJIH POMERANJA
I OBRATANJA

$$\begin{aligned}\theta_Y &= M_Y \alpha' + T_X \gamma'' \\ \Delta_Z &= N_Z \beta' \\ \Delta_X &= T_X \gamma' + M_Y \alpha''\end{aligned}$$

POMERANJA TACAKA BRANE - PRINCIPOM VIRTUELNIH POMERANJA
JER SE SMATRA DA JE BRANA
KRUTO TELU

$$\begin{aligned}\theta_{Y,P} &= \theta_Y \\ \Delta_{Z,P} &= \Delta_Z + \theta_Y X_P \\ \Delta_{X,P} &= \Delta_X + \theta_Y Z_P\end{aligned}$$

= ZBIRU POMERANJA TEZISTA
TEMELJA I POMERANJA
USLED OBRATANJA

CESTO JE VAZNO ODREDITI RELATIVNO POMERANJE NEKE TACKE
BRANE (NPR. TACAKA U RAZDELNICI) PA SE ODREBUJE
POMERANJE POSEBNO ZA DELOVE SA OBE STRANE KONSTRUKCIJE

~~PODELA BRANE~~

BRANA - HK KOJE PREGRADJUJU RECNU DOLINU I
STVARAJU VESTACKA JEZERA UZVODNO OD BRANE

PODELA:

- 1) PREMA NAMENI
- IZA KOJE SE STVARA - AKUMULACIJA
- REZERVOAR VODE (VODA SE PUMPA I GRAVITACIJSKI)
 - ZA SKRETANJE VODE (PRIVREMENE I POMOCNE HK)
 - ZADRZAVANJE POPLAVNOG TALASA - DEO PRIVREMENE
ZADRZAVANJE NANOSA - SWIZI KAD NEPRIKODNI
- ZA SMANJENJE ZASIPANJA PROSTOR KOJI SE
AKUMULACIJE PRIMA
- OD BETONA ILI KAMENA POPLAVNI
(BUDICARSKE PREGRADE $h=5w$) TALAS

- 2) PREMA ODVOĐENJU VELIKIH VODA
- PRELIVNE (DUZINA PRELIVA \approx DUZINI BRANE U KRUGU)
 - NEPRELIVNE (PRELIV JE (SVE NASUTE BRANE) NA OBAI UZVODNO OD BRANE (BOCNI) U AKUMULACIJI (ŠAHITNI)
 - PRELIVNO-NEPRELIVNE (BETONSKE BRANE NASUTE - SA NEPRELIVNIM ZEMETANIM I PRELIV BETONSKI)

Podjela brava prema poredenju vrhova

Značajni usloji: Odlika o opštiranju vrhova
brava

⇒ Brava: $\begin{cases} \text{niske} \\ \text{visoke} \end{cases}$

Visoke - grad. visina $> 15m$ (48000 vrhova brava u netu)

Praćenje - uzmatačevost: $V = 1.000.000 m^3$
a to $h = 10-15m$

Kriterijum USBR-a SNIP-a

niske - do 30m

visoke - 30-90m

visoke - preko 90m

4-ja vrste uat

temelje

kamenje

belouske

| visine | sr. vis. | vis. |
|---------|----------|---------|
| $< 15m$ | 15-20 | 20-30 |
| < 20 | 20-70 | 70-150 |
| < 40 | 40-100 | > 100 |

Najviše latici (131m) - od uzmatača uabacaja

GBB - Derdap 1 (73,6m) $2,55 \cdot 10^9 m^3$

latica - Vrešci (77m) $V = 59 \cdot 10^6 m^3$

Rogumi (1315m) od uzmatača

Grand Diksoni GBB 285

Inguri (212m) - latica

1000 hpa brava

- uzmatač temelje (hovi, kourane, utroci suray)

- od uzmatača (gubi) tereno, utroci suray

- GBB Cnlancau HB, valjani belou

- latica (cigno latica i latica-pravilac)

- kontraktorice (visokine, re procama, olavone)

da je
pp. vodred. mesto brave (profil) i mesta visina
treba odrediti kemo hpa brave

