

# KORIŠTENJE VODNIH SNAGA



STROJARNICE

# Uvod

---

- STROJARNICA – u širem smislu
  - Skup građevina i opreme koja se koristi za pretvaranje energije vode u električnu energiju i njenu predaju u distribucijsku mrežu
- Položaj – dispozicija – strojarnice ovisi o cjelokupnom rješenju HE i definira se na osnovi koncepcije korištenja energije vodotoka, lokalnim uvjetima i ekonomskim karakteristikama rješenja

# Uvod

---

## □ STROJARNICA – u širem smislu

- Skup građevina i opreme koja se koristi za pretvaranje energije vode u električnu energiju i njenu predaju u distribucijsku mrežu

## □ Dispozicija ovisi o:

- Cjelokupnom rješenju postrojenja i terenskim uvjetima
- Uvjetima privoda i odvoda vode
- Tipu HE
- Veličini, tipu i broju agregata
- Specijalnim uvjetima
- Elektrostrojarskom rješenju

# Uvod

---

- Oprema u sklopu strojarnice
  - **TURBINA/e - osnovni proizvodni stroj**
    - Definira osnovne dimenzije strojarnice i njen visinski položaj
  - GENERATORi
  - TRANSFORMATORi
  - RASKLOPNO POSTROJENJE
  - UREĐAJI UPRAVLJANJA, ZAŠTITE I DOJAVE
  - POMOĆNI UREĐAJI
    - Vlastita potrošnja
    - Rashladni i drenažni sustav
    - Dizalice i unutarnji transport
    - Opskrba komprimiranim zrakom i sl.



# Dispozicija i rješenja

---

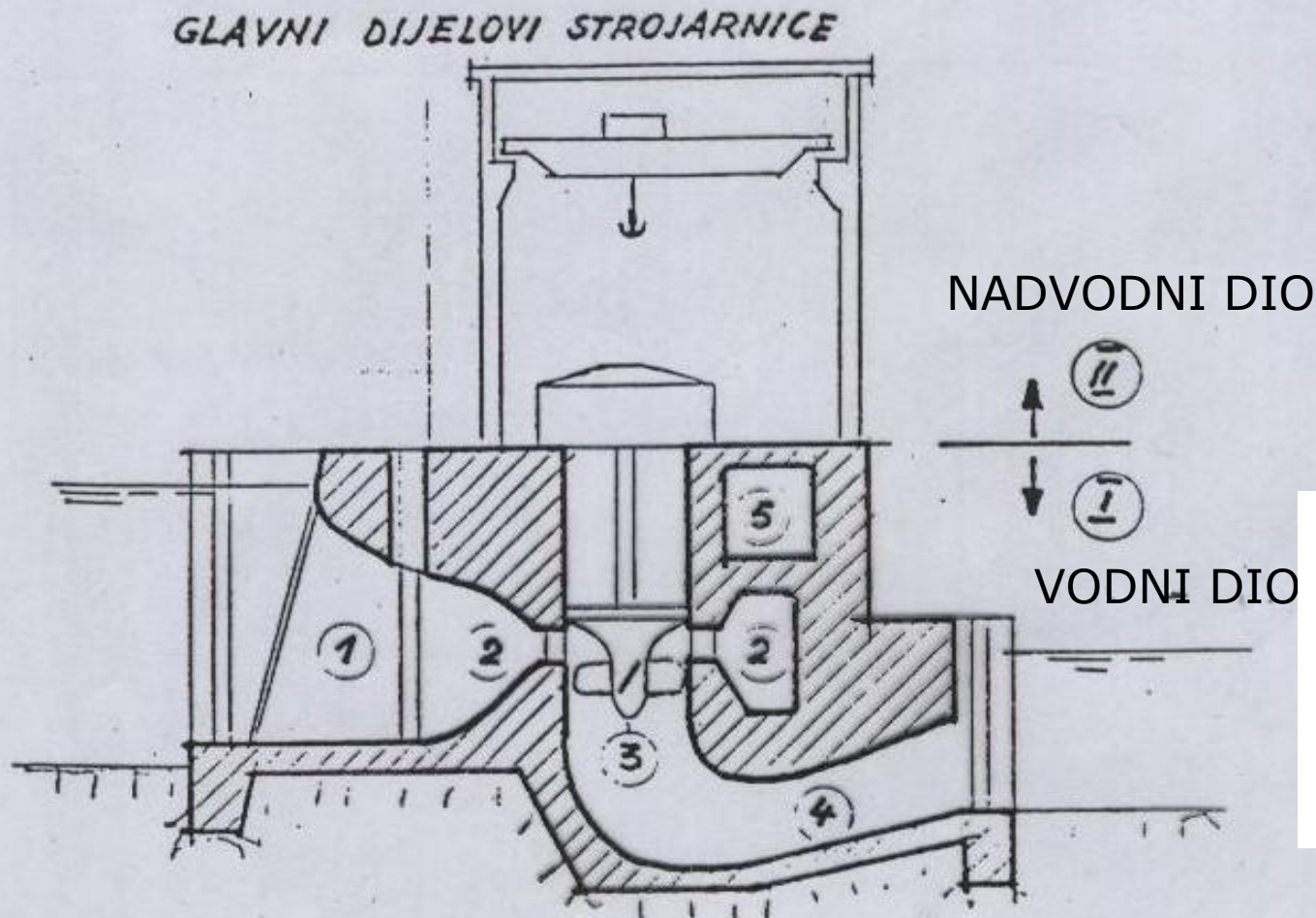
- Prema padu
  - niskotlačne
  - srednjetlačne
  - visokotlačne
- Prema rješenju zgrade strojarnice
  - Konvencionalne - površinske
  - Podzemne
  - U oknu
- Prema položaju osi turbine
  - s vertikalnom osi
  - s vodoravnom osi
  - s kosom osi

# NISKOTLAČNE HE

---

- Pad do 30m
- Pribranska ili derivacijska
- Zgrada strojarnice dio brane ili se nalazi na derivaciji, te se konstruira i izvodi kao i brana
- U pravilu površinske
- Prema položaju osi turbine
  - s vertikalnom osi
  - s vodoravnom osi
- Obzirom na pad koriste se cijevne i Kaplan turbine

# NISKOTLAČNE HE



- 1-ulazna građevina
- 2-neposredni dovod u stator
- 3-turbina
- 4-difuzor
- 5-pomoćni uređaji

# NISKOTLAČNE HE – nadvodni dio strojarnice

---

## □ STROJARNICA u užem smislu

- Generatori
- Ev. turbine (s horizontalnom osovinom)
- Regulatori turbina
- Agregati za uzbuđenje glavnih generatora
- Pomoćni uređaji
- Pokretna dizalica

## □ MONTAŽNI PROSTOR

## □ TRANSFORMATORI

## □ RASKLOPNO POSTROJENJE

## □ KOMANDNI PROSTOR

## □ POMOĆNE PROSTORIJE

# NISKOTLAČNE HE – strojarnica

---

- Ovisno o položaju osi turbine
  - Vertikalna os – najčešće – prednosti
    - Niski položaj turbine
    - Povoljan privod vode
    - Visok položaj generatora
    - Uži mašinski prostor
  
  - Horizontalna os
    - U situaciji mogući položaji
      - Okomito na os zgrade
      - Paralelno s osi zgrade
      - Koso na os zgrade

# NISKOTLAČNE HE - dispozicija

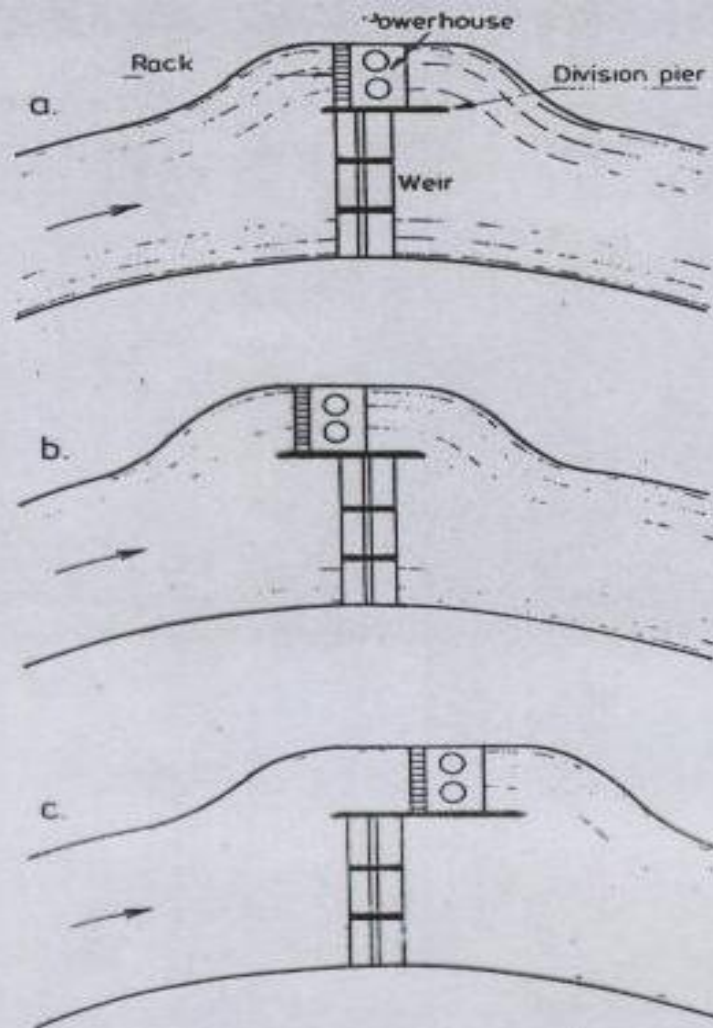


Fig. 16/34. Relative positions of powerhouse and weir: a) powerhouse in line with the weir, b) powerhouse set upstream, c) powerhouse set downstream



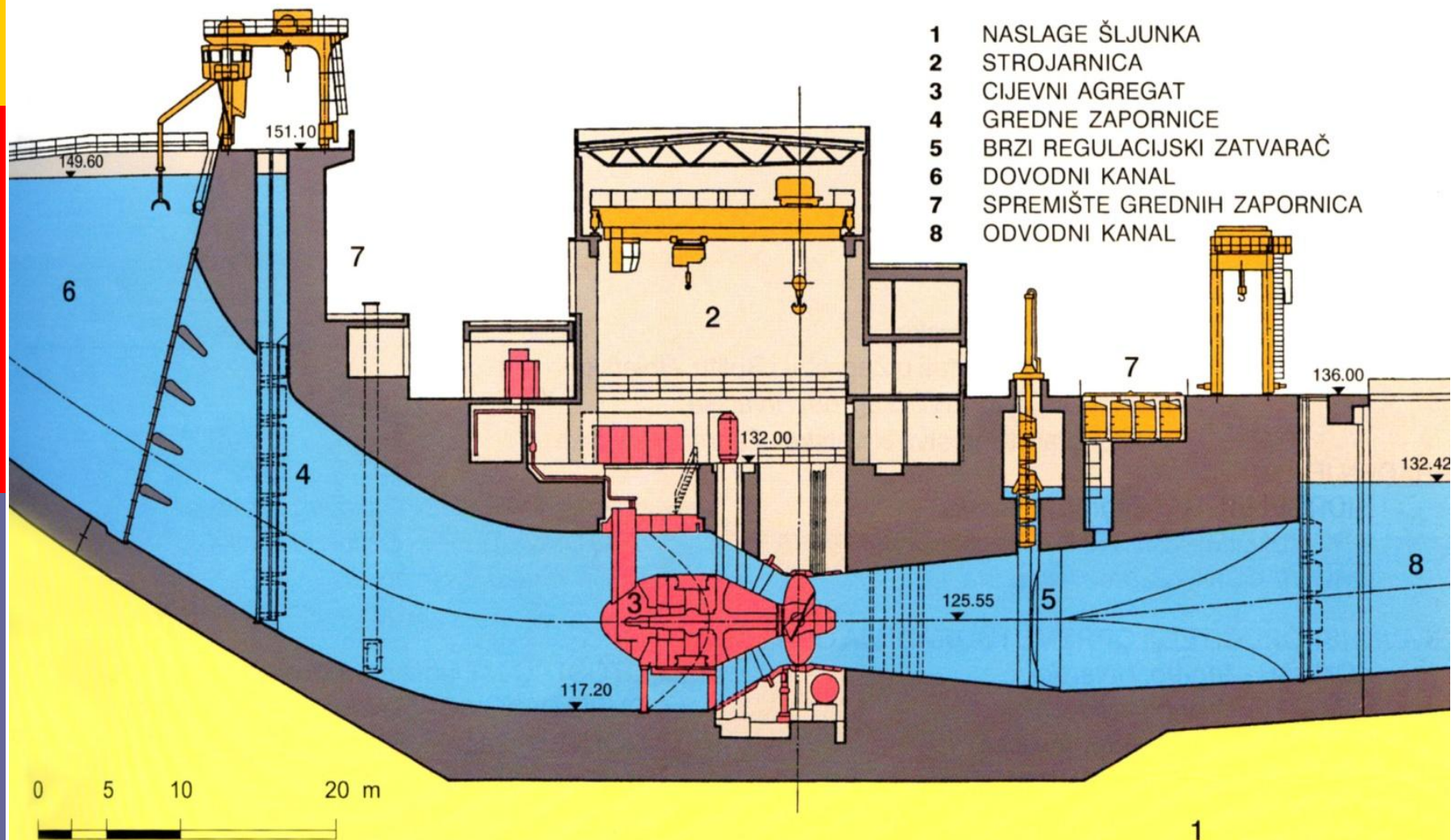
# NISKOTLAČNE HE - HE Dubrava



# NISKOTLAČNE HE - HE Dubrava

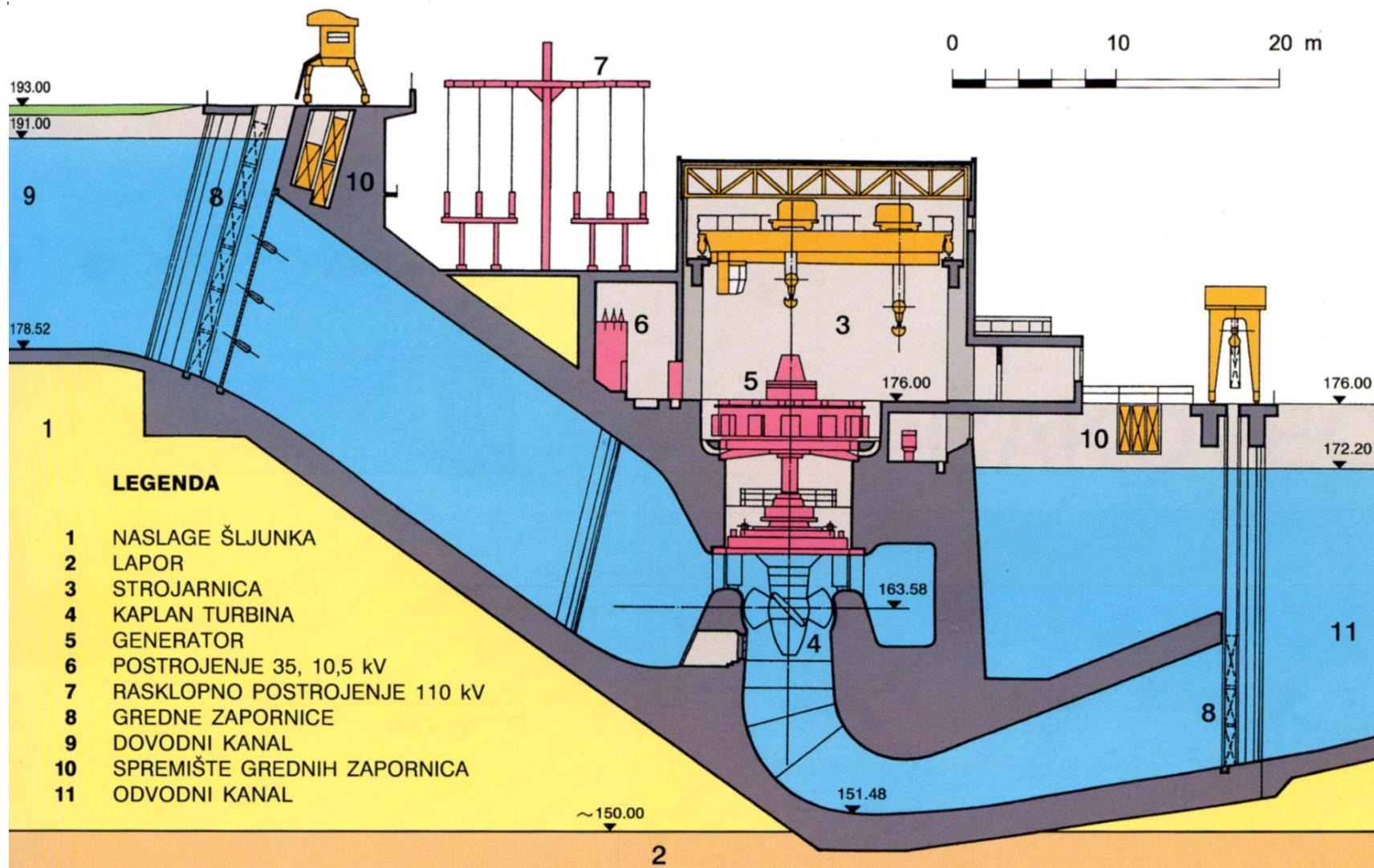
## LEGENDA

- 1 NASLAGE ŠLJUNKA
- 2 STROJARNICA
- 3 CIJEVNI AGREGAT
- 4 GREDNE ZAPORNICE
- 5 BRZI REGULACIJSKI ZATVARAČ
- 6 DOVODNI KANAL
- 7 SPREMIŠTE GREDNIH ZAPORNICA
- 8 ODVODNI KANAL





