

Jezy

Doc. Ing. Aleš Havlík, CSc.

Jezy

Vodní stavby vybudované napříč tokem, jejichž cílem je vzduť hladiny.

Účely vzduť hladiny :

- soustředění spádu – využití pro energetiku
- zajištění odběrů vody
- zajištění podmínek pro plavbu
- zvýšení minimální hloubky vody v řece
- zvýšení stability podélného profilu toku

Na rozdíl od přehrad není jejich účelem **hospodaření s vodou**.

Poznámka

Hospodaření s vodou – změna přítoku k objektu $Q_p(t)$ na odtok dle požadavků na využívání vody $Q_o(t)$.

Jezová zdrž

Přehrazením toku jezem a následným vzduutím hladiny vzniká jezová zdrž.



Délka vzduutí jezové zdrže – vzdálenost, kdy se vzduutá hladina přiblíží původní neovlivněné hladině.

Spád hladiny H – výškový rozdíl mezi hladiny vody v jezové zdrži těsně nad vzdouvacím objektem a hladinou pod ním.

Součásti jezových objektů

Součástí objektů jsou kromě vzdouvacích staveb i často další objekty, které umožňují využít objekt ke všem požadovaným účelům.

Doprovodné stavby jezových objektů :

Vzdouvací stavba

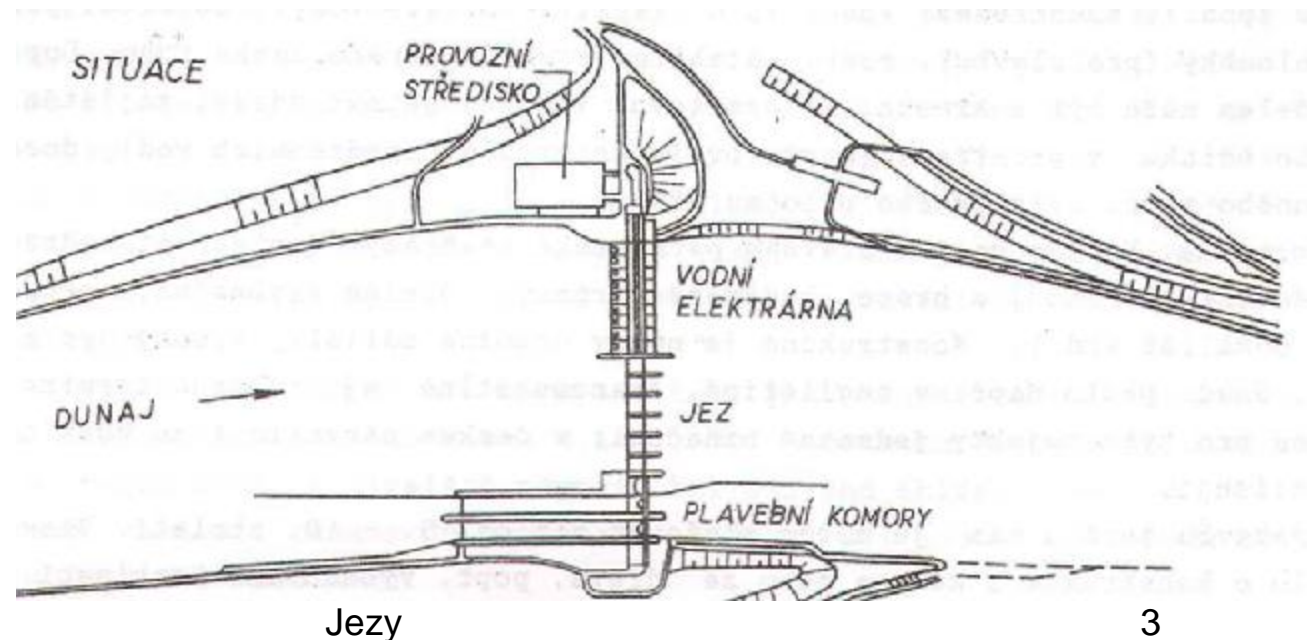
Vodní elektrárna

Plavební komora na splavných tocích

Štěrková propust

Sportovní propust

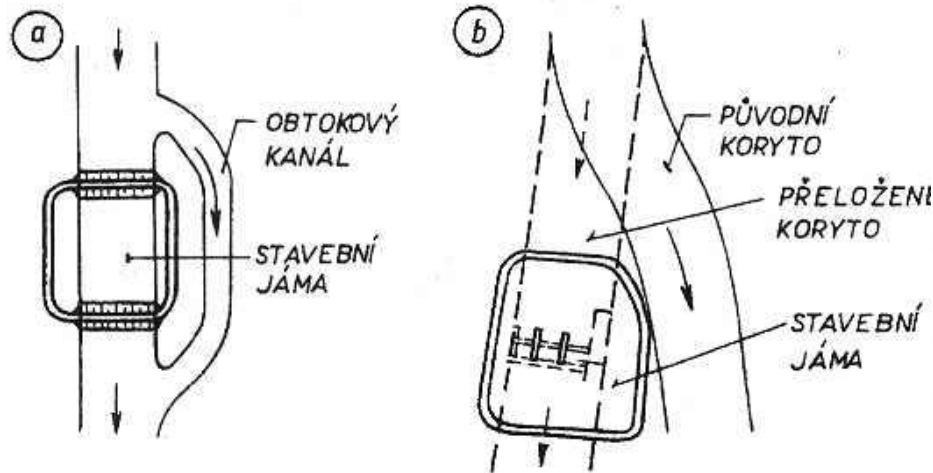
Rybí přechod



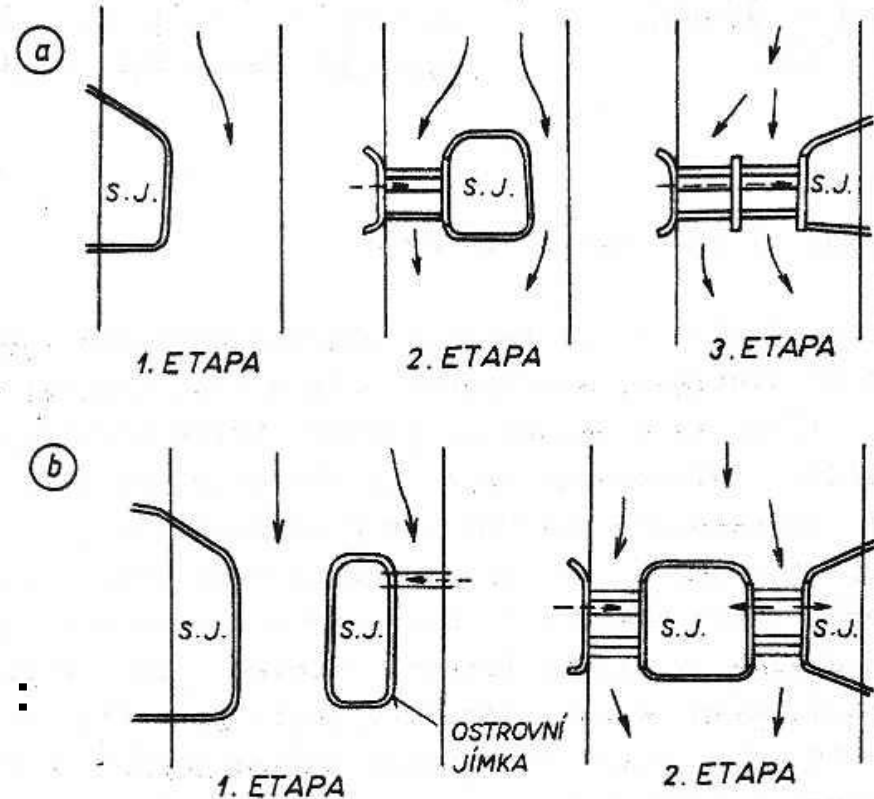
K141 VIN

Způsob výstavby jezů

Jen výjimečně probíhá výstavba s dočasným přeložením koryta toku. Ve většině případů probíhá výstavba při postupném zajímání části průtočného profilu.



Výstavba jezu v jediné stavební jámě :
a – převod vody obtokovým kanálem
b – výstavba mimo původní koryto



Výstavba jezu ve více jamách :
a – výstavba od jednoho břehu k druhému
b – výstavba s ostrovní jímkou

Druhy jezů

Základní členění jezů vychází z možnosti řízeného ovlivnění hladiny vody ve zdrži.

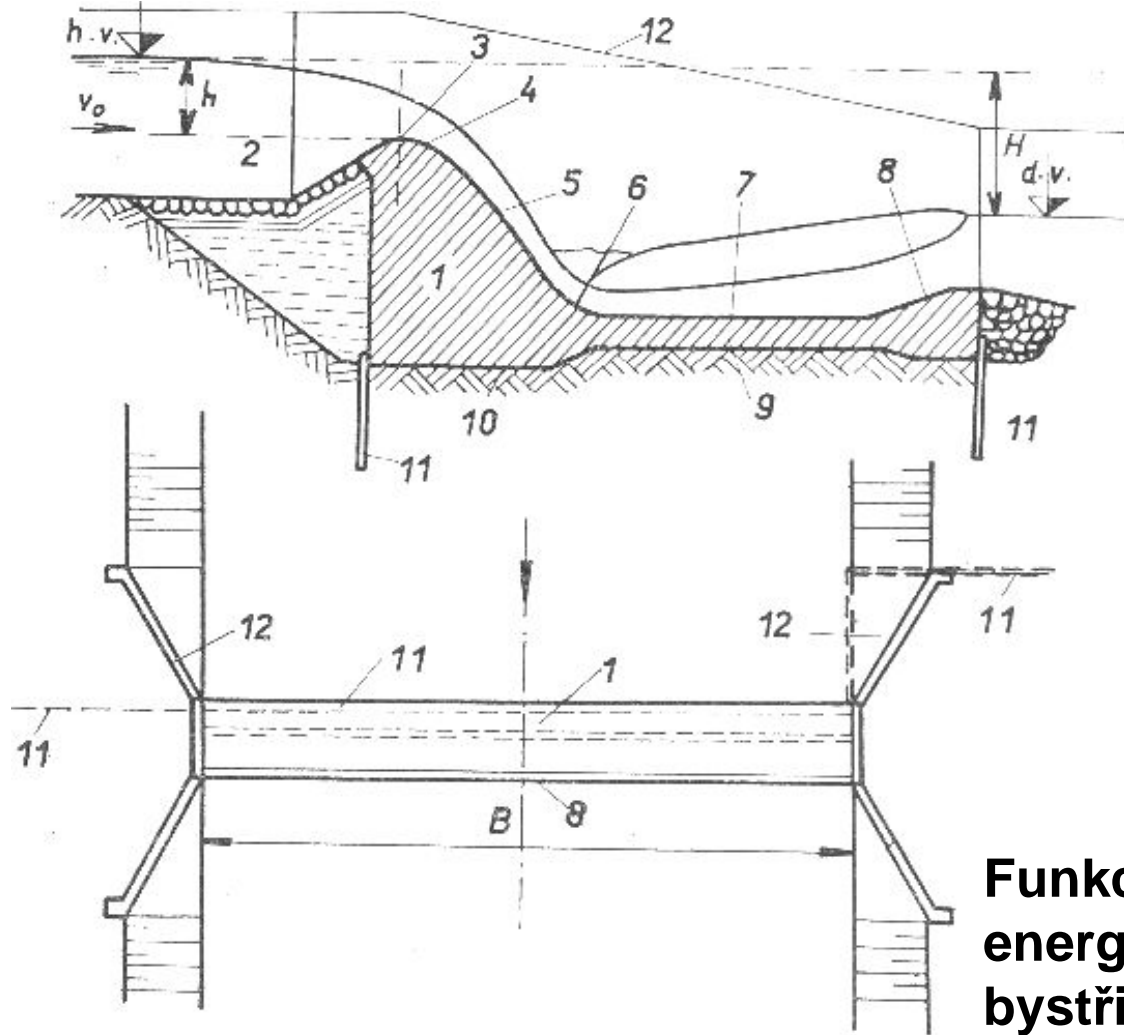
Pevné jezy – úroveň přelivné hrany je v celé délce pevná bez možnosti jejího ovlivnění.

Pohyblivé jezy – šířka koryta je rozdělena na několik samostatných jezových polí, každé pole je vybaveno pohyblivým jezovým uzávěrem s možností regulace úrovně polohy přelivné hrany.

Kombinované jezy – převážná délka přelivné hrany je tvořena pevnou konstrukcí bez možnosti manipulace, pouze jedno pole je vybaveno pohyblivým jezovým uzávěrem.

Pevné jezy

Běžný typ vzdouvacích staveb hlavně na menších a středních tocích. Hladina vody nad jezem je závislá na průtoku ($H=f(Q)$ – měrná křivka přelivu).

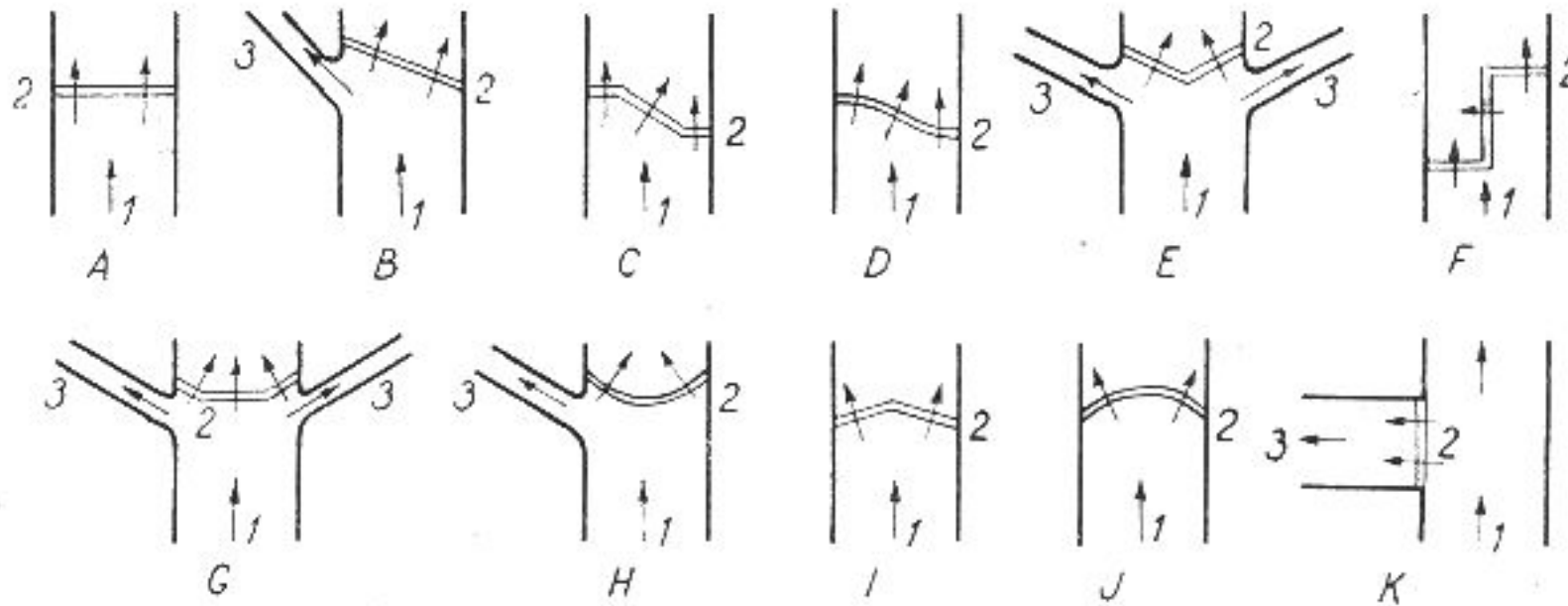


Základní součásti :

- 1 – jezové těleso
- 3 – přelivná hrana
- 4 – koruna jezu
- 5 – přelivná plocha
- 7 – dno vývaru
- 8 - práh vývaru
- 12 – břehové pilíře

Funkce vývaru – tlumení kinetické energie vodního skoku při přeměně bystrinného proudění na říční.

Půdorysné uspořádání pevných jezů



Základní typy :

Přímé kolmé (A), přímé šikmé (B), přímé boční (K), lomené (C, E, F, G, I), zakřivené (D, H, J).

Důvod zakřivených – prodloužení přelivné hrany P zvýšení kapacity jezu (za povodňových průtoků již problematické), změna konzumční křivky.

$$Q = s_z \times m \times B \times \sqrt{2 \times g \times h_0^{1.5}}$$

Typy I a J nevhodné – zvýšené namáhání břehu pod jezem.

Druhy pevných jezů

Členění dle vodotěsnosti :

Nepropustné jezy

Propustné jezy

Členění dle trvání jezu :

Trvalé jezy

Dočasné jezy

Členění dle materiálu :

Dřevěné jezy

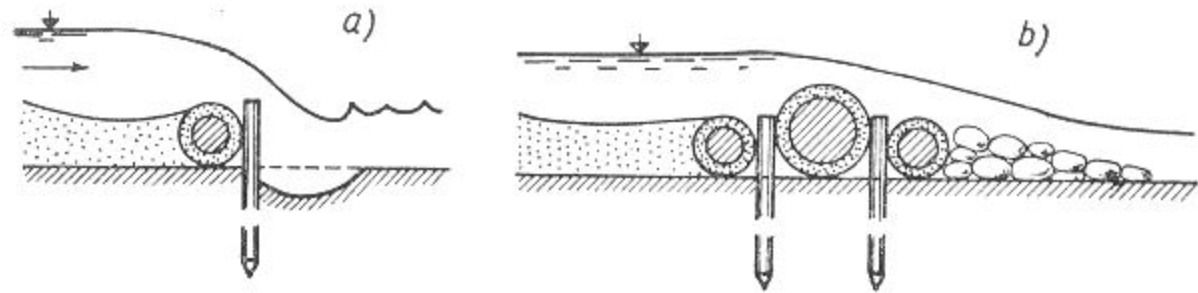
Kamenné jezy

Zděné jezy

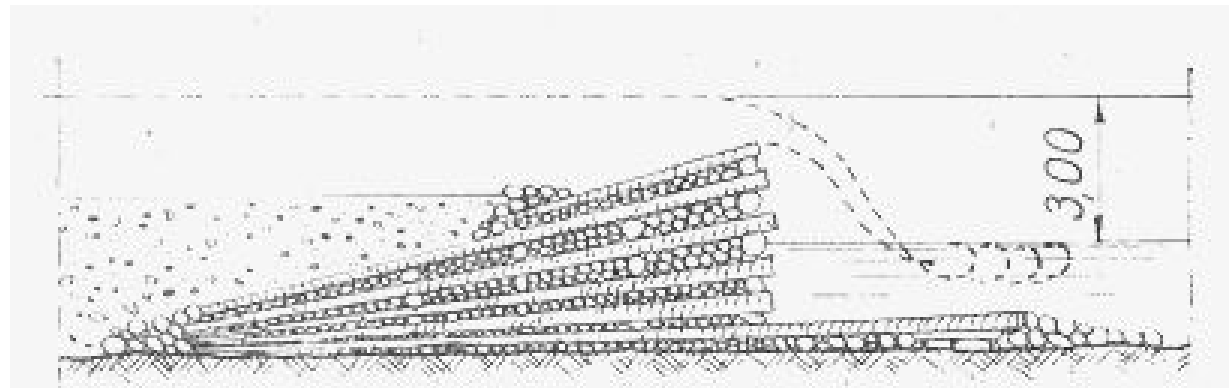
Dočasné jezy

Vzhledem k dočasnému charakteru se často řeší jako propustné (zejména v minulosti).

