

# HIDROTEHNIČNI OBJEKTI

---

## LOČNE PREGRADE

# Ločne pregrade

---

- **Ločna pregrada** je definirana kot betonska ali zidana pregrada, ki je zakrivljena proti vodni strani, da se pretežni del obtežbe na telo pregrade prenaša na boke pregrade.
- Oblika pregrade omogoča, da se s povečevanjem obremenitve na pregrado struktura še bolj zaklini v boke in s tem povečuje varnost pred porušitvijo
- Ločne pregrade so od vseh tipov pregrad najmanj zastopane in predstavljajo približno 4% delež vseh pregrad na svetu, prevladujejo pa v skupini ekstremno velikih pregrad (nad 150m), kjer predstavljajo četrtno vseh pregrad.

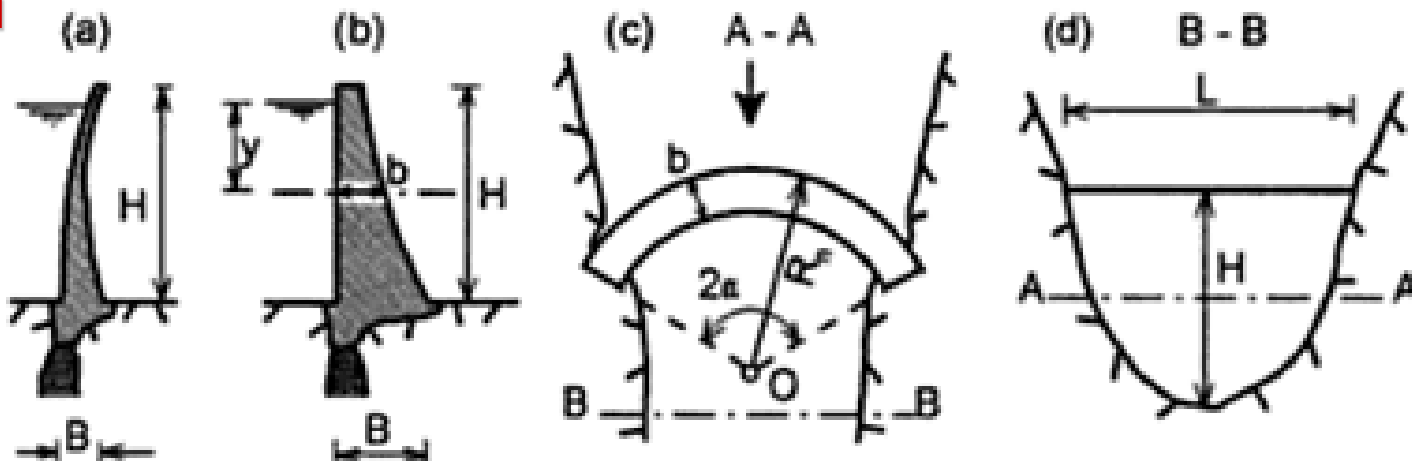
# Ločne pregrade

---

- Prednosti ločnih pregrad so:
  - da za zadostitev varnostnih kriterijev zahteva bistveno manjše količine materiala kot ostale primerljive betonske pregrade
  - tanjša konstrukcija pogojuje tudi krajše derivacijske objekte in manjši obseg gradbene jame
  - zaradi manjše količine materiala je tudi gradnja hitrejša in posledično hitrejša vključitev objekta v obratovanje

# Ločne pregrade

- Osnovni parametri ločne pregrade so: (1) **radij  $R$**  krožnega loka pregrade v določeni višini, (2) **središčni kot  $\varphi$**  ( $\varphi = 2\alpha$ ) loka pregrade na določeni višini, (3) **razmerje  $L/H$**  (dolžina  $L$  krone proti višini pregrade  $H$ ) in (4) **razmerje  $B/H$**  debelina pregrade  $B$  proti višini  $H$ .
- Glede na parametre razdelimo ločne pregrade na naslednje tipe:
  - a. tipične ločne pregrade z razmerjem  **$B < 0,3H$** , kjer se pretežni del obtežbe z vodo prenaša na boke pregrade, pri čemer je dolžina krone pregrade  **$L \leq (2 \div 2,5)H$**
  - b. ločne težnostne pregrade z razmerjem  **$B = (0,3 \div 0,5)H$** , kjer se del obtežbe prenaša na boke, del obtežbe in lastna teža pa v temelje pregrade, pri čemer je  **$L \leq 3,5H$**



# Ločne pregrade - klasifikacija

---

- **Ločne pregrade** se delijo glede na **višino**, **debelino** in **simetrijo** glede na prečni prerez v temenu pregrade:
- Glede na višino delimo ločne pregrade na: **nizke** (do 30m), **srednje visoke** (med 30 in 90m) in **visoke** ločne pregrade (nad 90m)
- Glede na razmerje debelina v temelju **B**/višina **H** ločimo: **tanka pregrada** ( $B/H \leq 0,2$ ), **srednje debela pregrada** ( $0,2 < B/H < 0,3$ ) in **debela pregrada** ( $B/H > 0,3$ )
- Glede na zasnovo ločimo po:
  - **debelini** pregrade (konstantna, po višini spreminjajoča)
  - **simetriji** pregrade (osno simetrična ali asimetrična)
  - **radiju zakrivljenosti** (konstanten, po višini spreminjajoč)

# Ločne pregrade – zasnova: konstantni radij ukrivljenosti

---

- Pregrada s konstantnim radijem zakrivljenosti ([cilindrični tip ločne pregrade](#)) je najbolj primerna za “U” oblikovano dolino
- Zunanji radij pregrade je po vsej višini konstanten in dolžina ločnih segmentov se po višini bistveno ne spreminja
- Gorvodno lice pregrade je pri nižjih pregradah je praviloma vertikalno, pri velikih pregradah pa se debelina pregrade v temeljih razširi tudi na gorvodni strani s čimer se izboljša statična odpornost objekta – pregrade preide iz ločnega v [ločno-težnostno pregrado](#)
- Dolvodno lice pregrade je oblikovano s koncentričnimi krožnimi linijami in postopnim zmanjševanjem radija, lahko pa se središče krožnih linij po višini spreminja glede na zahtevano potrebno debelino pregrade

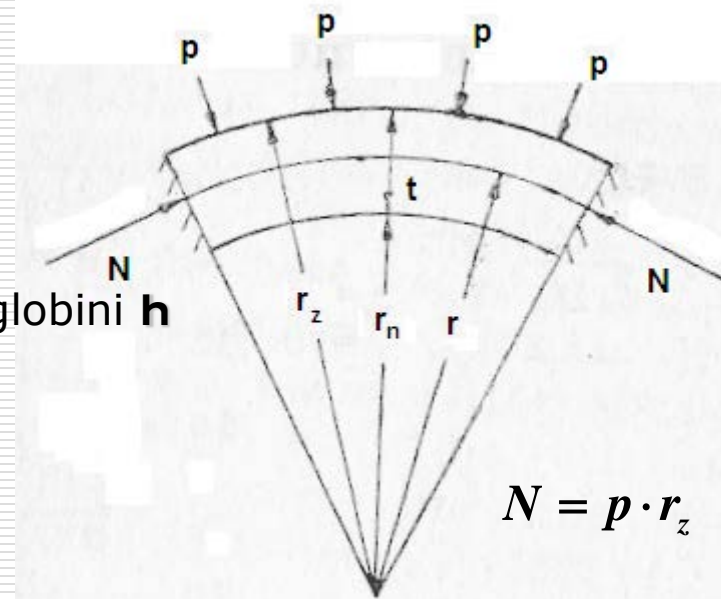
# Ločne pregrade – zasnova:

## konstantni radij ukrivljenosti – kotelna enačba

- Pri cilindričnem tipu pregrade lahko v grobem predpostavimo, da se obtežba hidrostatičnega tlaka na pregrado prenaša z upoštevanjem ločnega efekta na boke pregrade. Ta predpostavka velja v primeru, ko so doline dovolj ozke in brežine praktično vertikalne
- Za **tanko** pregrado velja **kotelna enačba**:

$$t = \frac{p \cdot r_z}{\sigma_c}$$

- $p = \gamma_w h$  ... hidrostatični tlak na pregrado v globini  $h$
  - $t$  ... debelina ločnega segmenta
  - $\sigma_c$  ... dopustna tlačna napetost betona
  - $r_z$  ... zunanji radij ločnega segmenta
- Po kotelni enačbi so napetosti v loku tlačne in vzdolž prereza uniformne po celotni debelini prereza



# Ločne pregrade – zasnova:

## konstantni radij ukrivljenosti – kotelna enačba

---

- Za debelo pregrado pa je treba upoštevati, da napetosti po preseku niso uniformne:

$$\sigma_x = \frac{p \cdot r_z^2}{r_z^2 - r_n^2} \left[ 1 + \left( \frac{r_n}{r_x} \right)^2 \right]$$

- $\sigma_x$  ... tangencialna napetost v sloju  $x$  od osi ločnega segmenta
  - $r_n$  ... notranji radij ločnega segmenta
  - $r_x$  ... radij računskega sloja  $x$
- Tangencialne napetosti so v celoti tlačne in maksimalne na notranji strani prereza, kjer ne smejo preseči dopustne napetosti betona  $\sigma_c$ :

$$\sigma_c \geq \frac{2 \cdot p \cdot r_z^2}{r_z^2 - r_n^2} \leq 60\% f_c$$

- Debelina ločnega segmenta je dana z izrazom:  $t = \frac{2 \cdot p \cdot r_z^2}{r_z + r_n}$



# Ločne pregrade – zasnova:

## konstantni radij ukrivljenosti – kotelna enačba

- Kotelna enačba ima naslednje omejitve:
  - po enačbi deformacija ločnega segmenta v radialni smeri enaka po vsej dolžini, kar pa ne drži v območju bokov, kjer se pojavijo momenti v loku in posledično spremeni potek napetosti
  - po metodi se vsa obtežba z vodo prenaša na ločne segmente in v boke, lastna teža in ostala vertikalna obtežba pa v temelje pregrade
  - metoda ne upošteva povezav med ločnimi segmenti ali kakršnekoli interakcije med njimi
  - metoda ne dovoljuje upoštevanje diskontinuitete ločnega segmenta pri vpetju v boke in je zato neprimerna za račun deformacij podlage

# Ločne pregrade – zasnova:

## konstantni radij ukrivljenosti – kotelna enačba

---

- Kotelna enačba je približna metoda za preračun ločnih pregrad in je primerna za preliminarne raziskave. Uporabnost te metode je za nižje pregrade (do 30m) v dovolj ozkih dolinah.
- Z upoštevanjem kotelne enačbe in dovoljenih napetosti  $\sigma_c$  znaša pri dani tetivi ločnega segmenta  $l$ , optimalni kot  $\varphi = 133^\circ$ , pri katerem je volumen pregrade  $V$  najmanjši:

$$V = \frac{p \cdot l^2}{2 \cdot \sigma_c} \cdot \frac{\varphi/2}{\sin^2 \varphi/2}$$

- Pogoji je dolgo časa veljal kot merodajni kriterij pri izbiri širine notranjega kota, čeprav se s spreminjanjem notranjega kota dimenzije pregrade bistveno ne spreminjajo (npr: pri  $\varphi = 100^\circ$  se volumen poveča za 7%).

