HYDRO AND EOLIC PLANTS

ESF II project of the University of West Bohemia in Pilsen, reg. number: CZ.02.2.69/0.0/0.0/18_056/0013239



EUROPEAN UNION
European Structural and Investment Funds
Operational Programme Research,
Development and Education



Disposition of the hydro power plant

Milan Bělík

Legislation (Czech republic)

- **254/2001 Sb. Vodní zákon (25.07.2001)**
- **183/2006 Sb. Stavební zákon (1.1.2007)**

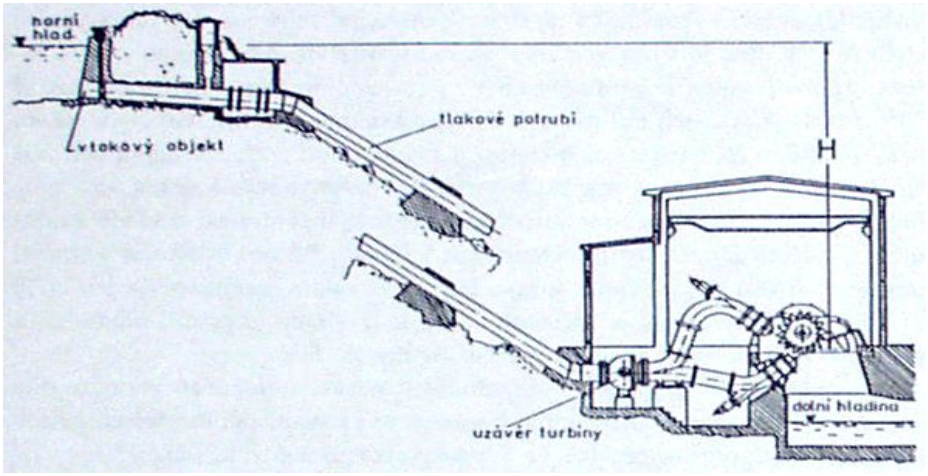
- **ČSN 73 6881 – Malé vodní elektrárny, základní požadavky (1.1.1986 – 30.11.2010)**
- **ČSN 75 0128 - Vodní hospodářství. Názvosloví využití vodní energie (1.6.1989 – 30.6.2009)**
- **ČSN 83 0917 - Ochrana vody před ropnými látkami (1.9.1978 – 31.1.1995)**
- **ČSN 08 5000 - Názvosloví vodních turbín (1.12.1986)**

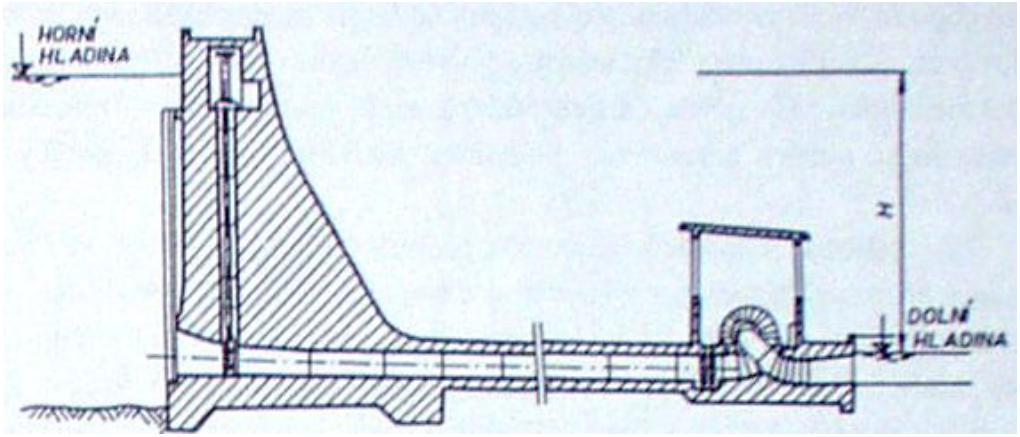
- **ČSN 75 2601 - Malé vodní elektrárny - Základní požadavky (1.12.2010)**
- **ČSN 75 0101 - Vodní hospodářství - Základní terminologie (1.10.2003)**
- **ČSN třídy 75 – Vodní hospodářství**
- **ČSN třídy 33 – Elektrotechnika - elektrotechnické předpisy**
- **ČSN třídy 34 – Elektrotechnika - bezpečnost**
- **ČSN třídy 35 – Elektrotechnika – stroje a výkonová elektronika**
- **ČSN třídy 36 – Elektrotechnika - osvětlování**
- **ČSN třídy 37 – Elektrotechnika - energetika**
- **ČSN třídy 38 – Elektrotechnika – požární bezpečnost**

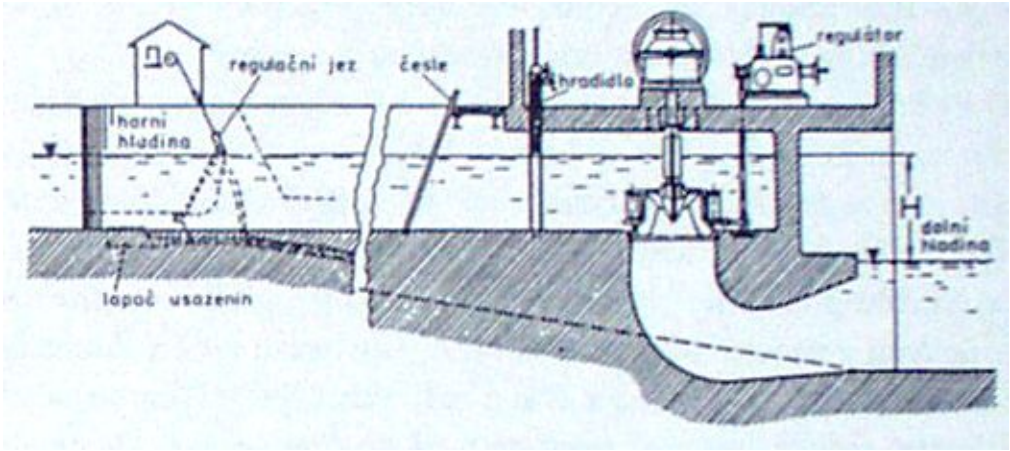
Classification of hydro plants

- small hydro plant (MVE): <10 MW
- middle hydro plant: 10-200MW
- large hydro plant: >200 MW