Práh z haťových válců



Propustný jez z kmenů stromů a kamene

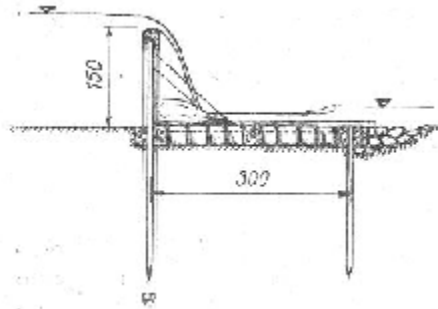


Dřevěné jezy

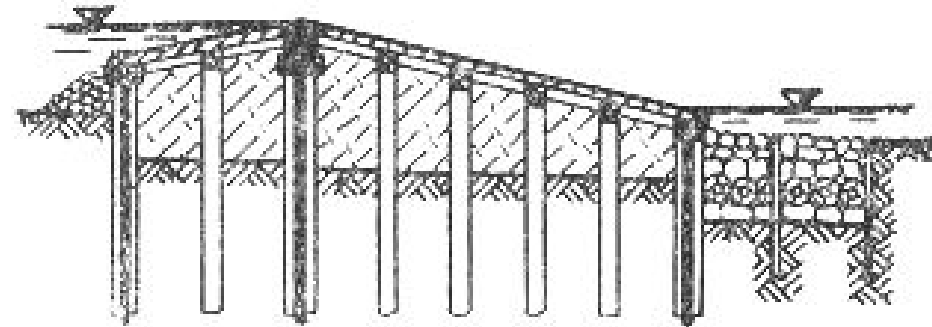
Dřevo – vhodný materiál na stavbu jezů, odolný v tlaku i tahu, snadné opracování spojování.

Trvanlivý v případě konstrukcí trvale umístěných pod vodou. Známé dřevěné jezy staré více než 100 let.

V případě konstrukcí ve střídavém styku s vodou i vzduchem podléhá hnilobě – potom životnost maximálně 30 let, spíše 15 až 20 let.

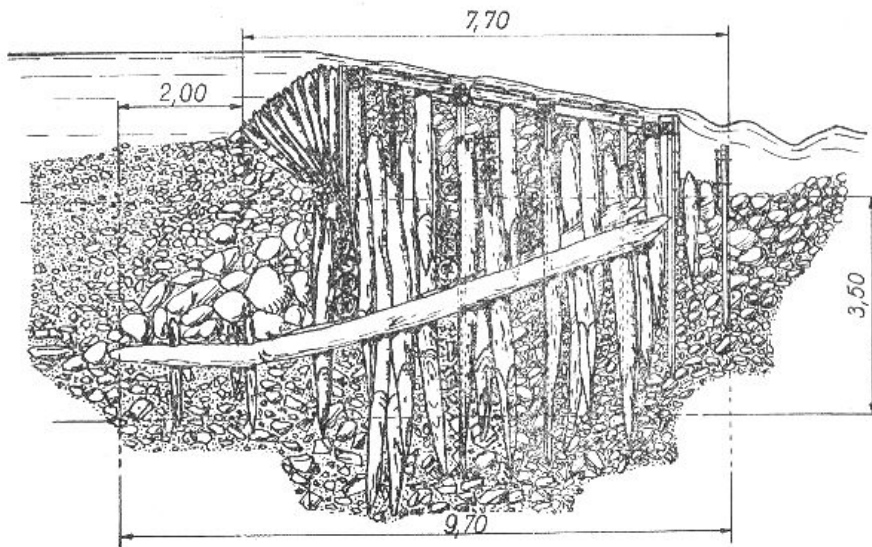


K141 VIN

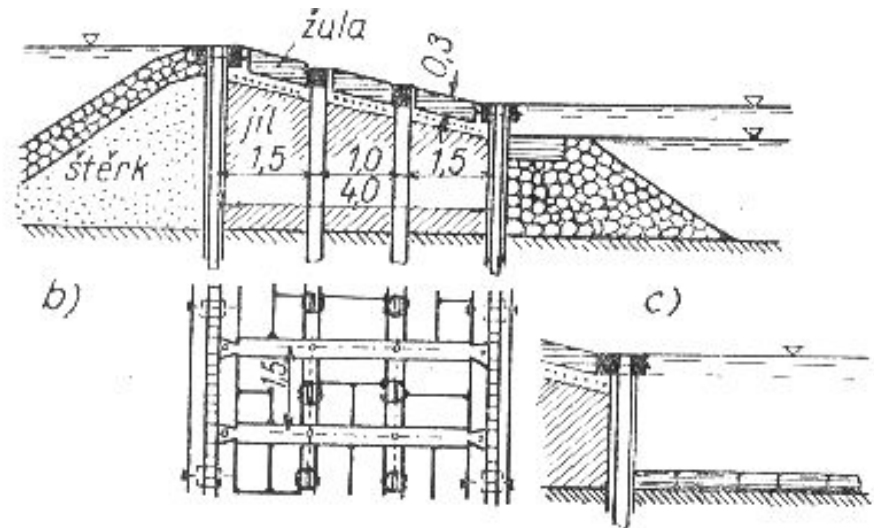


Jezy

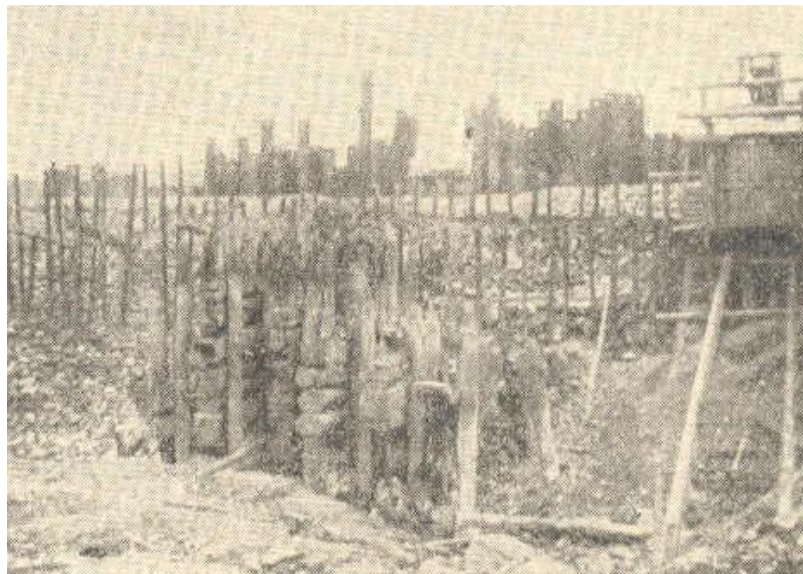
Historické dřevěné jezy na Vltavě v Praze



Historická konstrukce Štítkovského jezu



Rekonstrukce z 20.století



Zbytek starého Helmovského jezu

K141 VIN

Jezy

12

Kamenné jezy

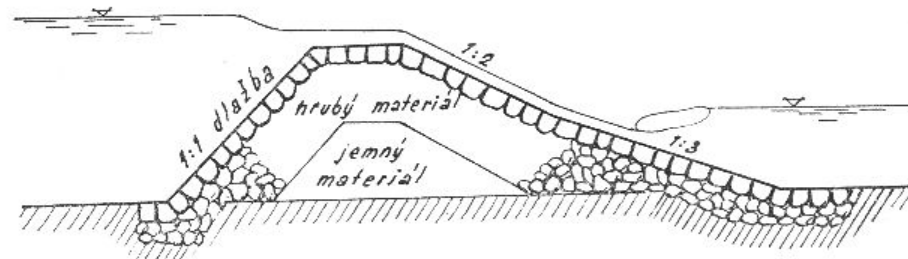
Jezy z kamene – nejstarší, nejjednodušší a nejlevnější vzdouvací stavby.

Často alespoň na začátku dosti propustné.

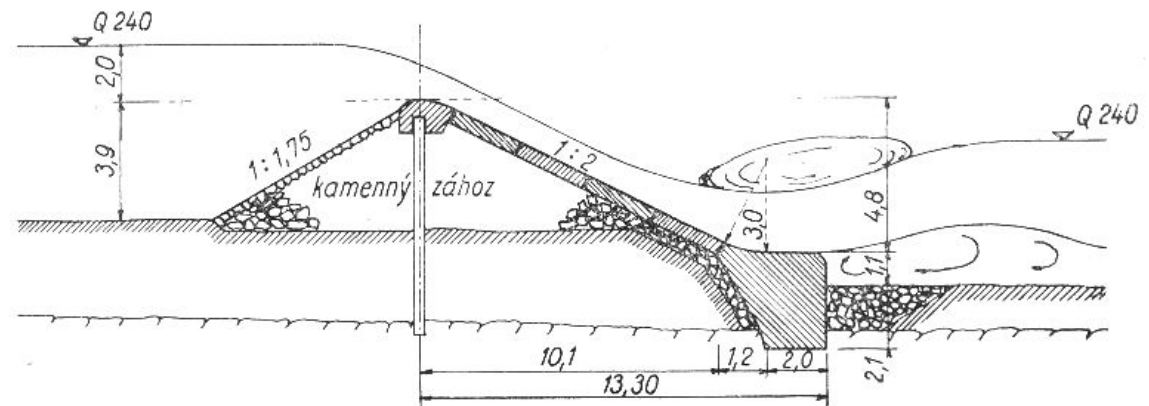
Vhodné jen jako nízké vzdouvací stavby – podloží se zpravidla dále neopevňuje před vymíláním a prolomením.

Použitý kámen musí být houževnatý a odolný proti střídavému zmrazování a rozmrazování okolní vody.

Propustný jez z kamenného záhozu



Kamenný jez s betonovou korunou



K141 VIN

Jezy

13

Zděné a betonové jezy

Zděné jezy

Zdivo zděno z lomového kamene, z kvádrů, někdy i z cihel na cementovou maltu.

Nevýhody :

Pomalý postup výstavby

Potřeba velkého množství kvalifikovaných dělníků

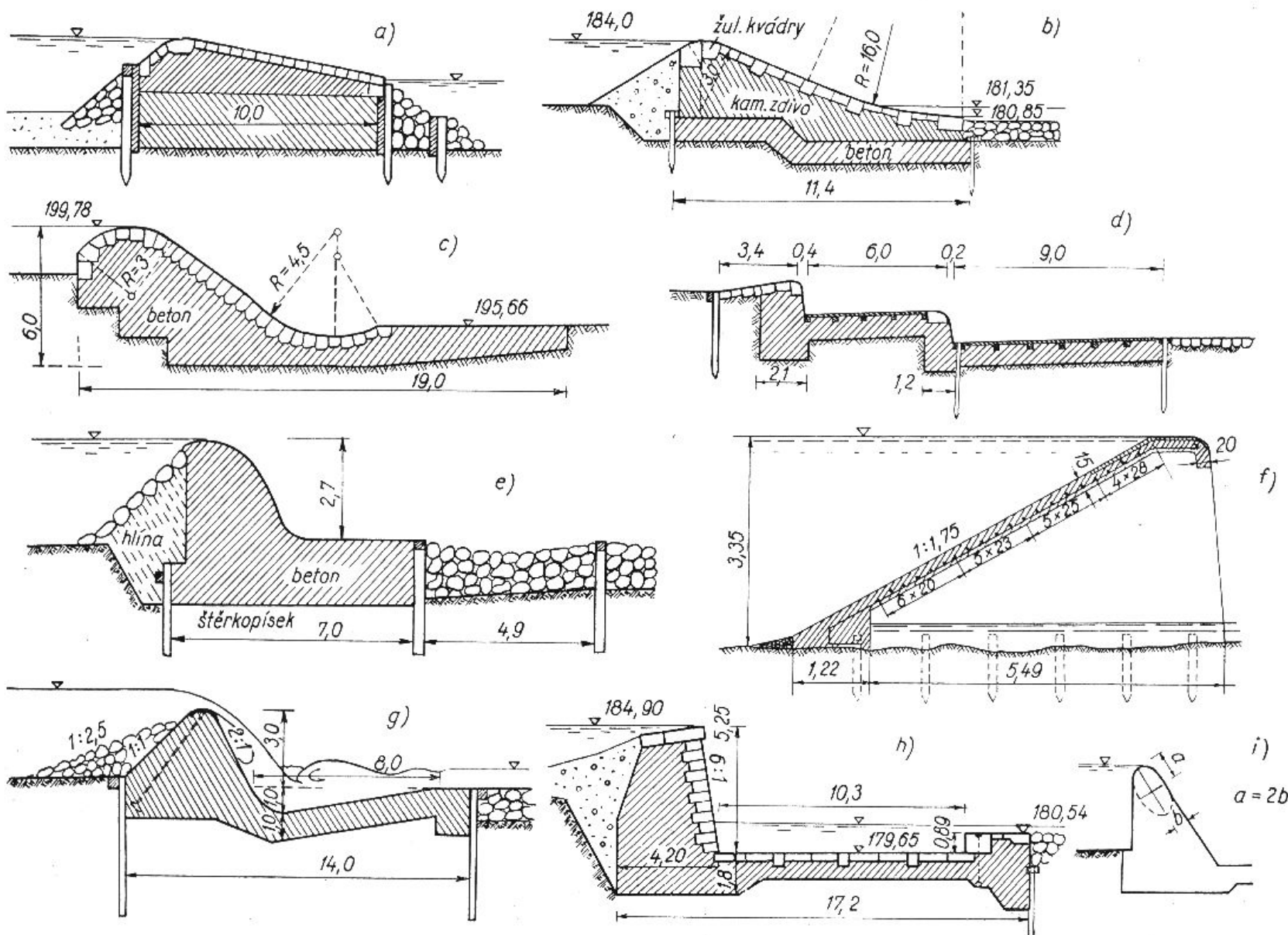
Z lomového kamene se složitě vytvářejí přelivné plochy potřebné z hydraulických důvodů.

Nutná svědomitá výstavba i údržba (vyspárování cementovou maltou).

Betonové jezy

Dnes jediný způsob výstavby pevných jezů.

Tradiční konstrukční typy zděných a betonových jezů

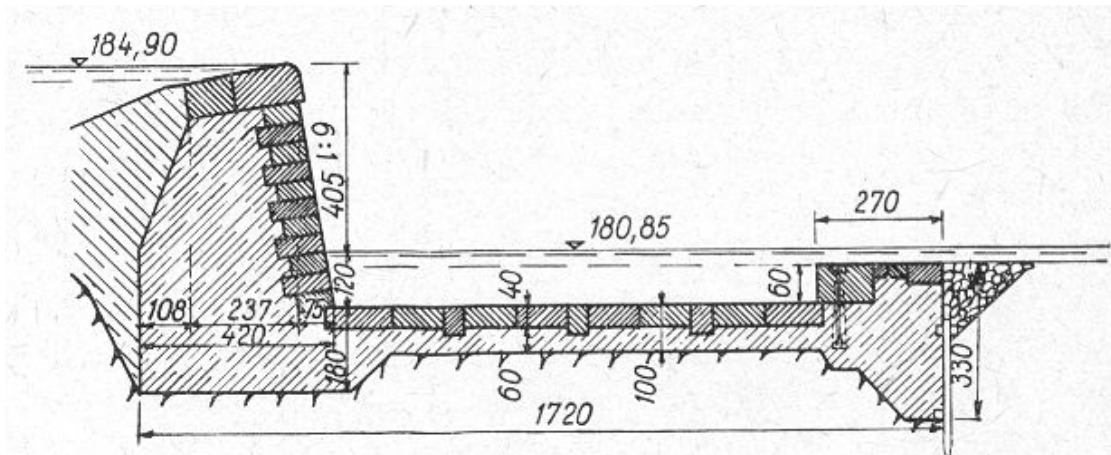


K141 VIN

Jezy

15

Historické Helmovský zděný jezy na Vltavě v Praze



Základní konstrukční schéma



Poškození dna vývaru po povodni v roce 1940



Abraze žulových kvádrů dna vývaru u vzdušné paty tělesa jezu vlivem vířících zrn unášených splavenin

K141 VIN

Jezy

16

Pohyblivé jezy

Část vzdouvacího objektu je tvořena pohyblivými hradíci tělesy.

Změnou polohy přelivné hrany jednotlivých hradících těles je možno ovlivňovat úroveň hladiny nad objektem.

Výhody :

Omezení nevhodného zvýšení hladiny vody za povodně.

Zmenšení nebezpečí zanášení zdrží splaveninami.

Nevýhody :

Poměrně velmi nákladné stavby.

Uzávěry se snadno opotřebují.

Zvýšená potřeba údržby.

Vyžadují trvalou nebo alespoň občasnou obsluhu (i v případě automatizované funkce).

Základní součásti pohyblivých jezů a požadavky na ně

Nepohyblivé součásti :

Spodní stavba, pilíře, základ a vývar jezu

Pohyblivé součásti :

Uzávěry jednotlivých jezových polí s pohyblivými hradíci tělesy, provizorní hrazení jezových polí.

Základní požadavky :

Trvalé udržování hladiny vzduché vody na potřebné úrovni.

Snadná pohyblivost jezových uzávěrů a spolehlivé bezpečné a dostatečné vyhrazování jezových polí za povodní.

Spolehlivý průchod splavenin.

Zajištění vodotěsnosti jednotlivých konstrukcí.

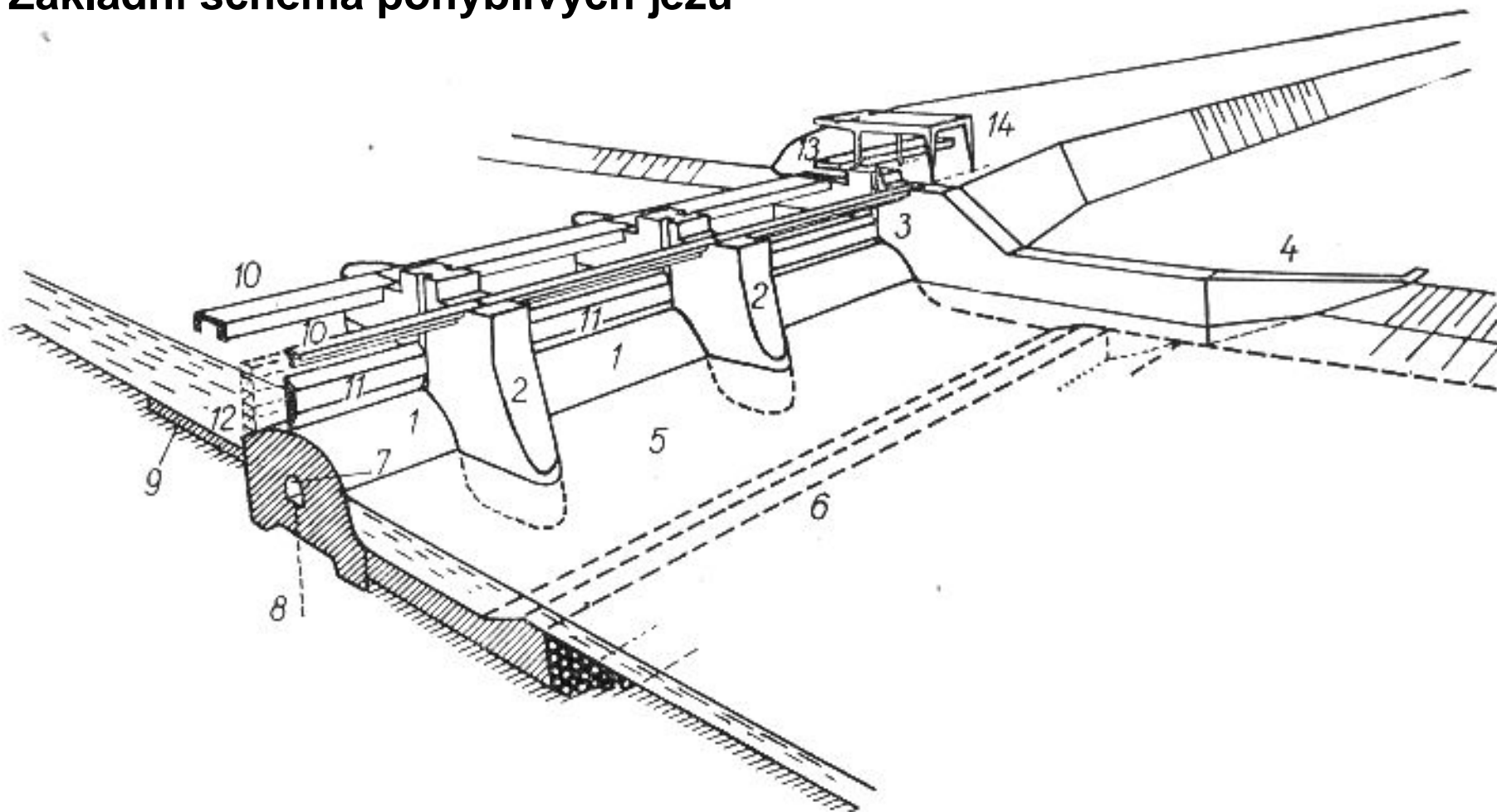
Statická a provozní bezpečnost a hydraulická účelnost.