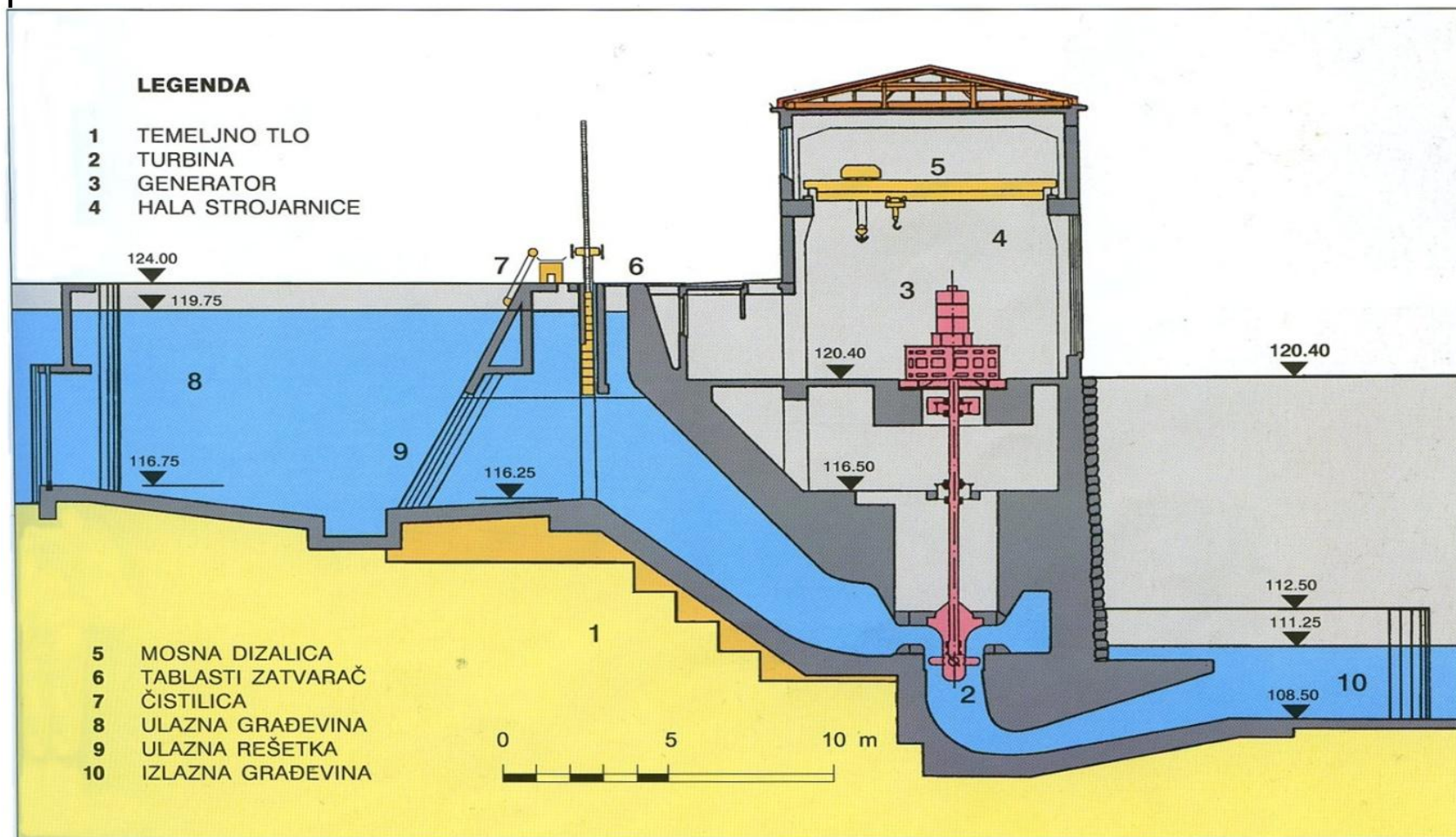
# NISKOTLAČNE HE - HE Varaždin



# HE Ozalj

Protočna,  
pribranska HE

Kaplan t.-2x1,3MW

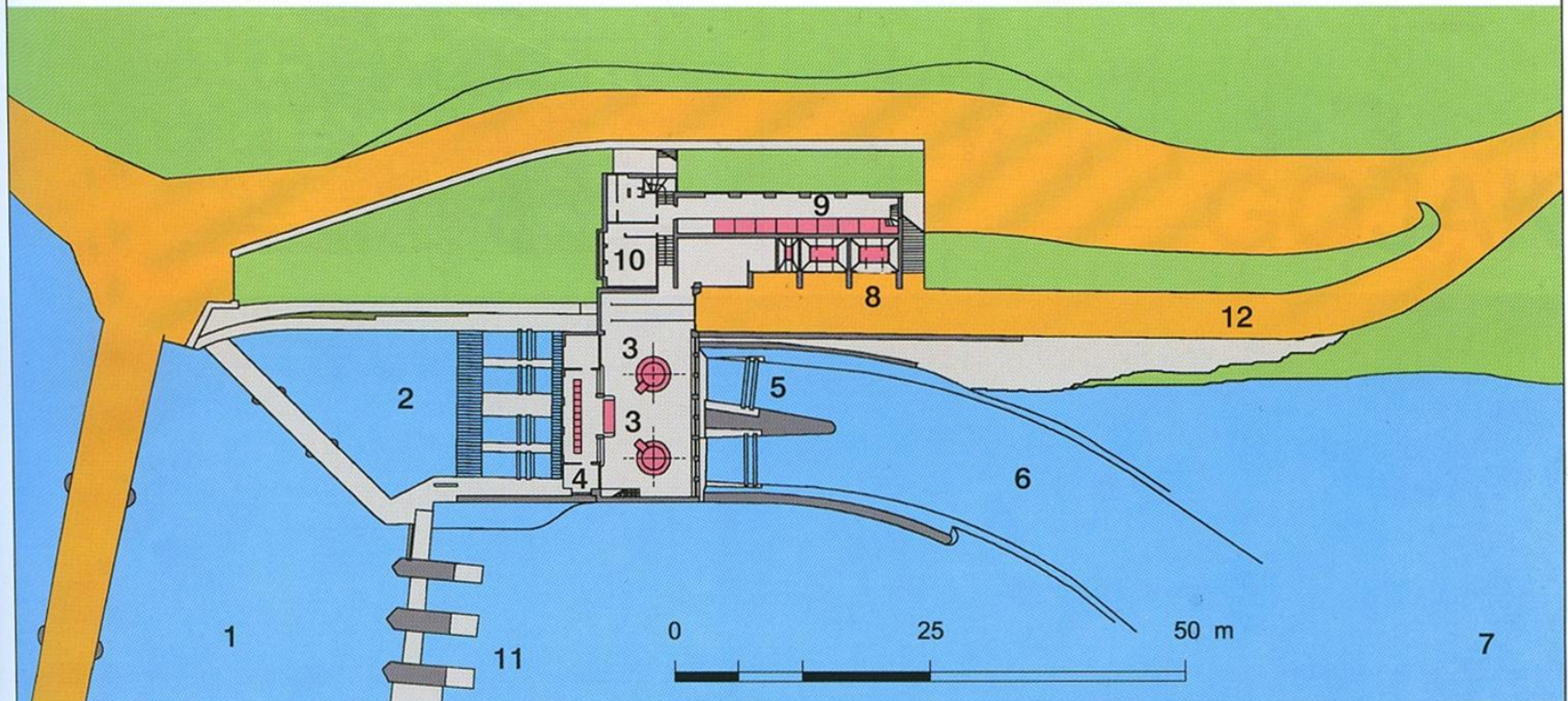




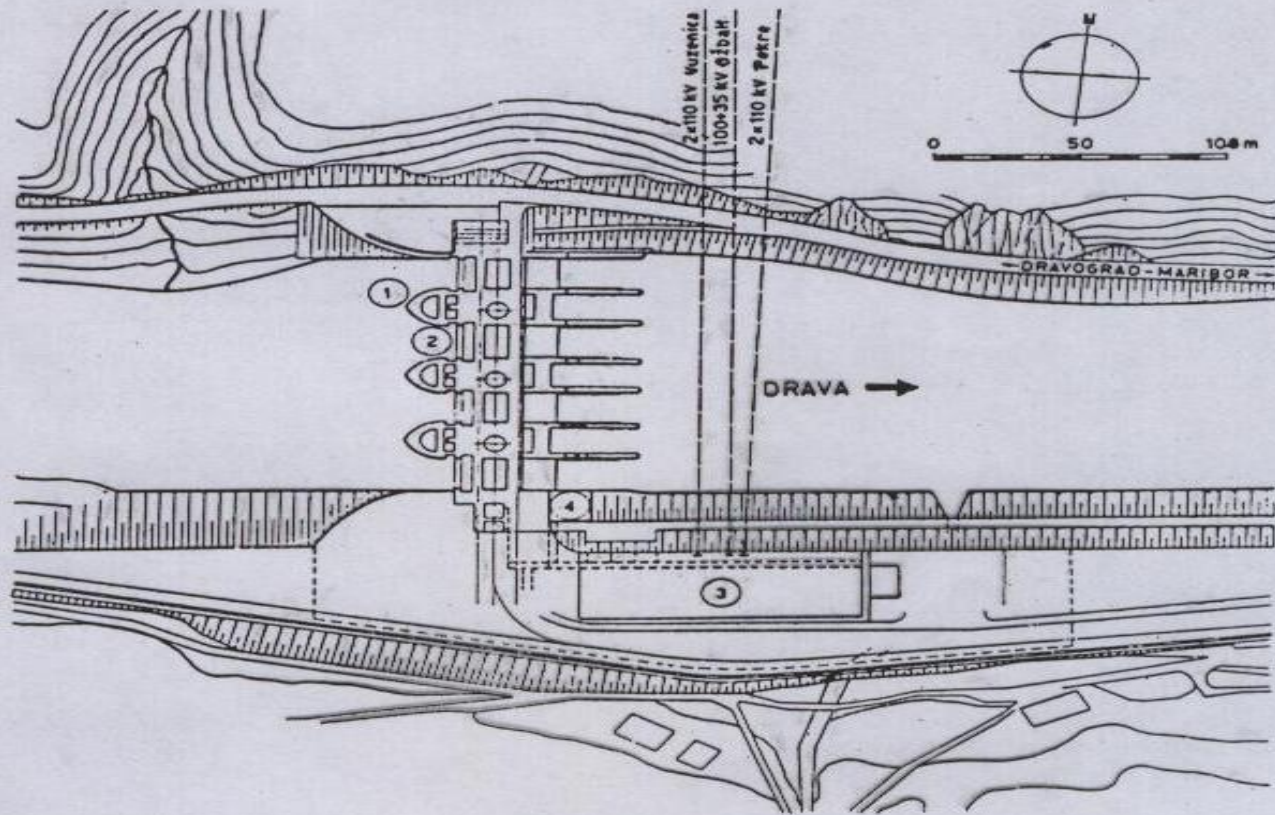
# HE Ozalj

## LEGENDA

- |   |                      |    |                              |
|---|----------------------|----|------------------------------|
| 1 | AKUMULACIJSKO JEZERO | 7  | KORITO KUPE                  |
| 2 | ULAZNA GRAĐEVINA     | 8  | TRANSFORMATORSKO POSTROJENJE |
| 3 | AGREGATI             | 9  | RASKLOPNO POSTROJENJE        |
| 4 | KOMANDA              | 10 | UPRAVA HIDROELEKTRANE        |
| 5 | IZLAZNA GRAĐEVINA    | 11 | PRELJEVNA GRAĐEVINA          |
| 6 | ODVODNI KANAL        | 12 | PRISTUPNA CESTA              |



# NISKOTLAČNE HE s agregatima u riječnim stupovima



Situacija

1. Turbinski steber
2. Pretočno polje

3. Stikališče
4. Upravno poslopje

# NISKOTLAČNE HE - preljevne HE

---

- Strojarnica je ugrađena u tijelo brane
- Turbine
  - Cijevne
  - Kaplan ili propeler na horizontalnoj ili vertikalnoj osi

# SREDNJETLAČNE HE - pribranske HE

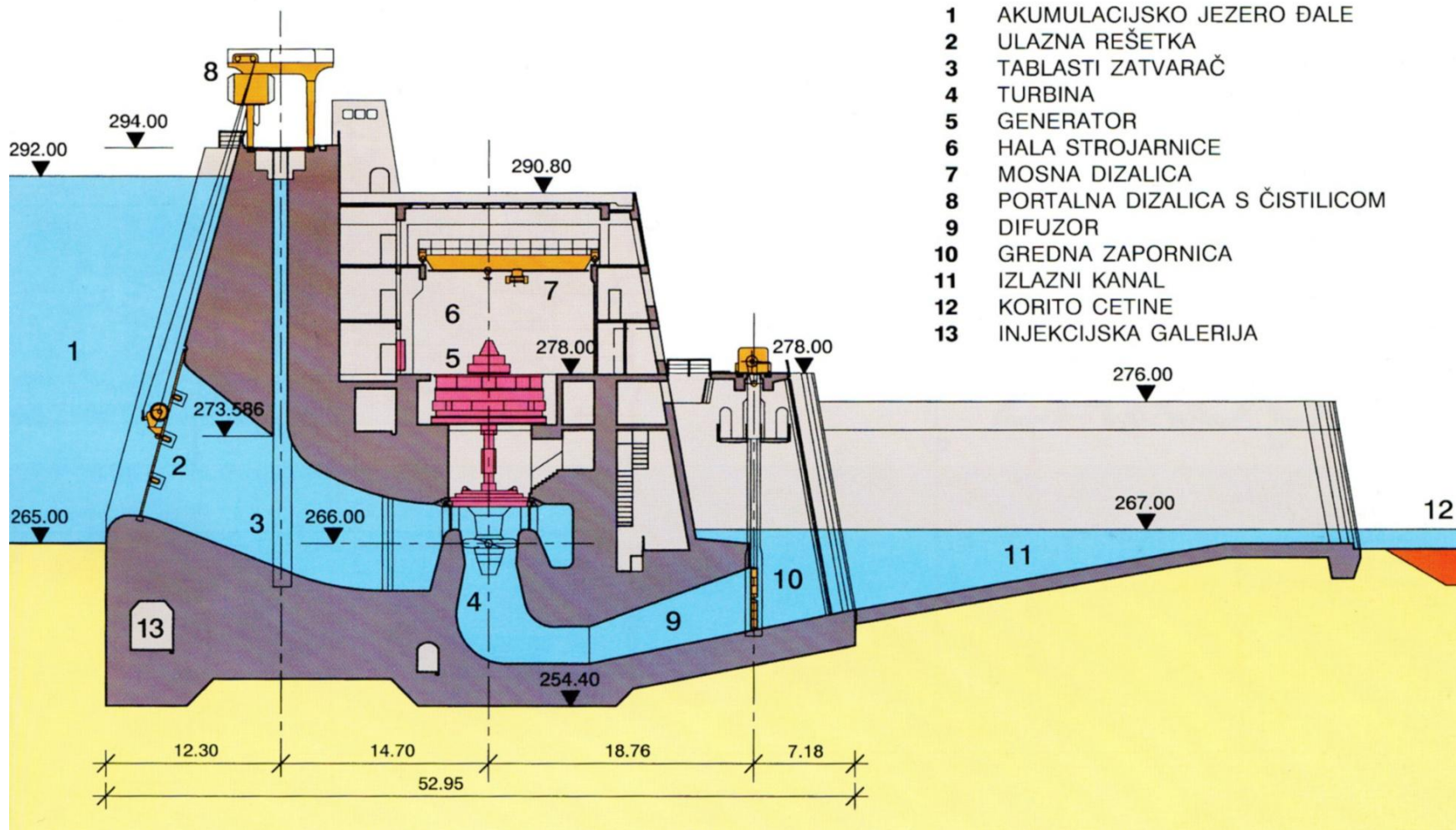
---

- Brana i strojarnica u statičkom smislu nezavisni – dilatacijska spojnica
- Transformatori i prijenosni uređaji najčešće između brane i strojarnice
- Zbog kratkog dovoda nije neophodan predturbinski zatvarač
- Slapište brane se od izlaznog dijela iz turbine razdvaja zidom koji sprečava sekundarna strujanja i nepovoljan utjecaj na rad turbine
- Ovisno o padu ugrađuju se Kaplan, Francis ili dijagonalne turbine



# HE Đale

pribranska HE  
Kaplan t. 2x20,4MW



# SREDNJETLAČNE I VISOKOTLAČNE HE

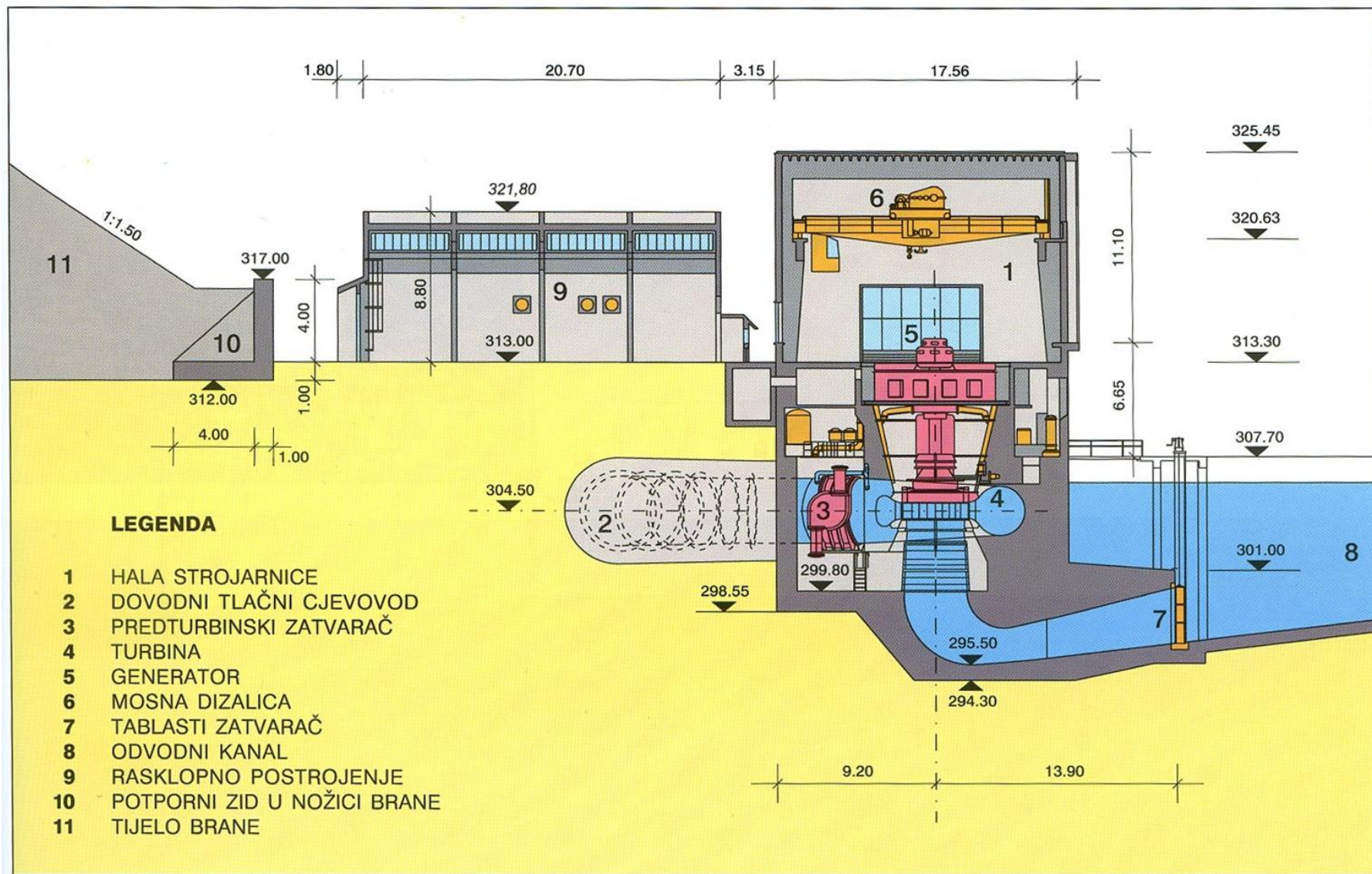
---

- Strojarnica je potpuno zasebna građevina koja je s ostalim građevinama HE povezana dovodom (najčešće tlačni cjevovod)
- Turbina – najčešće: Francis ili Pelton s vertikalnom ili horizontalnom osi
- U pravilu opremljena predturbinskim zatvaračem
- Dispozicija – NADZEMNE ILI PODZEMNE