# Ločne pregrade – zasnova: konstantni središčni kot

---

- Glede na to, da je ustrezna širina središčnega kota izkazana kot najoptimalnejša je smiselno, da se ta kot, kot je le mogoče ohrani po celotni višini pregrade.
- Pregrada s konstantnim središčnim kotom oziroma z višino z rahlo spreminjajočim radijem maksimalno ohranja ločni efekt na vseh višinah. Na ta način se tudi na spodnjih ločnih segmentih, ki so relativno kratki večji del obtežbe prenaša preko loka v podpore.
- Ta tip pregrade je primeren za ozke "V" doline. Običajne vrednosti notranjega kota so med  $100^\circ$  in  $130^\circ$ .
- Značilnost pregrad s konstantnim središčnim kotom je to, da imajo dolvodno lice praviloma vertikalno, debelina pregrade se pa po višini spreminja.

# Ločne pregrade – zasnova: spreminjajoči središčni kot

---

- Pri ločnih pregradah s konstantnim središčnim kotom je lice na gorvodni strani oblikovano s previsom – debelina pregrade se proti dnu manjša, kar je pa lahko s statično-stabilitetnega vidika neugodno.
- Oblikovanje gorvodnega lica pregrade na način, da se debelina pregrade povečuje z globino dosežemo s tem, da prvotno zasnovan konstantni središčni kot postopoma zmanjšujemo proti dnu pregrade.
- Ločna pregrada s spreminjajočim središčnim kotom je modificirana različica pregrade s konstantnim kotom, ki je primerna za “**U-V**”, vmesni tip doline.

# Ločne pregrade – zasnova: spreminjajoče središče ločnih segmentov

---

Ločne pregrade s **spreminjajočim središčem ločnih segmentov** delimo na:

- **Eno središčne ločne pregrade**, kjer središče ločnih segmentov leži na vertikalni premici v radialni ravnini, ki poteka pravokotno na teme pregrade. Loke zgornjega in spodnjega lica zasnujemo iz istega središča. Ta tip pregrade je primeren za U in V obliko doline, za osno simetrični ali skoraj simetrični profil pregrade v vzdolžni smeri.
- **Dvo središčne ločne pregrade**, ki imajo dve središči ločnih segmentov: za zunanje in notranje lice pregrade. Obe središči ločnih segmentov ležita na vzporednih premicah, v radialni ravnini, ki poteka pravokotno na teme pregrade. Ta tip pregrade je primeren za ne simetrični profil pregrade v vzdolžni smeri. V ozkih, "V" dolinah oblikujem ločne segmente tako, da je notranji radij manjši, zunanji radij pa večji, pri čemer pa vpadni kot, ki ga tvori središčnica loka s smerjo brežin  $\beta$  ne sme biti manjši od  $30^\circ$ .

# Ločne pregrade – zasnova: spreminjajoče središče ločnih segmentov

---

- **Tro ali več središčne** ločne pregrade, kjer središča radijev ločnih segmentov ne ležijo na premici, temveč v ravnini segmenta. To omogoča, da se oblika ločnega segmenta pregrade oblikuje glede na pogoje lokacije:
  - za zmanjšanje napetosti na kontaktu pregrada-temeljna hribina debelino pregrade ob bokih odebelimo z bolj **zakrivljenim notranjim ločnim segmentom**
  - za zagotovitev boljšega napetostnega stanja s pravilno zasnovo glede na naravne danosti oblikujemo bolj kompleksno obliko ločnih segmentov z uporabo **krožnih linij iz več središč** v ravnini segmenta, ali pa z oblikovanjem **drugega tipa krivulj** (elipsa, parabola, hiperbola, ali krivulje višjega reda)

# Ločne pregrade – zasnova: dvojno zakrivljena pregrada

---

- Ločne pregrade z dvojno zakrivljenostjo pomenijo korak naprej v razvoju zasnove ločnih pregrad s katerimi je omogočeno, da se upošteva tudi interakcija med posameznimi ločnimi segmenti in s tem optimira zasnova objekta.
- Pregrade z dvojno zakrivljenostjo so zakrivljene v horizontalni smeri, kot enojno zakrivljene pregrade in hkrati tudi v vertikalni smeri, pravokotno na os pregrade. S to zasnovo je beton izkoriščen optimalno zaradi enakomernejše porazdelitve napetosti.

# Ločne pregrade – zasnova: dvojno zakrivljena pregrada

---

- Z zakrivljenostjo v prečni smeri je omogočen prenos težnostnih sil po loku v vertikalni smeri in s tem se zmanjša pojav nateznih napetosti zaradi obremenitev v horizontalni smeri (vodni tlak, temperaturne obremenitve).
- [Natezne napetosti](#) se pojavijo na gorvodni strani pri temeljih pregrade in na gornji tretjini pregrade na dolvodni strani, pri polnem zadrževalniku in minimalni zunanji temperaturi: vzrok je v tem, da se večina obtežbe prenese na spodnjo tretjino pregrade, zgornji del pa je relativno tog, kar povzroči spremembo geometrije deformacije pregrade in posledično natezne napetosti v gornji tretjini pregrade.



# Ločne pregrade – zasnova: dvojno zakrivljena pregrada

---

- Pojav nateznih napetosti lahko zmanjšamo z bolj previsno oblikovanim dolvodnim licem pregrade (kupolasti tip **ločne pregrade**), s čimer povečamo obtežbo na gornje ločne segmente in bolj enakomerno deformacijsko obliko pregrade, ki deluje kot konzola v prečni smeri.
- S preobremenitvijo gornjih lokov bistveno povečamo tlačne sile v delovnih stikih, kar je ugodno pri prevzemu potresne obtežbe
- Na gorvodni strani preoblikujemo previs s prirezanjem debeline pregrade v temeljih, s čimer zmanjšamo natezne napetosti v zunanjem licu pregrade.
- Zakrivljenost v vertikalni smeri je odvisna od oblike doline:
  - pri "V" obliki doline je vertikalna zakrivljenost minimalna
  - pri "U" obliki doline je vertikalna zakrivljenost bolj izrazita

# Ločne pregrade – zasnova: načrtovanje pregrade

---

- Primarna naloga pri načrtovanju ločne pregrade je določitev ločnih segmentov, ki bodo ustrezali topografskim pogojem in geološki situaciji, hkrati pa zagotavljali prenos obtežbe in gospodarnost tehnične rešitve
- Prvi korak je določitev os pregrade v prečni smeri in pripadajoči radij ločnega segmenta  $R_t$  na nivoju krone pregrade, ki ga lahko približno določimo na osnovi dolžine tetive loka  $L_1$ :

$$R_t = 0,6 \cdot L_1$$

- V naslednjem koraku določimo teme pregrade, ki je običajno v točki največje globine
- Sledi ocena debeline pregrade na nivojih, pri čemer je  $L_2$  dolžina tetive segmenta loka na 15% višine pregrade:
  - krona pregrade:  $d_k = 0,01 \cdot (H + 1,2 \cdot L_1)$
  - temelji pregrade:  $d_t = (0,0012 \cdot H \cdot L_1 \cdot L_2 \cdot (H/122)^{(H/122)})^{0,5}$
  - na 45% višine pregrade:  $d_{0,45H} = 0,95 \cdot d_t$

# Ločne pregrade – zasnova: načrtovanje pregrade

■ Ko so določene karakteristične debeline pregrade postavimo teme pregrade (na gorvodni strani) v izhodišče koordinatnega sistema in določimo karakteristične točke pregrade, ki opredeljujejo preseki pregrade v temenu:

|                 | projekcija v radialni smeri |                        |
|-----------------|-----------------------------|------------------------|
|                 | gorvodno lice pregrade      | dolvodno lice pregrade |
| krona pregrade  | 0                           | $d_k$                  |
| na višini 45% H | $0,95d_t$                   | 0                      |
| temelj pregrade | $0,67d_t$                   | $0,33d_t$              |

■ Sledi določitev ločnih segmentov po višini - običajno zadošča 5 do 10 segmentov, ki so enakomerno porazdeljeni po višini, ne več kot 30m in manj kot 6m.

■ Posamezne radije krožnih lokov določimo s poskušanjem, posebej za zunanje in notranje lice pregrade. Lokacija središč ločnih segmentov je odvisna od širine doline in deloma od višine pregrade. Zagotoviti je treba, da je linija, ki povezuje središča krožnih lokov gladka in posledično vse linije pregrade. Tudi linija kontakta pregrade s temelji mora biti gladka, brez diskontinuitet.