Jednoduchost konstrukce a hospodárnost výstavby.

Dobrá přístupnost především k pohyblivým částem konstrukce.

Estetický vzhled a začlenění do okolního prostředí.

Základní schéma pohyblivých jezů



1- Spodní stavba jezového prahu s přelivnou plochou, 2 – střední pilíře, 3 – břehové pilíře, 4 břehové křídlo, 5 – vývar, 6 – práh vývaru, 7 – kontrolní štola, 8 – injekční štola, 9 – nepropustný koberec, 10 – komunikační lávka, 12 – provizorní hrazení, 13 – skládka provizorních hrazení, 14 – jeřáb.

Členění pohyblivých jezů

Členění dle způsobu manipulace :

Pohyblivé jezy vyhrazované převážně ručně.

Pohyblivé jezy ovládané pohybovacími mechanismy.

Pohyblivé jezy ovládané působením hydrostatické síly.

Členění dle funkce :

Jezy s trvalou obsluhou – pohyb uzávěru řízen výhradě člověkem.

Jezy poloautomatické – vyhrazení automaticky, zahrazení mechanicky.

Jezy automatické – plně automatizovaný provoz.

Členění dle způsobu pohybu :

1. Hradidlové jezy.

2. Hradlové jezy.

3. Pokloповé jezy.

4. Stavidlové jezy.

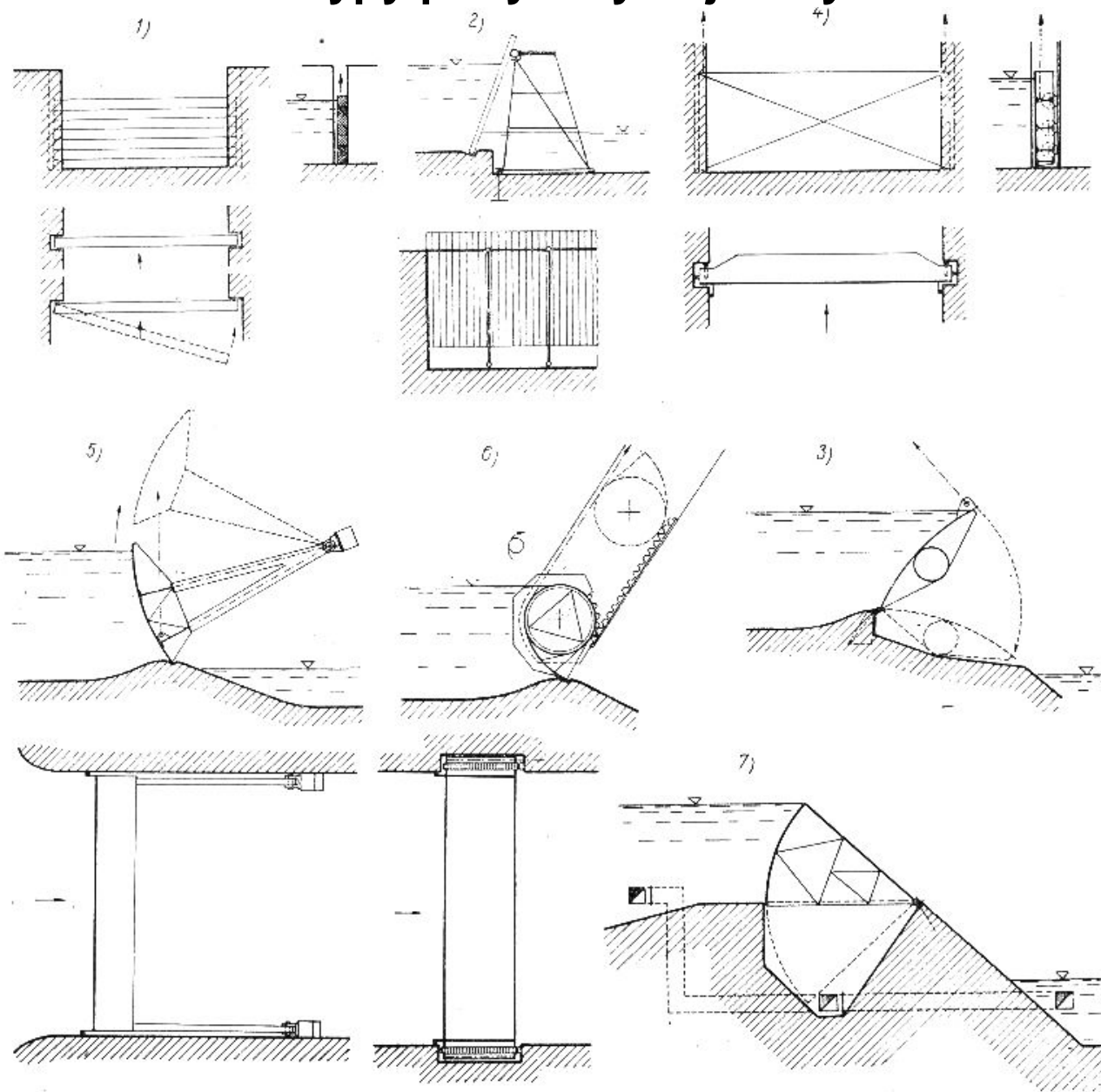
5. Segmentové jezy

6. Válcové jezy.

7. Hydrostatické jezy.

8. Pneumatické jezy.

Základní typy pohyblivých jezových uzávěrů



1. Hradidlové jezy
2. Hradlové jezy
3. Pokloповé jezy
4. Stavidlové jezy
5. Segmentové jezy
6. Válcové jezy
7. Hydrostatické jezy

K141 VIN

Jezy

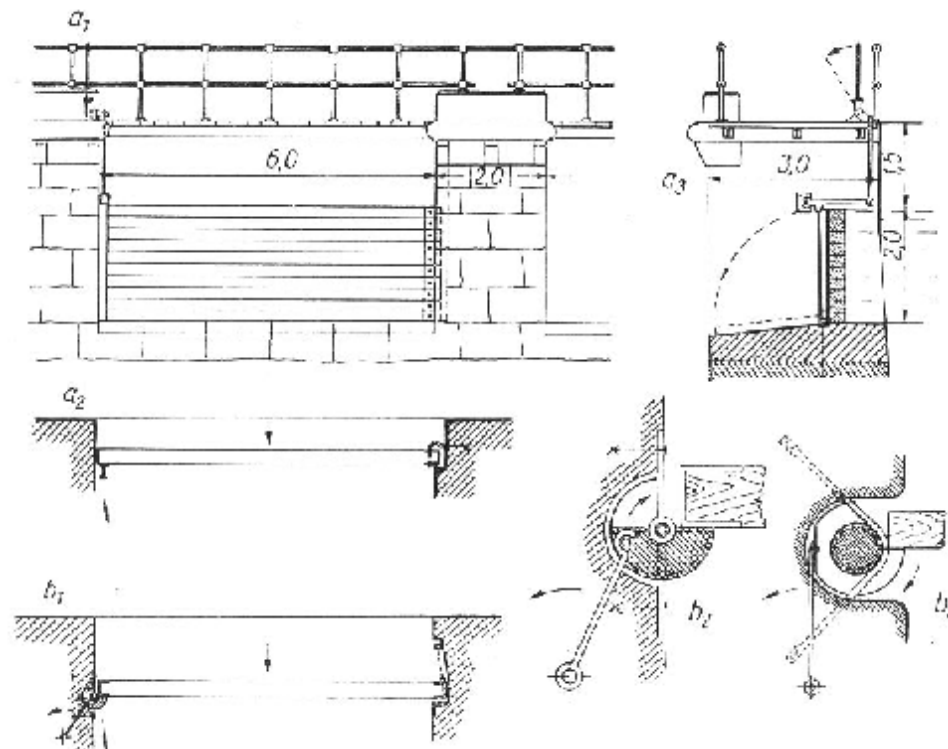
21

Hradidlové jezy

Základní charakteristika funkce :

Hradicí konstrukce tvořena vodorovnými hradicími prvky – hradidly, ta jsou osazeny zpravidla do svislých drážek nebo výstupků v bocích pilířů.

Při manipulaci se hradidla ve vodorovné poloze zasouvají nebo vysouvají svislým směrem. Regulace hladiny odebíráním či přidáváním hradidel.



K141 VIN

Jezy

V minulosti použití dřevěných hradidel k hrazení až 12 m širokých jezových polí.

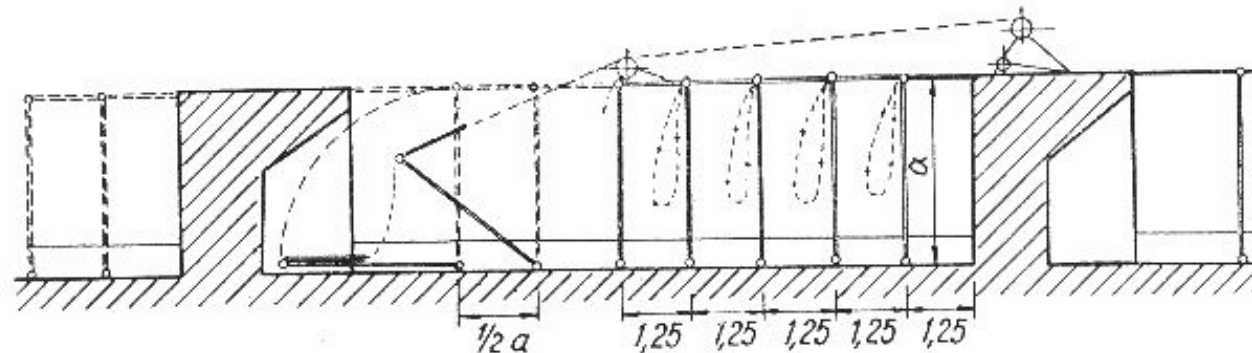
V současnosti používána především k hrazení vorových nebo šterkových propustí.

Významné použití jako provizorního hrazení jezových polí (příplavované nosníky).

Hradlové jezy

Základní charakteristika funkce :

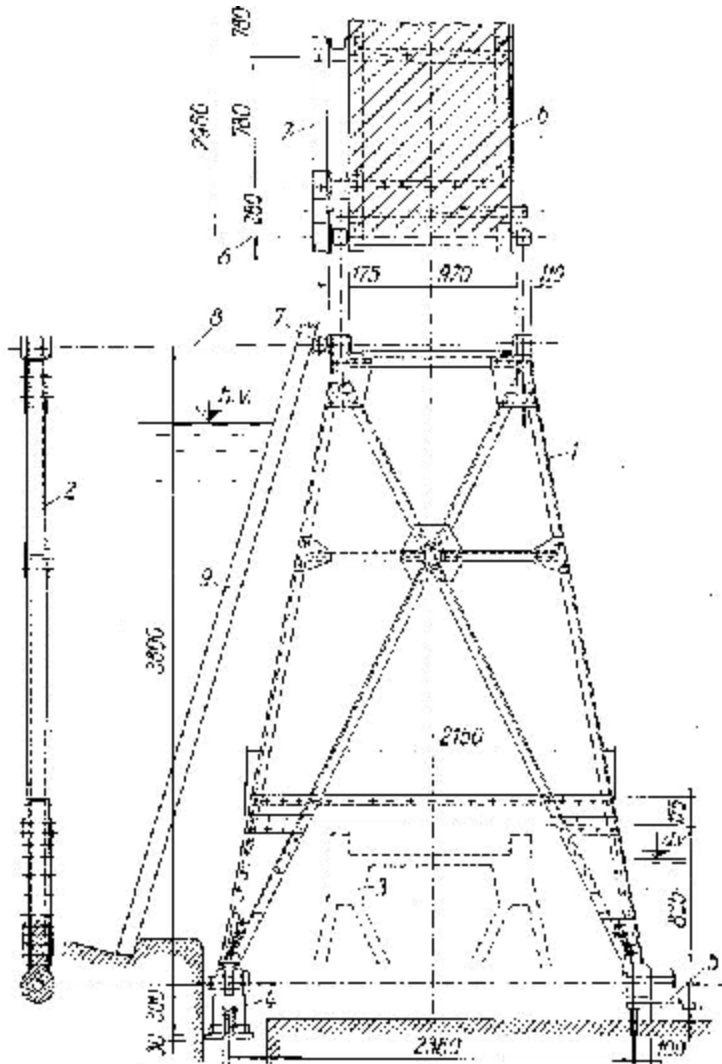
Hradicí konstrukce tvořena svislými hradíci prvky – hradly, ta se v šikmé poloze opírají o žlábek ve spodní stavbě a **pouchovou tyč** (vodorovný nosník nad hladinou vzduté vody). Pouchová tyč (krátká ocelový tyč nebo trubka) připojena ke 2 sousedním podpěrám – **slupicím**. Slupice jsou kloubově uloženy v malých vzdálenostech (3 až 6m) vedle sebe na spodní stavbě. Postupně se mohou sklopit na spodní stavbu jezu.



Při manipulaci se hradidla ve vodorovné poloze zasouvají nebo vysouvají svislým směrem.

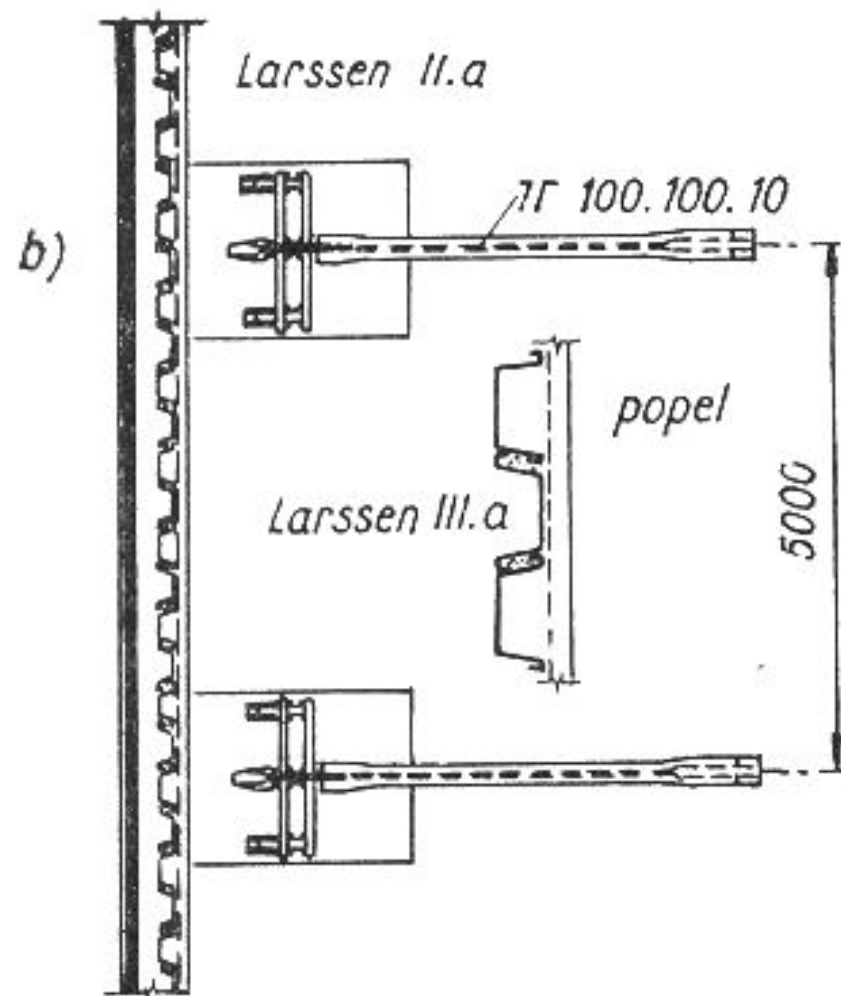
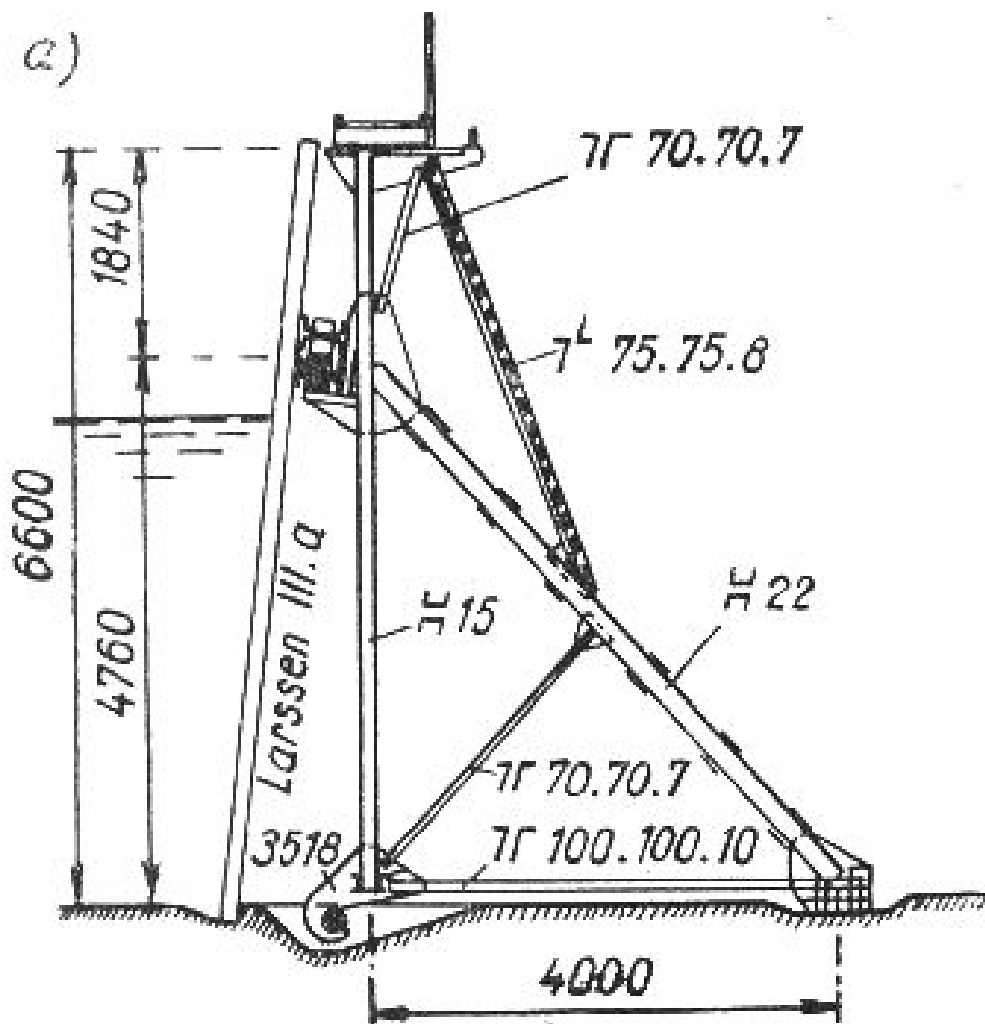
Regulace úrovně hladiny se provádí vyklápěním některých hradel, v případě větších průtoků vysunutím celých hradel, za povodně vysunutím všech hradel a složením celé podpůrné konstrukce.