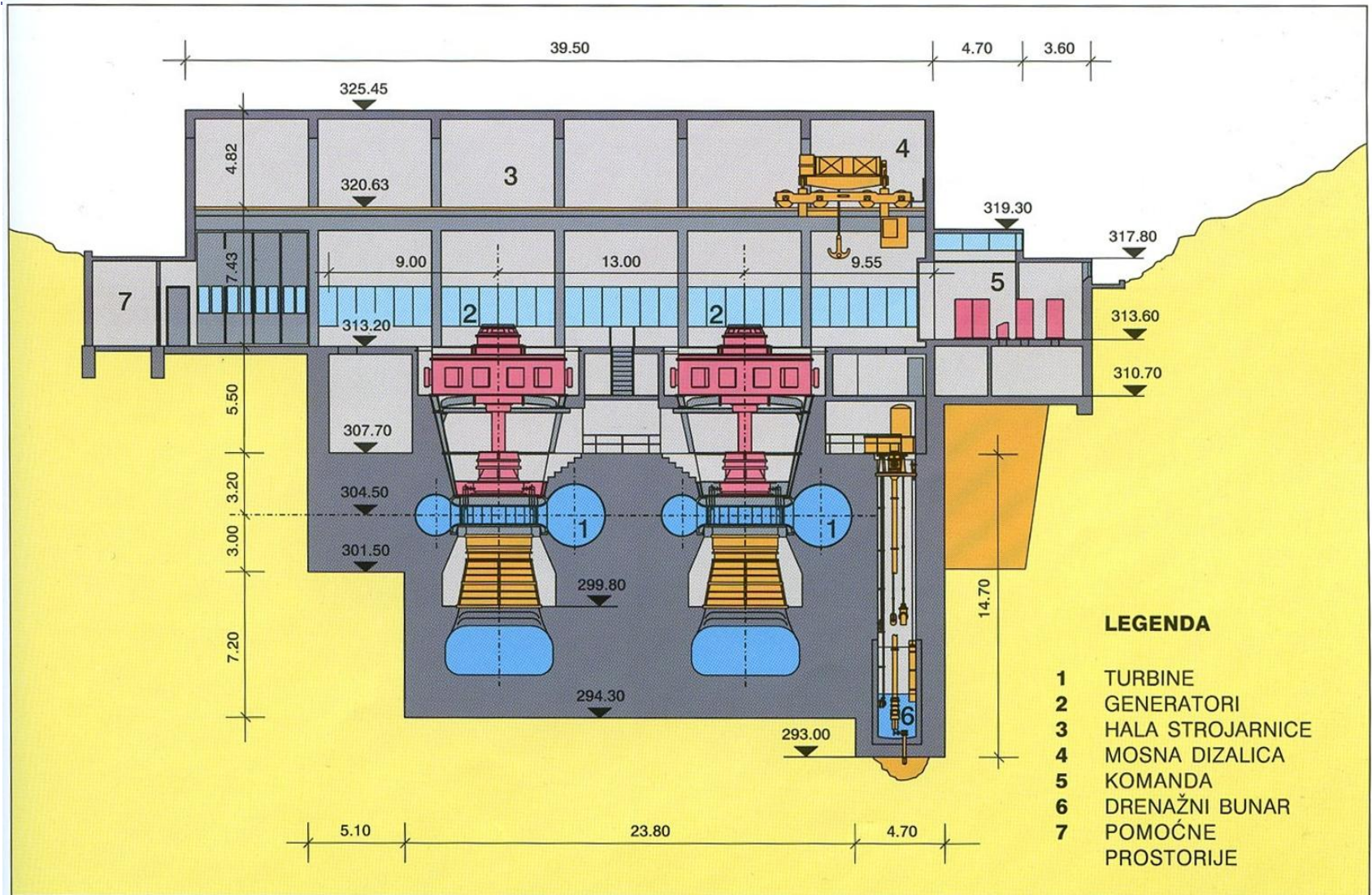
# HE Peruća

pribranska HE  
Francis t. 2x21,3MW





# HE Peruća



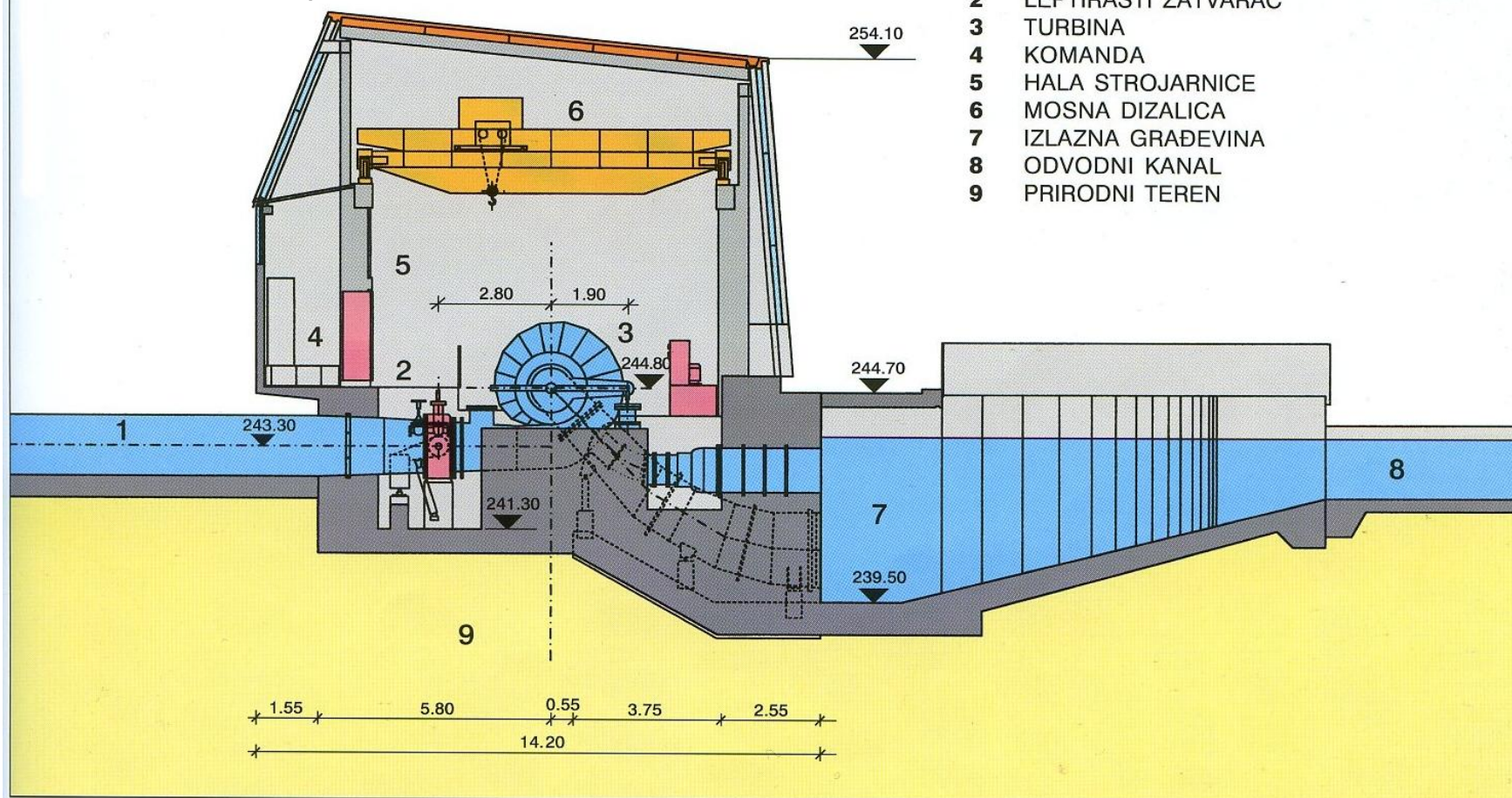


# HE Golubić

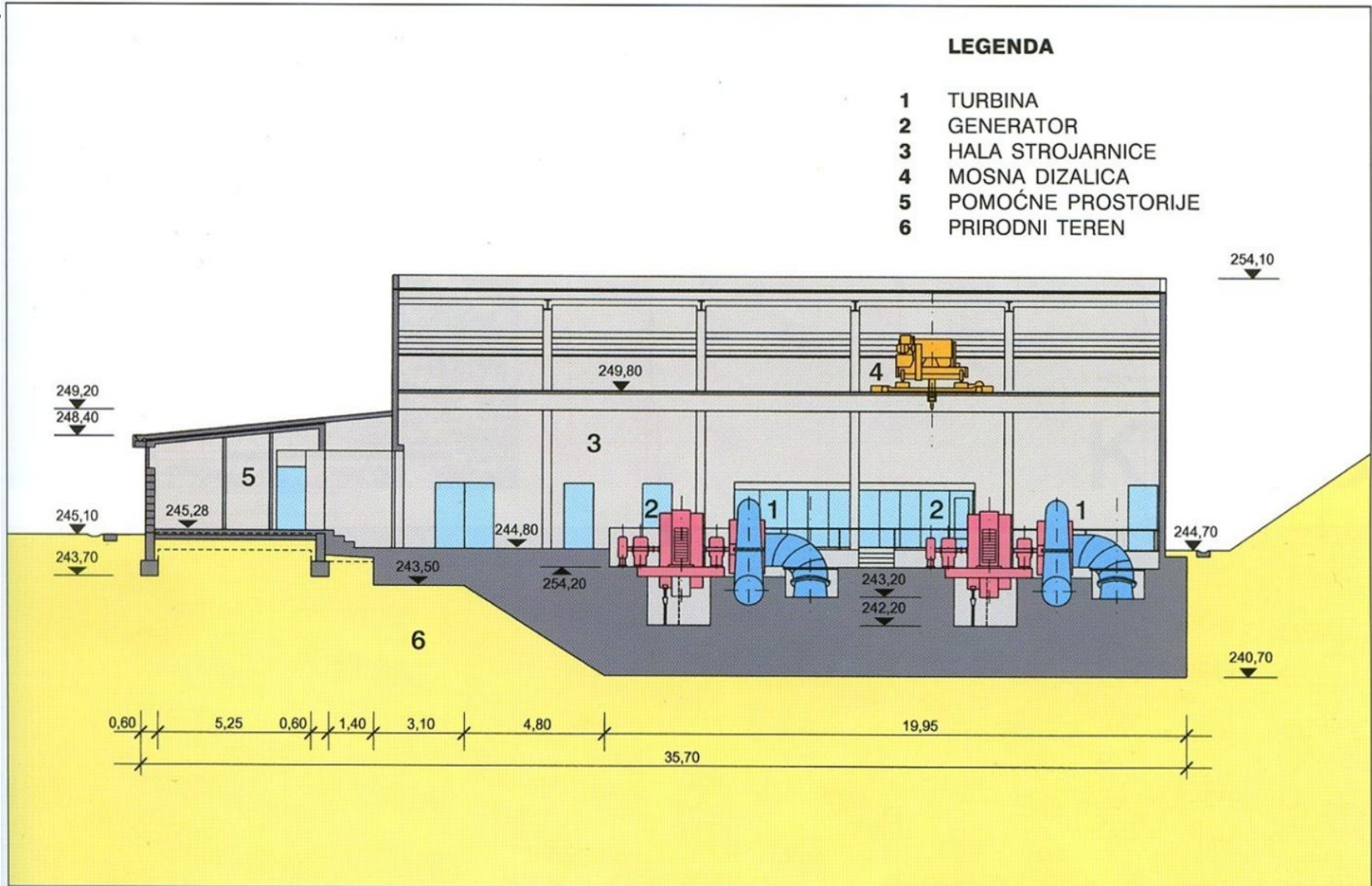
visokotlačna,  
derivacijska HE  
Francis t. 2x3,75MW

## LEGENDA

- 1 ČELIČNI TLAČNI CJEVOVOD
- 2 LEPTIRASTI ZATVARAČ
- 3 TURBINA
- 4 KOMANDA
- 5 HALA STROJARNICE
- 6 MOSNA DIZALICA
- 7 IZLAZNA GRAĐEVINA
- 8 ODVODNI KANAL
- 9 PRIRODNI TEREN