# Ločne pregrade – zasnova: načrtovanje pregrade

---

Pri načrtovanju ločnih pregrad je treba analizirati vplive sledečih faktorjev:

- **Faktor dolžina/višina ( $L/H$ )**: s tem faktorjem je opredeljena ekonomika ločne pregrade, primerjana s težnostno in maksimalna vrednost za ločne pregrade znaša 5:1
- **Simetrija**: naravne doline so redkokdaj simetrične in za zadostitev pogoju, da je pregrada simetrična sta na voljo dva načina:
  - simetričnost pregrade dosežemo z dodatnimi izkopi
  - pregrada ohranja nesimetrično obliko doline, z oblikovanjem debeline pregrade pa dosežemo simetrijo napetostnega stanja v pregradi

Nesimetričnost pregradnega profila je pogosto pogojena tudi z različnostjo trdnostnih karakteristik temeljne hribine, čeprav je dolina simetrična.

# Ločne pregrade – zasnova: načrtovanje pregrade

---

- **Središčni kot:** velikost središčnega kota vpliva na oblikovanje celotnega profila pregrade. Glede na to, da vpadni kot stika pregrade s temeljno hribino ne sme biti manjši od  $30^\circ$ , kar zagotavlja dobro vpetost pregrade v temeljno hribino, je središčni kot omejen na  $120^\circ$ .

Če upoštevamo, da se konture doline zmanjšujejo, lahko privzamemo večji središčni kot, kar tudi ugodneje vpliva na togost pregrade v spodnjem delu. Najbolj uporabna velikost središčnega kota je med  $95^\circ$  in  $110^\circ$ .

- **Profil doline:** V "U" dolinah imajo ločni segmenti približno enako dolžino loka in s postopnim povečevanjem debeline pregrade zagotovimo relativno dobro porazdelitev napetosti po prerezu.

Pri "V" dolinah se več obtežbe prenaša na spodnje ločne segmente, kar pomeni, da je treba ohraniti zakrivljenost, da se izognemo pojavu nateznih napetosti.

# Ločne pregrade – zasnova: načrtovanje pregrade

---

- **Oblikovanje ločnega segmenta:** glede na širino doline je odvisno od tega kolikšen delež obtežbe se prenese preko loka (pri ožjih dolinah) in koliko v podpore (pri širokih dolinah). Z zakrivljenostjo v prečni smeri (kupolasti tip) izkoriščamo gravitacijske sile za zmanjšanje podpornega učinka. V gornjem delu pregrade lahko uporabimo konstantno debelino pregrade, ker je obtežba manjša kot na spodnje segmente. V spodnjem delu pa se debelina povečuje – za izboljšanje napetostnega stanja uporabimo različne načine oblikovanja lokov.
- **Odebelitev podpor loka:** za zmanjšanje napetosti v podporah povečamo debelino pregrade ob podporah z zakrivitvijo konture dolvodnega lica, ki mora biti dovolj dolga, da je zagotovljen prenos rezultante v boke pregrade. Naj primerneje je, da se uporabi ločni segment s spreminjajočo debelino po vsej dolžini.

# Ločne pregrade – zasnova:

## izboljšanje pogojev – podporni blok

---

- Podporni blok je načrtovan kot težnostna konstrukcija in predstavlja podporno konstrukcijo za ločno pregrado preko katere se prenašajo obtežbe na temeljno podlago in sicer z naslednjim namenom:
  - zmanjšanje dolžine loka na nivoju krone pregrade v primeru nenadne razširitve profila doline
  - zmanjšanje vpliva nesimetričnosti doline
  - porazdelitev obtežbe na večjo površino in zmanjšanje kontaktnih napetosti v temeljih, v primeru slabše nosilne hribine
  - zagotavlja oporno konstrukcijo, kjer ni na voljo zadosti nosilne hribine
- Podporni blok lahko tudi izkoristimo za izvedbo evakuacijskih objektov (preliv, izpust)
- Rešitev s podpornimi bloki je draga in ne tako zanesljiva kot sam ločna konstrukcija.

# Ločne pregrade – zasnova:

## izboljšanje pogojev – Pulvino

---

- Temeljna blazina (**Pulvino**) je betonska konstrukcija med pregrado in hribinsko podlago z namenom izravnave podlage in na ta način zmanjšati direktne obremenitve hribinske podlage z bolj enakomerno porazdelitvijo obtežbe na podlago. Temeljne blazine uporabimo tudi tam, kjer želimo preplastiti diskontinuitete v podlagi ali zagotoviti simetrijo.
- Temeljna blazina je v prečni smeri oblikovana trapezoidalno in so lahko izvede z monolitizacijo kot konstruktivni del pregrade ali pa kot ločena konstrukcija z obodnim ločilnim stikom.
- Dimenzije in oblika so odvisni od same lokacije, velikosti izkopa, pogojev dosega simetrije,...



# Ločne pregrade – zasnova: izboljšanje pogojev – Pulvino

---

- Prednosti temeljne blazine (Pulvino) so naslednje:
  - preplastitev naredimo kadarkoli pred pričetkom gradnje pregrade in s tem tudi omogočimo predhodno pripravo temeljnih tal (injektiranje, zaščita pred preperevanjem,...)
  - beton v temeljni blazini je lahko bolj elastičen, kar omogoča delovanje blazine kot posredne konstrukcije pri prenos obtežb zaradi pregrade na hribinsko podlago
  - pri premoščanju šibkih con v podlagi so blazine lahko tudi armirane, običajno pa kontroliramo velikost napetosti s spreminjanjem dimenzij
  - temelji pregrade so na ta način narejeni lahko v celoti, kar omogoča, da pregrado načrtujemo brez spreminjanja geometrije in hkrati zveznost kontur pregrade

# Ločne pregrade – zasnova: izboljšanje pogojev – Pulvino

---

- Pri temeljni blazini (**Pulvino**) je kontakt s pregrado izveden s posebnim obodnim konstrukcijskim (perimetralnim) stikom, ki ima naslednje funkcije:
  - preprečuje nastanek nateznih napetosti v temeljih na gorovodni strani pregrade – dovoljuje kontroliran nastanek razpoke, ker je stik na gorvodni strani zatesnjen
  - perimetralni stik je oblikovan podobno kot sedlasta podpora, ki dovoljuje da se pregrada vklini v temeljno blazino, hkrati pa omogoča majhne pomike
  - primerjave izvedbe z ali brez perimetralnega stika so pokazale nižje napetosti in boljšo porazdelitev na kontaktu pregrada-temeljna blazina

# Ločne pregrade – zasnova: konstrukcijska izvedba

---

- Ločne pregrade delujejo kot monolitne lupine pri katerih dodatno armiranje pri izvedbi zaradi ekonomskih razlogov in tehničnih omejitvah pri izvedbi ni predvideno.
- Za zmanjšanje temperature pri procesu hidratacije betona poteka gradnja postopoma enako kot pri težnostni betonski pregradi.
- Pregrada je v prečni smeri razdeljena na lamele, ki so stikovane z vertikalnimi, prečnimi delovnimi stiki. Za [izboljšanje strižne trdnosti](#) so na vertikalni površini [lamele nazobčane](#), lahko pa izvedemo tudi z oblikovanimi klini (višine okoli 20 cm)

# Ločne pregrade – zasnova: konstrukcijska izvedba

---

- Za razliko od težnostnih betonskih pregrad je po končani gradnji obvezna monolitizacija prečnih stikov z injektiranjem. Dokler stiki niso zatesnjeni se pregrada obnaša enako kot težnostna pregrada. Za zagotovitev ločnega efekta je treba stike med lamelami zatesniti.
- [Injektiranje stikov](#) izvajamo iz notranjosti pregrade (kontrolni hodnik), ko se je proces hidratacije v celoti zaključil in ko je temperatura v celotni pregradi več ali manj izenačena.
- Najbolj ugoden čas za izvedbo injektiranja je, ko so temperature betona najnižje, praviloma v zimskem obdobju. Delovni stiki so v tem času najbolj razprti in z injeciranjem mase dosežemo zapolnitev vseh praznin.