Základní konstrukce historického hradlového jezu na Labi ve Štětí

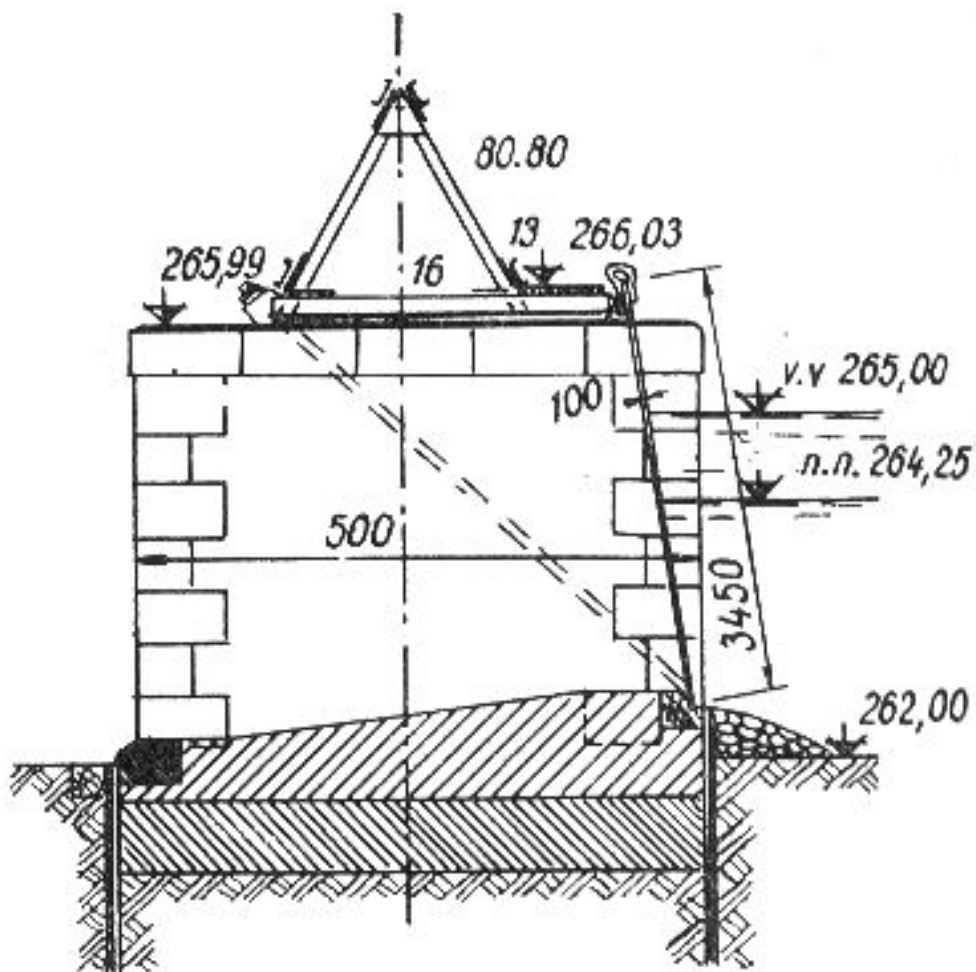


1. Pohled na slupici z boku
2. Pohled na slupici po vodě
3. Poloha sousední slupice po složení
4. Přední ložisko slupice
5. Zadní ložisko slupice
6. Obslužná lávka
7. Slupice

Hradlový jez na Mohanu s hradly ze štětovnic



Mostový hradlový jez na Úpě v Jaroměři



K141 VIN

Jezy

26

Pokloповé jezy

Základní charakteristika funkce :

Hradicí konstrukce tvořena hradicími tělesem deskovitého nebo vhodně zaobleného tvaru. Ke konstrukci pevné jsou připojena klouby ve vodorovné ose.

Při manipulaci se poklop otáčí v kloubech kolem své vodorovné osy.

Regulace úrovně hladiny se provádí otáčením hradicího tělesa kolem vodorovné osy v místě kloubů.

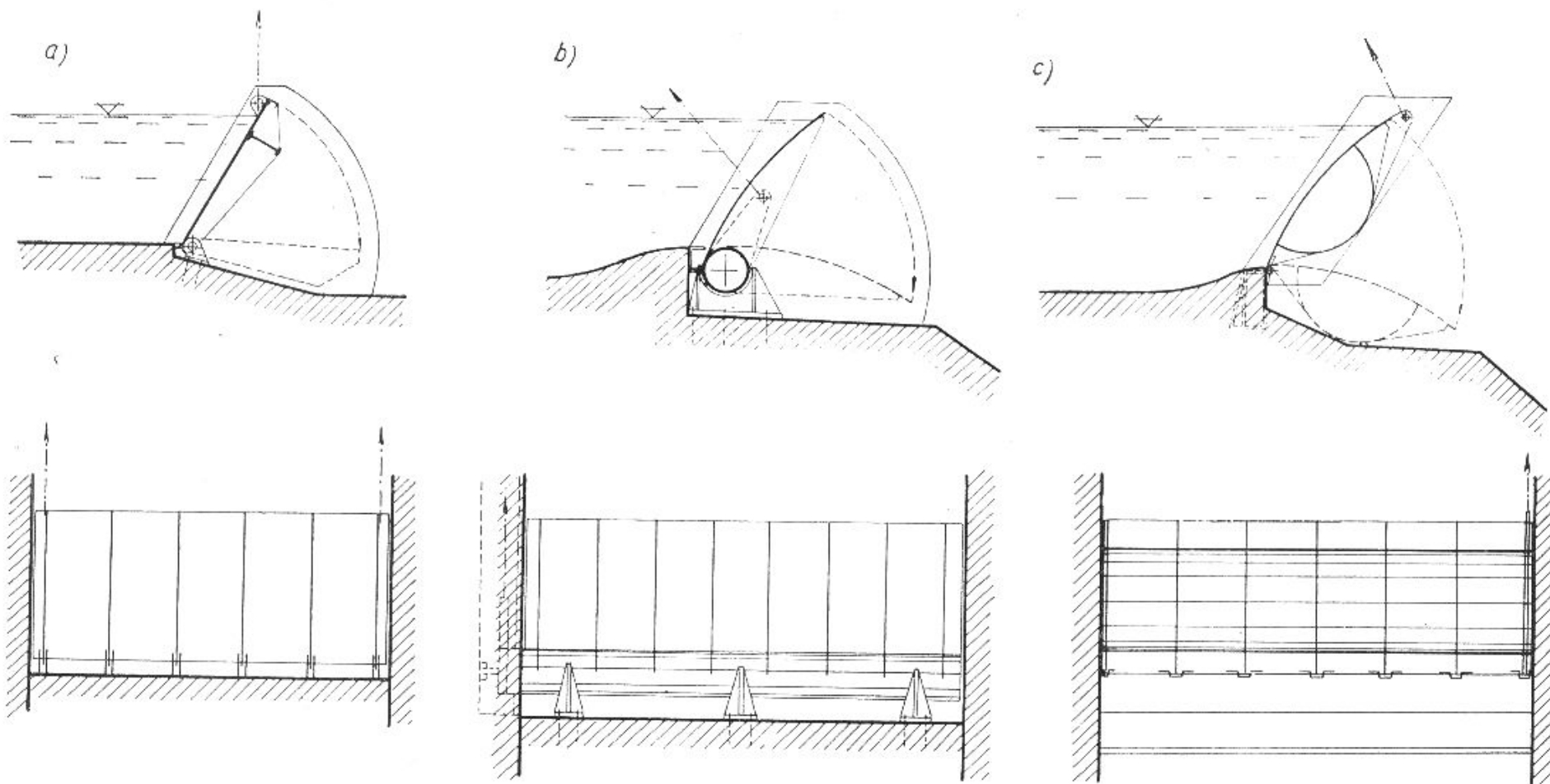
Z různých poloh vodorovné osy otáčení jsou v současnosti rozšířené pouze poklopy s osou otáčení na spodní stavbě.

Výhody : poměrně lehké konstrukce.

Nevýhody : menší hrazené výšky.

Použití : VD Týnec a Veletov na Labi, VD Modřany na Vltavě

Základní typy pokloповých jezů s osou otáčení na spodní stavbě



Deskový poklop

Troubová klapka

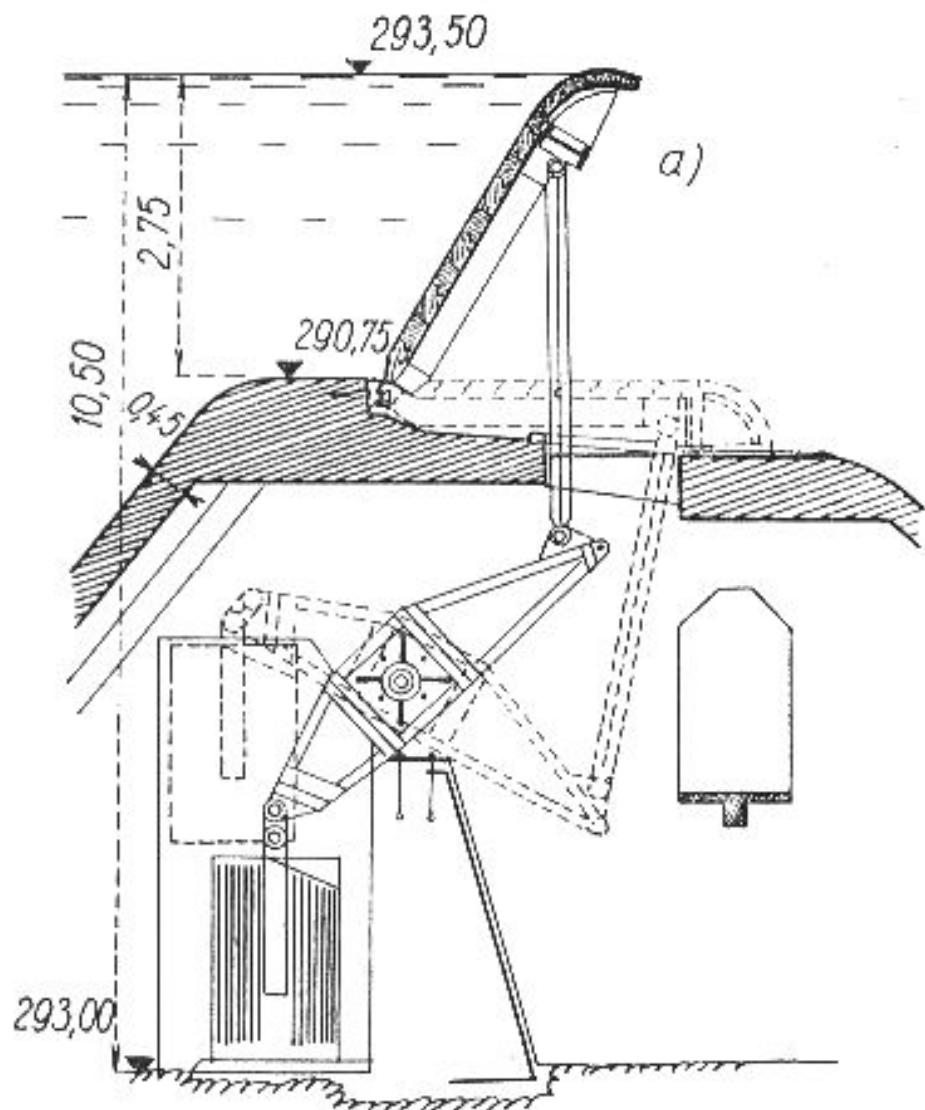
Dutá klapka

K141 VIN

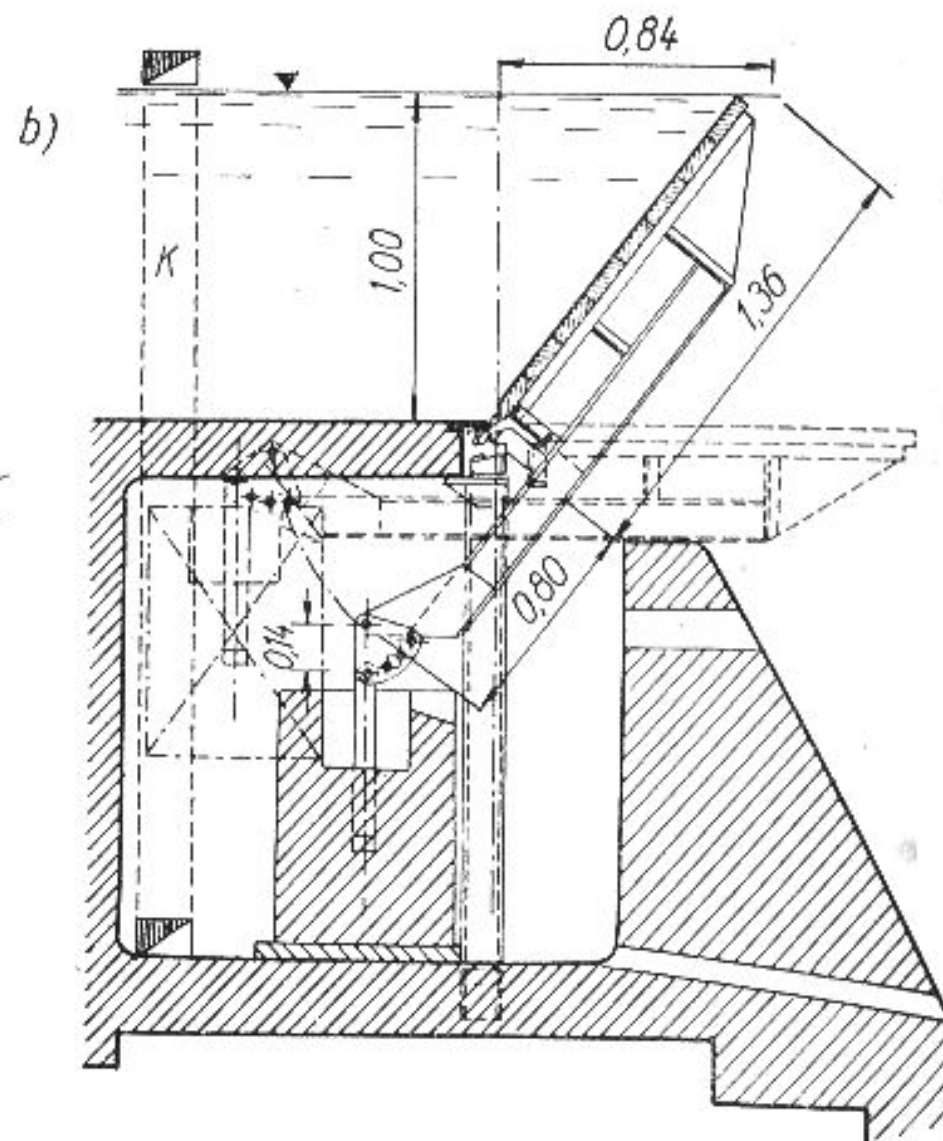
Jezy

28

Deskové poklapy s dolním vyvážením



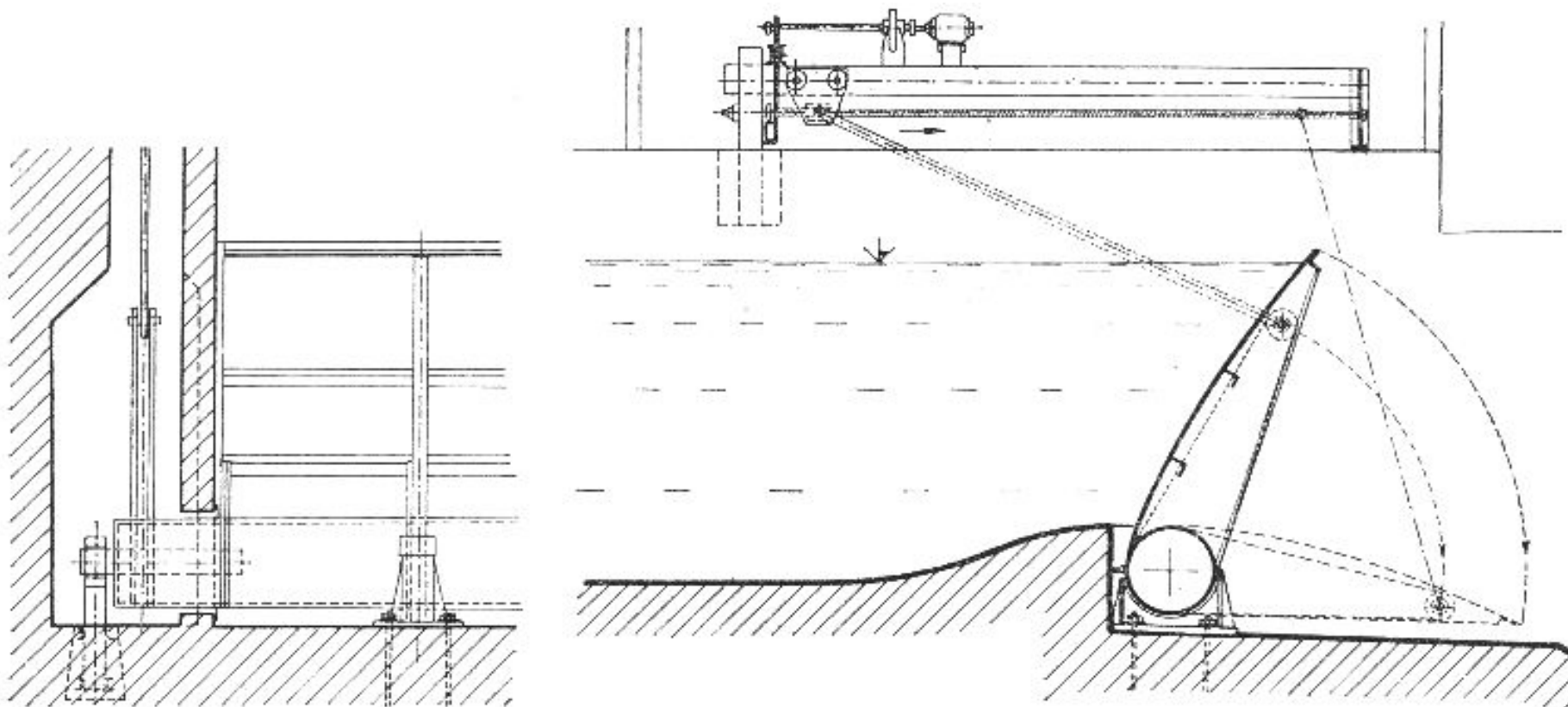
K141 VIN



Jezy

Troubová klapka s vřetenovým pohybovacím mechanismem.

Tuhost a nosnost troubové klapky zajištěna troubou v ose otáčení.