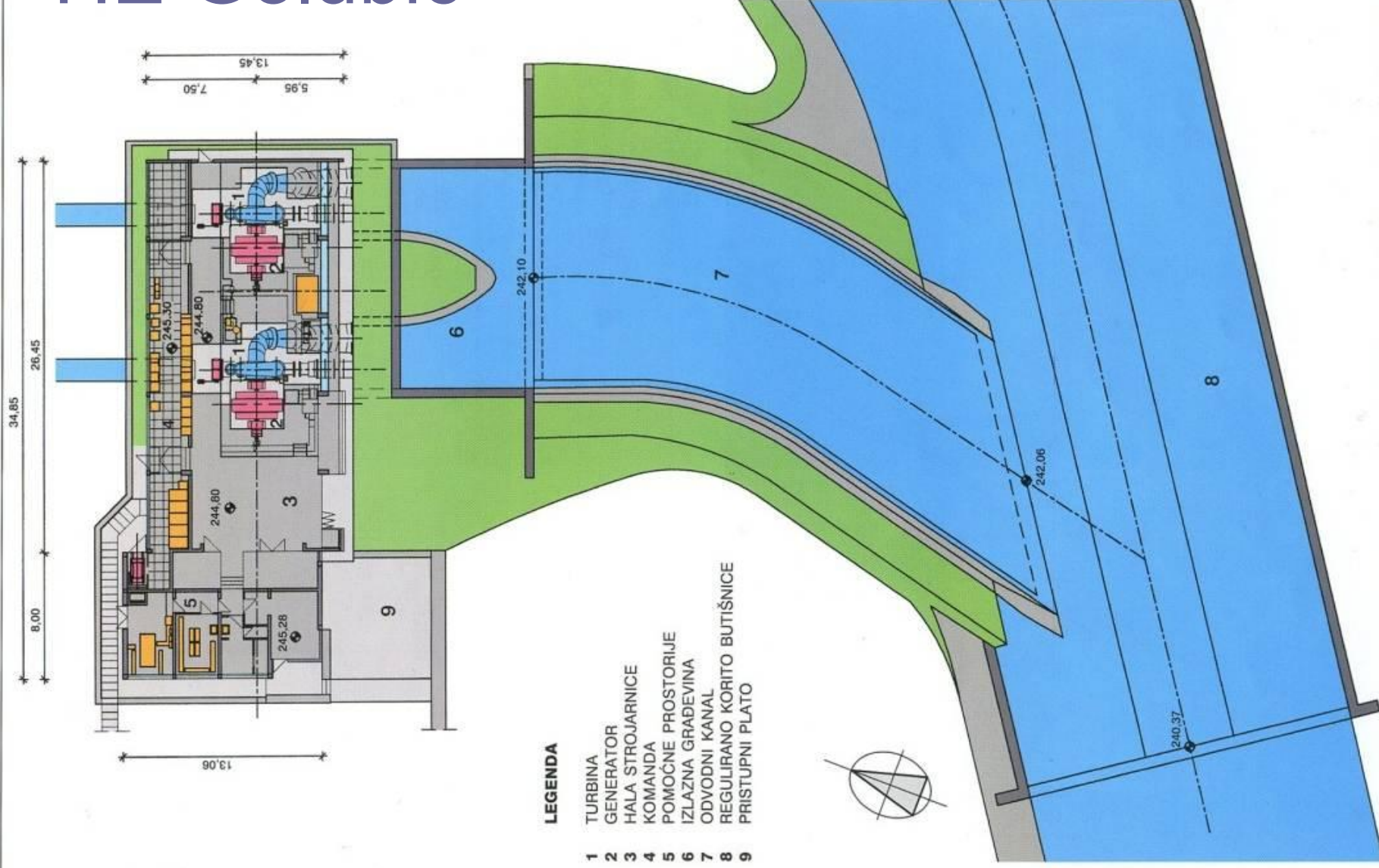


# HE Golubić



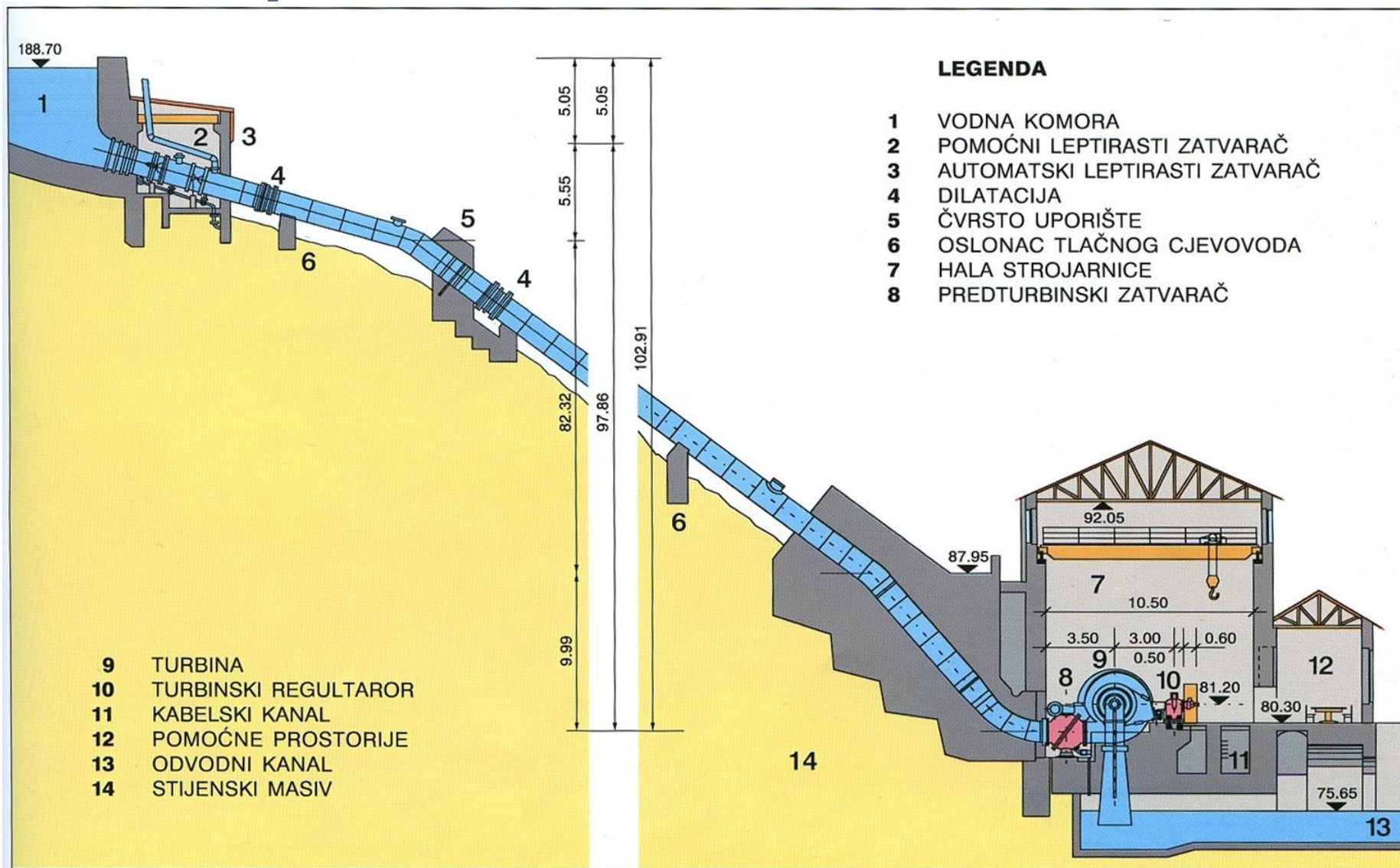


# HE Golubić



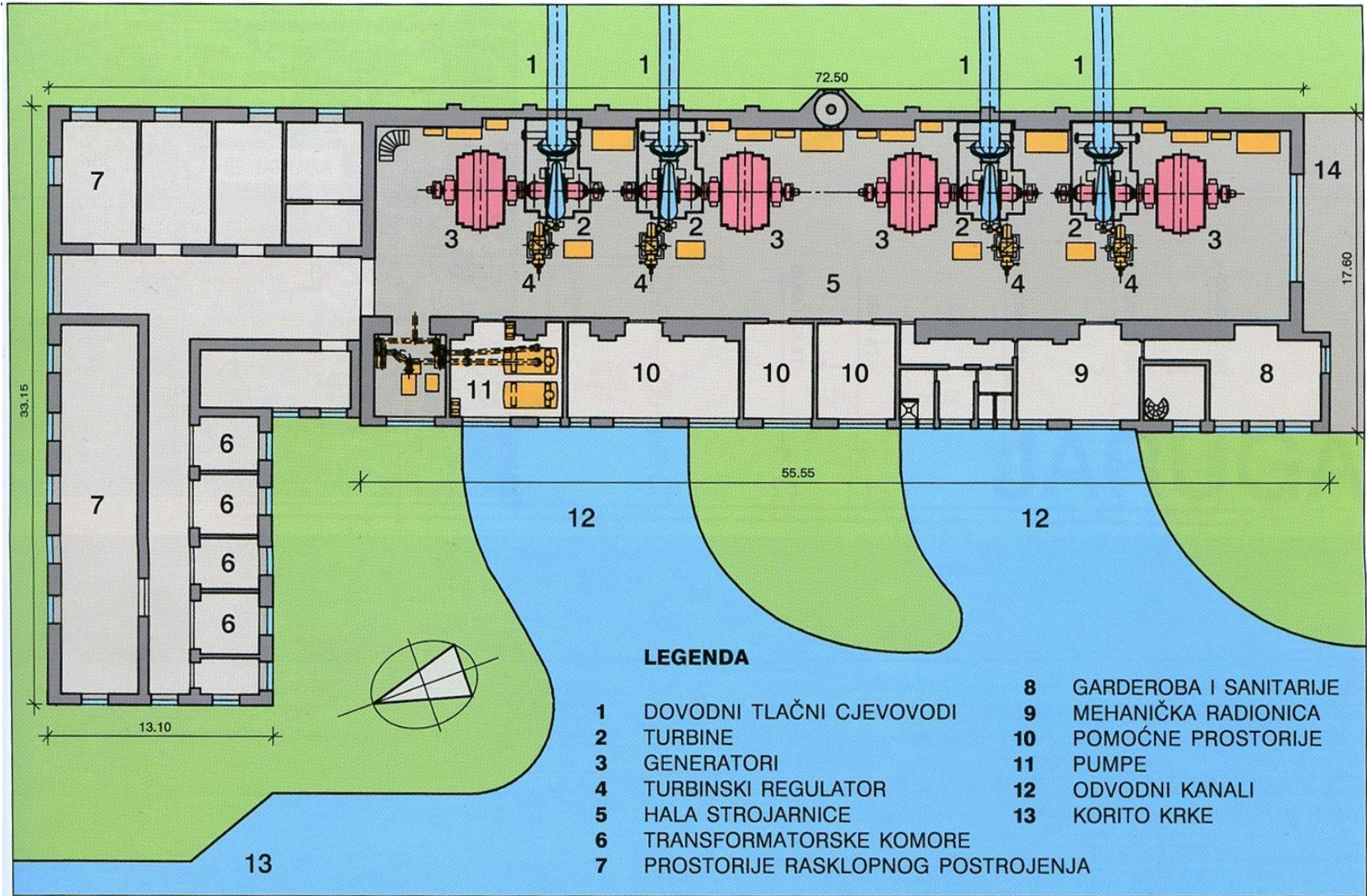
# HE Miljacka

visokotlačna, derivacijska HE  
Francis t. 3x6,7MW i 1x4,0MW





# HE Miljacka



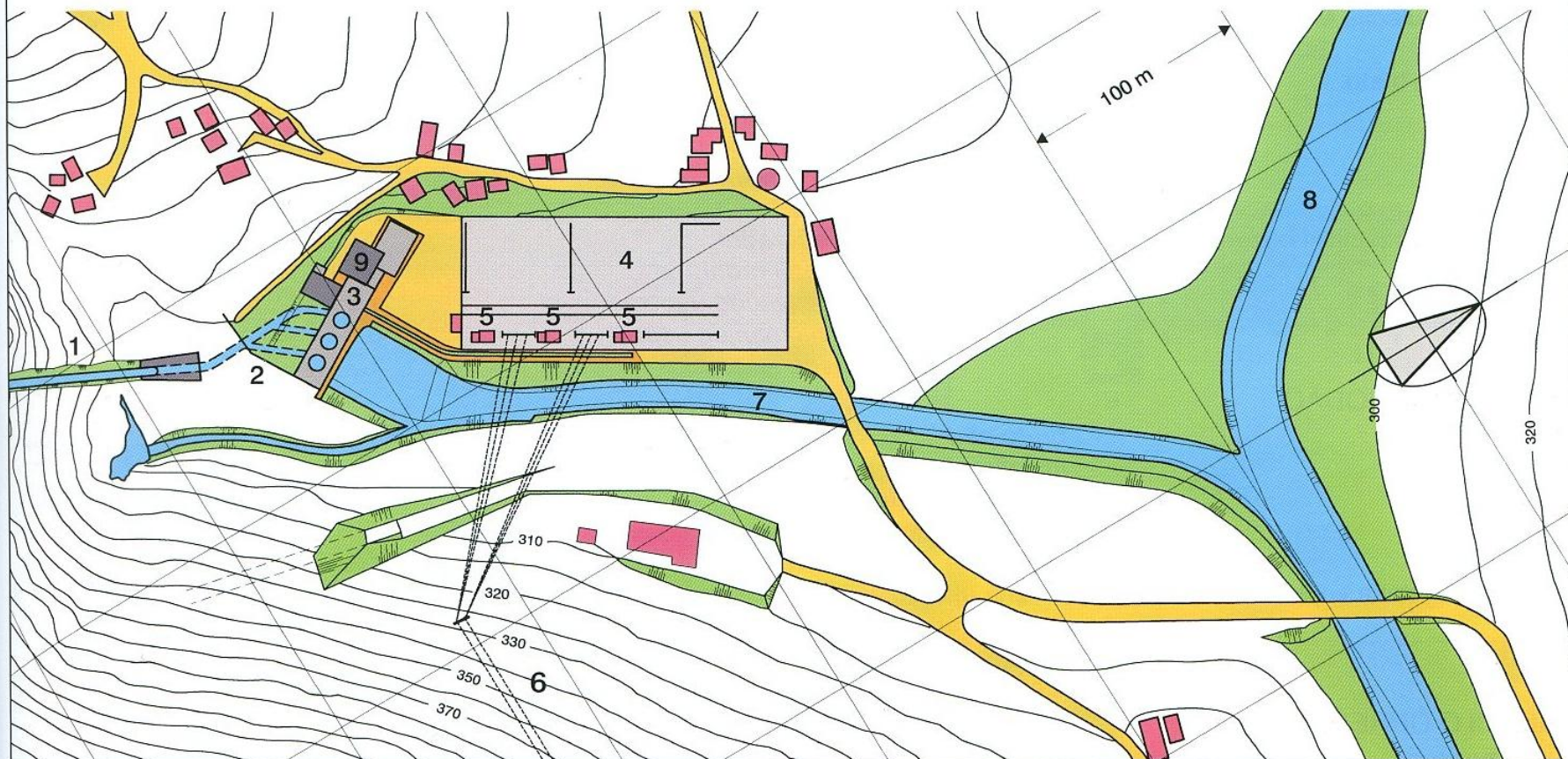


# HE Orlovac

visokotlačna,  
derivacijska HE  
Francis t. 3x79MW

## LEGENDA

- |   |                              |   |  |
|---|------------------------------|---|--|
| 1 | ČELIČNI TLAČNI CJEVOVOD      | 6 | DALEKOVOD 220 kV ORLOVAC – KONJSKO                             |
| 2 | RAČVA TLAČNOG CJEVOVODA      | 7 | ODVODNI KANAL  |
| 3 | STROJARNICA HE ORLOVAC       | 8 | RIJEKA RUDA  |
| 4 | RASKLOPNO POSTROJENJE 220 kV | 9 | KOMANDA ELEKTRANE S POMOĆNIM POGONIMA,<br>RADIONICOM I UPRAVOM |
| 5 | BLOK TRANSFORMATORI          |   |  |





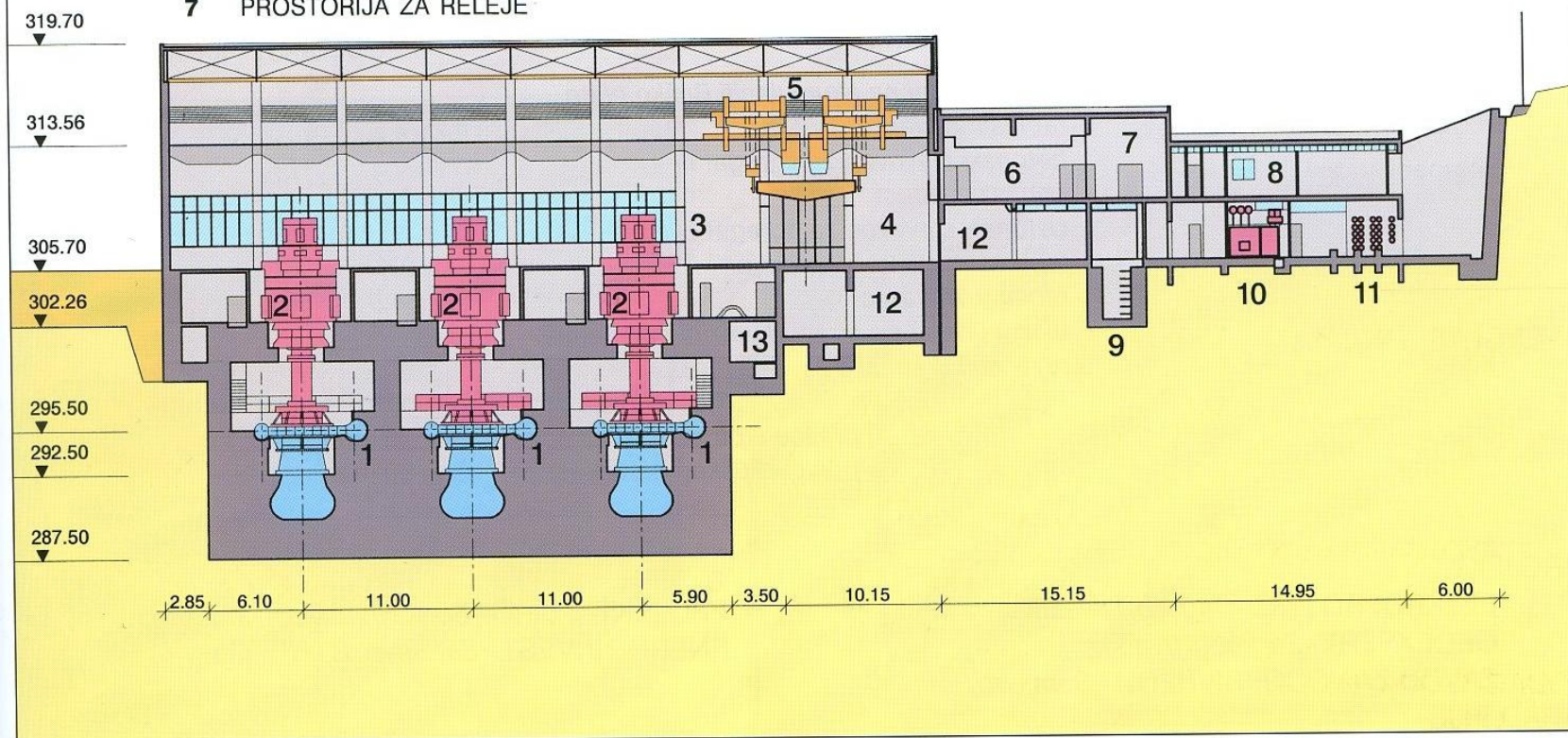




# HE Orlovac

## LEGENDA

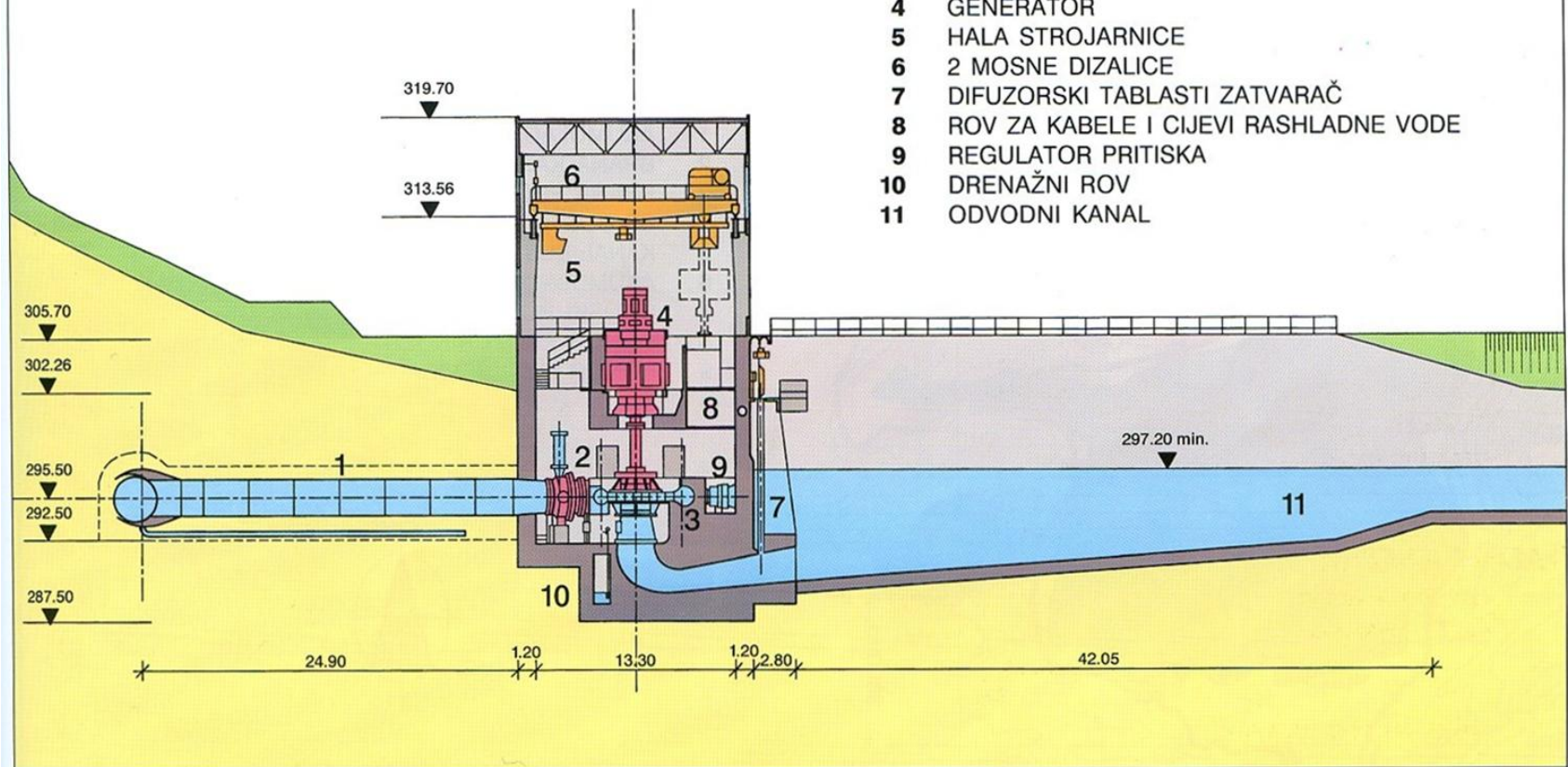
- |   |                      |    |   |
|---|----------------------|----|---|
| 1 | FRANCIS TURBINA      | 8  | UPRAVA POGONA ELEKTRANE                     |
| 2 | GENERATOR            | 9  | KABELSKI ROV                                |
| 3 | HALA STROJARNICE     | 10 | RASKLOPNO POSTROJENJE ZA VLASTITU POTROŠNJU |
| 4 | MONTAŽNI PROSTOR     | 11 | POSTROJENJE KOMPRIMIRANOG ZRAKA             |
| 5 | 2 MOSNE DIZALICE     | 12 | SKLADIŠTE                                   |
| 6 | KOMANDNA PROSTORIJA  | 13 | ROV ZA KABELE I CIJEVI RASHLADNE VODE       |
| 7 | PROSTORIJA ZA RELEJE |    |   |