# Ločne pregrade – zasnova: konstrukcijska izvedba

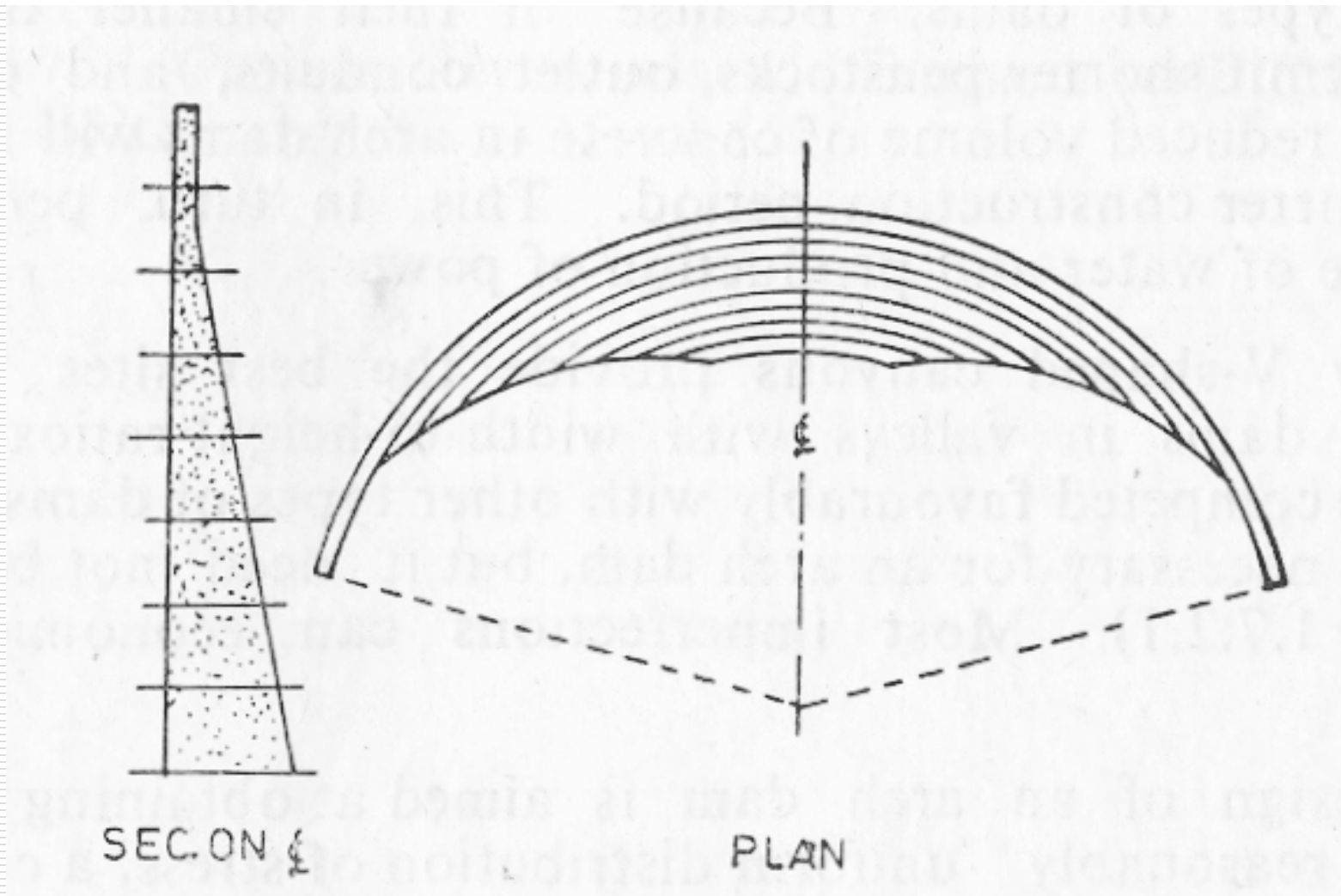
---

- Če klimatske razmere ne dopuščajo nizkih temperatur lahko beton ohladimo tudi preko hladilnega sistema za čas gradnje. Če kljub hlajenju ne dosežemo pravega učinka je mogoče na delovnih stikih namestiti tlačne blazine v katere injiciramo maso pod tlakom in na ta način ustvarimo mehansko prednapetje lamel pred izvedbo končne monolitizacije.
- Z monolitizacijo betonske pregrade v zimskem obdobju ustvarimo prednapeto tlačno stanje v pregradi, ko se zaradi višje temperature v ostalih letnih časih beton razteza. Ta ugoden vpliv se sčasoma zaradi reologije betona zmanjšuje.

# Ločne pregrade – zasnova:

## cilindrični tip pregrade

---

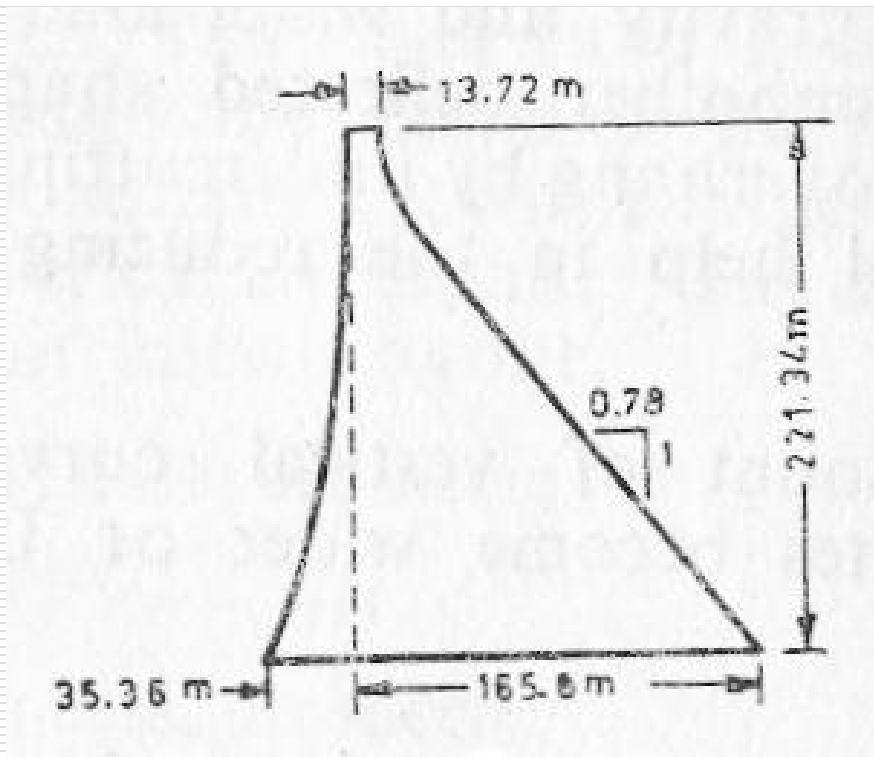


# Ločne pregrade – zasnova:

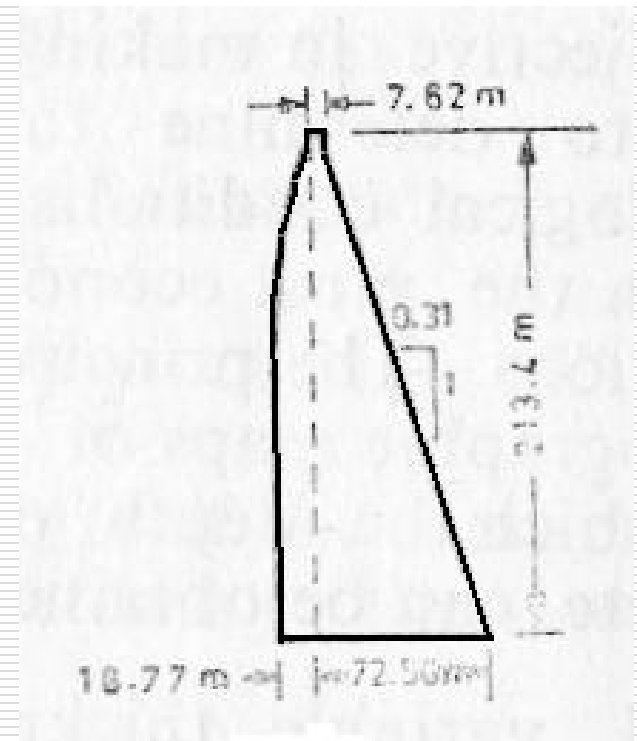
## cilindrični tip pregrade, ločno-težnostni tip