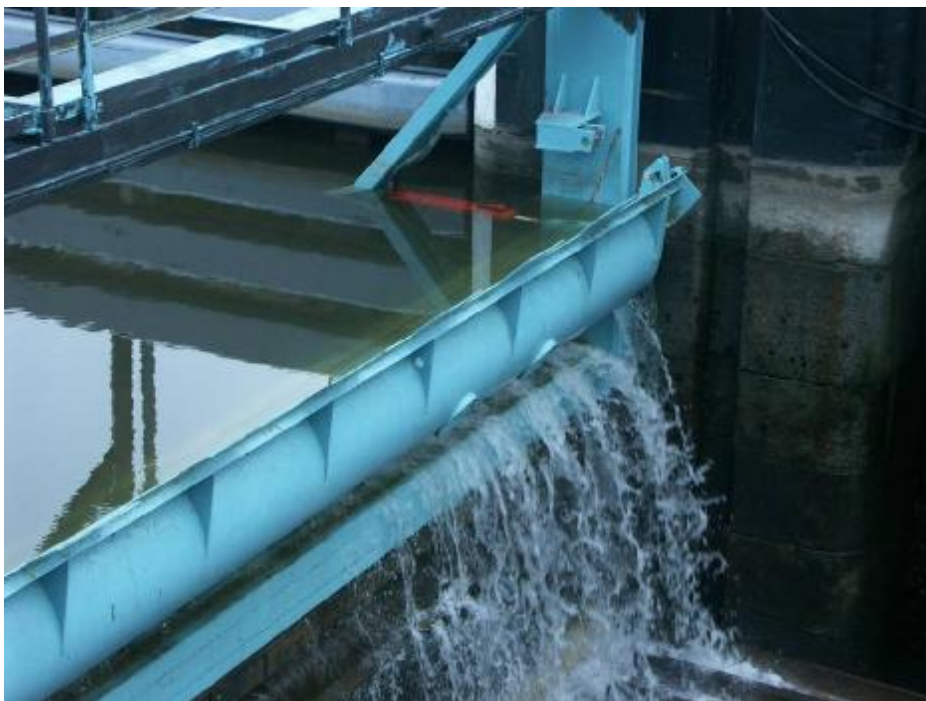


K141 VIN

Jezy

30

Dutá klapka osazená v jedné z plaveních komor ve Vraňanech z důvodu převádění nezámrazného průtoku v mrazivém období

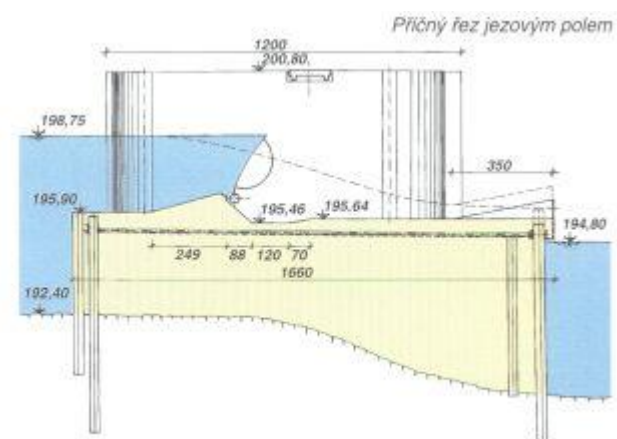


K141 VIN

Jezy

32

VD Veletov na Labi – pohyblivý jez tvořený 7 poli hrazenými dutou klapkou



Stavidlové jezy

Základní charakteristika funkce :

Hradicí konstrukce tvořena svislými deskovými hradicími tělesy – stavidly, které se zpravidla zasouvají do drážek jezových pilířů.

Při manipulaci se stavidla svisle vysunují nebo zasunují v drážkách.

Regulace úrovně hladiny :

Spustná stavidla – zasunováním stavidel do spodní stavby se mění úroveň přelivné hrany, přes kterou voda přepadá. V případě povodně celé stavidlo zasunuto do spodní stavby \bar{P} hluboká spodní stavba.

Zdvižná stavidla – vysunováním stavidel nad nahoru. Voda proudí mezi spodní stavbou a spodní hranou stavidla. Za povodně vytažení stavidla nad úroveň povodňové hladiny \bar{P} vysoké pilíře.

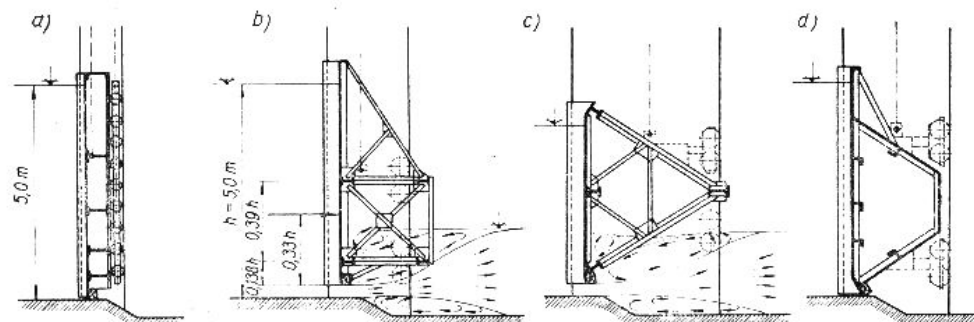
Výhody : Bezpečnost a odolnost konstrukce, velké hrazené výšky.

Nevýhody : Velká výška pilířů, velká spotřeba oceli.

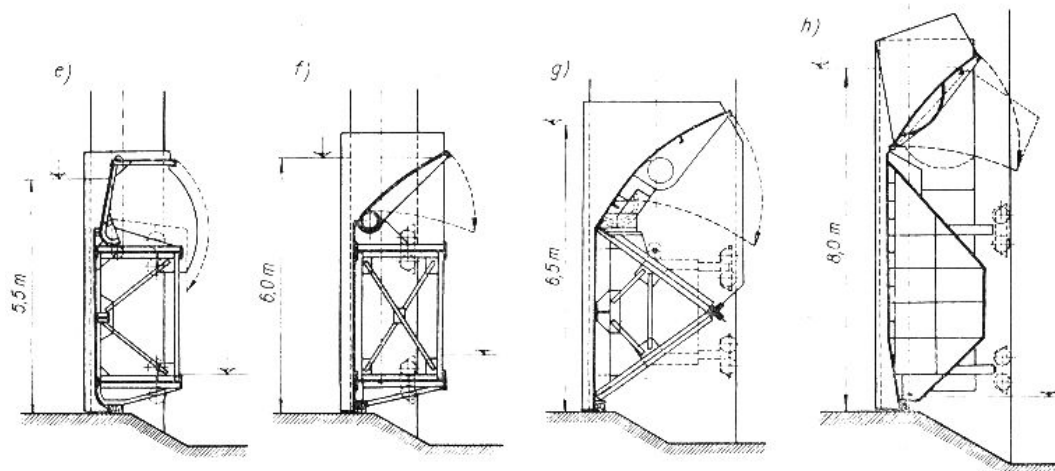
Použití : VD Vrané na Vltavě, VD Střekov na Labi

Základní typy stavidlových jezů

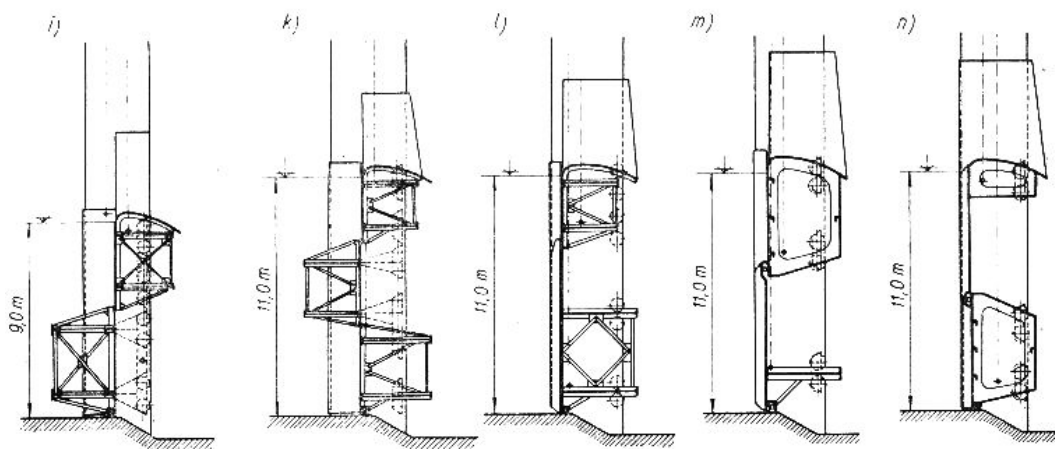
a až d – Jednoduchá stavidla



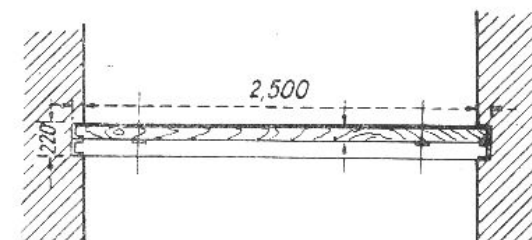
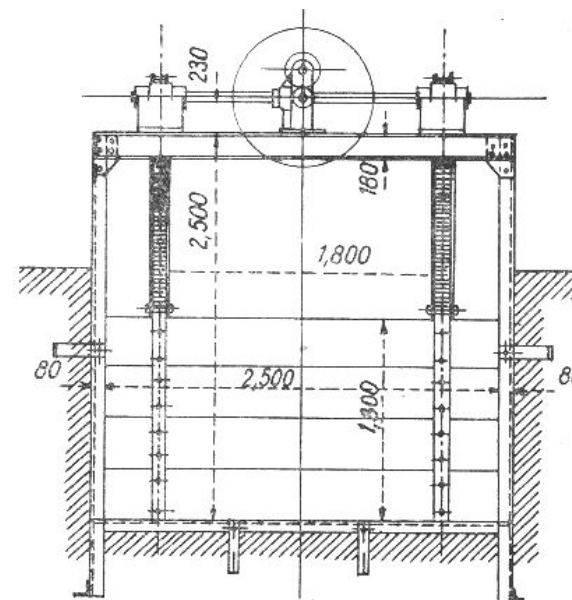
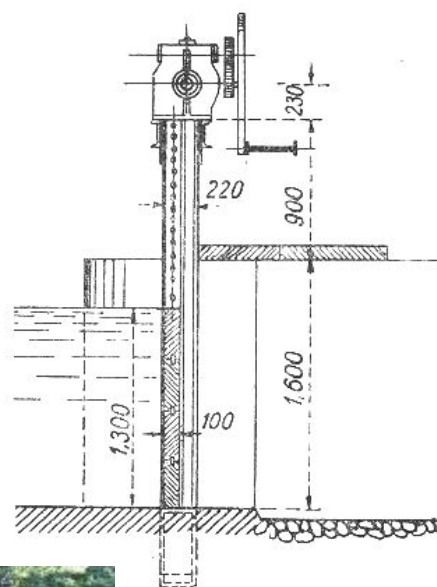
e až f – Stavidla s klapkou