# HE Orlovac

## LEGENDA

- 1 ČELIČNI PRIKLJUČAK NA RAČVU TLAČNOG CJEVOVODA
- 2 KUGLASTI ZATVARAČ
- 3 FRANCIS TURBINA
- 4 GENERATOR
- 5 HALA STROJARNICE
- 6 2 MOSNE DIZALICE
- 7 DIFUZORSKI TABLASTI ZATVARAČ
- 8 ROV ZA KABELE I CIJEVI RASHLADNE VODE
- 9 REGULATOR PRITISKA
- 10 DRENAŽNI ROV
- 11 ODVODNI KANAL

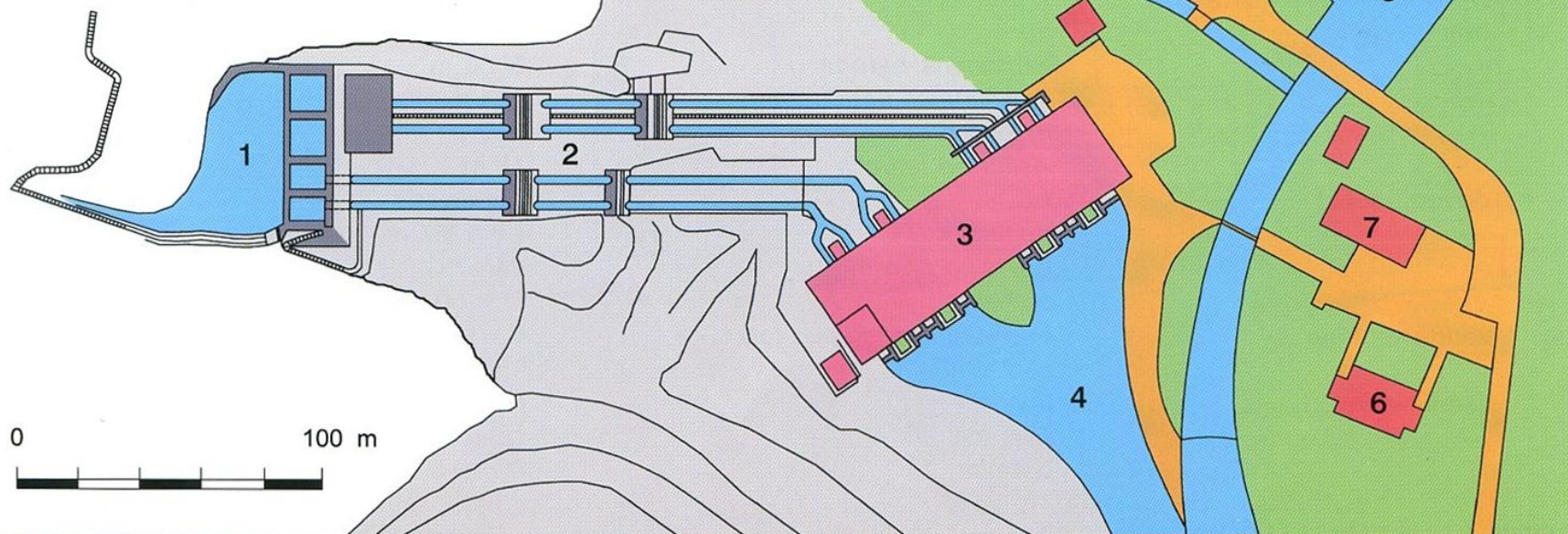




# HE Kraljevac

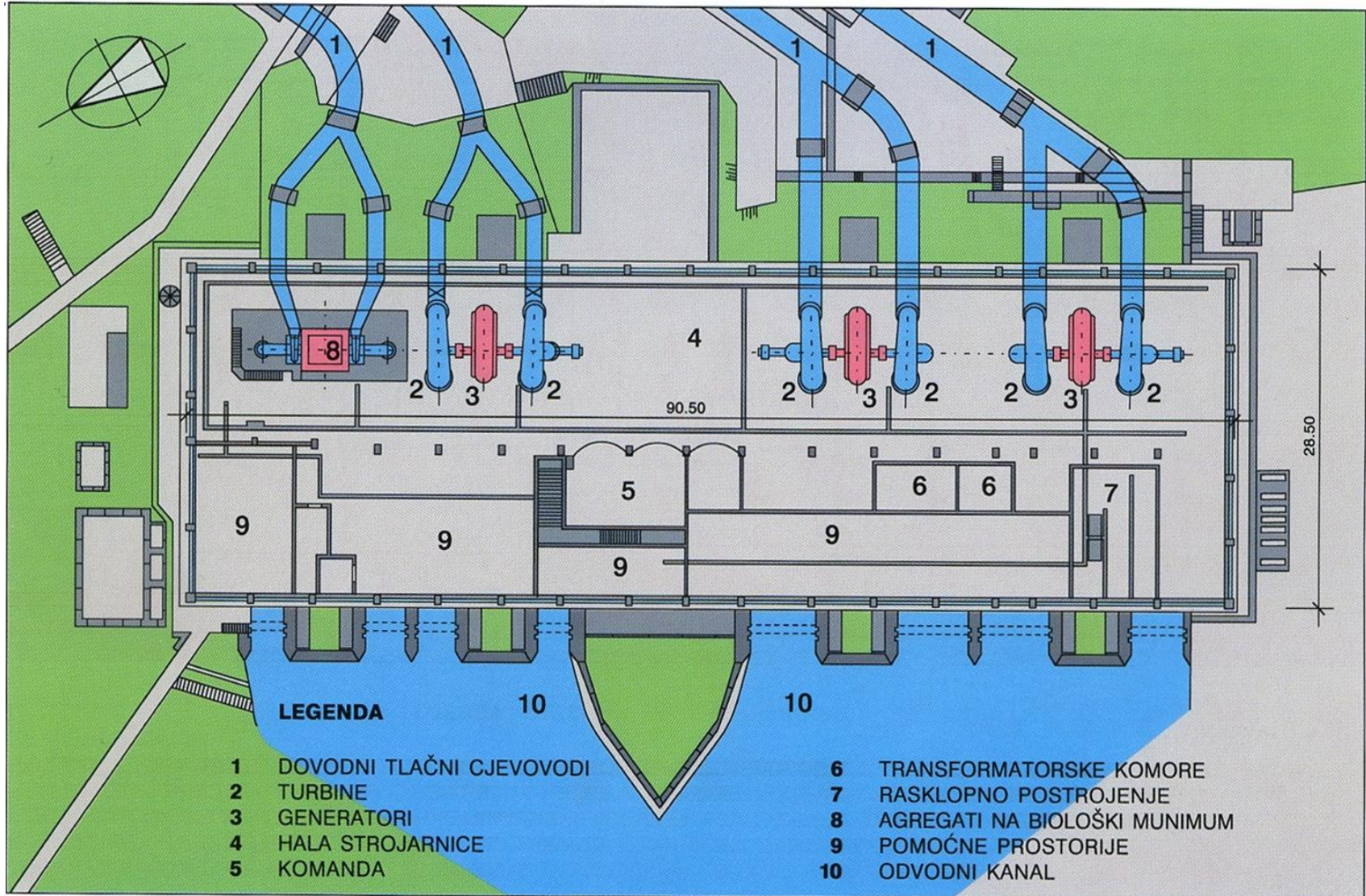
## LEGENDA

- 1 VODNA KOMORA
- 2 ČELIČNI TLAČNI CJEVOVODI
- 3 STROJARNICA
- 4 ODVODNI KANAL
- 5 POTOK KRALJEVAC
- 6 UPRAVNA ZGRADA
- 7 POMOĆNE PROSTORIJE
- 8 PRISTUPNA CESTA



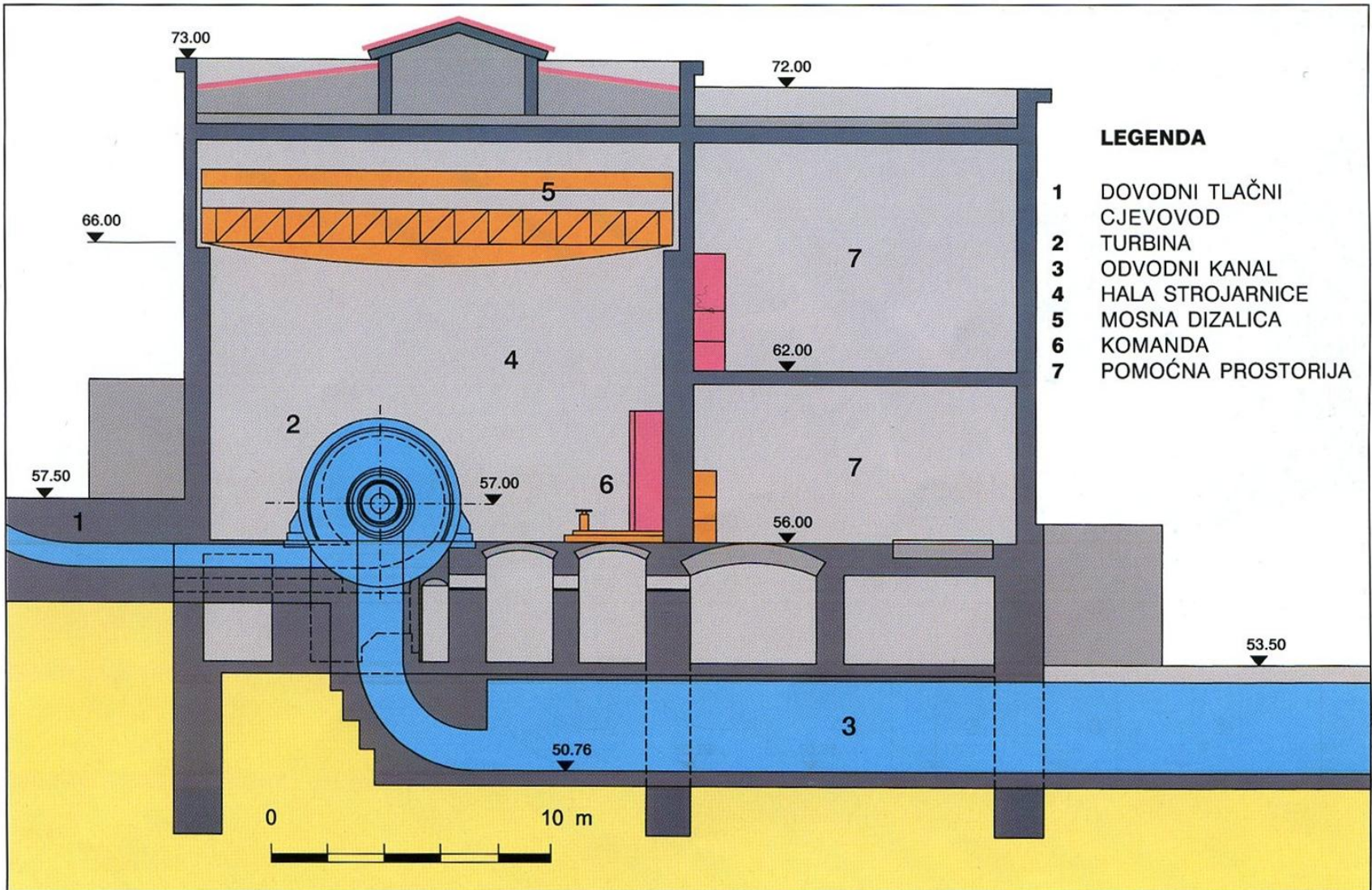


# HE Kraljevac





# HE Kraljevac



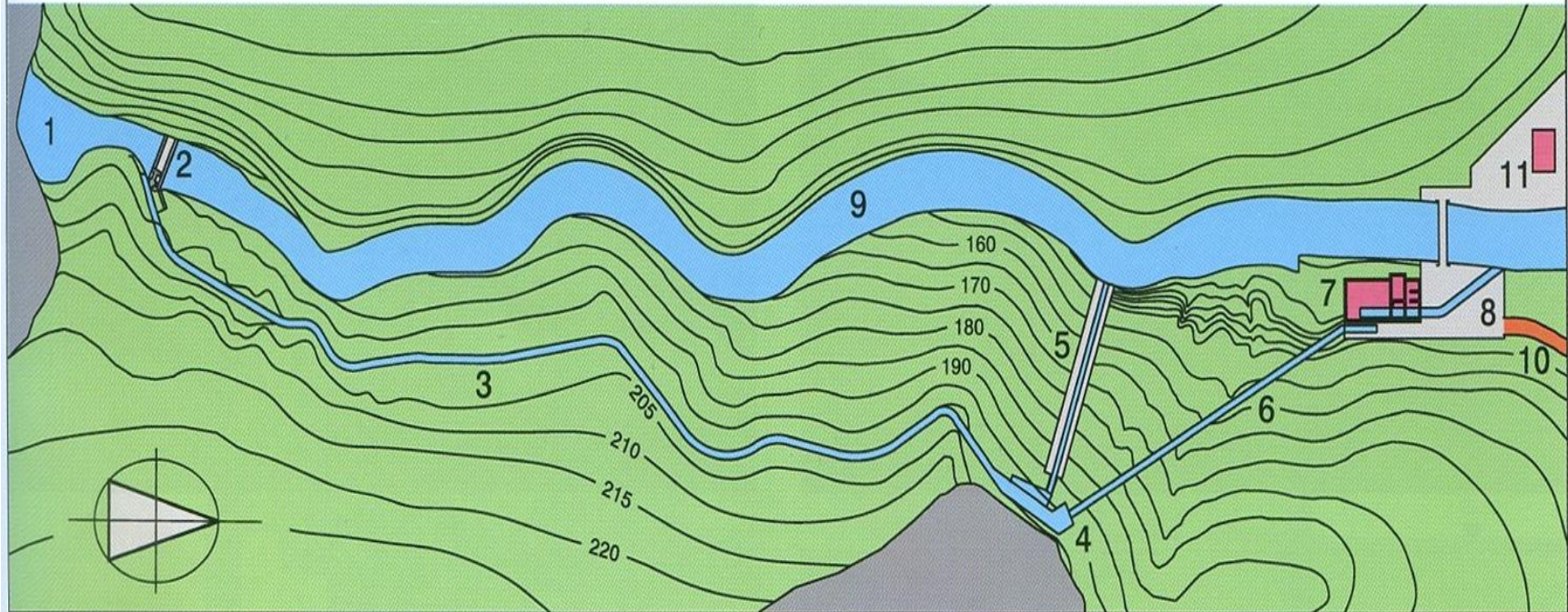


# HE Zeleni vir

Visokotlačna derivacijska HE  
Francis spiralna t.-2x0,9MW

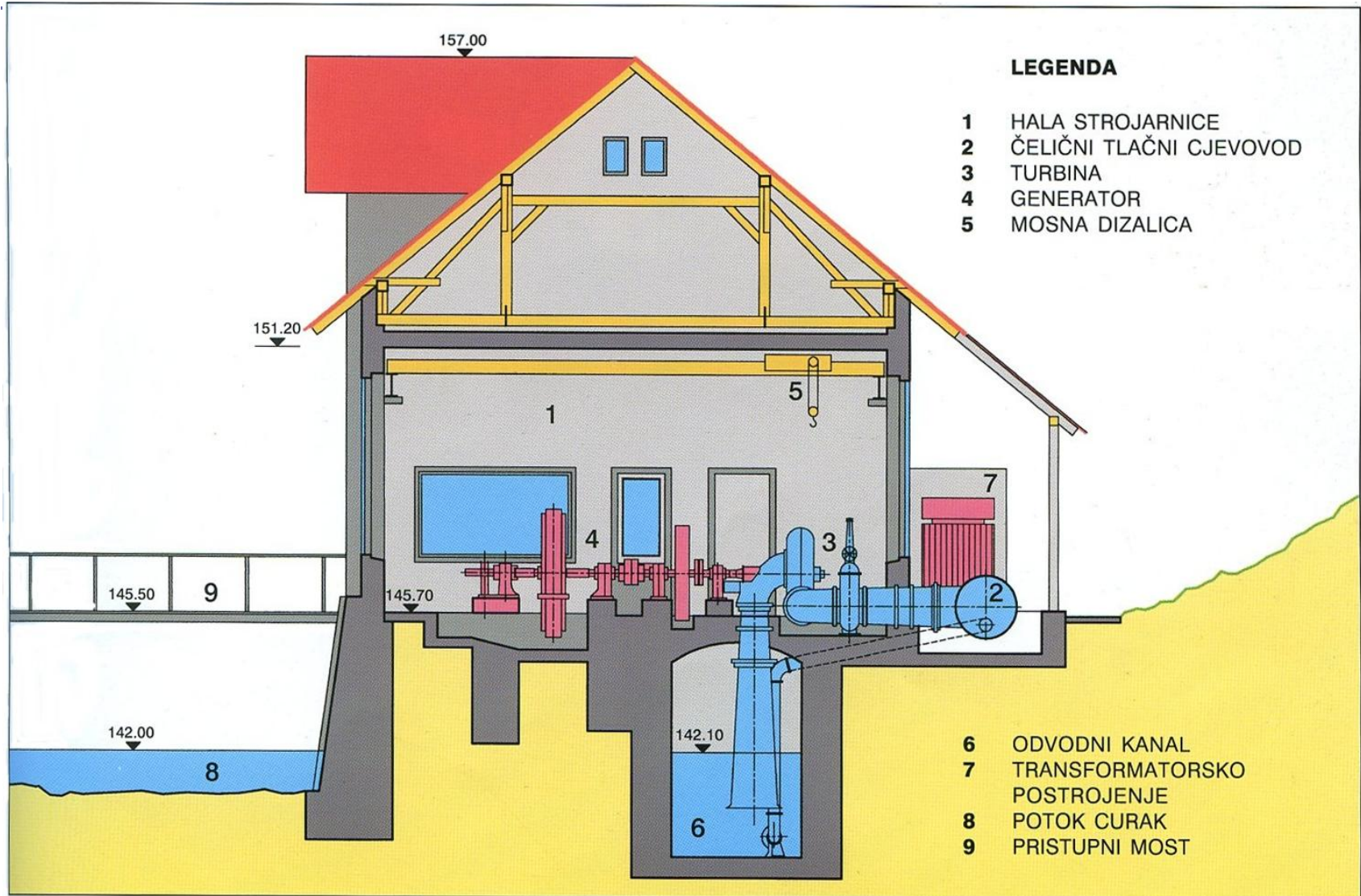
## LEGENDA

- |   |                           |    |                           |
|---|---------------------------|----|---------------------------|
| 1 | IZVORSKO JEZERCE U ŠPILJI | 6  | ČELIČNI TLAČNI CJEVOVOD   |
| 2 | ZAHVATNA GRAĐEVINA        | 7  | STROJARNICA               |
| 3 | DOVODNI KANAL             | 8  | ODVODNI KANAL             |
| 4 | VODNA I ZASUNSKA KOMORA   | 9  | POTOK CURAK               |
| 5 | PRELJEV                   | 10 | PRISTUPNA CESTA ELEKTRANI |
|   |                           | 11 | PLANINARSKI DOM           |