---

### ■ pregrada Hoover



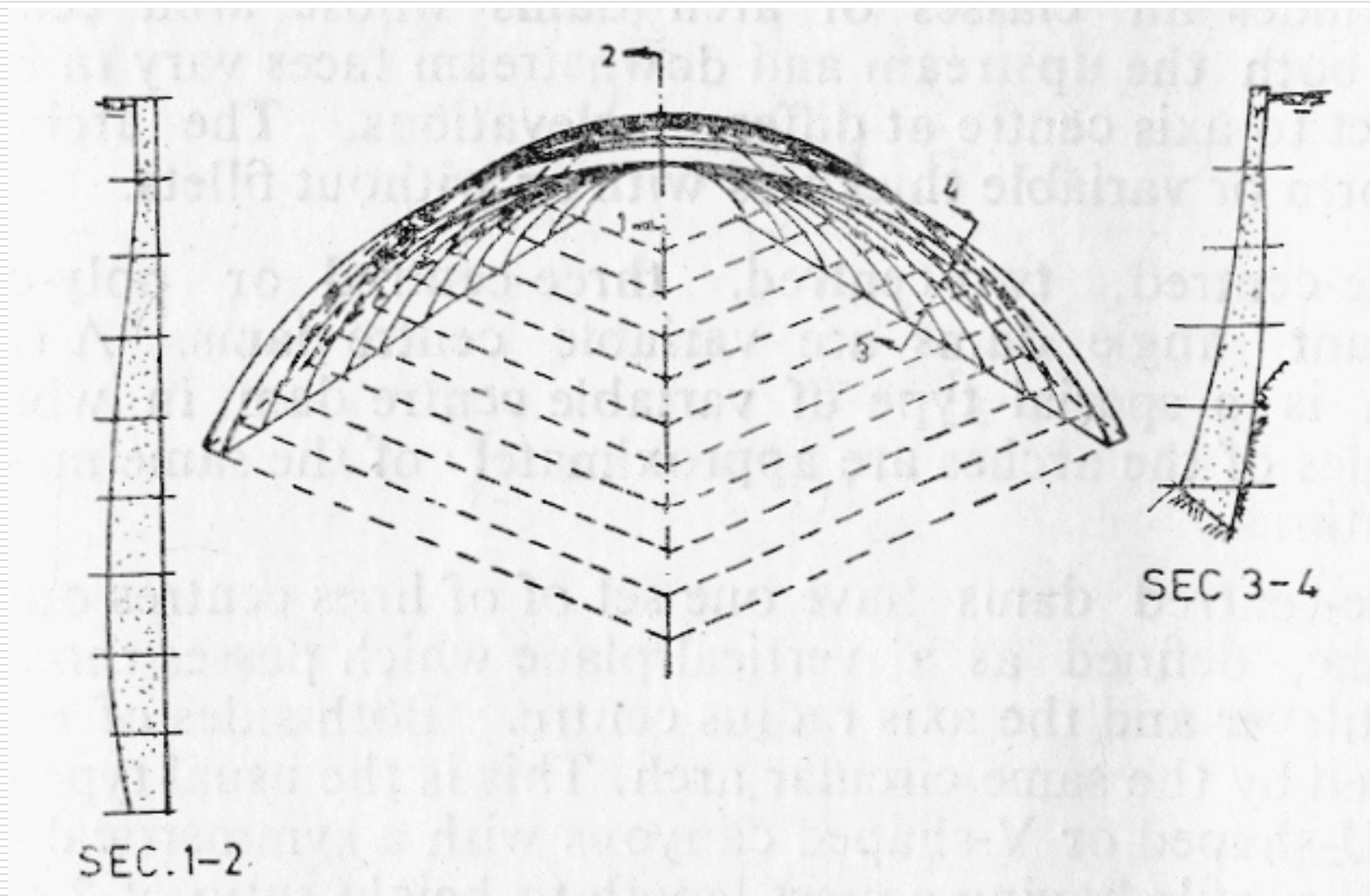
### ■ pregrada Glen Canyon



# Ločne pregrade – zasnova:

## tip pregrade s konstantnim kotom

---

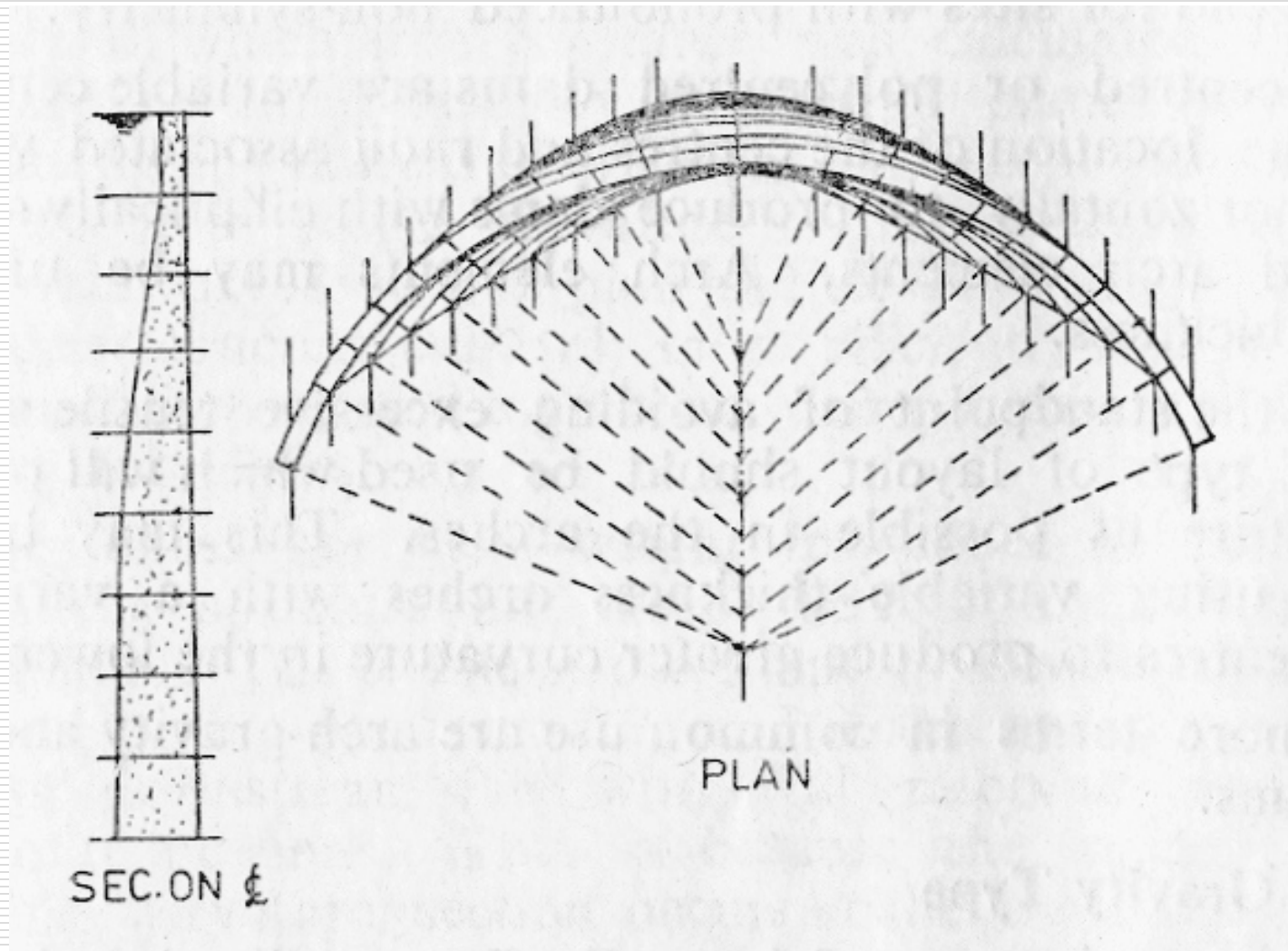




# Ločne pregrade – zasnova:

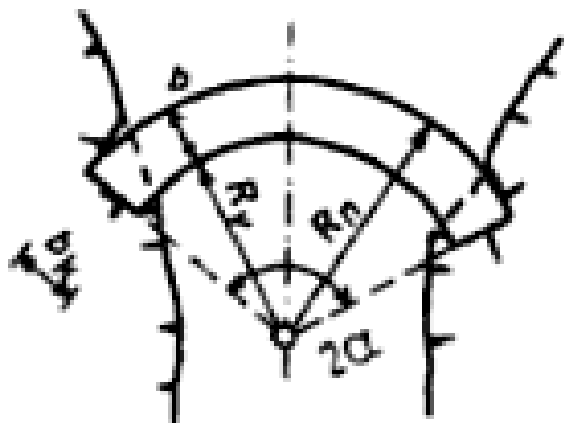
## tip pregrade s spreminjajočim kotom

---

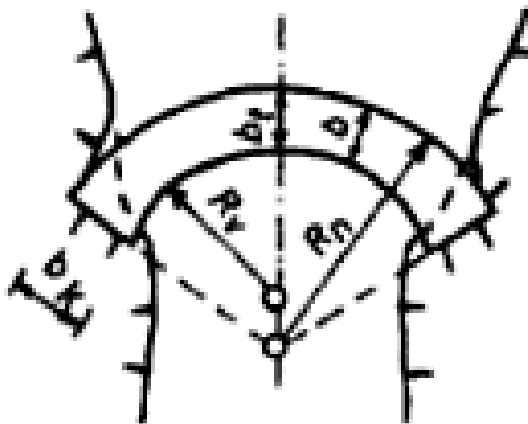


# Ločne pregrade – zasnova: spreminjajoče središče lokov

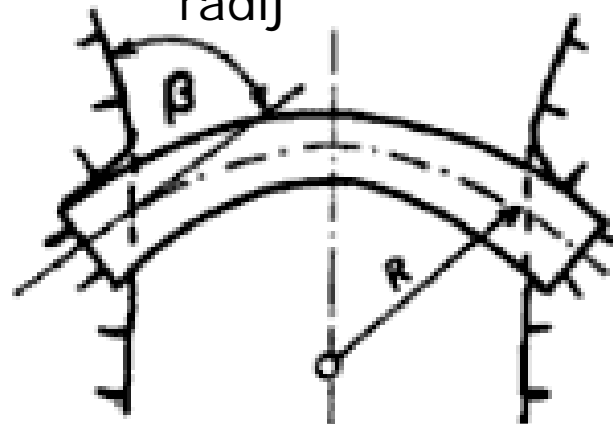
■ eno središče



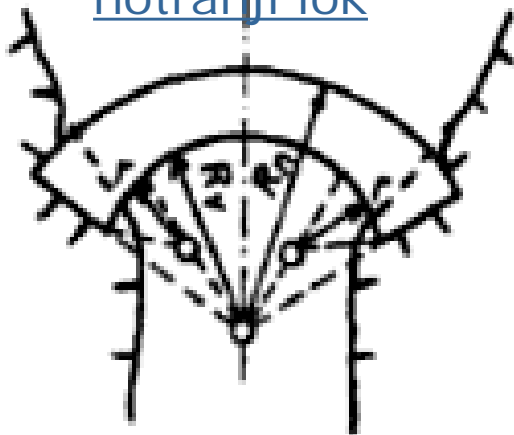
■ dve središči



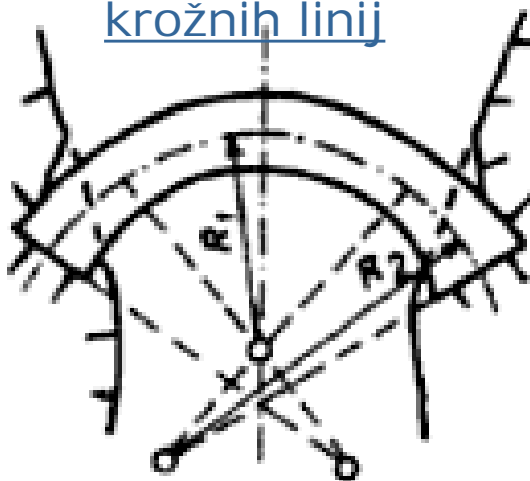
■ dve središči, večji radij



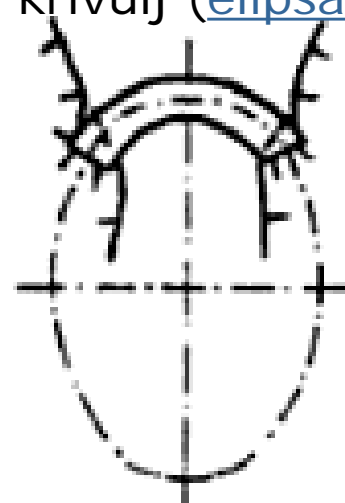
■ zakrivljeni notranji lok



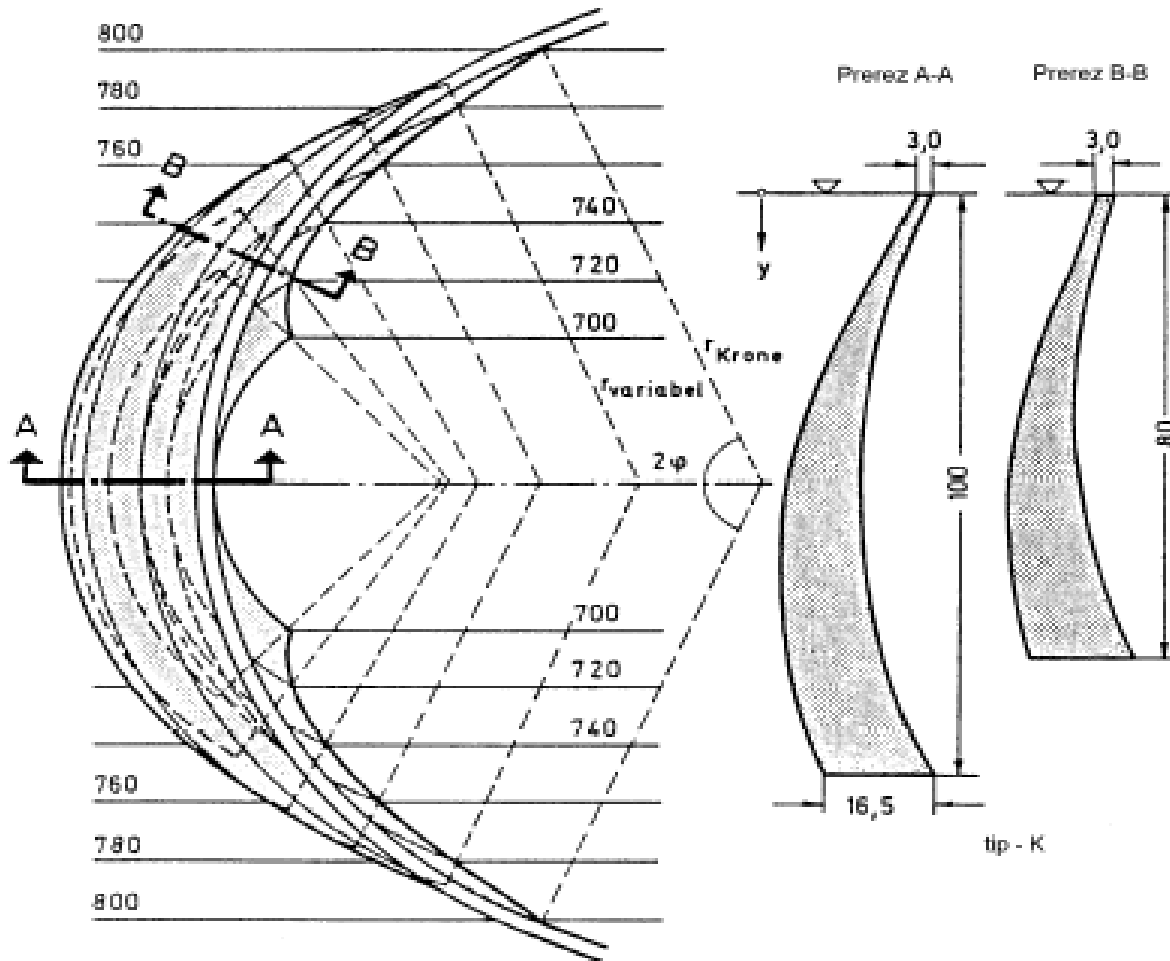
■ oblikovanje več krožnih linij



■ uporaba drugih krivulj (elipsa)