i až n – Dvojdílná stavidla



Jednoduchý stavidlový uzávěr na ruční pohon

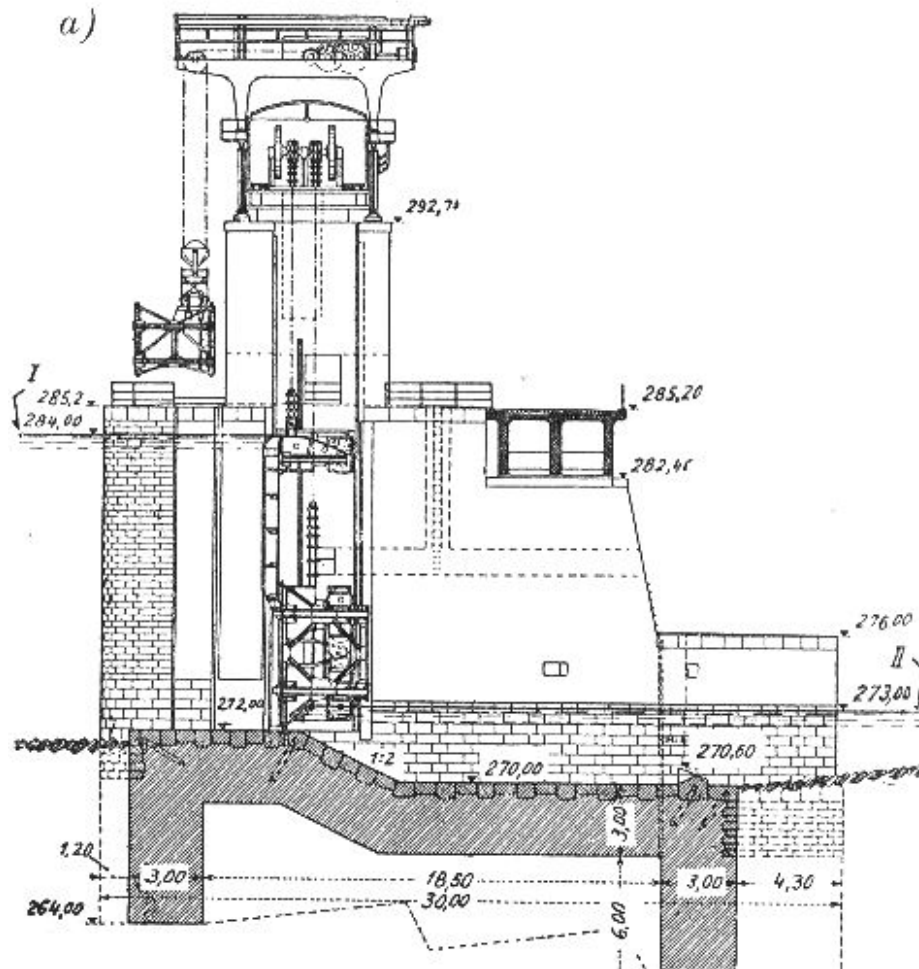


K141 VIN

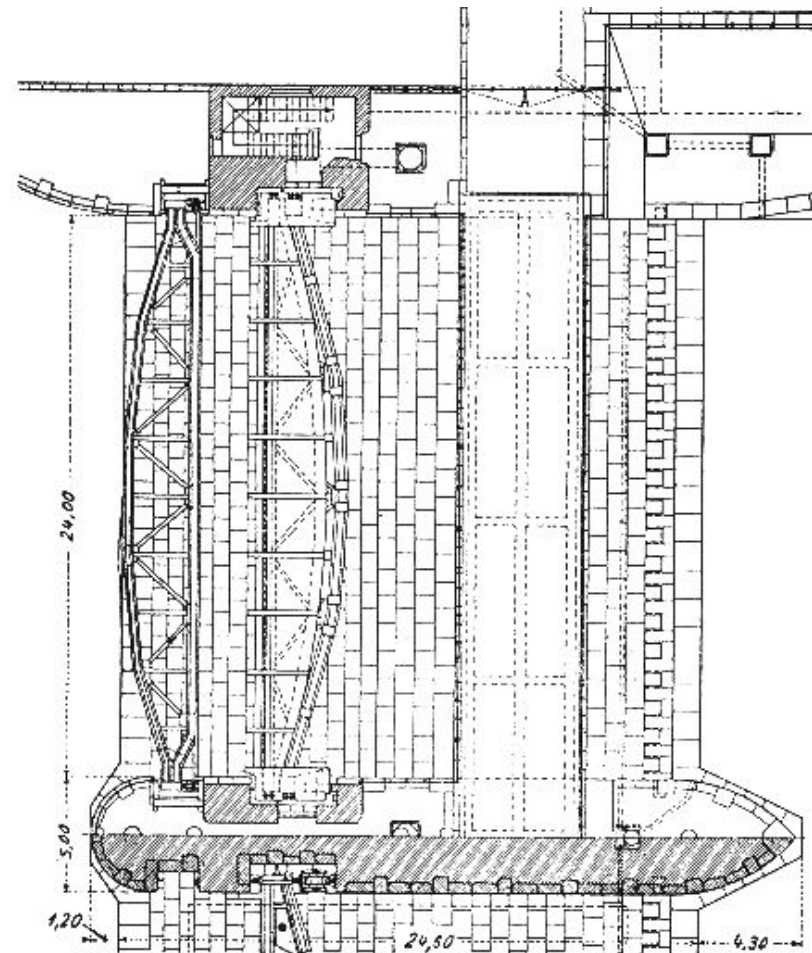
Jezy

**Stavidlový uzávěr na ruční pohon
na Javorce**

Konstrukční provedení zdvižného stavidla



Řez středem jezového pole



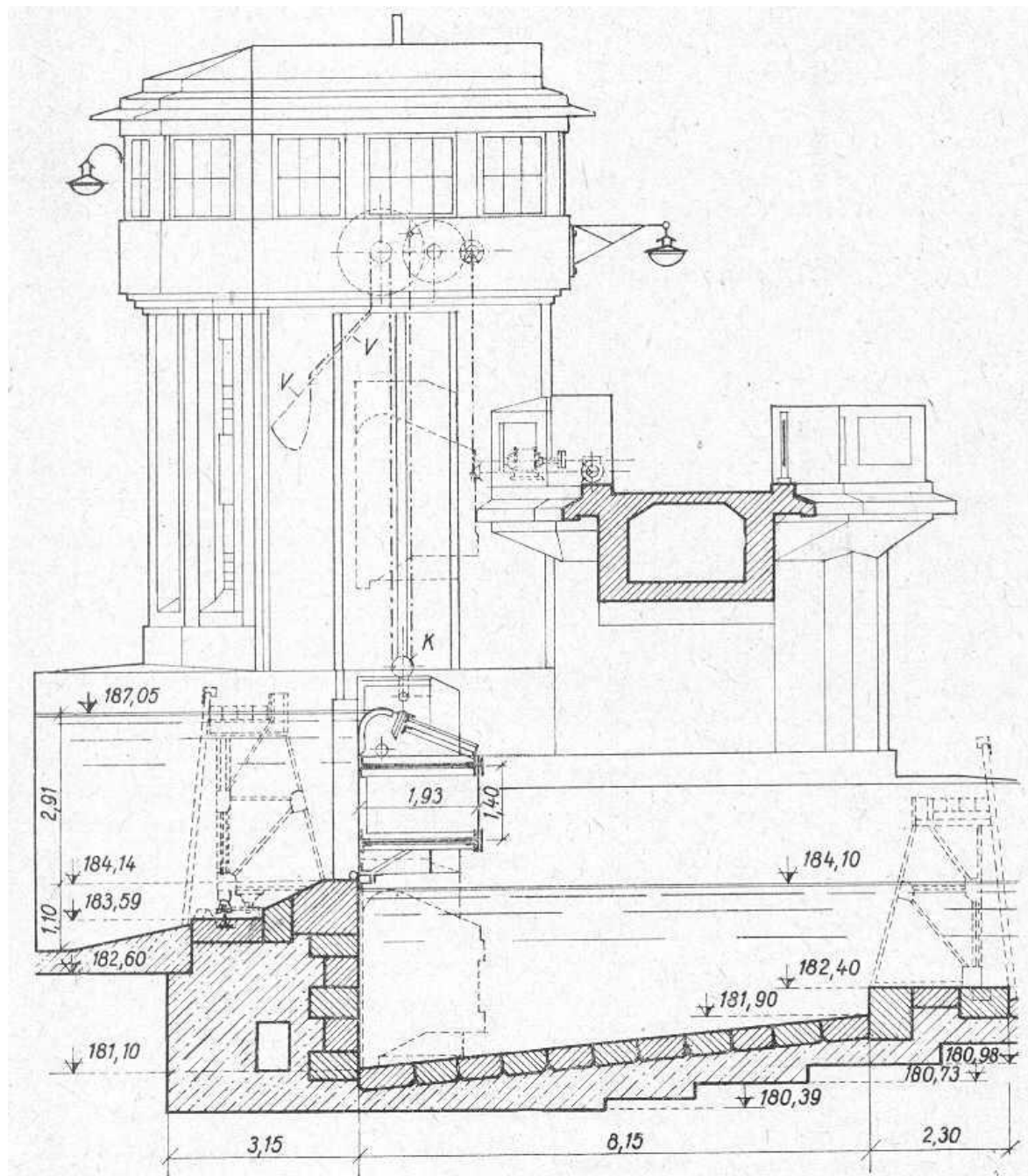
Půdorys i s provizorním hrazením

K141 VIN

Jezy

37

Konstrukční provedení spustného stavidla

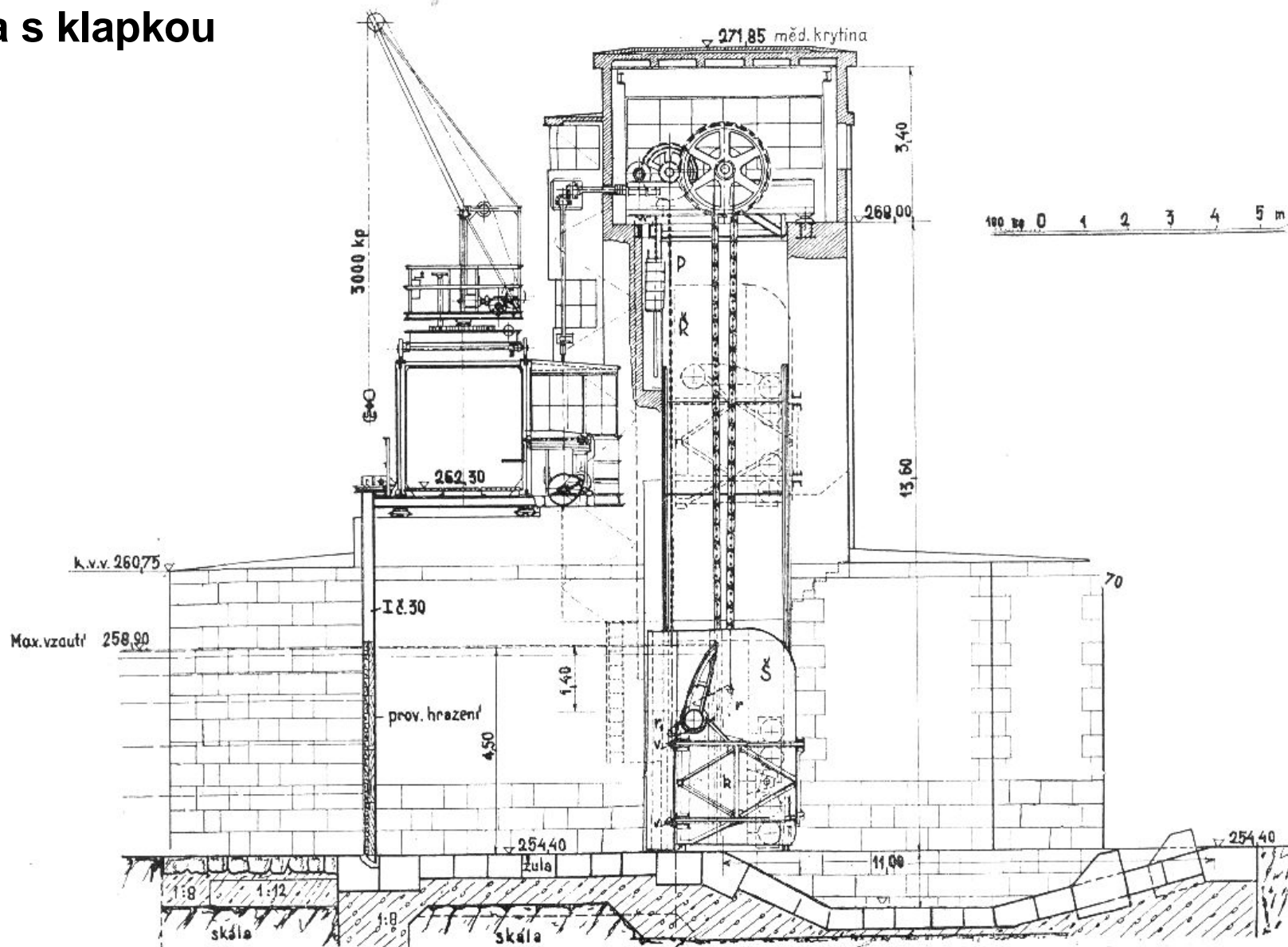


K141 VIN

Jezy

38

Konstrukční provedení stavidla s klapkou



K141 VIN

Jezy

39

Segmentové jezy

Základní charakteristika funkce :

Hradicí konstrukce tvořena nejčastěji částí válcové plochy. Zatížení se z hradicí konstrukce přenáší do břehových pilířů rameny na koncích opatřeny čepy. Čepy mimo hradicí stěnu leží nejčastěji v ose zakřivení.

Při manipulaci se segment otáčí kolem vodorovné osy v místě čepů.

Regulace úrovně hladiny :

Spustné segmenty – spouštěním segmentů do spodní stavby se mění úroveň přelivné hrany, přes kterou voda přepadá. V případě povodně celý segment zasunut do spodní stavby \Rightarrow hluboká spodní stavba.

Zdvižné segmenty – vysunováním stavidel nad nahoru. Voda proudí mezi spodní stavbou a spodní hranou segmentu. Za povodně vytažení segmentu nad úroveň povodňové hladiny \Rightarrow vysoké pilíře.

Výhody : relativně lehlé.

Nevýhody : větší délka pilířů.

Použití : VD Orlík, VD Slapy a další bezpečnostní přelivy VD

Základní typy segmentových jezů

1 – Zdvížený segment s čepy na pilíři

a – s šikmými rameny

b – s kolmými rameny

2 – Zdvížený segment s čepy na stropě

3 – Spustný segment s čepy na spodní stavbě

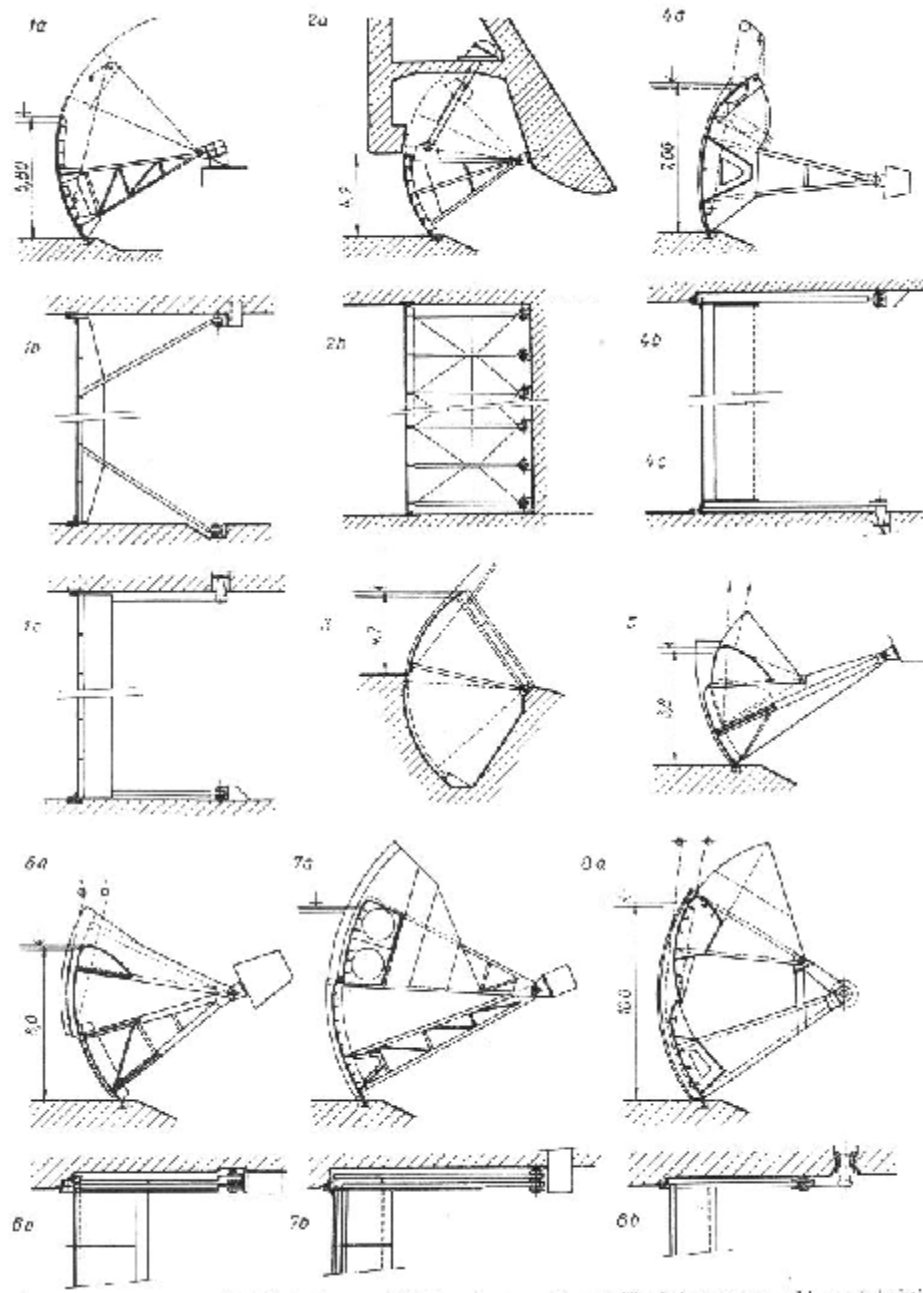
4 – Segment s dutou klapkou

5 – Dvojitý segment

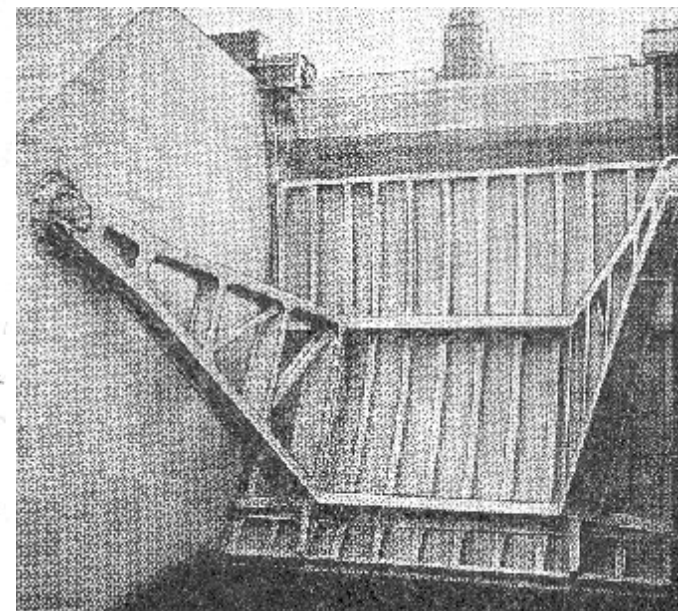
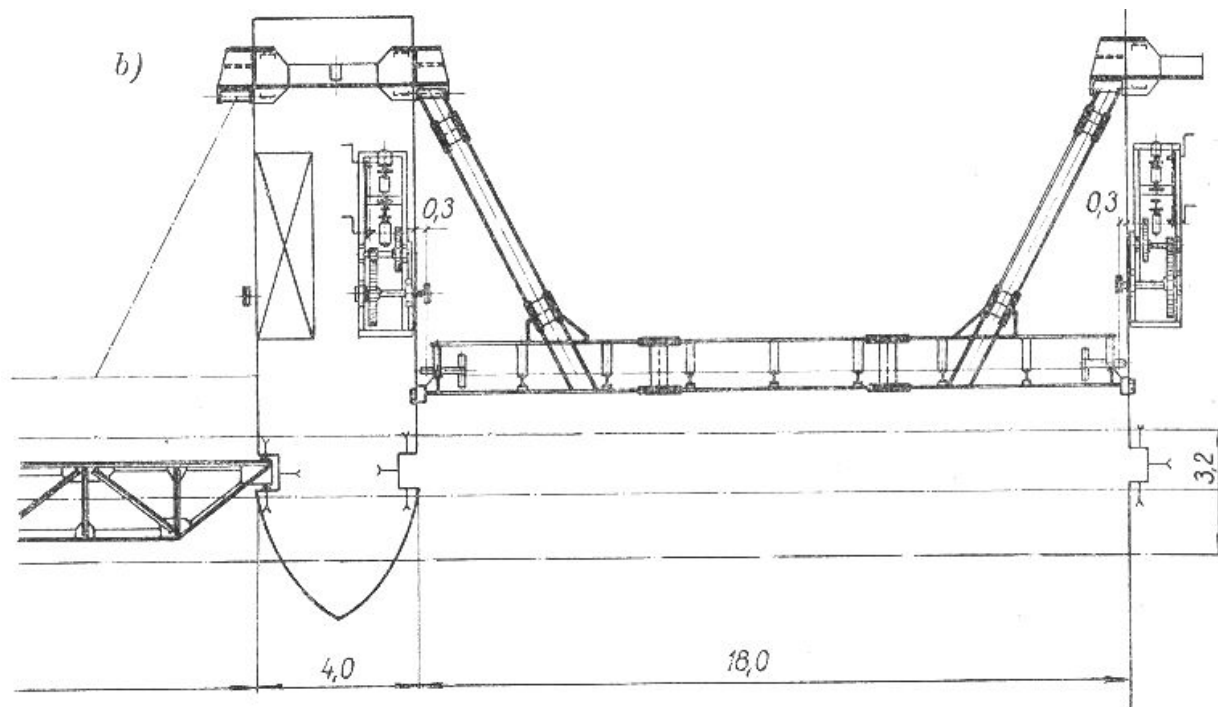
6 – Dvojitý segment