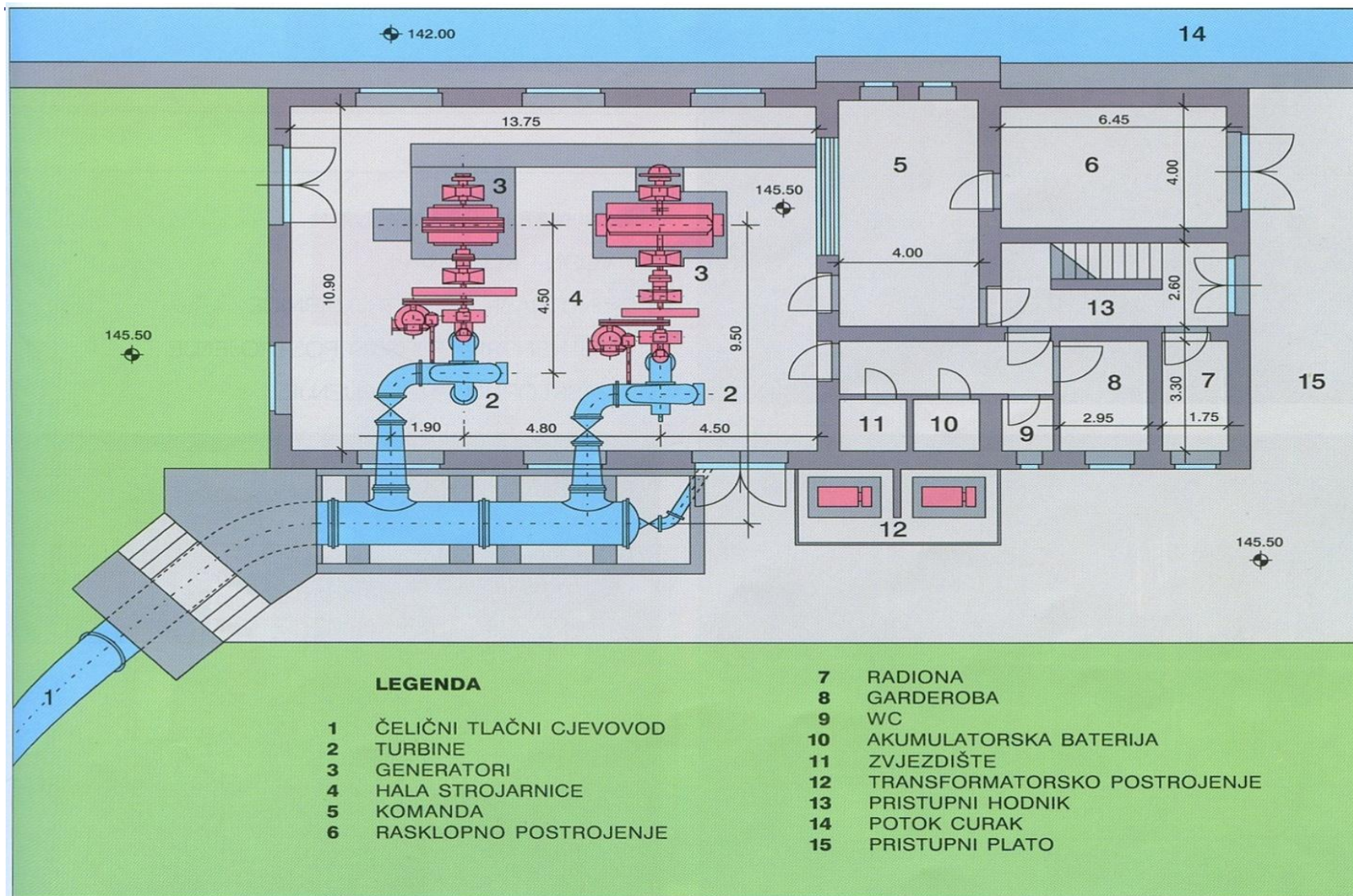


# HE Zeleni vir





# HE Zeleni vir



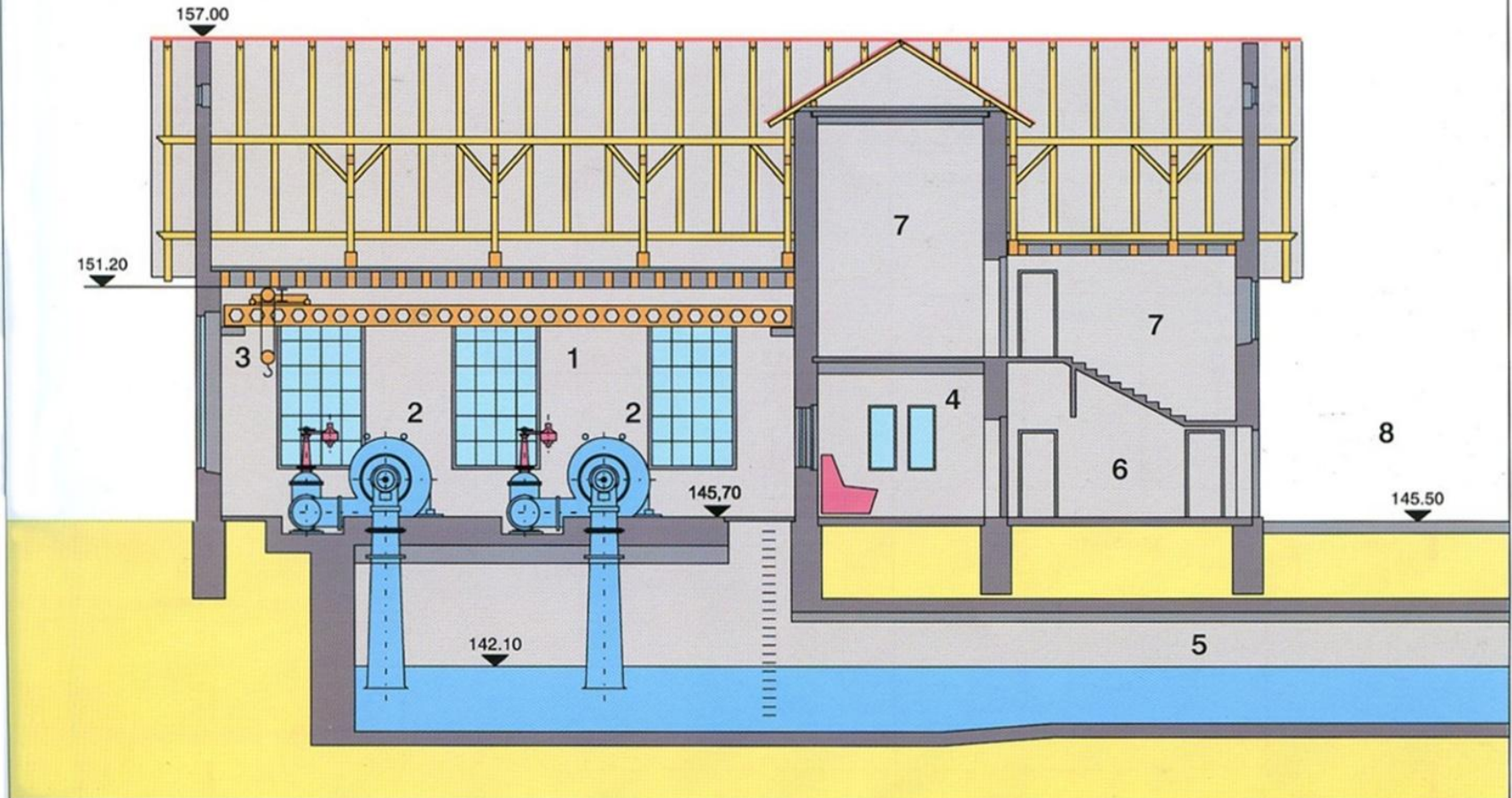
# HE Zeleni vir

## LEGENDA

1 HALA STROJARNICE  
2 TURBINE  
3 MOSNA DIZALICA

4 KOMANDA  
5 ODVODNI KANAL  
6 PRISTUPNI HODNIK

7 POMOĆNE PROSTORIJE  
8 PRISTUPNI PLATO





# PODZEMNE STROJARNICE

## Geološki i hidrogeološki uvjeti

- Vrsta i struktura stijene
- Pad i pružanje slojeva
- Stanje podzemnih voda

## Švedski tip

- TLAČNI DOVOD JE KRATAK
- BEZ GORNJE VODNE KOMORE
- ODVOD DUGAČAK
- Stijene male vodopropusnosti i izuzetno dobre geotehničke karakteristike

## Švicarski- alpski ili dinarski tip

- TLAČNI DOVOD JE DUGAČAK
- VODNA KOMORA NA KRAJU DOVODA
- ODVOD KRATAK
- Vapnenačke stijene, masivi veće vodopropusnosti

## Talijanski tip

## Norveški tip

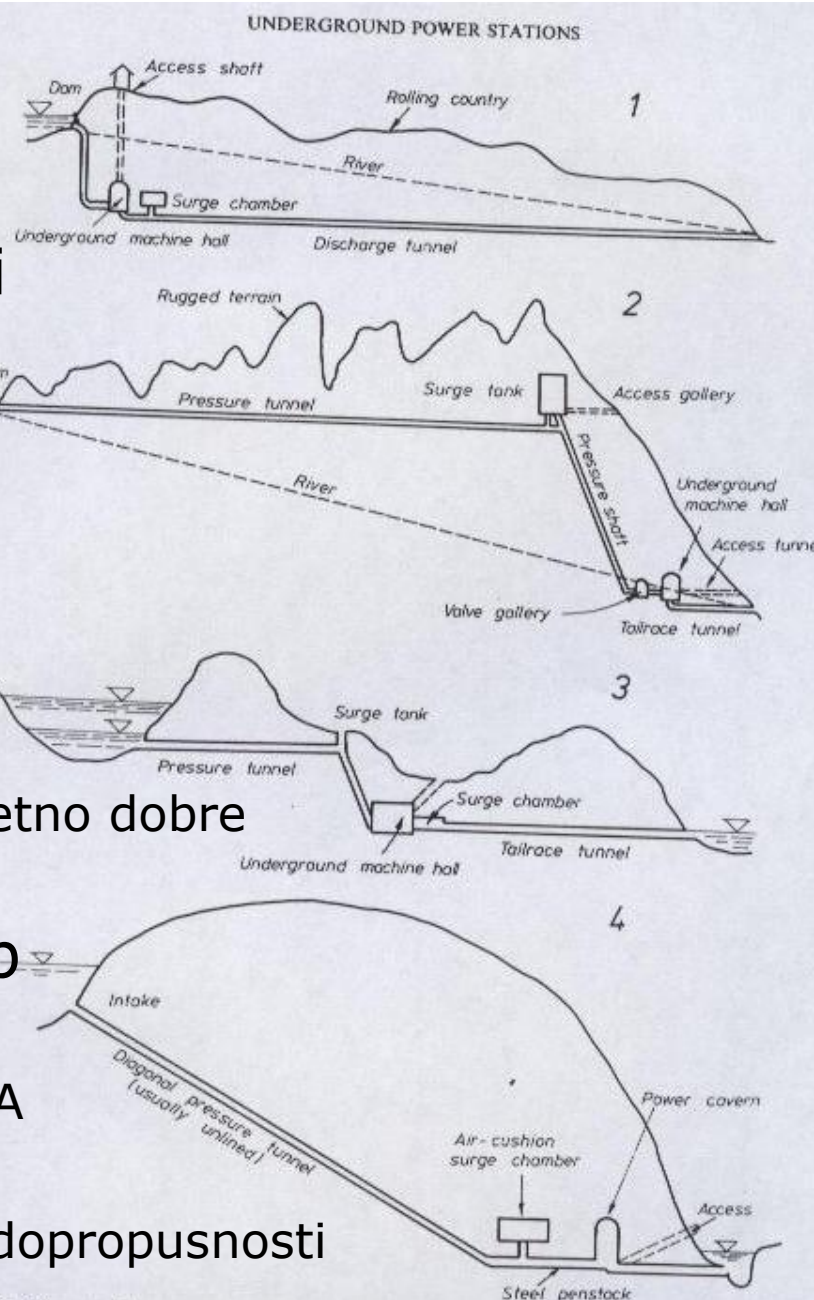
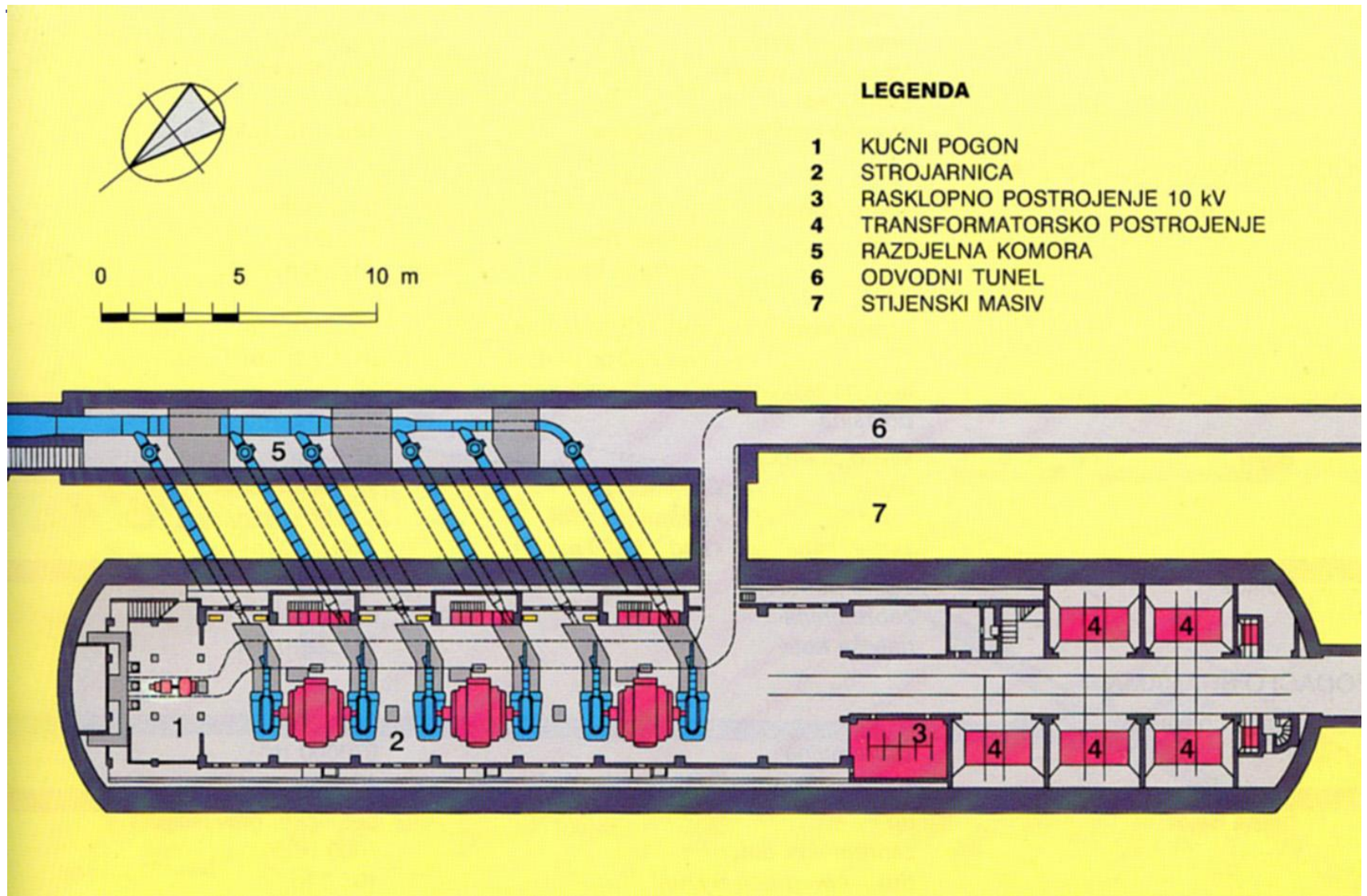