- low pressure: head <20 m
- middle pressure: head 20-100 m
- high pressure: head >100 m


horní hlad.
tlakové potrubí
vtokový objekt
H
dolní hladina
uzávěr turbíny


HORNÍ HLADINA
H
DOLNÍ HLADINA


regulační jez
česle
hradidla
regulátor
horní hladina
H
dolní hladina
lapač usazenin

Characteristics of small hydro (MVE)

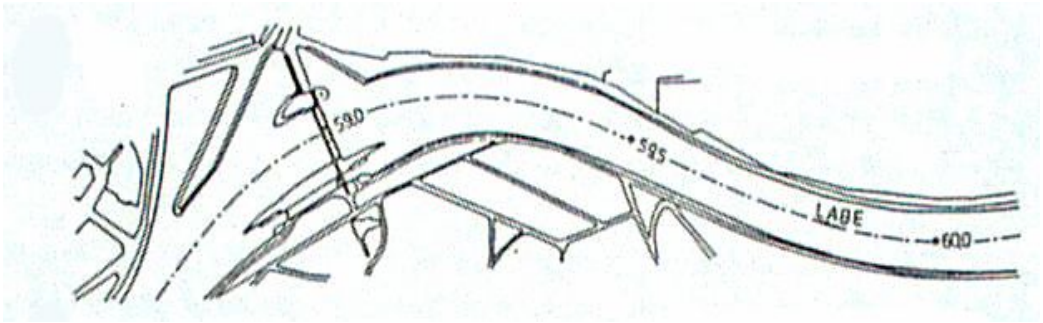
- **industrial - MW**
- **domestic (mini) – 10 – 100 kW**
- **micro – 1 – 10 kW**

Locations for MVE

Víceúčelové využívání vodního díla

- omezené vodní zdroje a zásoby
- regulace toku (sezónní, záplavy)
- lodní doprava
- energetika

- dispoziční řešení
  - zdymadlo - složité prostorové proudění
  - morfologické změny koryta
  - ledové jevy



přelom 19. a 20. stol.

jez za vrcholem oblouku

MVE v zářezu na vnějším oblouku

– malá účinnost turbín

plavební komory uvnitř oblouku

- špatná navigace - snášení

20. – 30. léta 20. stol.

rovnoběžné osy všech objektů (přímý úsek)

MVE u jednoho břehu

plavební komora u druhého břehu

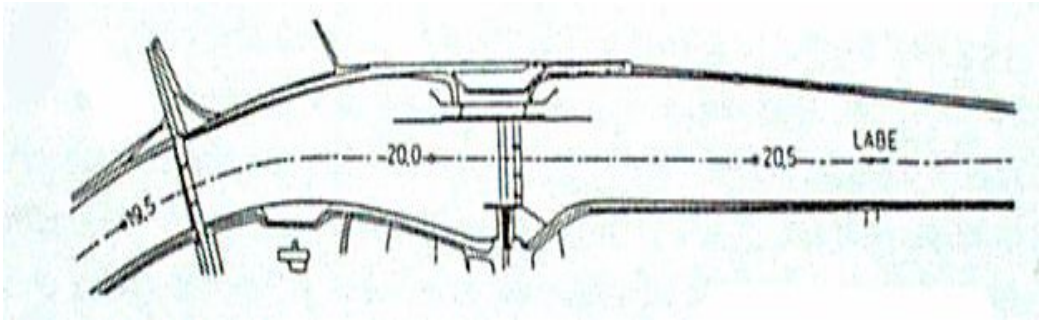
-víry a příčné proudění u vstupu do rejdy