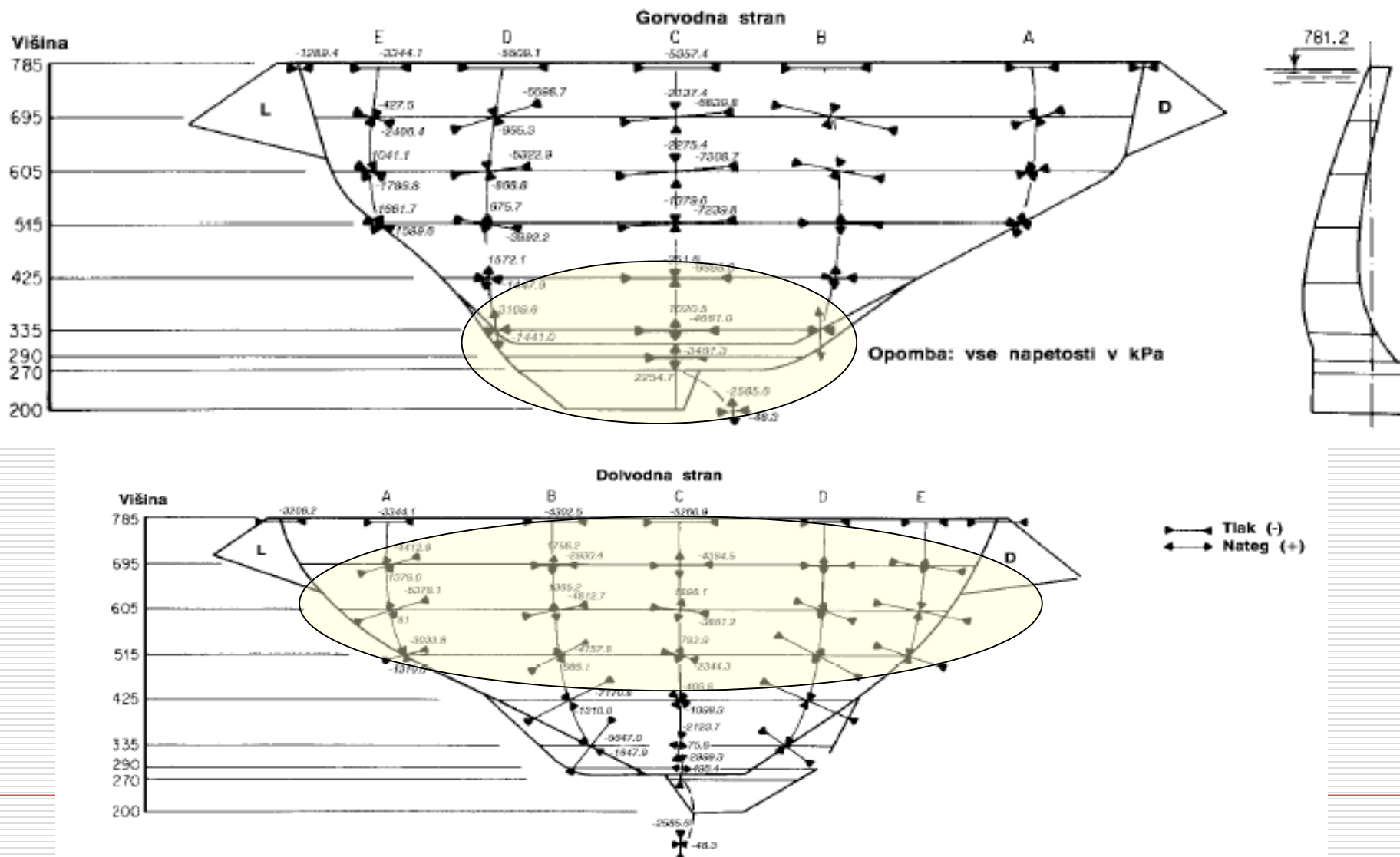


## dvojno zakrivljena pregrada

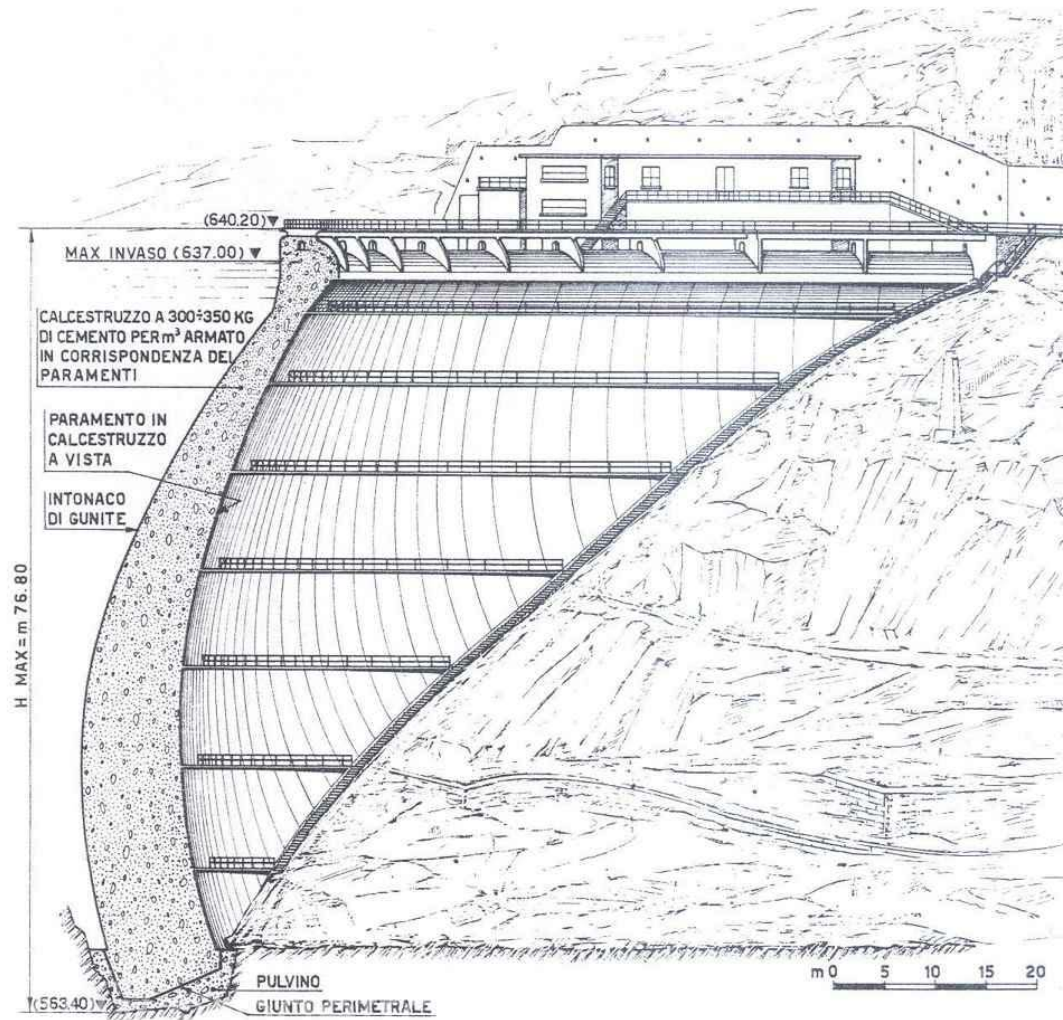


# Ločne pregrade – zasnova:

## dvojno zakrivljena pregrada – natezne napetosti

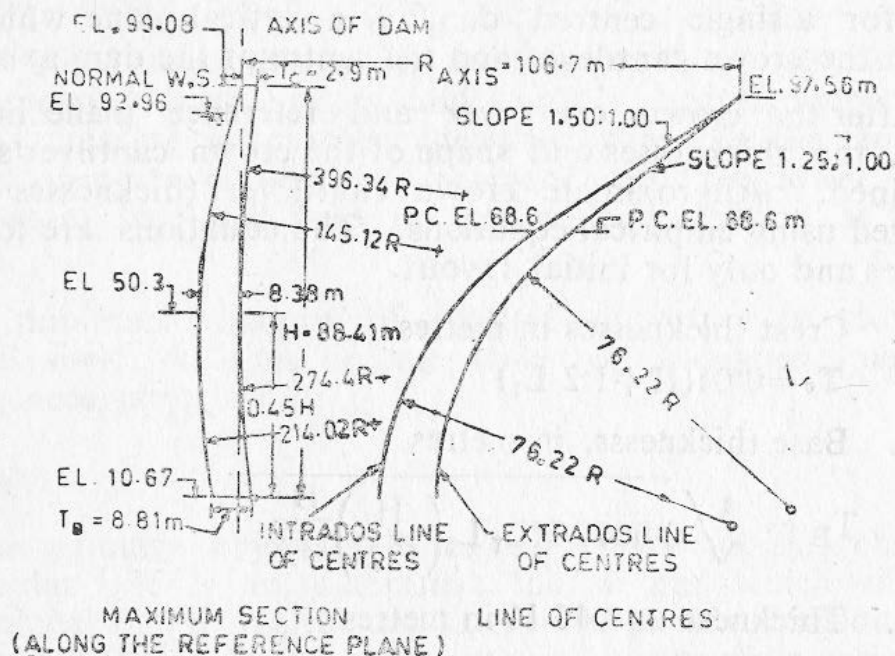


# Ločne pregrade – zasnova: dvojno zakrivljena pregrada – kupolasti tip

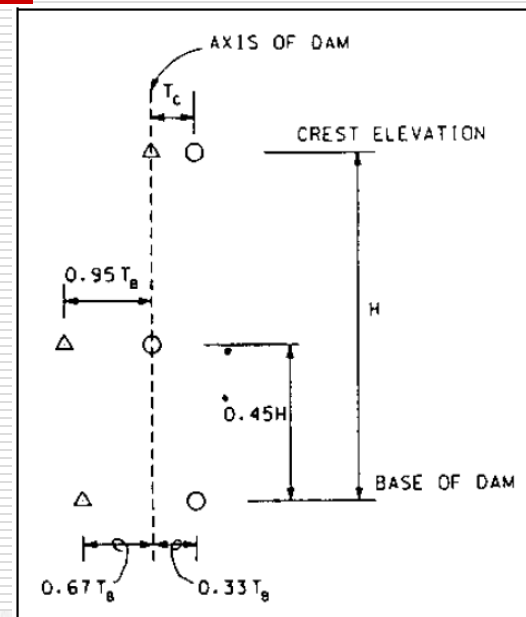