Fig. 9/96. Characteristic types of underground developments. Downwards: 1 — upstream station arrangement (so-called Swedish type), 2 — downstream station arrangement (so-called Swiss type), 3 — intermediate location of the station (Italian arrangement), 4 — diagonal tunnel alignment with air-cushion surge tank (Norwegian solution)



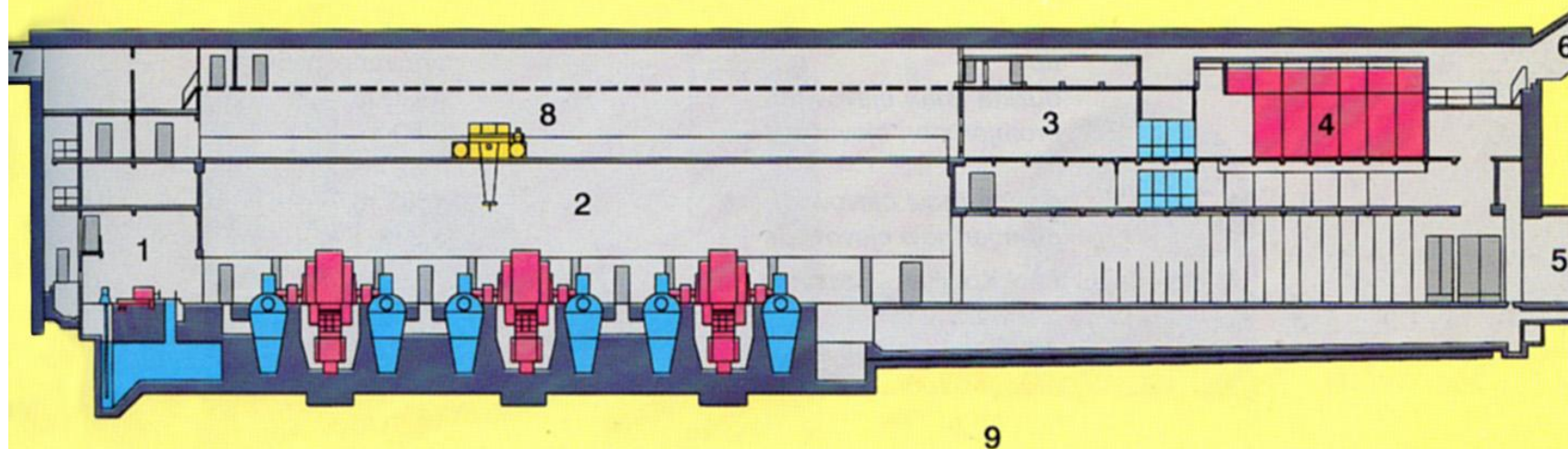
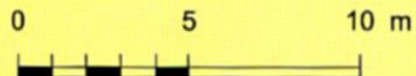
# PODZEMNE STROJARNICE u RH HE Vinodol



# PODZEMNE STROJARNICE u RH HE Vinodol

## LEGENDA

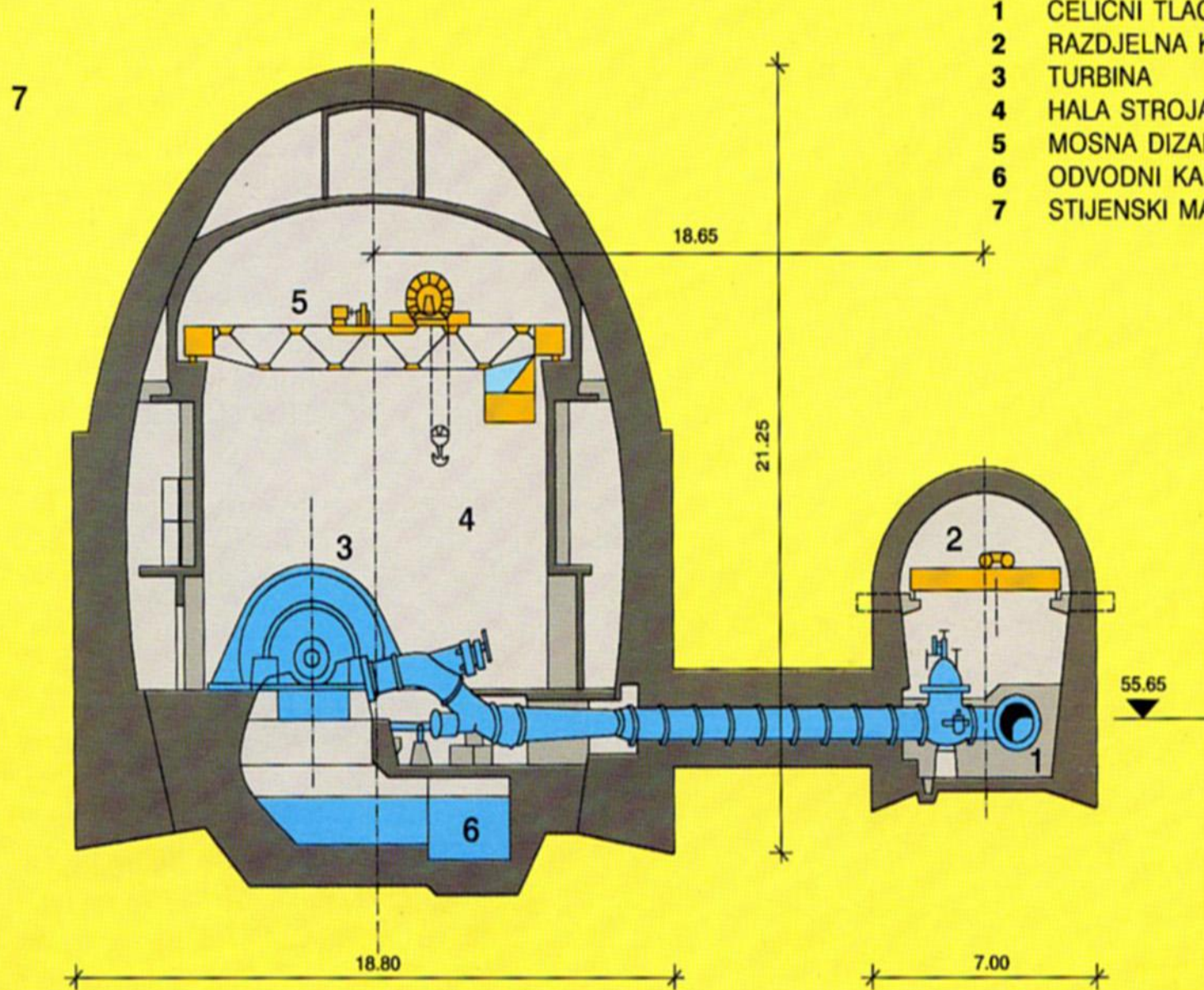
- 1 KUĆNI POGON
- 2 HALA STROJARNICE
- 3 KOMANDA
- 4 RASKLOPNO POSTROJENJE 30kV
- 5 PRISTUPNI TUNEL
- 6 KABELSKI ROV
- 7 VENTILACIJSKI ROV
- 8 MOSNA DIZALICA
- 9 STIJENSKI MASIV



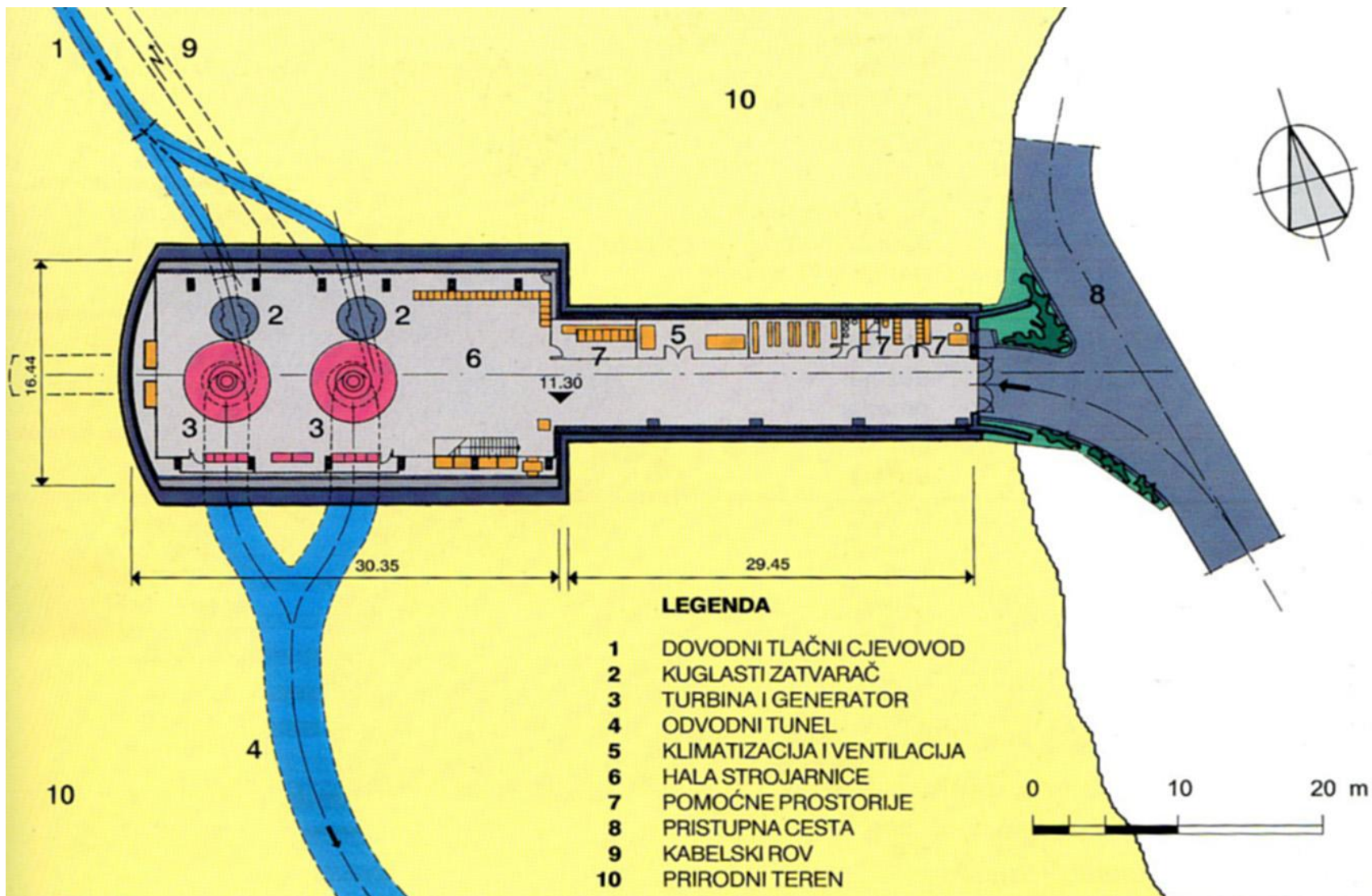


## LEGENDA

- 1 ČELIČNI TLAČNI CJEVOVOD
- 2 RAZDJELNA KOMORA
- 3 TURBINA
- 4 HALA STROJARNICE
- 5 MOSNA DIZALICA
- 6 ODVODNI KANAL
- 7 STIJENSKI MASIV