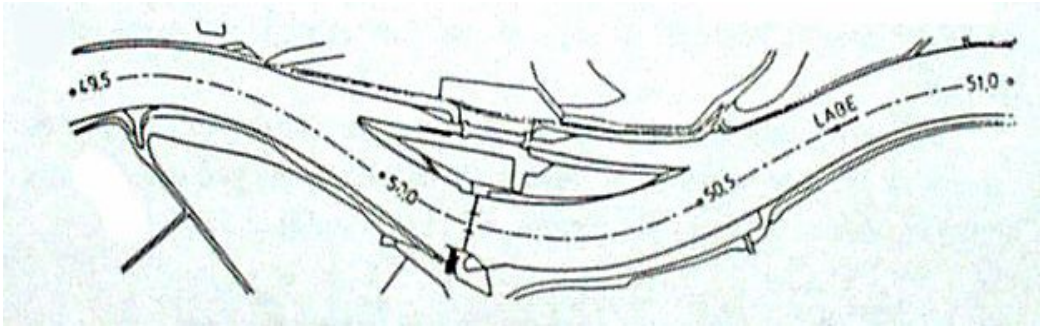
-různý průtok jezových polí

-nesymetrické zatížení podjezí i nadjezí

-splaveniny, náplavy pod komorou

-snížená účinnost turbín





nejmodernější řešení

jez za vrcholem oblouku

přirozená nebo umělá vlnovka toku

MVE na vnějším oblouku

- natočený vtok a výtok

plavební komora na průplavu uvnitř oblouku

-ustí proti vnitřním protihlehlým obloukům

-velká vzdálenost komory a jezu – dálkové řízení

-zamrzání a zanášení dlouhých rejd



Provozování hydroelektrárny

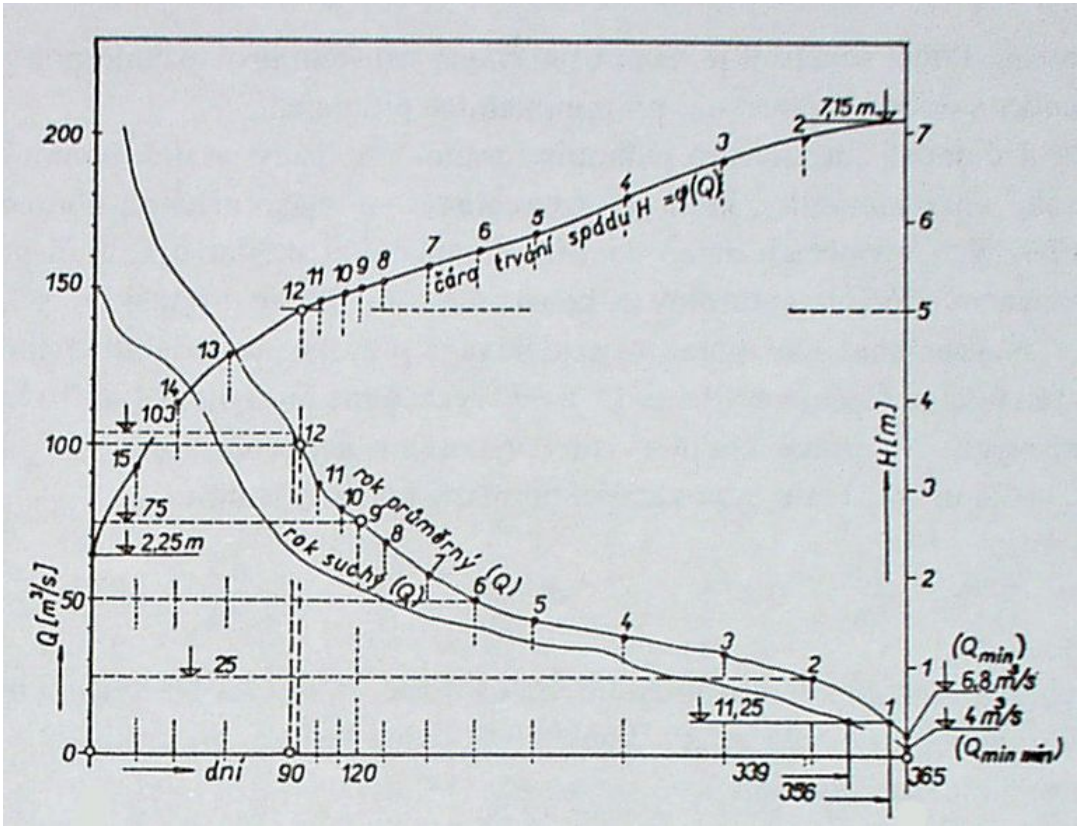
- environmentální aspekty
  - změna mikroklimatu
  - ovlivnění vodního toku
  - vliv na krajinu

- víceúčelové využívání vodního díla
  - omezené vodní zdroje
  - omezené vodní zásoby

- Konvenční průtočná hydroelektrárna
- Přehradní hydroelektrárna
- Akumulační hydroelektrárna
- Přečerpávací hydroelektrárna

Curve of the head

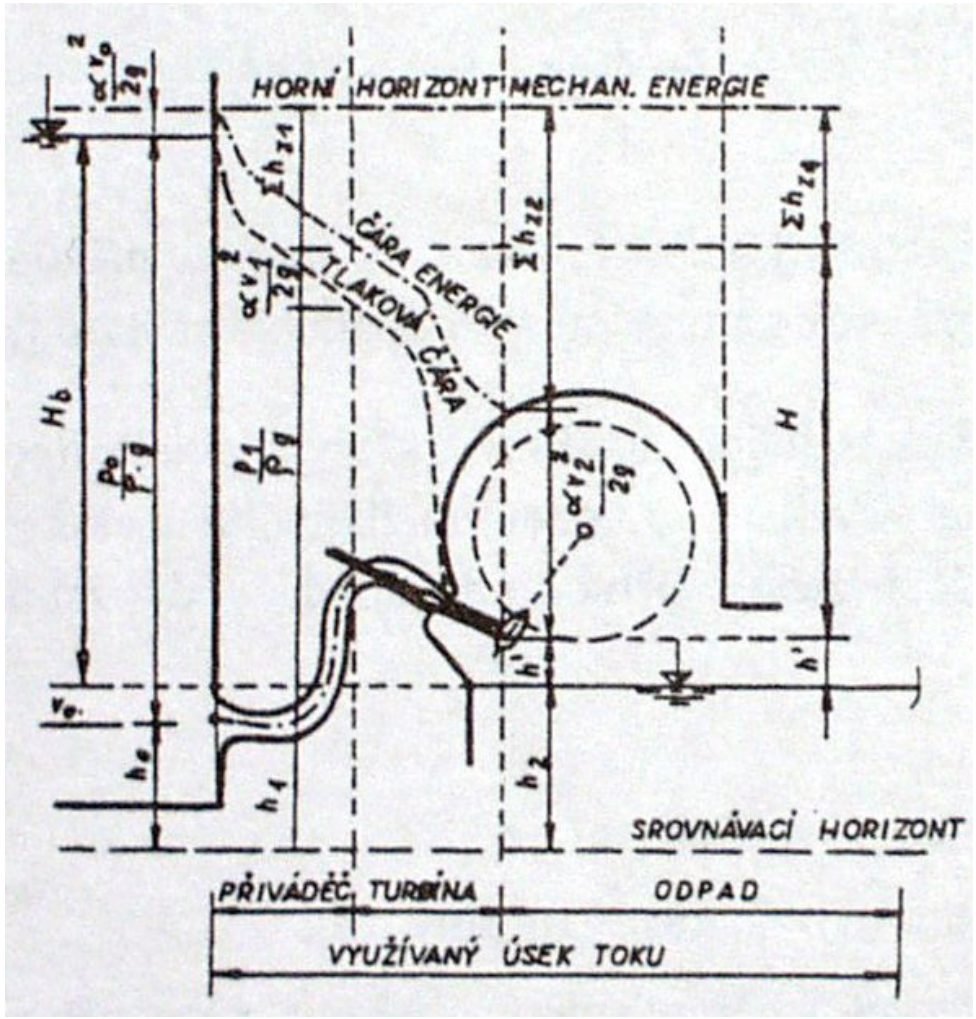
- flow conditions
- manipulation of the weir