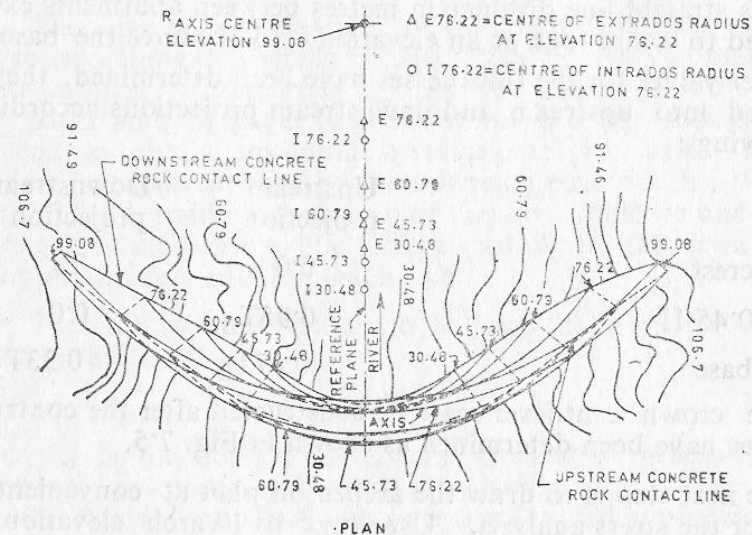
# Ločne pregrade – zasnova: načrtovanje pregrade



■ presek pregrade v temenu



NOTES



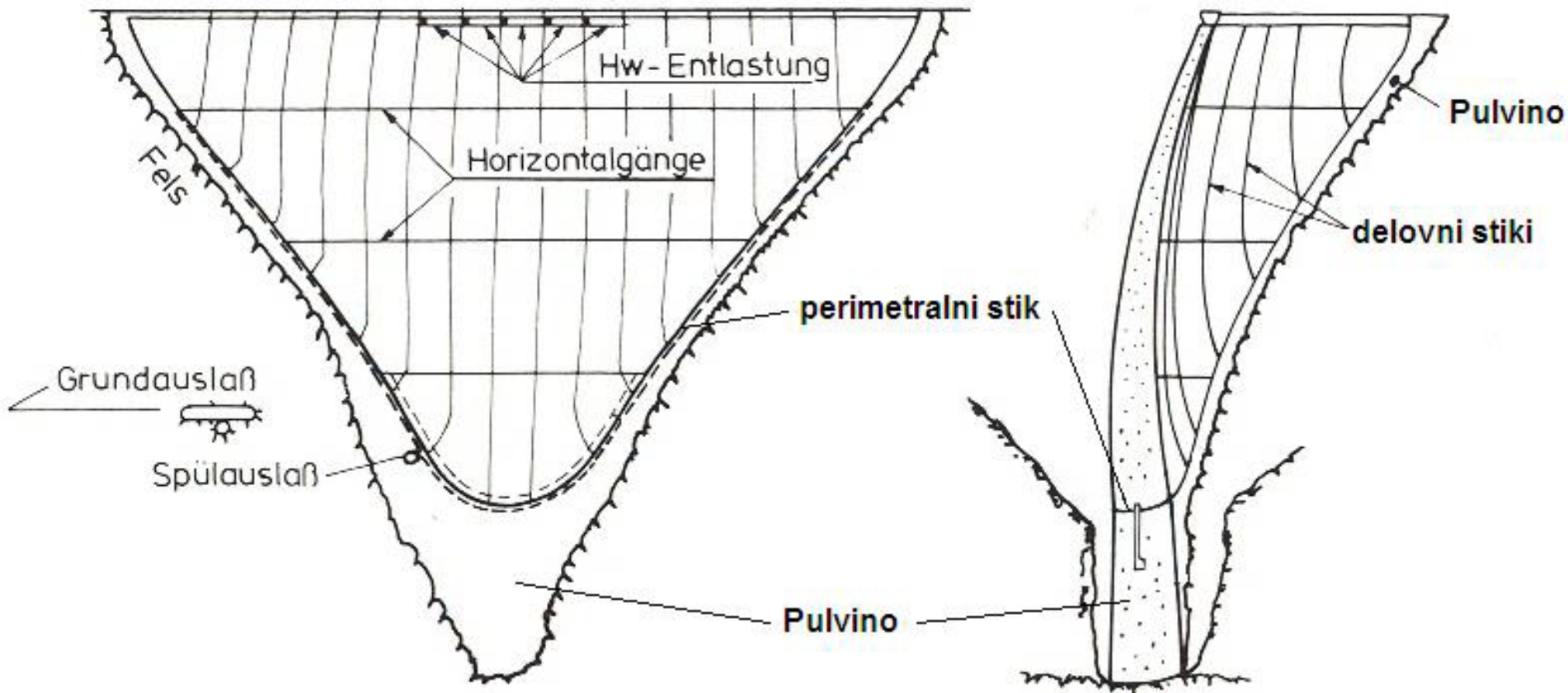
# Ločne pregrade – zasnova: izboljšanje pogojev – podporni bloki

---



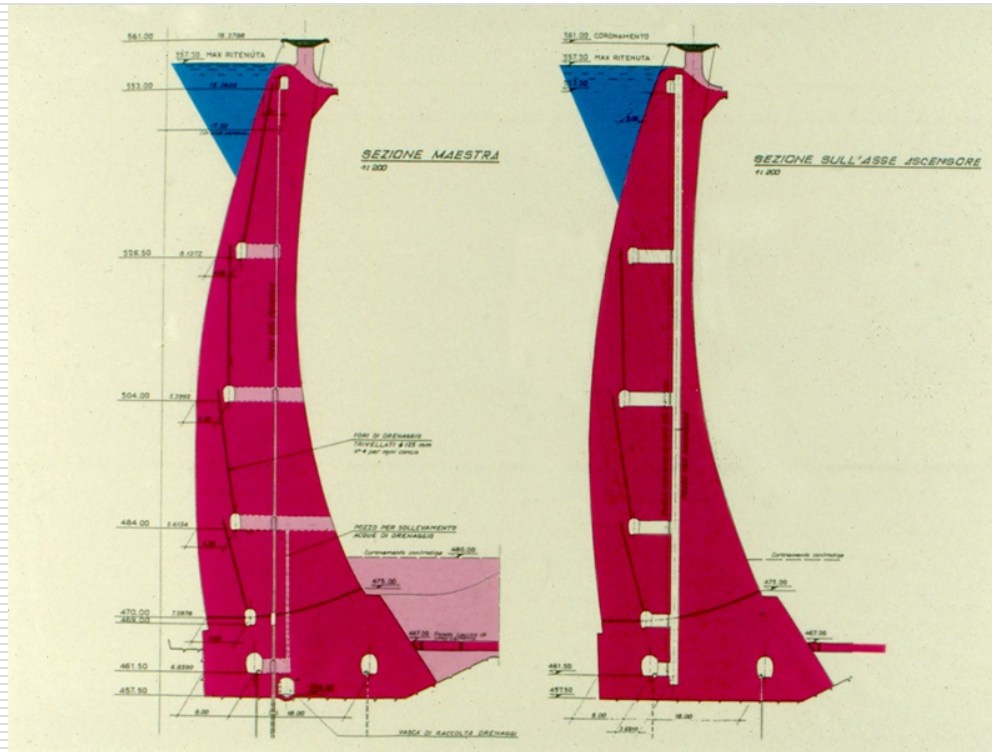
# Ločne pregrade – zasnova: izboljšanje pogojev – Pulvino