7 – Dvojitý segment

8 – Dvojitý segment



Charakteristická konstrukce segmentového jezu s šikmými rameny

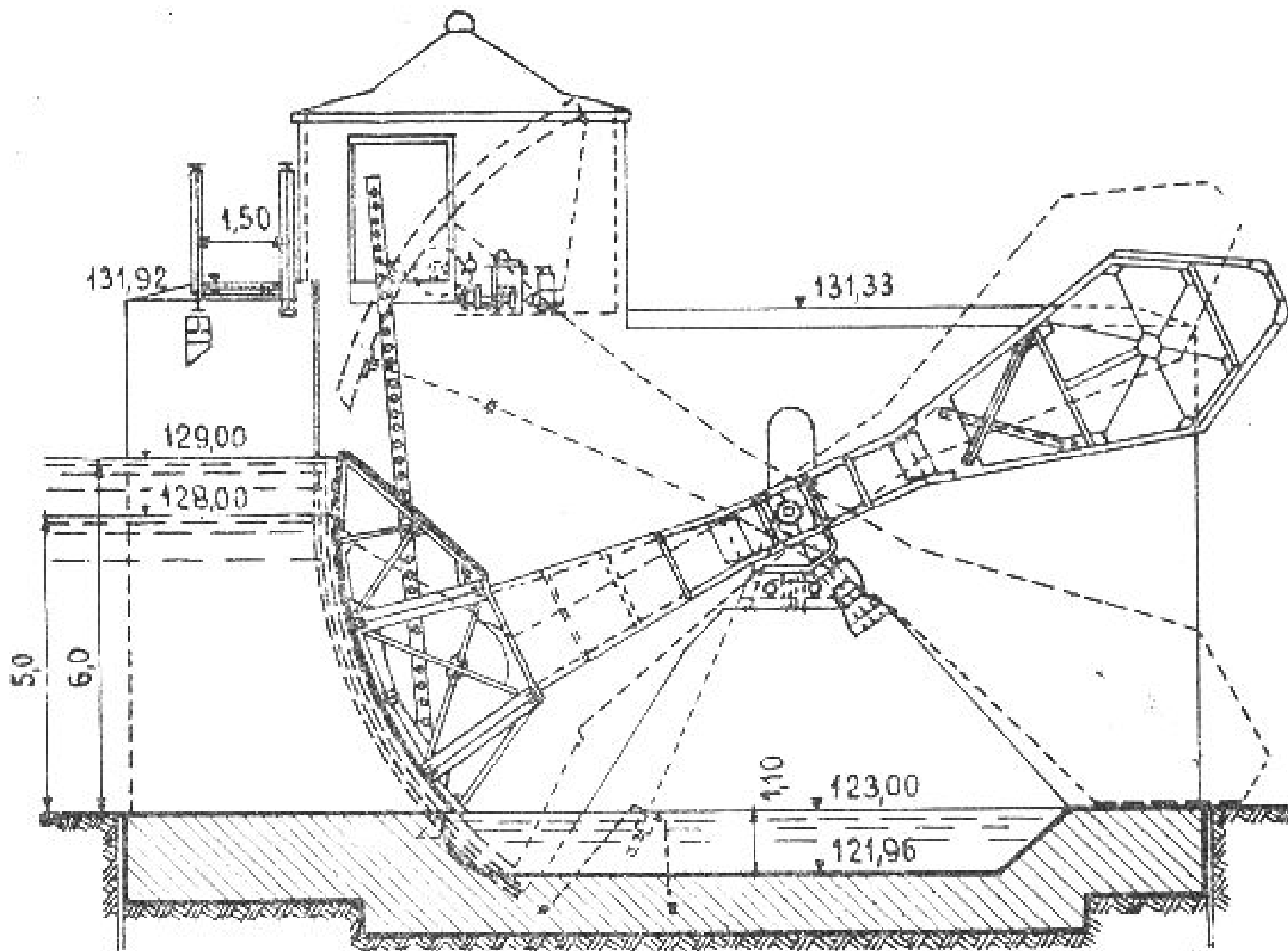


K141 VIN

Jezy

42

Vyvážení segmentu protizávažím

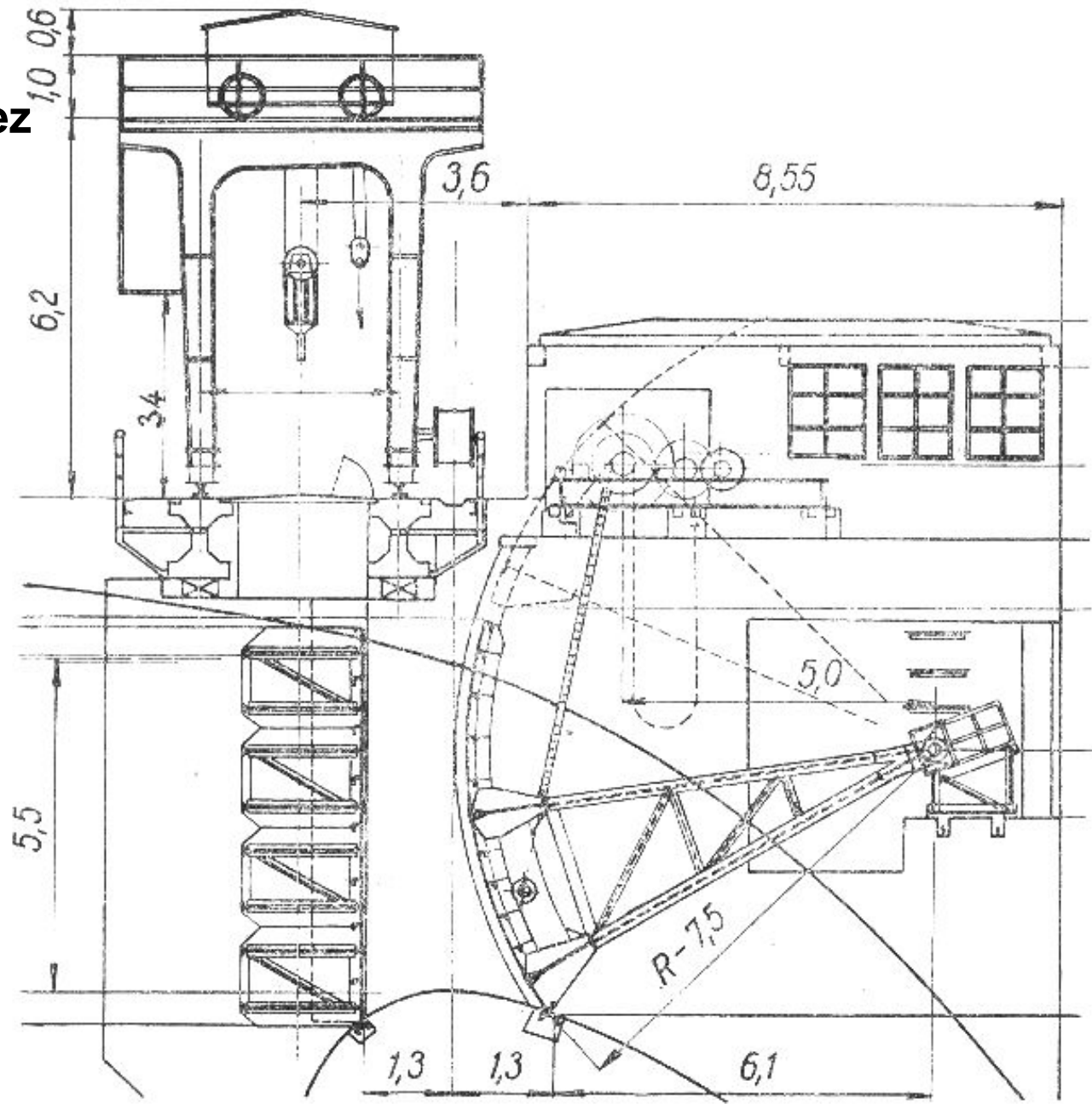


K141 VIN

Jezy

43

Zdižný segmentový jez

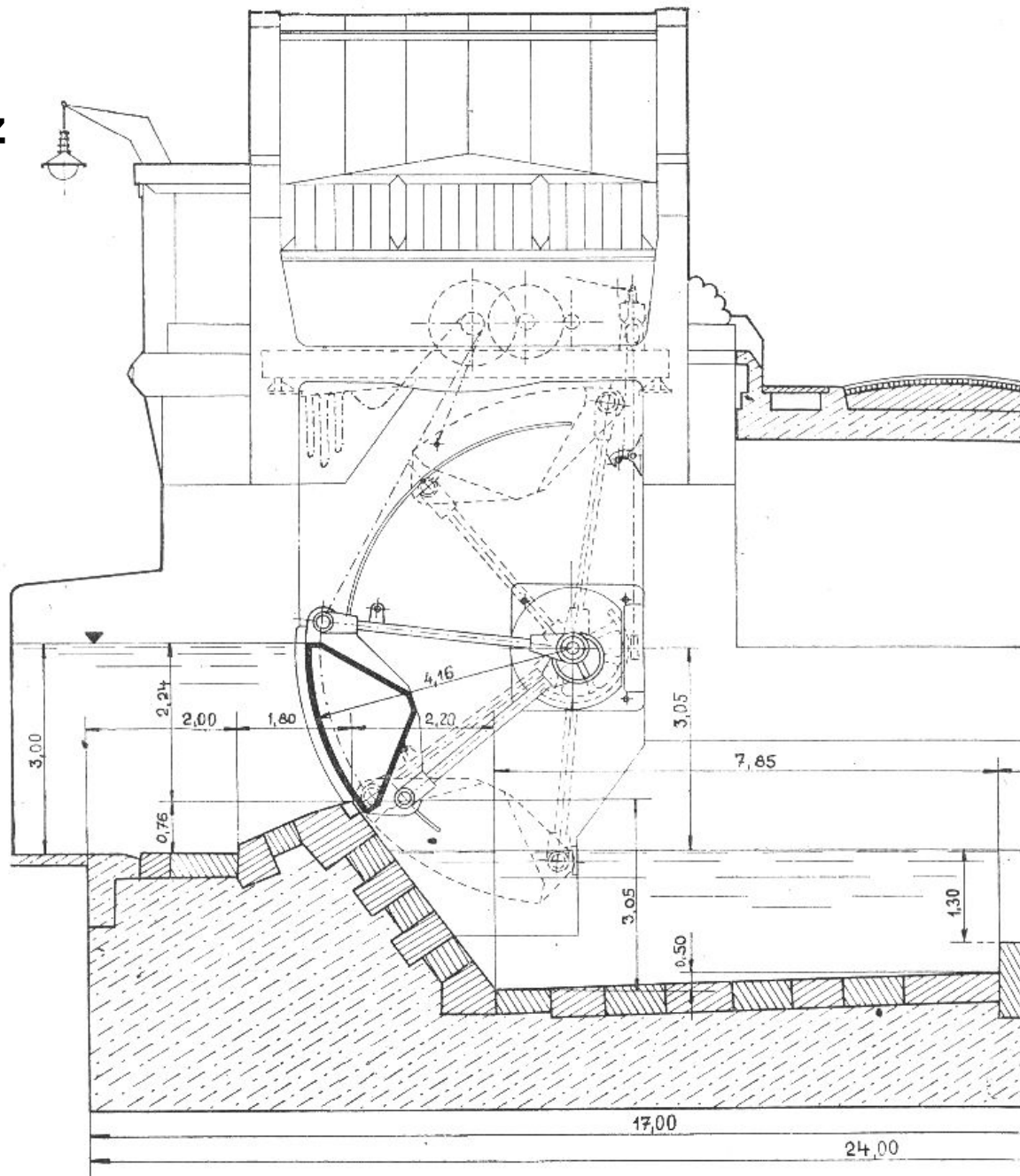


K141 VIN

Jezy

44

Spustný segmentový jez

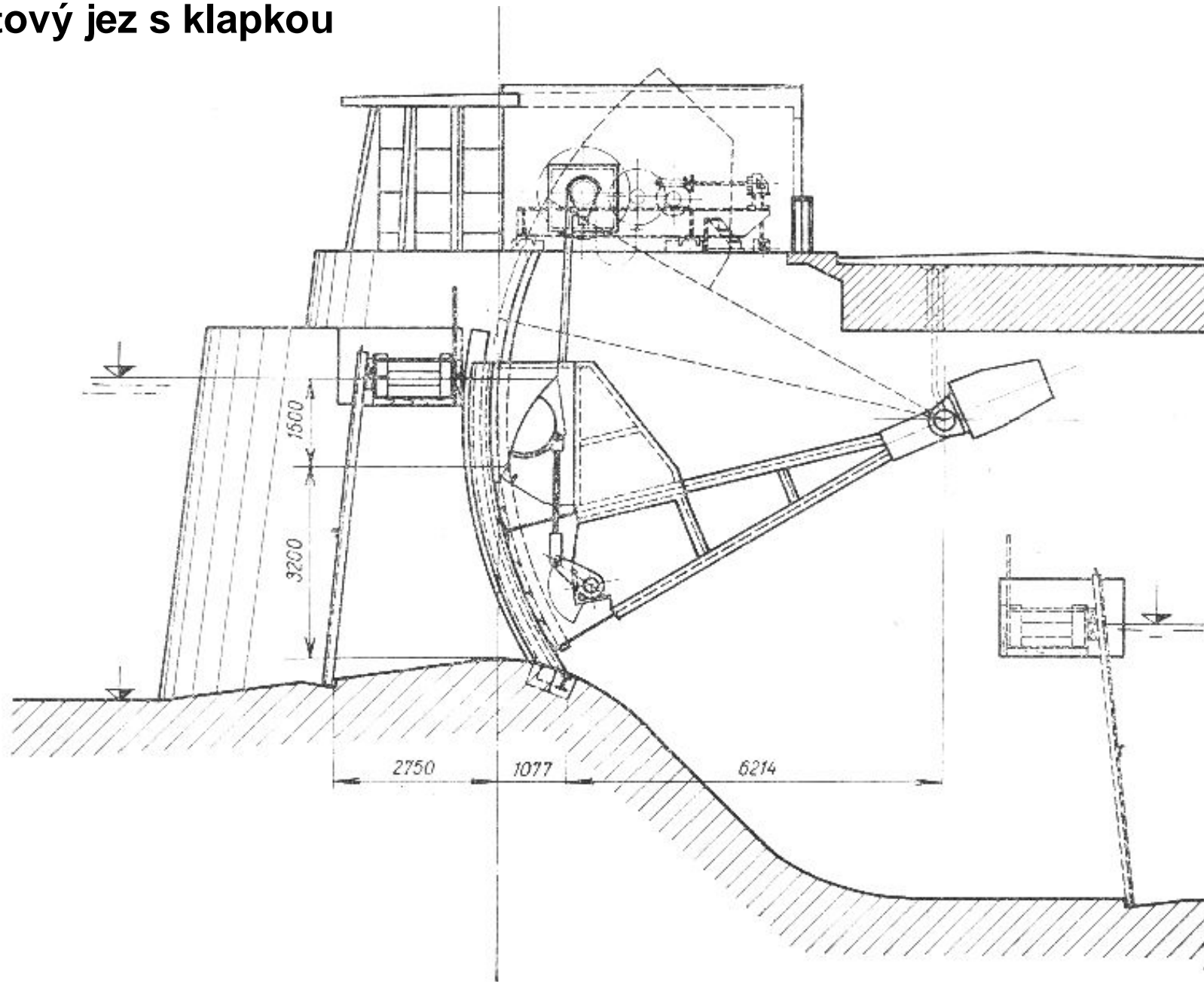


K141 VIN

Jezy

45

Segmentový jez s klapkou



K141 VIN

Jezy

46

Válcové jezy

Základní charakteristika funkce :

Hradicí konstrukce tvořena válcovitým hradicím tělesem, které je osazeno v drážkách břehových pilířů.

Při manipulaci rotuje válec v drážkách pilířů nahoru nebo dolů.

Regulace úrovně hladiny :

Spustné válce – spouštěním válců do spodní stavby se mění úroveň přelivné hrany, přes kterou voda přepadá. V případě povodně celý válec zasunut do spodní stavby \Rightarrow hluboká spodní stavba.

Zdvižné válce – vysunováním válce nahoru. Voda proudí mezi spodní stavbou a spodní hranou válce. Za povodně vytažení segmentu nad úroveň povodňové hladiny \Rightarrow vysoké pilíře.

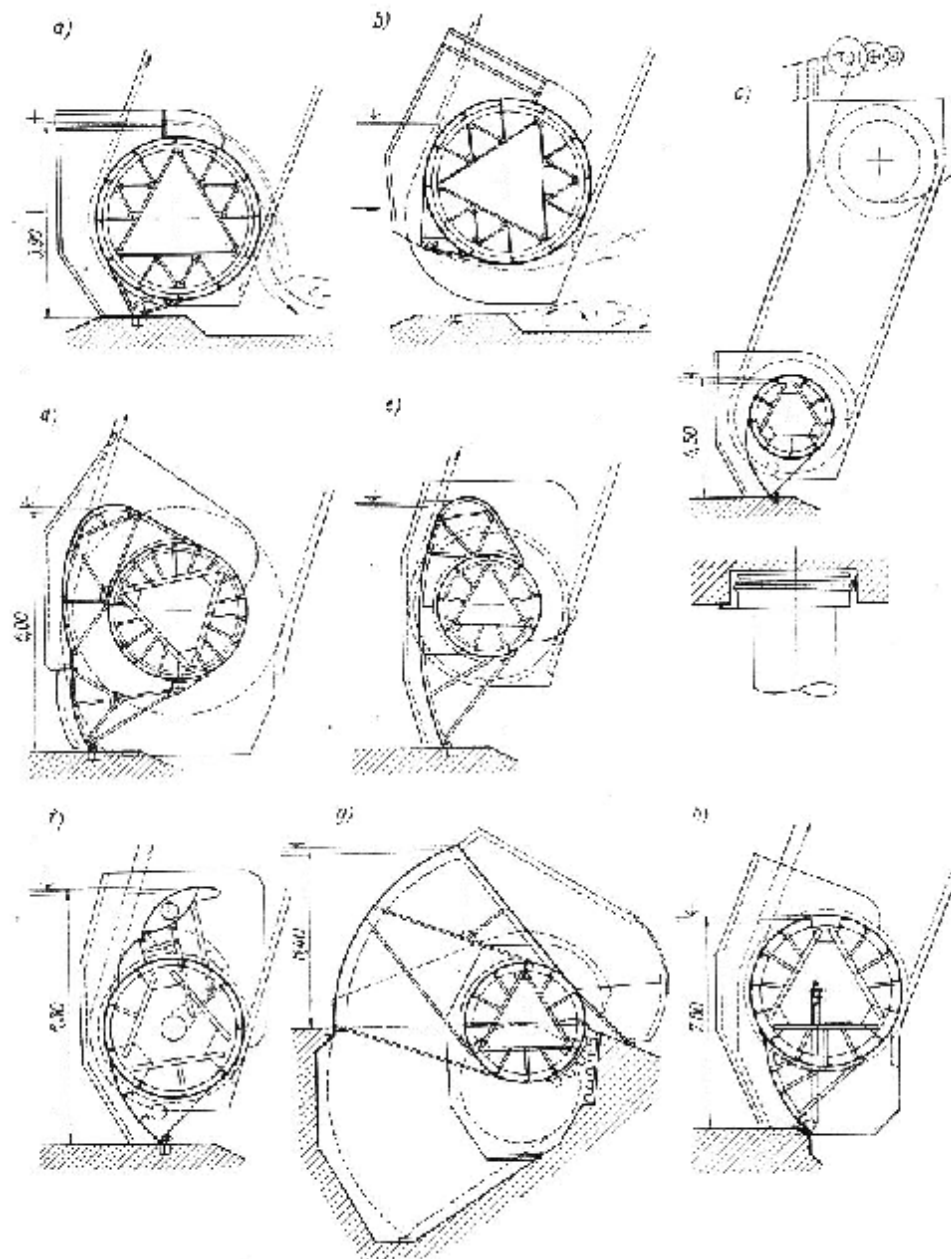
Výhody : použití pro velké světlosti polí.

Nevýhody : velká spotřeba oceli.

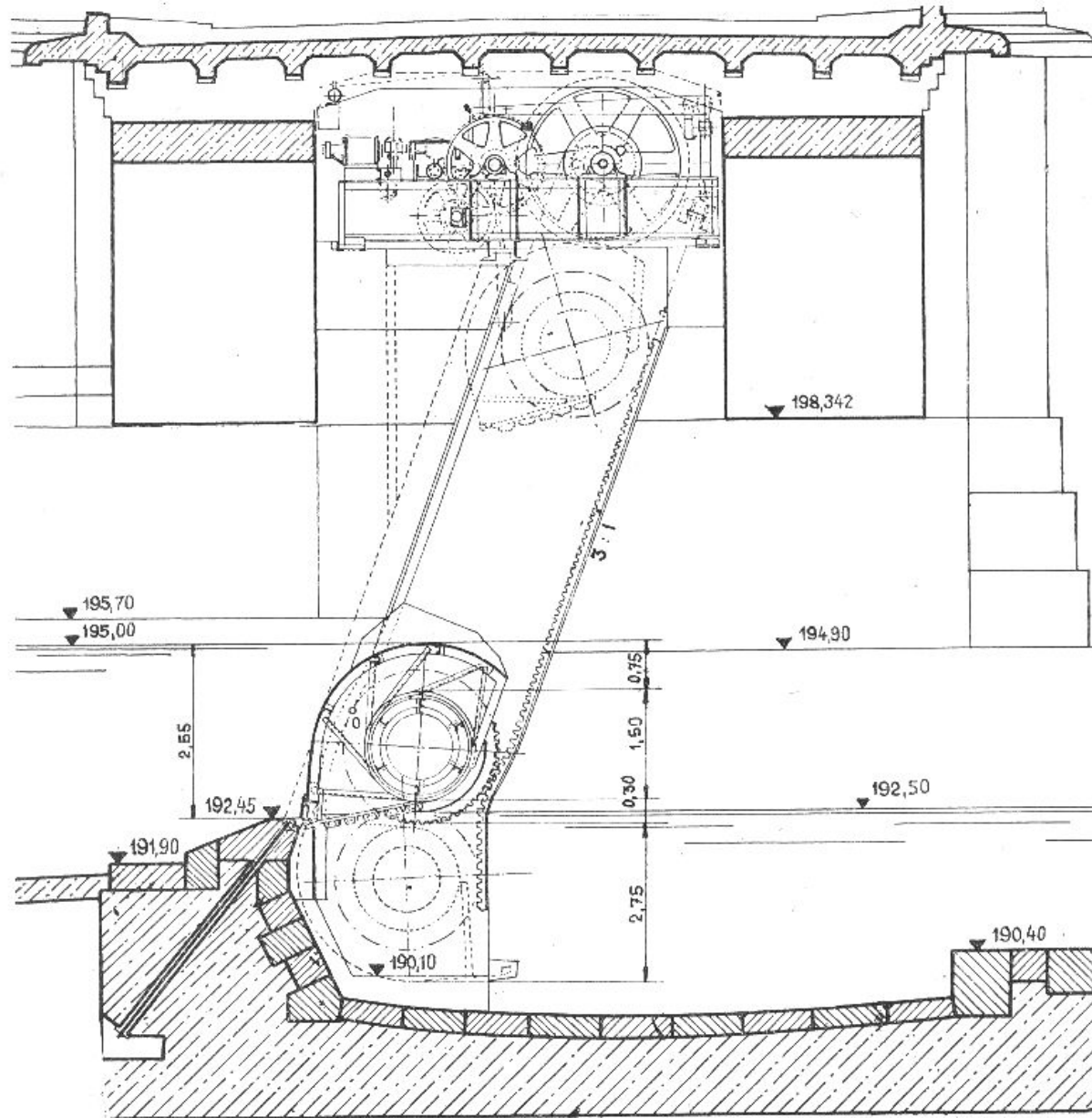
Použití : VD Kolín na Labi, dnes se již nenavrhují.

Základní typy válcových jezů

- a, b – Prostý válec zdvižný
- c – Zdvižný válec s pevným dolním štítem
- d – Zdvižný válec s pohyblivým dolním štítem
- e – Segment s dutou klapkou
- f – válec s pevným dolním štítem a klapkou
- g – Úplně spustný válec
- h – Částečně spustný válec



Spustný válcový jez na Labi v Kolíně



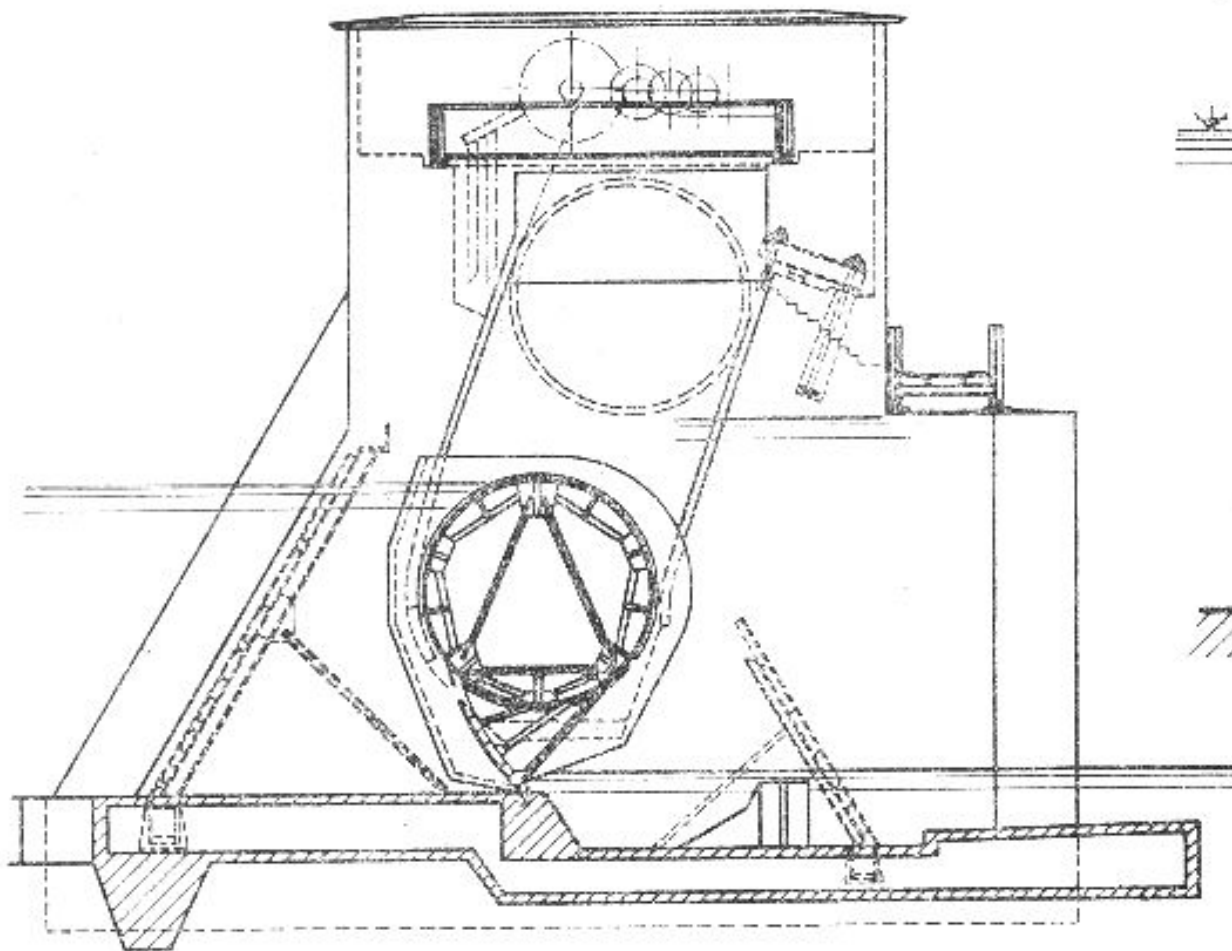
K141 VIN

Jezy

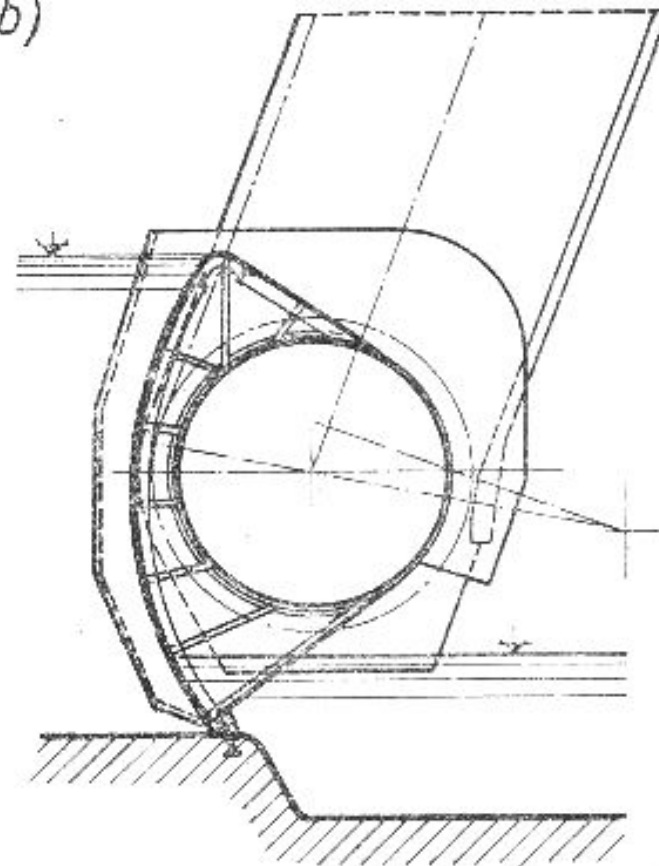
49

Válcové jezy se štítem

a)



b)