The head of action turbine

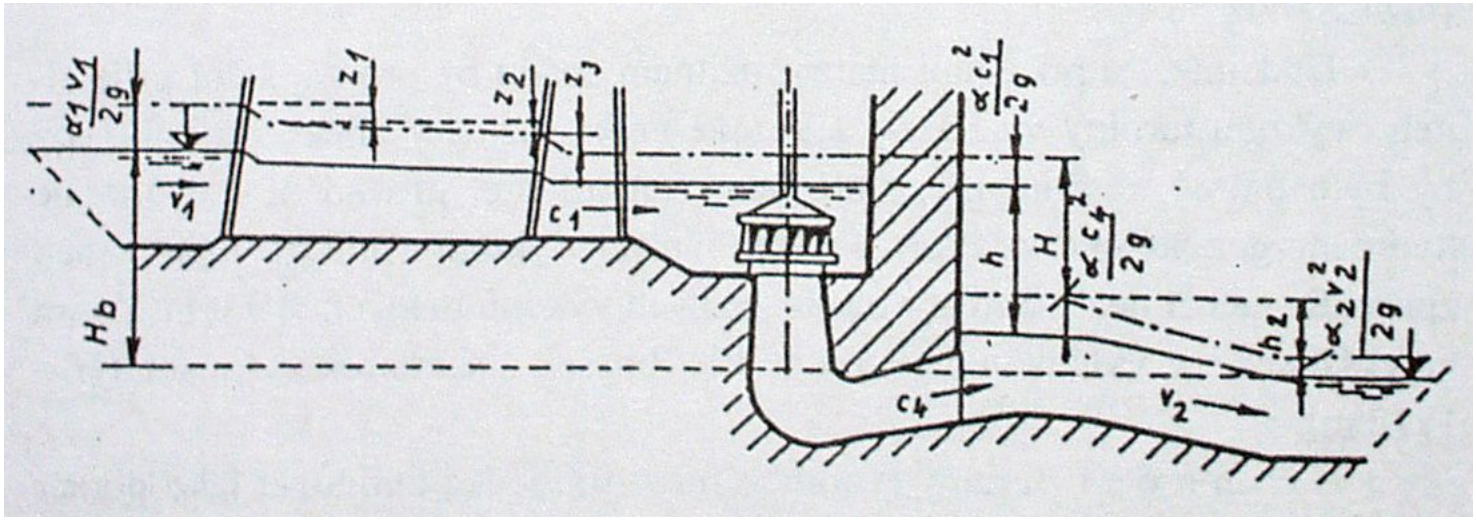
$$H = H_b + \frac{\alpha_0 . v_0^2}{2 . g} - \sum h_{z_1} - h'$$

$$E = y + \frac{\alpha v^2}{2g} = y + \frac{\alpha Q^2}{2gS^2}$$



The head of reaction turbine

$$H = H_b + \frac{\alpha_1 \cdot v_1^2 - \alpha_2 \cdot v_2^2}{2 \cdot g} - \sum h_{Z_{1-n}}$$



Hydro power plant

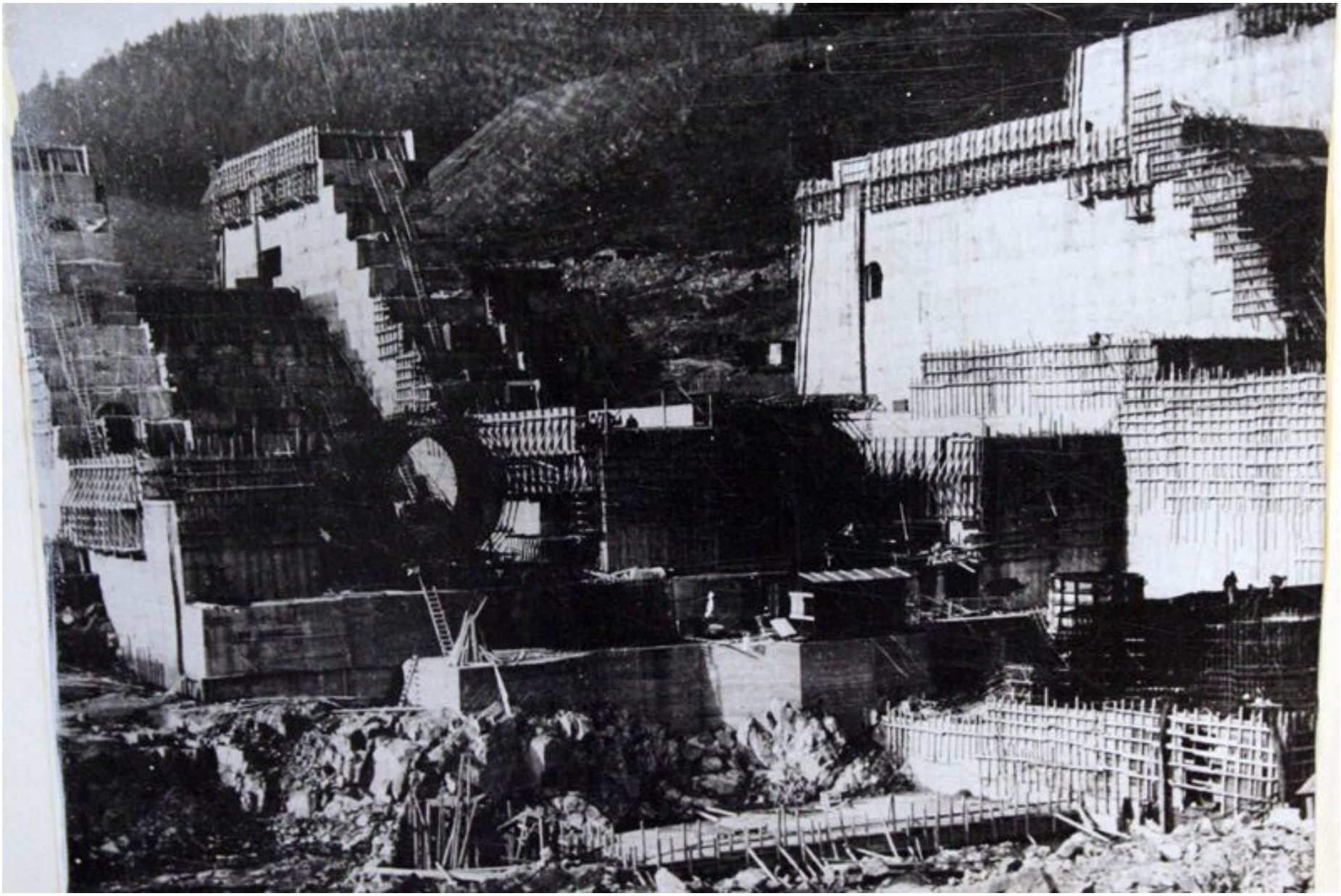
- **diversion devices**
- **intake, discharge**
- **intake pipe**
- **machinery**
- **Hydraulic engine**
- **Regulation**
- bypass