Uraoiti se GIP - ramatrayu u ne veruante
i ni hpa brava

studija prethodne opravdanosti

IP - te studijau opravd - ramatra
u uvodnu hpa brave

Faktor i i hor h pa

4-1a - fin cu

zadržita žu-sredine
estetski
ekonomu

Fittcu - topografija
geologija i uslov kucenya
dostupnost mat. za građenje
velicina i položaj preliva
seizmička aktivnost oblast

1) Topografija

na osnovu topografije
lako se eliminu
poredni tipovi brana

hronu (od 100m)
usne reke doline
klisure u profilu
kanjoni u profilu

U NR. i uslovu dol. ne mogu luće
U kanj i ulisur. ne mogu nacite brane

2) Geol. i usl. kuc.

u vodn racuna

- geološki karakter
- debljina i slojeva ispod kuceta
- ispuicalost slojeva

da li su G u sredini < G dop
E < E dop

da li u profilu vododeni

U opštem slučaju

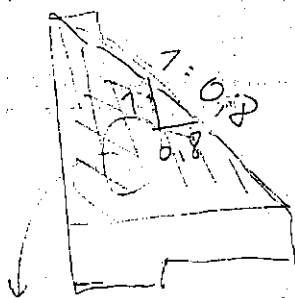
skup - najbolja ra hunde. vrto
prek tipova brane
služi
gub. amo se uoprost
loša - u more
gub. amo u malo otp. ku
mali sredina smicanje
u more u
kontrola rada

Čovece
ubi
a još je
poslednji čas

glinovita - pp. dobro kožu
 mogu nasuti, od kam. uabacaja
 i nje graw BB

- viro^{GBB} ne mogu posla ako je prekk
 srucau nasutim, tj. od vajcnog belca
 hipa "hard-tile"
- ne mogu ličue i uou tratorne

GBB



u klu uok before
 ukih meh. uarkt.

permonita - tiwi pesau

- mre pogocua sredna uali G^{Pnhsaw} 6pof
 velmo det. sredme
- mogu rono nime uarte rucane i
 nime GBB

glinovita - ^{vrlo} nepovolna

- mogu rono ukeuagule rucane
 ande je quia noudidovana
 ke min thoi i figuKuow dreaarom

mucavita - ne more da k mudra

manyr uanpi pod urovom da je
 uulou my i narpe sguuau i
 dobro kožu

3) Dostupnost mat. za gradnju

Ramatra se ~ zemlja i kamen za klobuc
glinata tereno
pes. i šljunak za filtere
kloze (prirodni ne drobyeni)
agregat - za spravljanje
voda (hl voda, voda i pice)

4) Vel. i polot. preliva
nizak od površine sliva, vel. voda, Vama
ano je veliki preliv \approx GBB
utane doline, a u nar. preliv \Rightarrow lučie

5) Situ. oblast.

VIII, (IX) - mihh Gdop i deformacije
dobro preoblikovane GBB

konzakome - veoma otkriv. na krmu
balst. u pravcu ok brane
lučie - pativo!

OSTALI FAKTORI:

- O rat. niv. sred. u ven vod. k racuu
- EKON. FAKT. - da uo a o se u a pojedinoi
prohlu mogu ce itvern-
2 (removise) i h pa brau
- tada se radi preobliue
predracu radova,
duhuu gradenja, ---
lova k euouowm
povueito varnauta

fersté

Gradnja brane

vrsti i razvrstavanje bet. u telu brane kod GBB

Kod toplotne hidratacije bet. brane se grade u blizini, ovisno brane, od različitih betova

Različiti radne spojevi i konstrukcijske razine

metoda blokova
uostro
zabari

↓ preuzeti priklon
betoniranja

trajno deo
konstrukcije na
2 dela uostre
odvojen

Različite metode gradnje GBB

Bet. obrada h-p brane mora k. obezbediti
vododržnost profila

Inženjeringe - montažno

[vetno

konolidacija

generalno popravi
mek. karakteristike



omogućava se traženje vododržnosti

[dugi od uvođenja do uvođenja uonture]