K141 VIN

Jezy

50

Prostý válcový jez na Cidlině v Lučicích



K141 VIN

Jezy

51

Hydrostatické jezy

Základní charakteristika funkce :

Takové jezy, kde jsou spodní stavba i hradicí těleso uzpůsobeny tak, aby mohl být pohyb tělesa ovládán výhradně hydrostatickými silami působícími na různé části hradicí konstrukce.

Regulace úrovně hladiny :

Tlačná komora je kanálky propojena s horní i dolní vodou. Změna polohy hradicí konstrukce je vyvolána snížením nebo zvýšením tlaku v tlakové komoře. Přepuštění vody z horní vody do tlakové komory \Rightarrow zvýšení polohy konstrukce, vypuštěním vody do dolní vody \Rightarrow snížení polohy.

Základní typy hydrostatických uzávěrů :

Hydrostatické jezy pokloповé (2 nebo 3 pokloповé), vahadlové, segmentové, sektorové, tabulové.

Výhody : jednoduchá obsluha, automatická regulace, menší spotřeba oceli, velmi nízké pilíře, pro každé pole pouze 1 ovládací pilíř.

Nevýhody : složitá spodní stavba, vysoké nároky na provedení, těsnění.

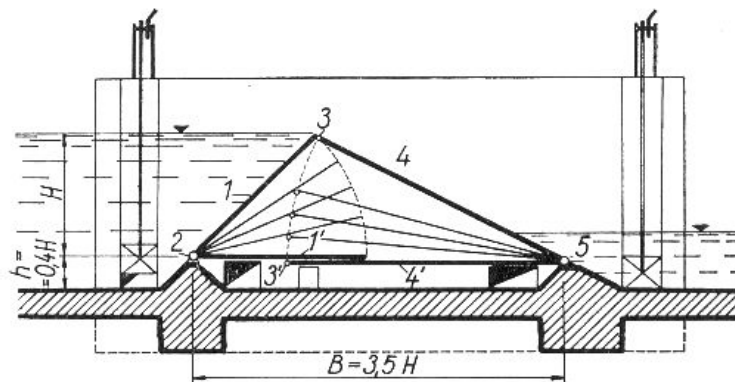
Použití : moderní jezy LVC – Obříství, Roudnice, Č. Kopisty, D.Beřkovice.

Hydrostatické jezy dvoupokloповé a)

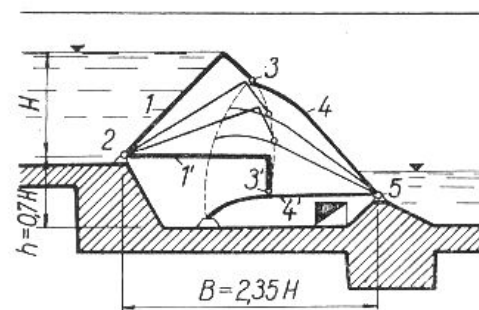
Hradící konstrukce tvořena 2 poklopy (1 a 4) s osami otáčení (2 a 5) na opačných stranách.

Poklop 4 je hybný, poklop 1 je krycí.

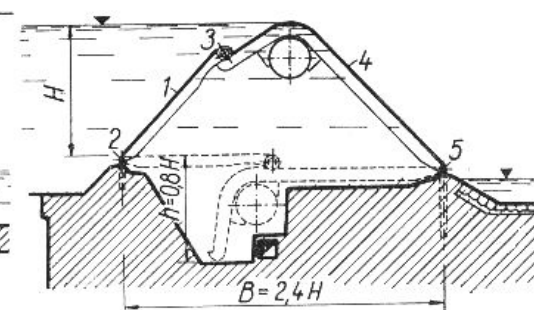
Vlastní váha poklopů zajišťuje styk obou poklopů v bodě 3.



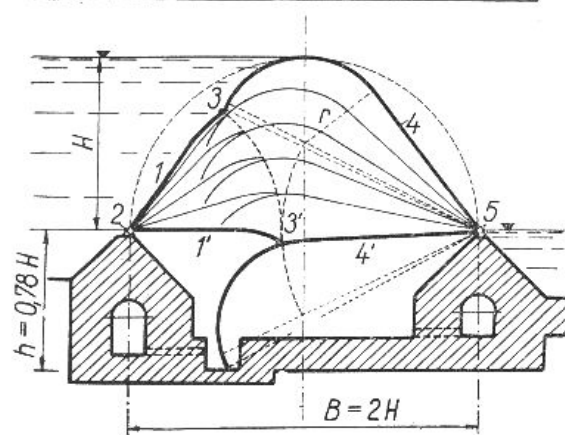
b)



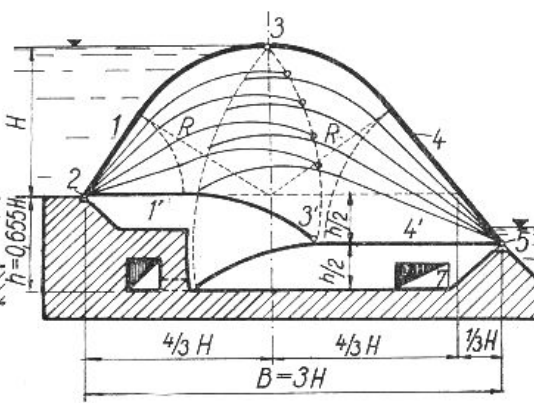
c)



d)



e)



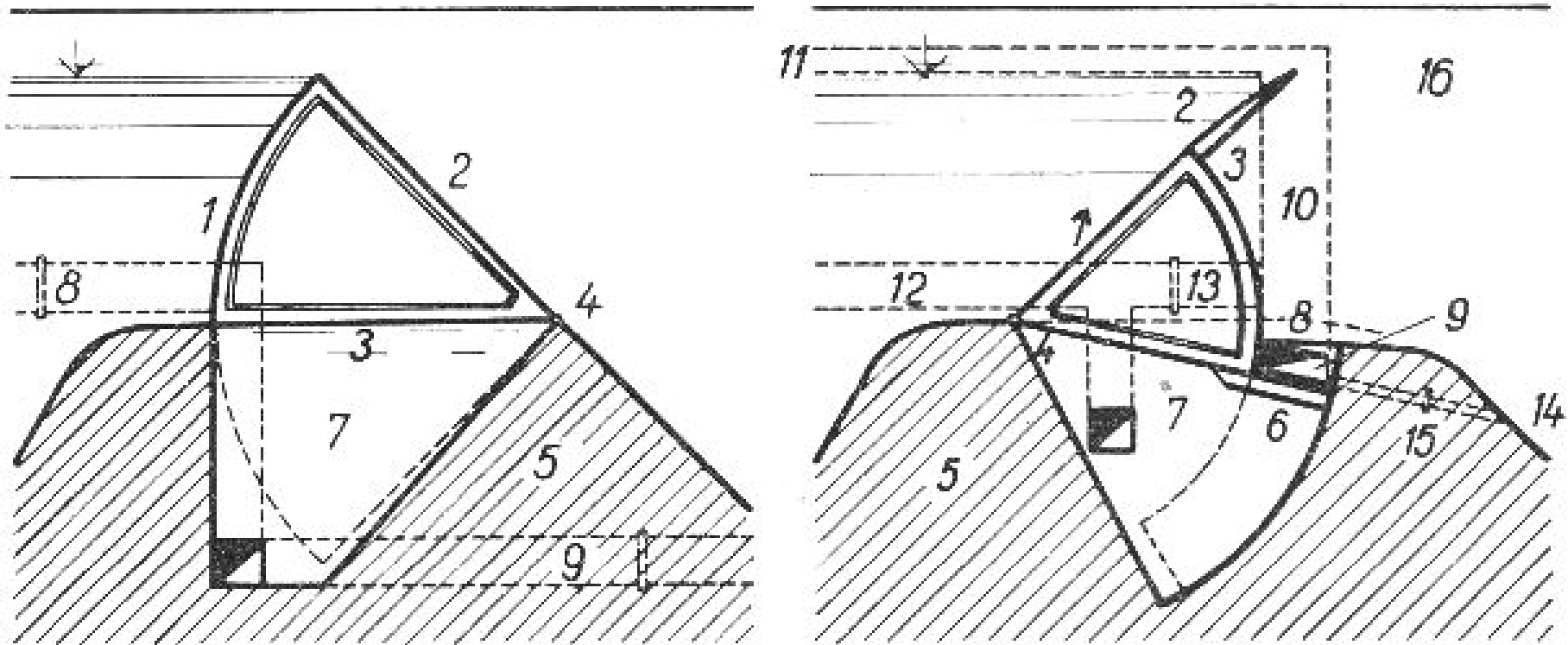
K141 VIN

Jezy

53

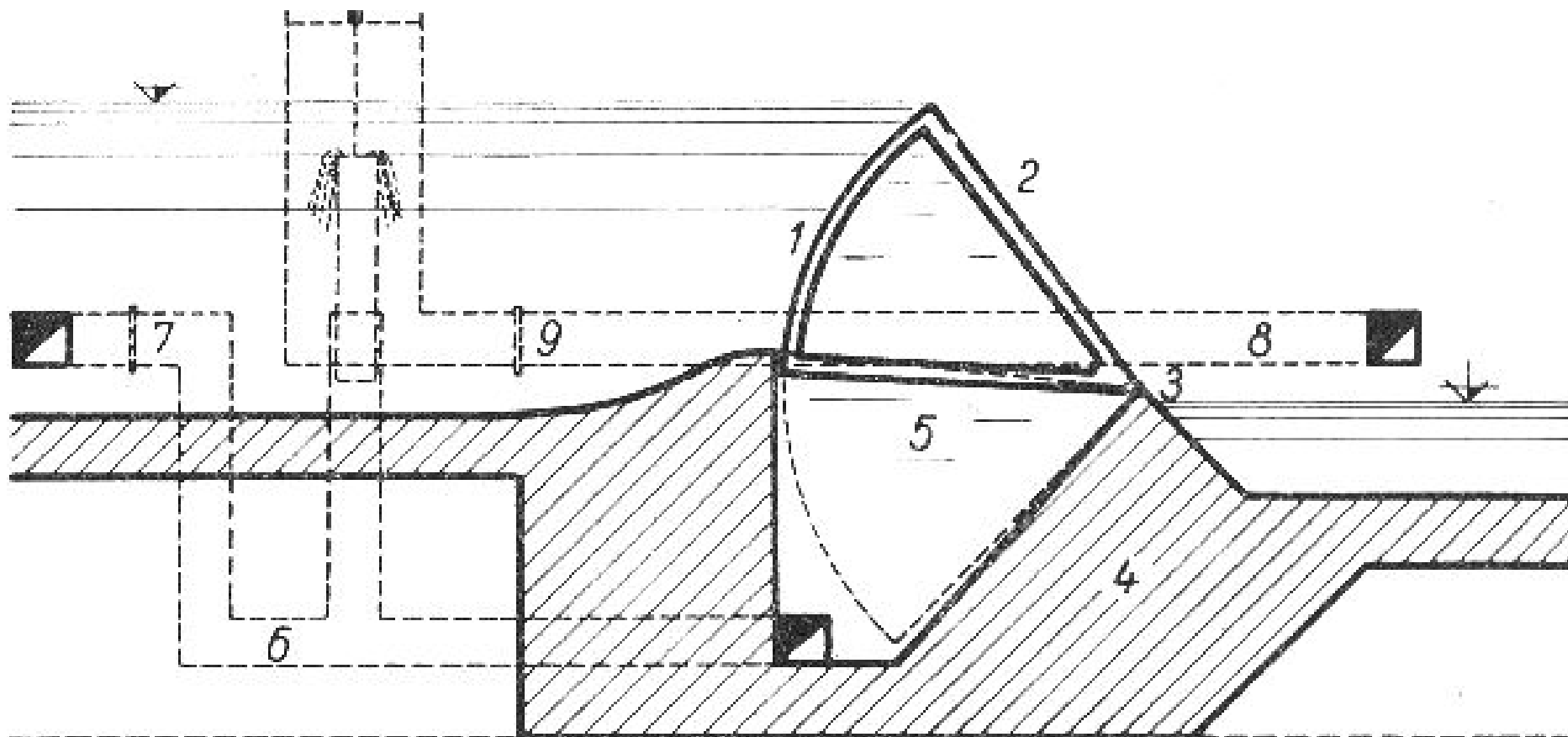
Hydrostatické jezy segmentové

V hradící poloze je válcová plocha segmentu zatížena vodním tlakem.



Hydrostatické jezy sektorové

V hradící poloze je drženo ve vztyčené poloze tlakem vody v tlakové komoře na přelivnou plochu.



Moderní sektorové hydrostatické jezy na labské vodní cestě



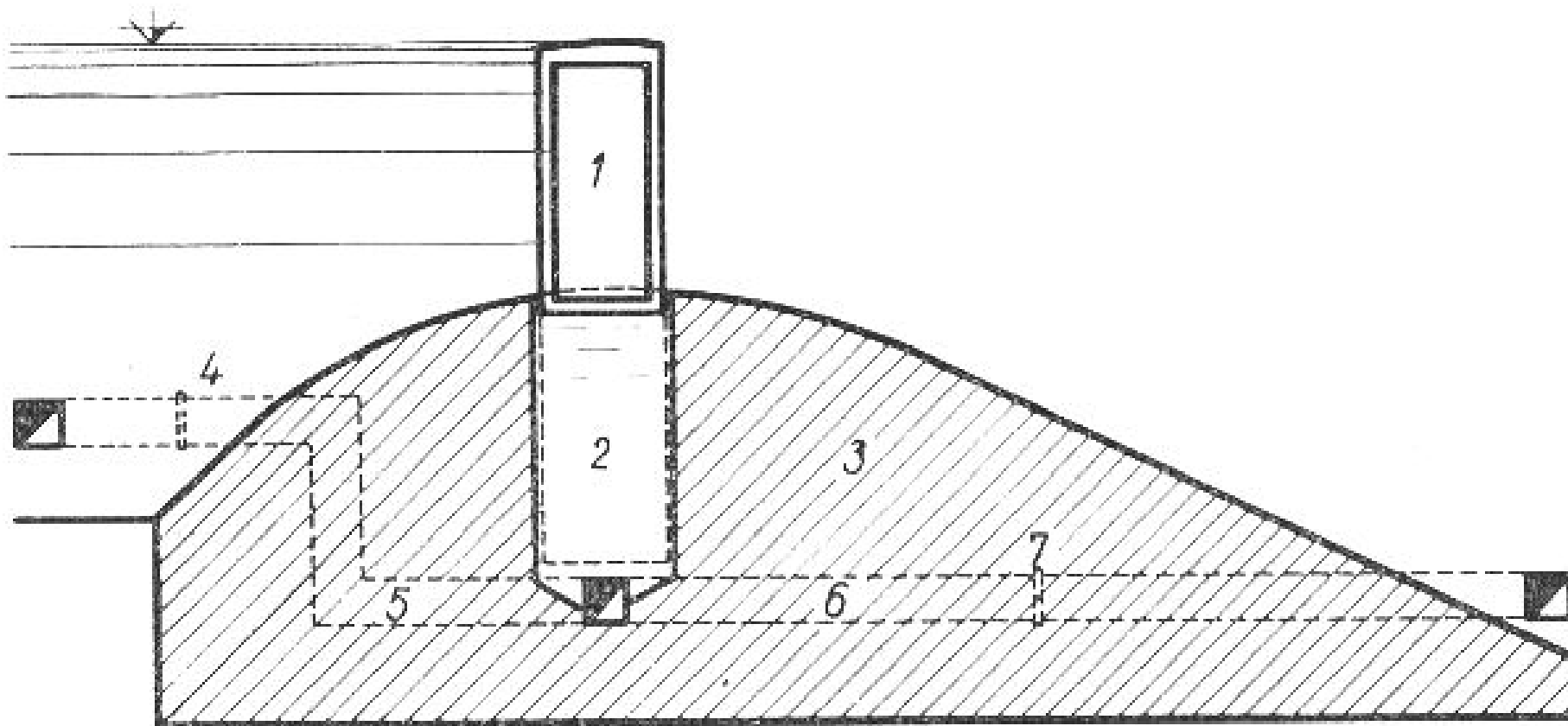
VD České Kopisty



VD Dolní Beřkovice

Hydrostatické jezy tabulové

Hydrostatická síla v tlačné komoře 2 působí svisle vzhůru na tabulový uzávěr 1



Pneumatické (vakové) jezy

Základní charakteristika funkce :

Vakový uzávěr je vytvořen z pogumované textilie, ta je ke spodní stavbě a bočním stěnám je připevněna ocelovými lištami. Vak je plněn čerpadlem tlakovou vodou.

Regulace úrovně hladiny :

Napouštěním vody se vakový jez dostává do vztyčené polohy, vypouštěním vody se vyhrazuje.

Nepoužívá se zpravidla k průběžnému manipulování s hladinou. Používá se buď ve vztyčené nebo zcela vyhrazené poloze.

Výhody : Velmi jednoduchá a levná konstrukce.

Nevýhody : Poměrně snadná možnost protržení vaku plovoucími předměty.

Použití : jen nízké jezy na malých a středních tocích.

Konstrukce vakového jezu



Vakový jez na Javorce

K141 VIN

Jezy

60