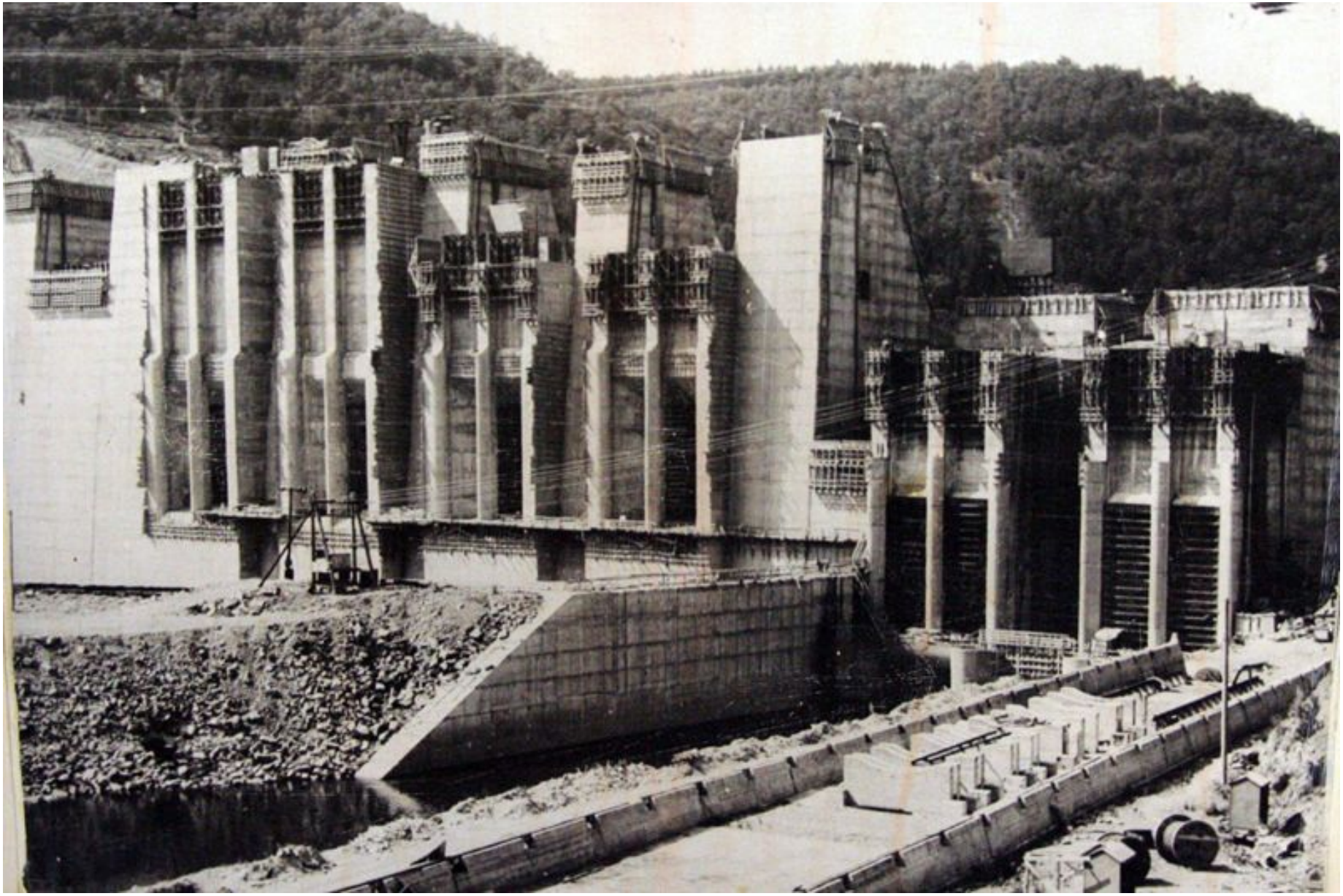


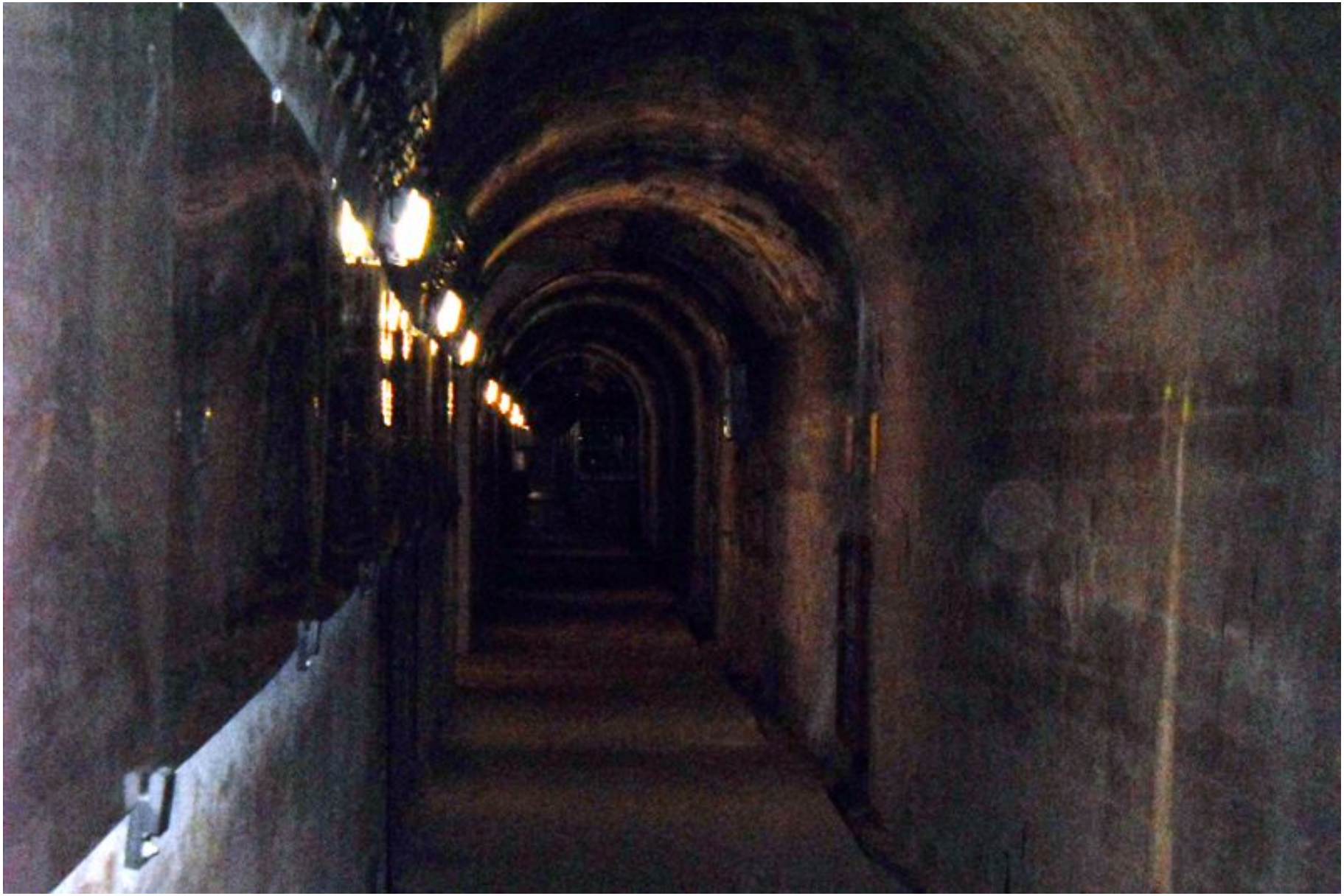


















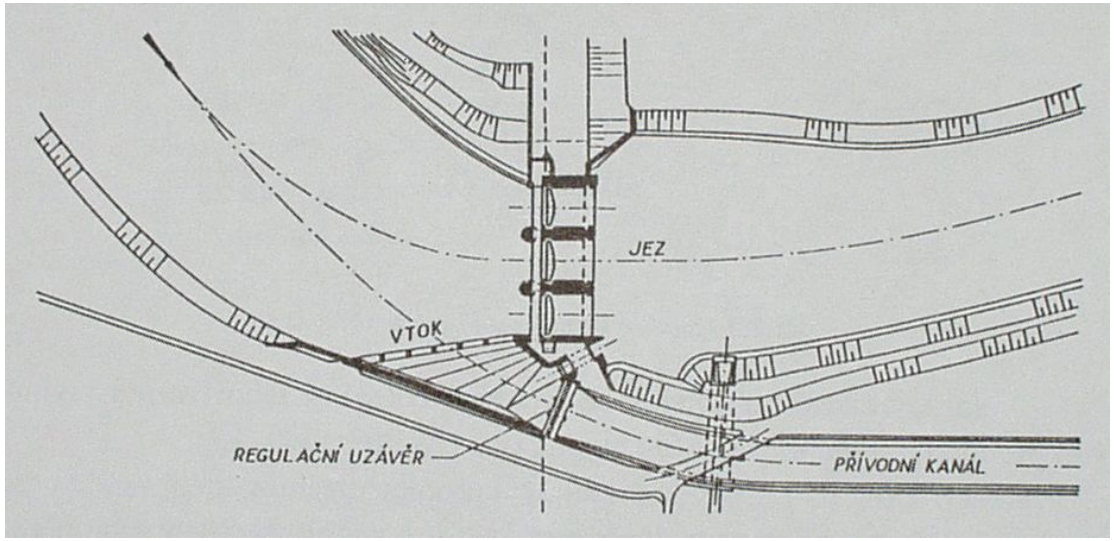


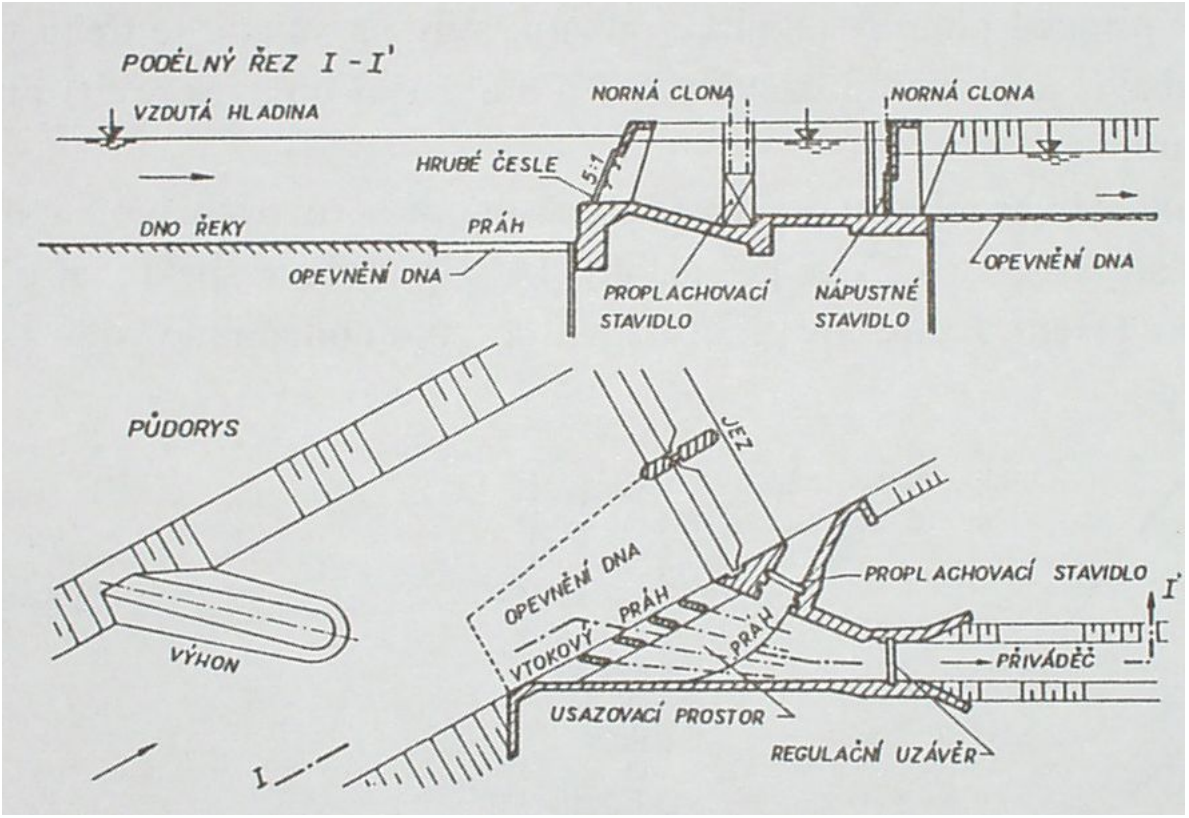