---

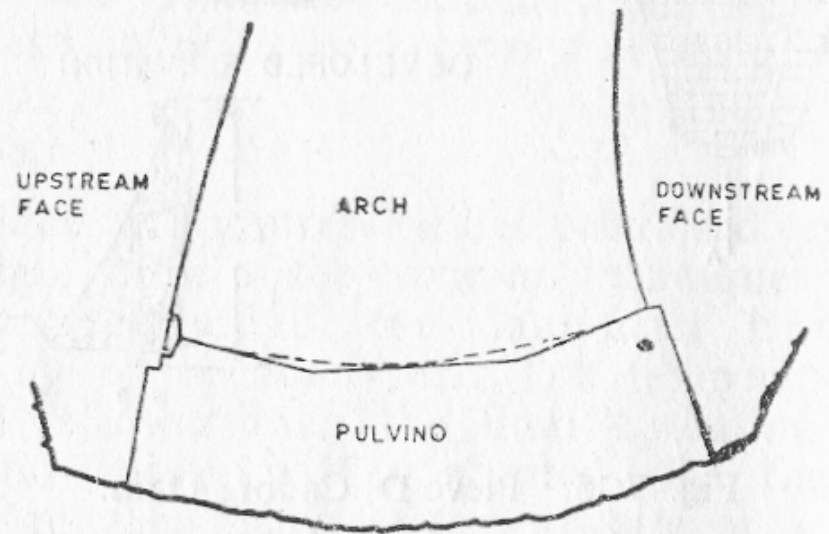




# Ločne pregrade – zasnova: izboljšanje pogojev – perimetralni stik

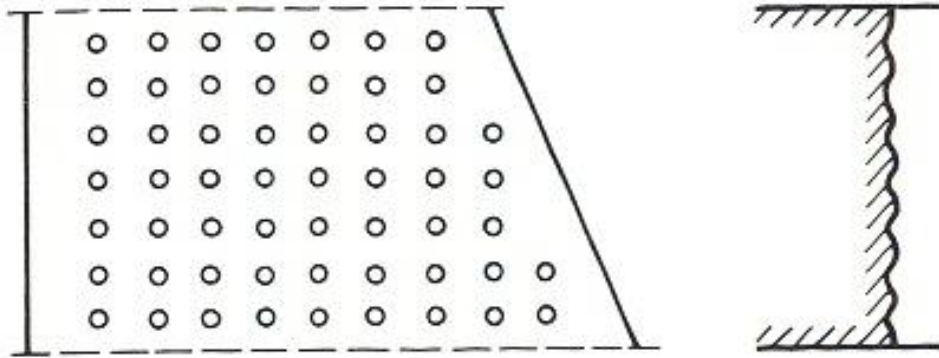


perimetralni stik kot sedlasta  
podpora

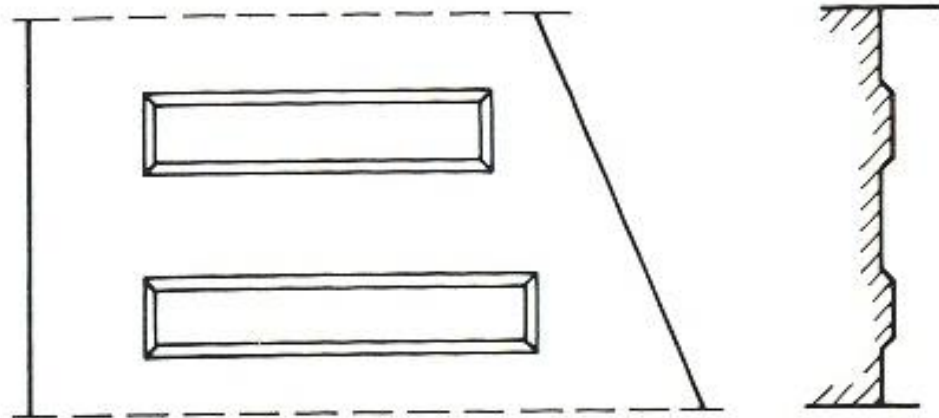


# Ločne pregrade – zasnova: konstrukcijska izvedba

---



- oblikovanje vertikalnih stikov z zobčanjem



- oblikovanje vertikalnih stikov s klini



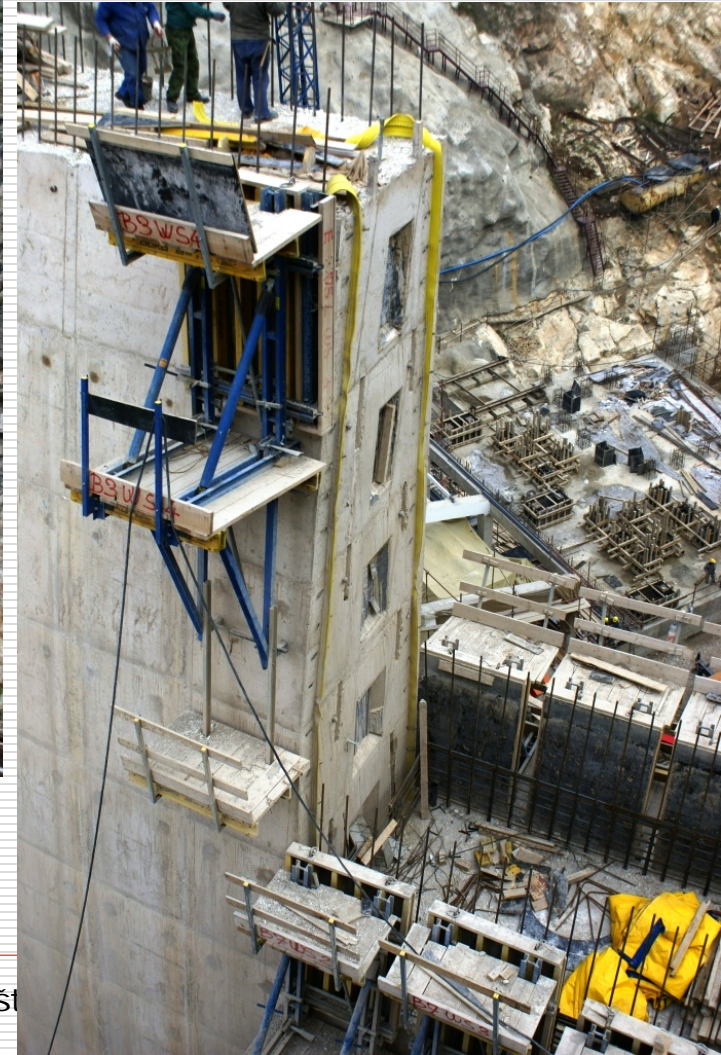
# Ločne pregrade – zasnova: konstrukcijska izvedba

---

- postopna gradnja z [lamelami](#)

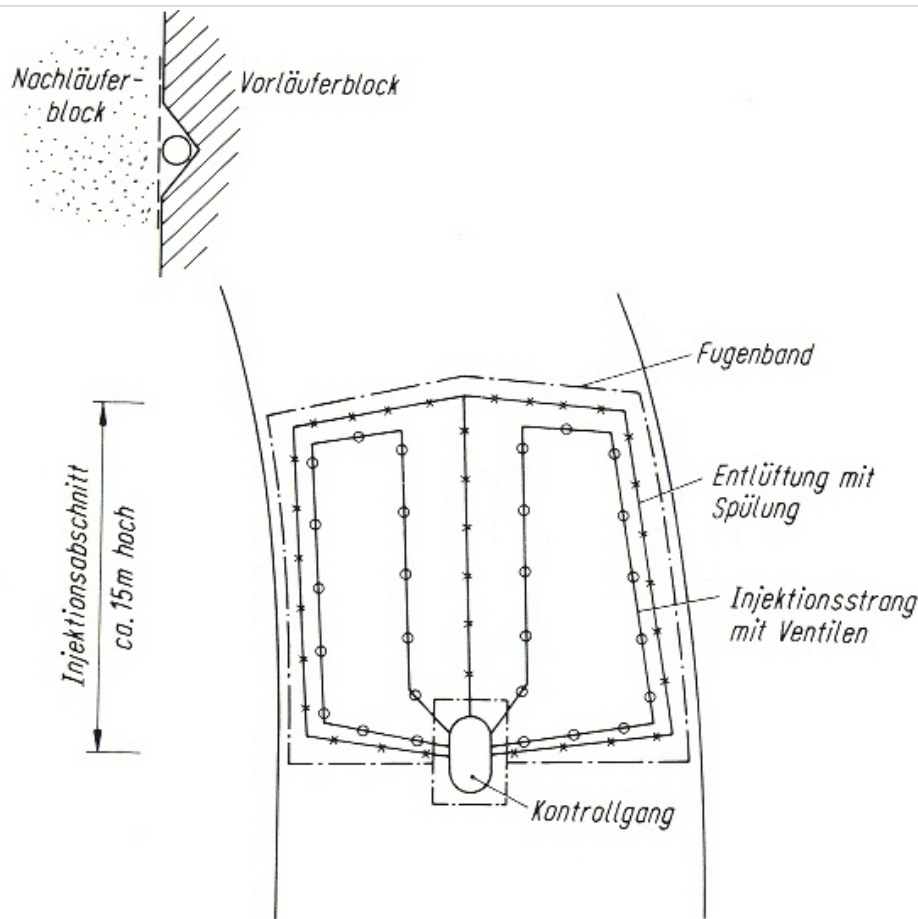


- izvedba strižnega stika med lamelami



# Ločne pregrade – zasnova: konstrukcijska izvedba

## ■ injektiranje vertikalnih stikov



## ■ mehansko prednapetje stikov