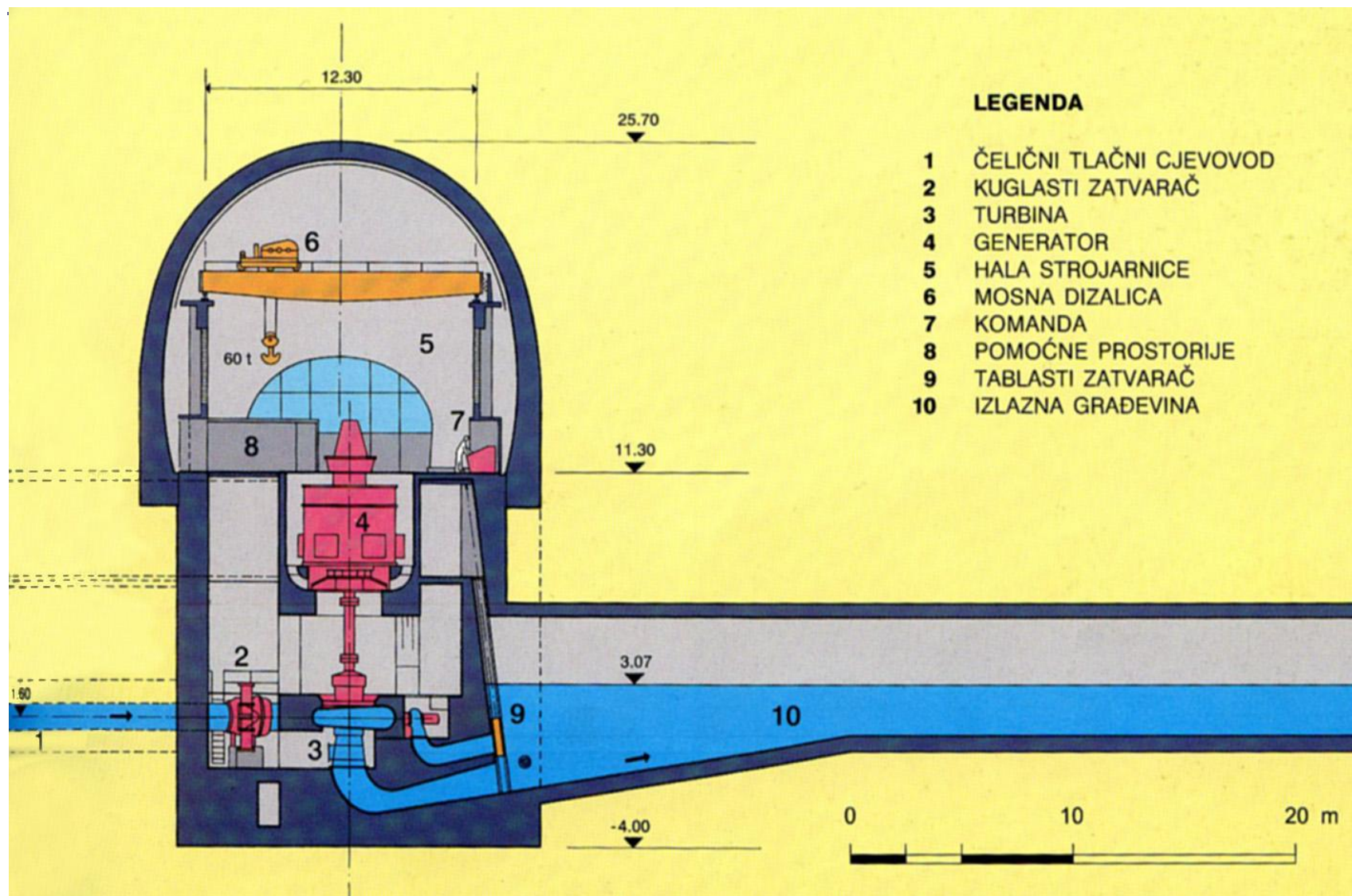


# PODZEMNE STROJARNICE u RH – HE RIJEKA



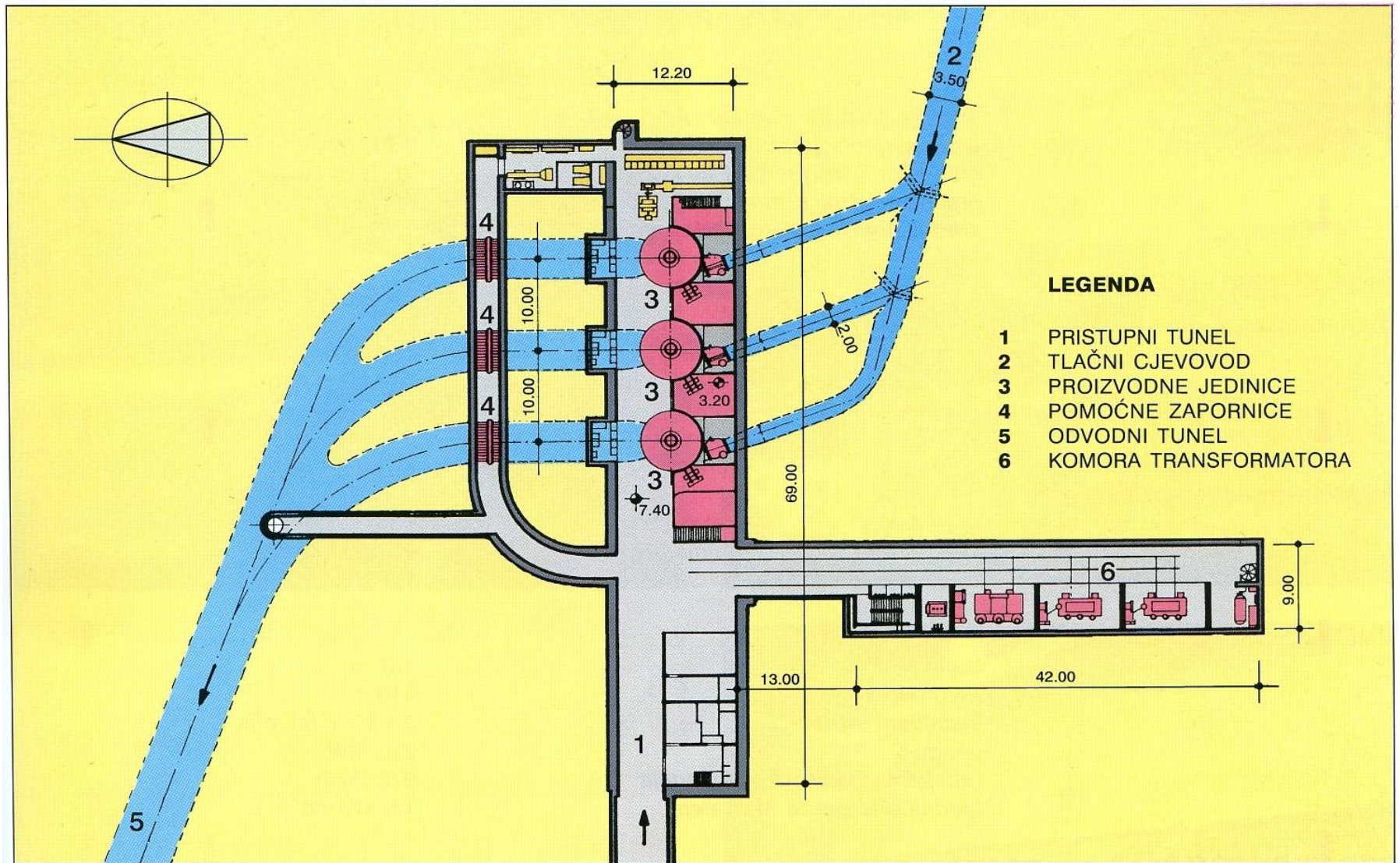


# PODZEMNE STROJARNICE u RH – HE RIJEKA



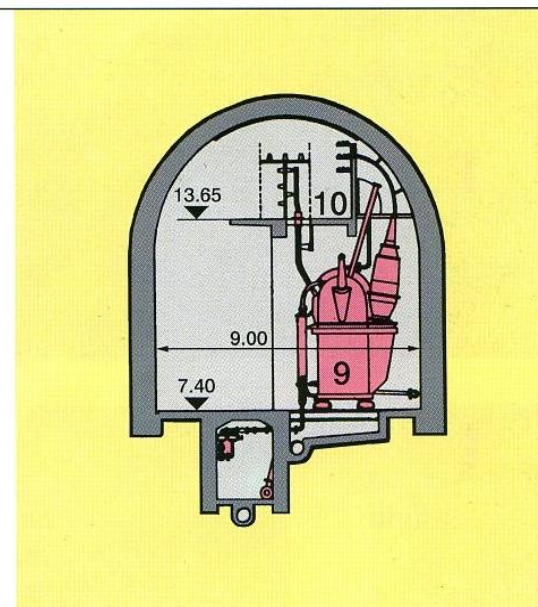
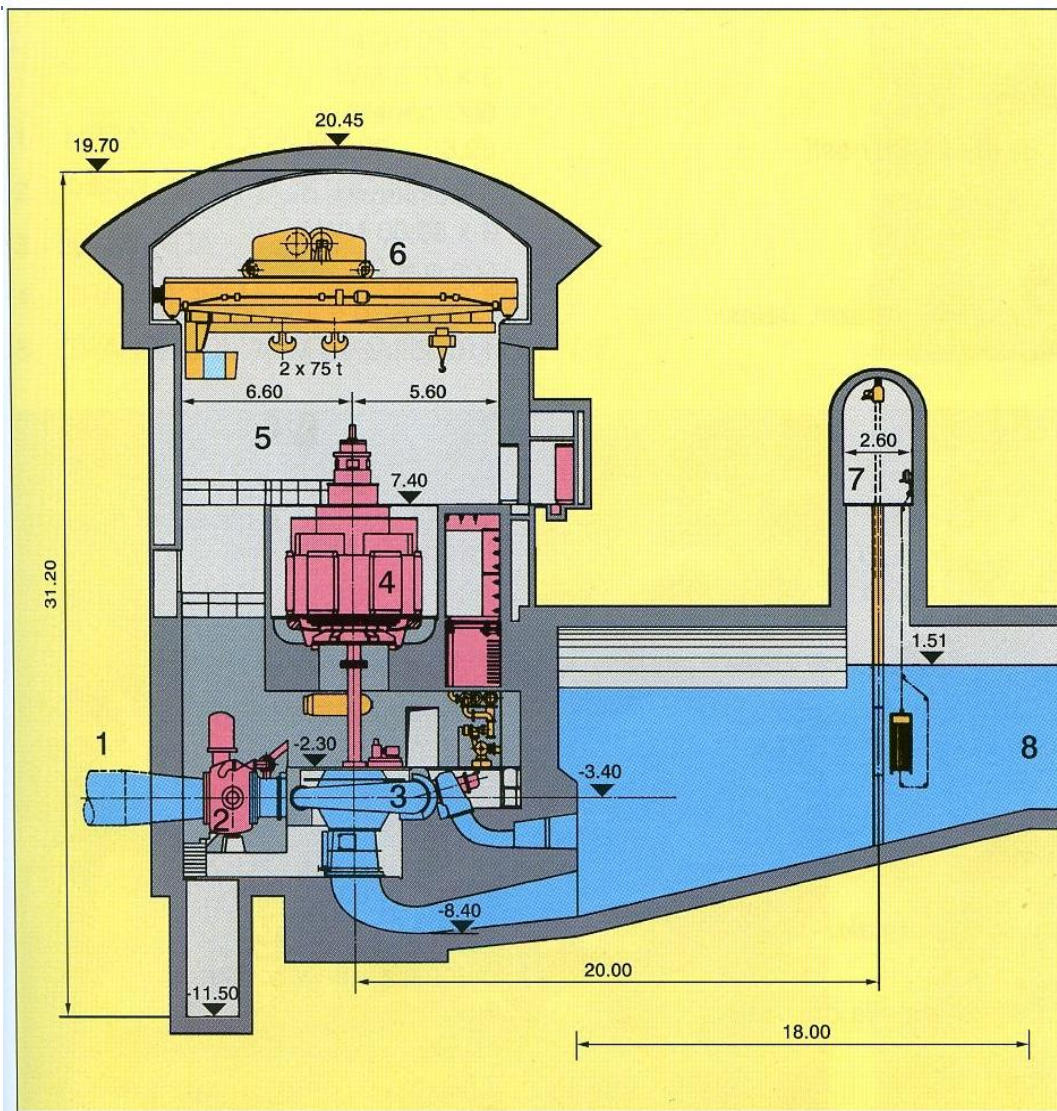


# PODZEMNE STROJARNICE u RH – HE SENJ





# PODZEMNE STROJARNICE u RH – HE SENJ



## LEGENDA

- 1 TLAČNI CJEVOVOD
- 2 KUGLASTI ZATVARAČ
- 3 TURBINA
- 4 GENERATOR
- 5 HALA STROJARNICE
- 6 MOSNA DIZALICA
- 7 DIFUZORSKI ZATVARAČ
- 8 ODVODNI TUNEL
- 9 BLOK TRANSFORMATOR
- 10 RASKLOPNO POSTROJENJE

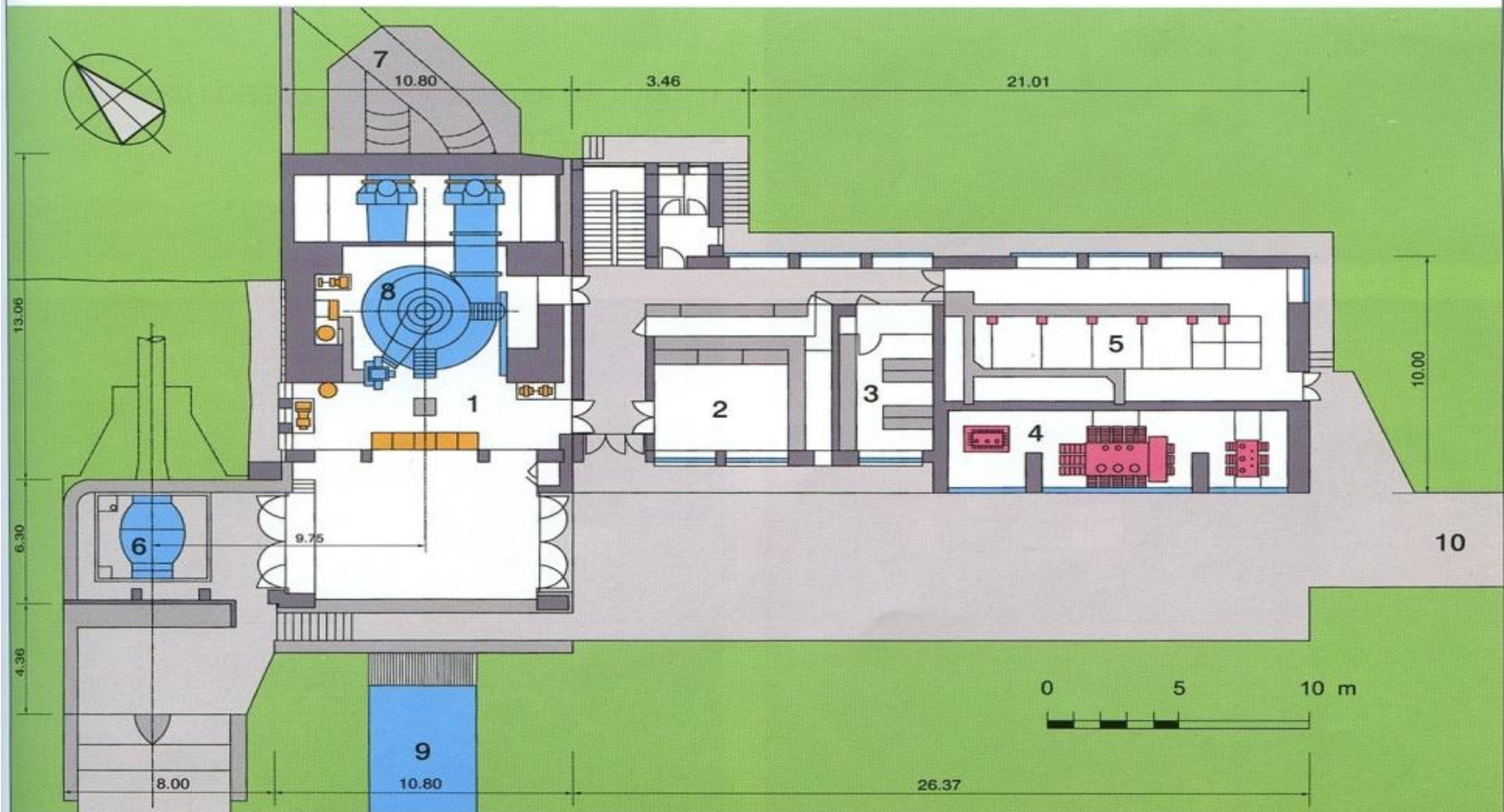


# REVERZIBILNE HE – HE FUŽINE

## LEGENDA

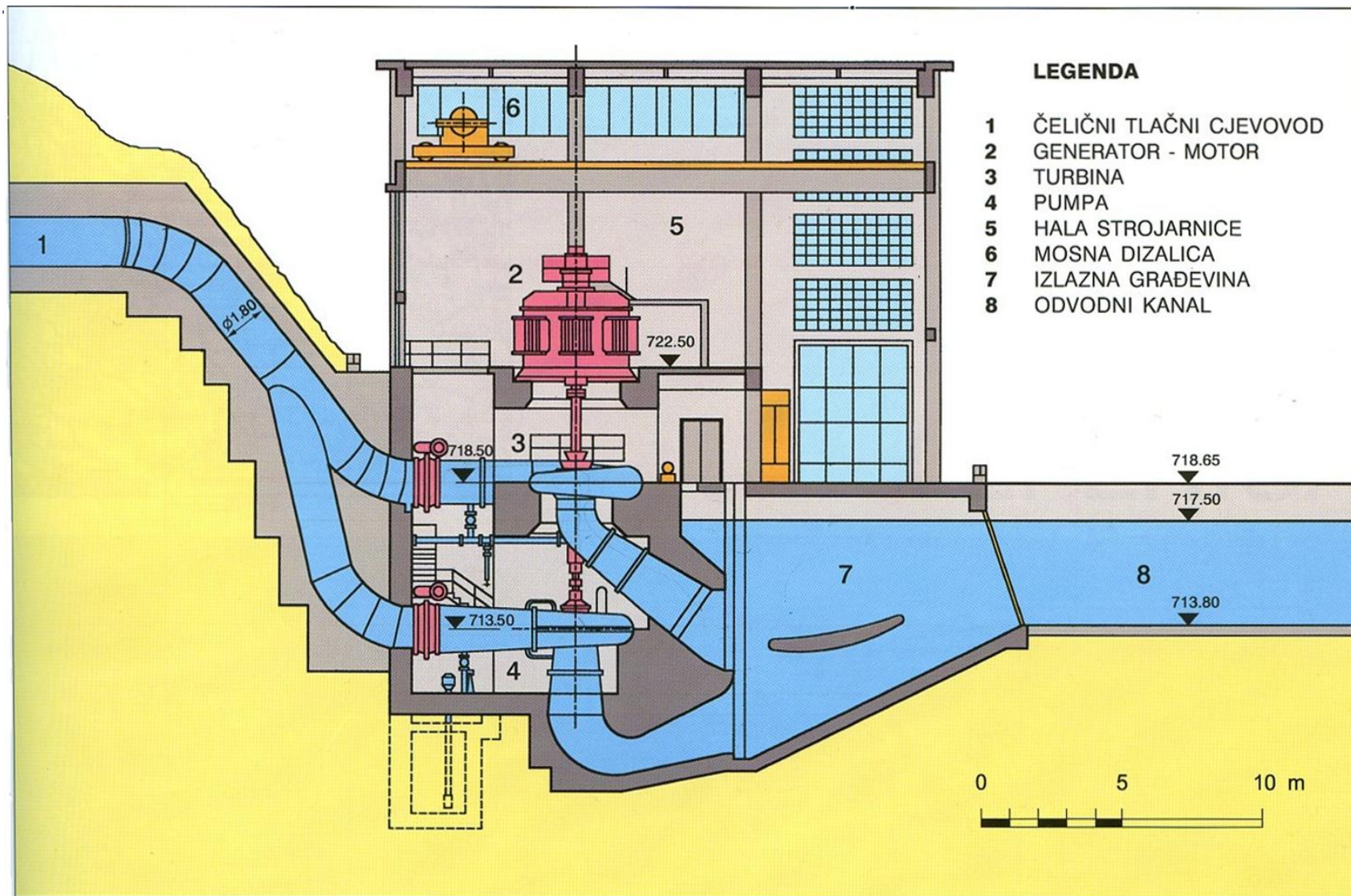
- 1 HALA STROJARNICE
- 2 RADIONICE
- 3 GARDEROBA
- 4 TRANSFORMATORSKO POSTROJENJE

- 5 RASKLOPNO POSTROJENJE
- 6 TEMELJNI ISPUST
- 7 ČELIČNI TLAČNI CJEVOVOD
- 8 TURBINA
- 9 ODVODNI KANAL
- 10 PRISTUPNA CESTA

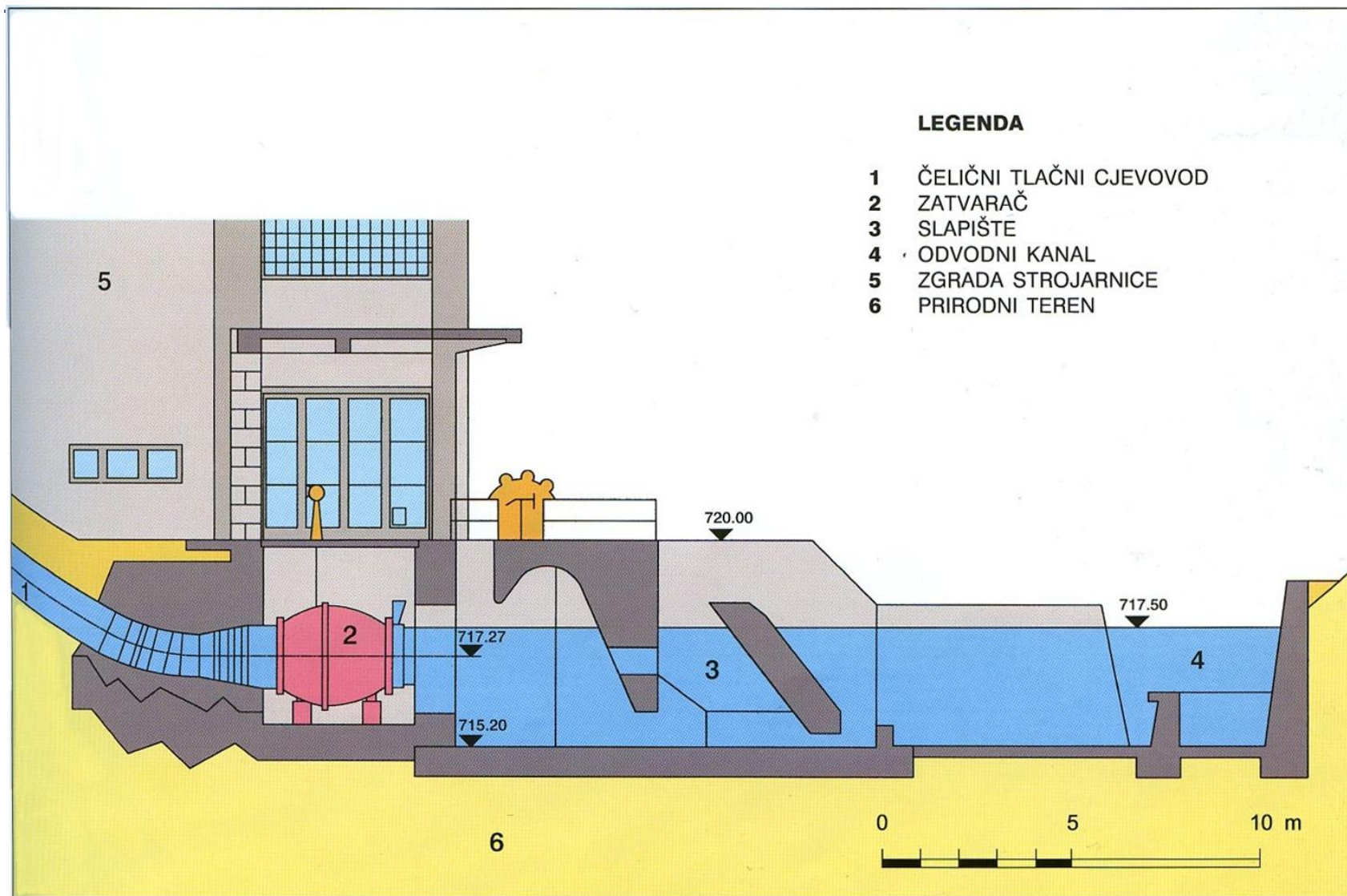




# REVERZIBILNE HE – HE FUŽINE



# REVERZIBILNE HE – HE FUŽINE

















ЛЭНА

ENERGIEGESELLSCHAFT MBH