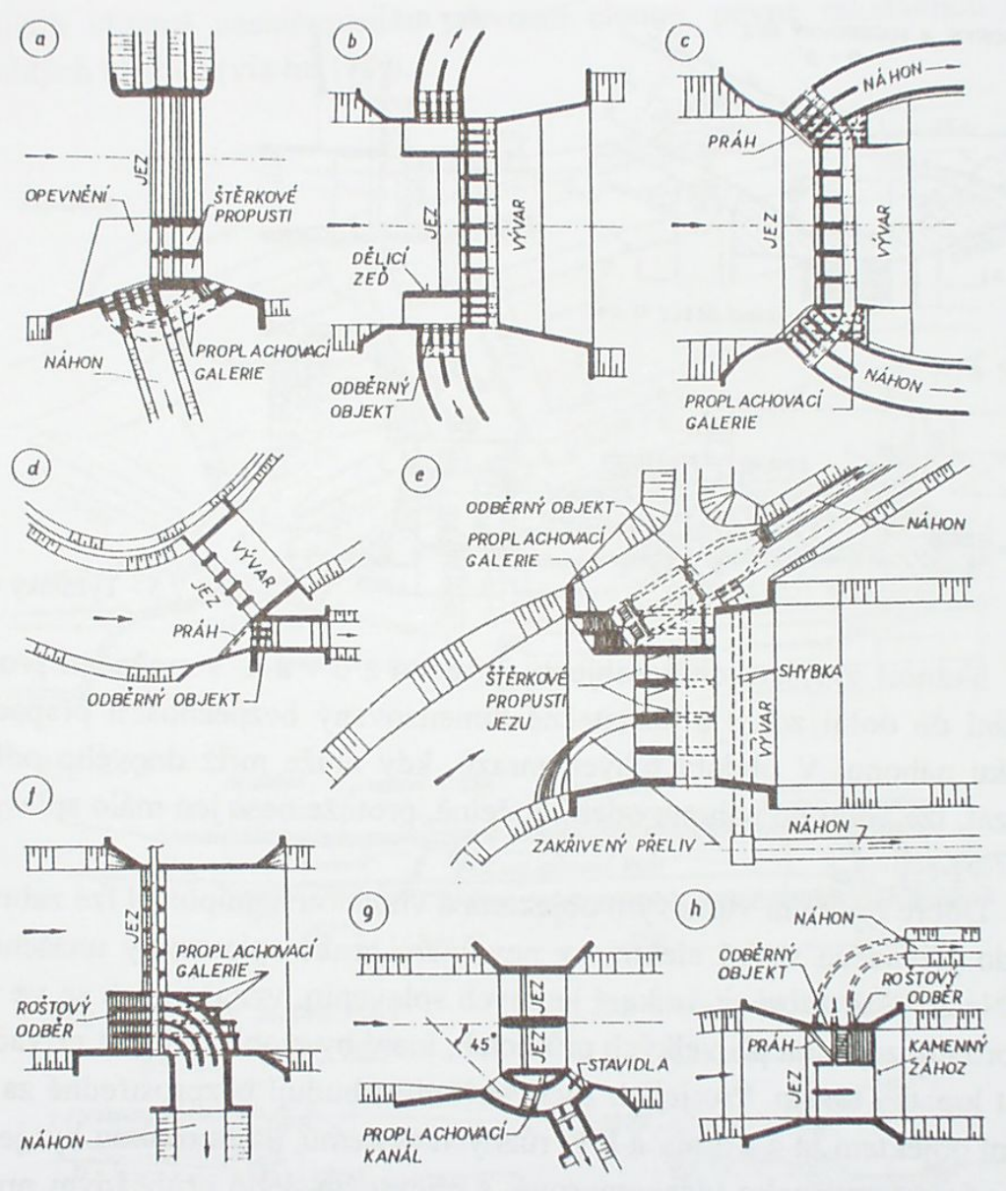





JEZ
VTOK
REGULAČNÍ UZÁVĚR
PŘÍVODNÍ KANÁL


PODÉLNÝ ŘEZ I - I'
VZDUTÁ HLADINA
NORNÁ CLONA
NORNÁ CLONA
HRUBÉ ČESLE
5:1
DNO ŘEKY
PRÁH
OPEVNĚNÍ DNA
PROPLACHOVACÍ STAVIDLO
NÁPUSTNÉ STAVIDLO
OPEVNĚNÍ DNA
PŮDORYS
JEZ
OPEVNĚNÍ DNA
PROPLACHOVACÍ STAVIDLO
I'
VTOKOVÝ PRÁH
PRÁH
PŘIVÁDĚČ
VÝHON
USAZOVACÍ PROSTOR
REGULAČNÍ UZÁVĚR
I

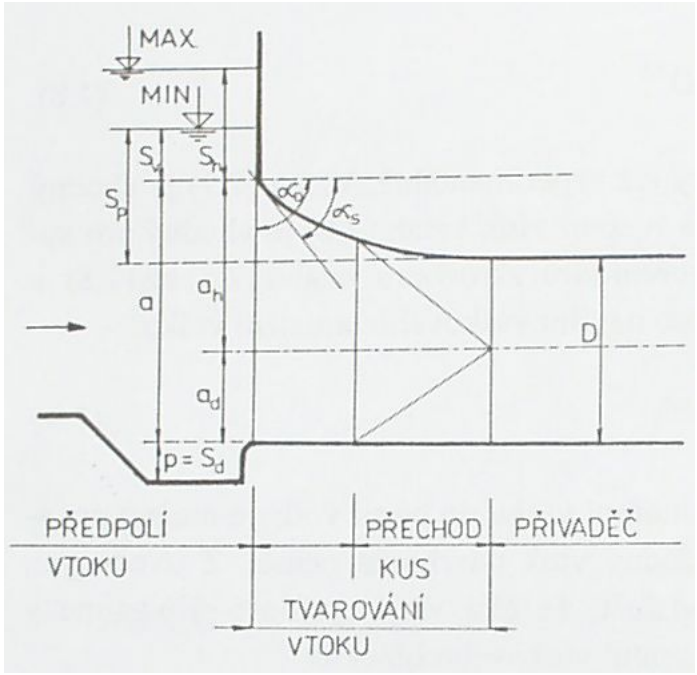
Intake objects

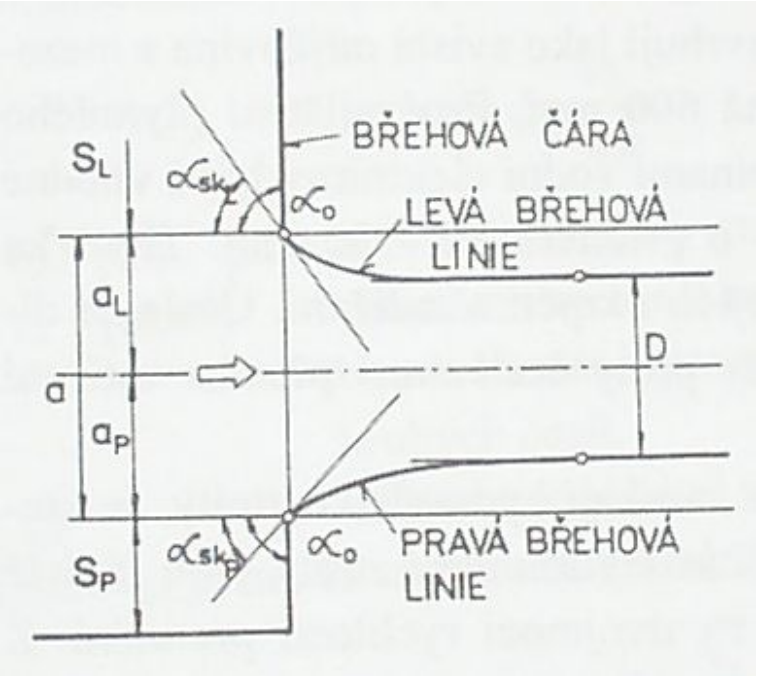


Looses of intake objects

$$\eta_{vt} = \frac{h_{v1}}{hz_{vt} + h_{v1}} = \frac{h_{v1}}{\xi h_{v1} + h_{v1}} = \frac{1}{(\xi + 1)}$$

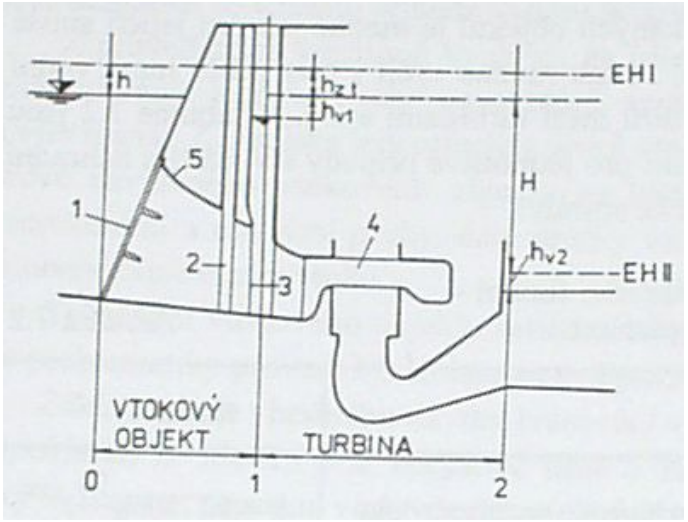
$$\rho = A(\log\frac{\alpha_0}{\varphi})^B = A(\log\frac{\alpha_{sk}}{\varphi})^B$$


MAX
MIN
S_v
S_r
S_p
α_o
α_s
a
a_r
D
a_d
p = S_d
PŘEDPOLÍ
VTOKU
PŘECHOD
KUS
PŘIVADĚČ
TVAROVÁNÍ
VTOKU

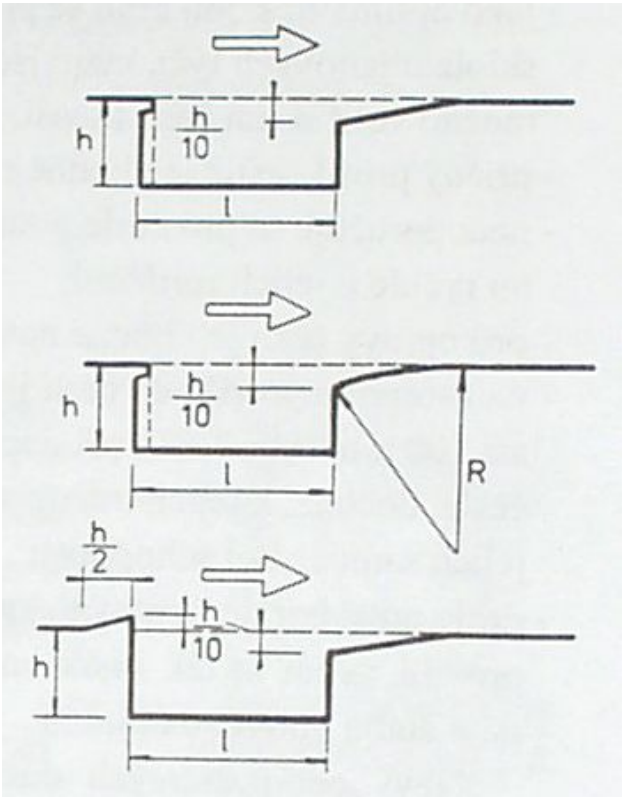

S_L
α_{sk_L}
α_o
BŘEHOVÁ ČÁRA
LEVÁ BŘEHOVÁ
LINIE
a_L
D
a
a_P
S_P
α_{sk_P}
α_o
PRAVÁ BŘEHOVÁ
LINIE






h
EHI
h_{z1}
h_{v1}
5
H
1
4
2
3
h_{v2}
EHII
VTOKOVÝ OBJEKT
TURBINA
0
1
2




h
$\frac{h}{10}$
l
h
$\frac{h}{10}$
l
R
$\frac{h}{2}$
h
$\frac{h}{10}$
l