

TECHNICKÝ OBZOR

ROČNÍK XV.

V PRAZE, DNE 12. ČERVNA 1907.

ČÍS. 18.

Hradlový jez u Štětí na Labi.

Sděluje Dr. Ant. Klír, c. k. vrch. inž. při kan. komisi v Praze. (S tab. č. 9. a 10.)

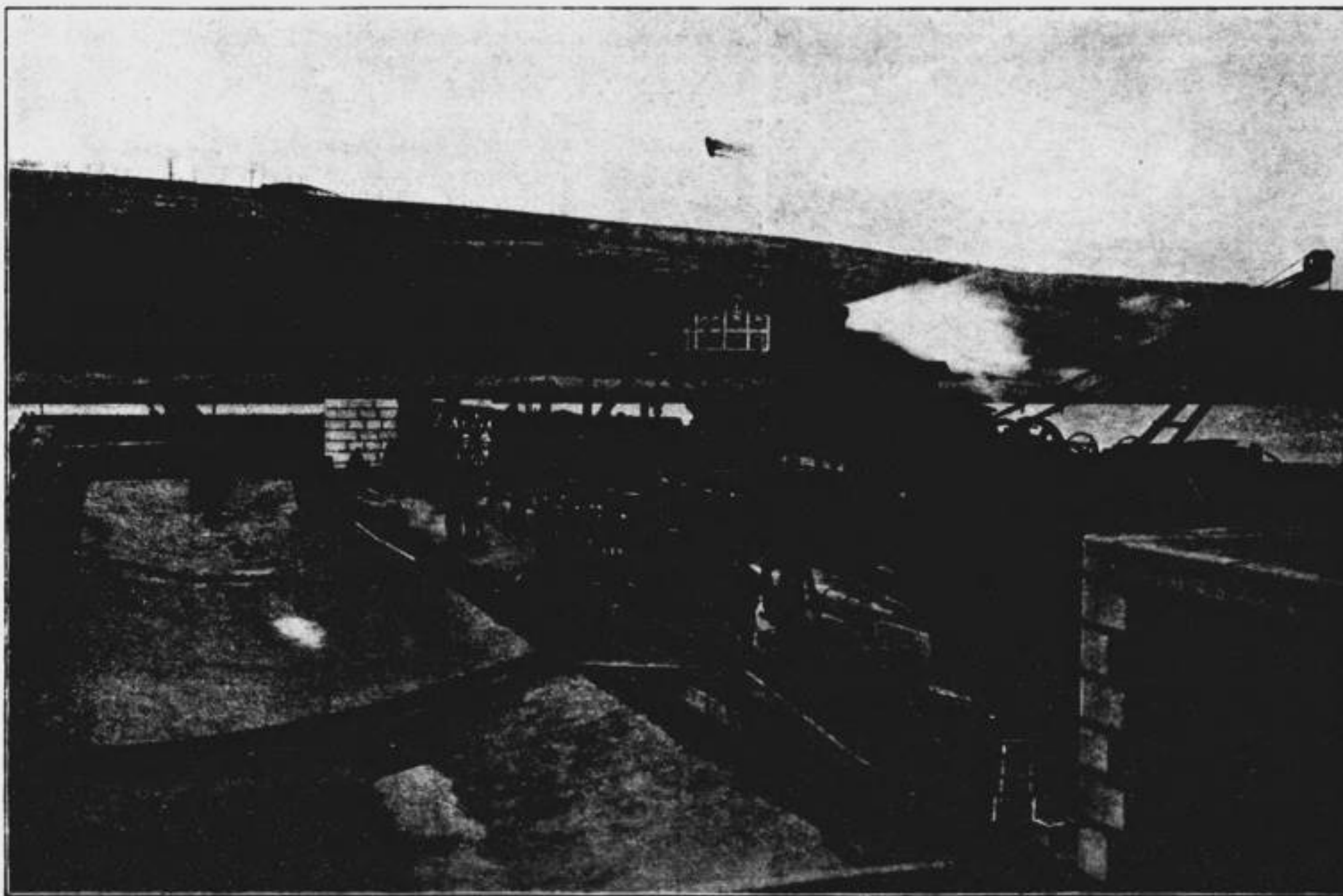
Hradlový jez u Štětí na Labi liší se od dosavadního tvaru jezů hradlových, užitých při kanalisování řek Vltavy a Labe v Čechách a při jiných obdobných pracích v cizině hlavně v následujícím:

1. Vzdálenost slupic zvětšena byla z obvyklé míry 1·20 až 1·30 *m* na 3·00 *m*.
2. Pouchová tyč spojena je pevně s lávkou a sklápí se spolu s ostatní železnou konstrukcí na spodní stavbu.
3. Slupice zhotoveny jsou z válcovaných želez spojovacích nýty.

je propust lodní. Ostatní úprava zdýmadla vyplývá z obrazce č. 1. a 3.

Prah lodní propusti položen byl 1·40 *m* pod stav nullové vody podle mělnického vodočtu, tak že nejvyšší slupice, jejíž tvar znázorňuje obr. č. 5., má výšky 4·30 *m*, ačkoli vzduší jezu štětského je pouze 2·26 *m*.

V celku má slupice tvar lichoběžníkový s oběma úhlopříčkami, avšak spodní tyč spojovací schází. Tím povstávají dva nosné trojúhelníky, na které soustavu dlužno rozložit při stanovení osových sil; ke dvěma vyztužovacím sponám vodorovným se nepřihlíží.



Montování slupic jezu ve Štětí.

4. Sklopené slupice neleží na sobě, nýbrž nezávisle vedle sebe na spodní stavbě.

5. Na lávce upraveny jsou koleje pro vozíky na dopravu hradel a pro jeřáby na sklápění slupic.

Návrh této soustavy jezové sdělán byl v zásadě podle jezu postaveného na řece Addě při elektrárně u Paderna v Itálii. Tam má jez slupice nýtované o výšce 2·6 *m*, které stojí ve vzájemných vzdálenostech 2·2 *m*. Sklopená konstrukce chráněna je prahem pouze 0·22 *m* vysokým, a celá nosná kostra slupic zhotovena jest z \square želez profilu č. 10.

Jez u Štětí je vyobrazen v situaci na tabulce čís. 9. a 10.; vykazuje 3 otvory po 54 *m* volné šířky, z nichž pravostranný

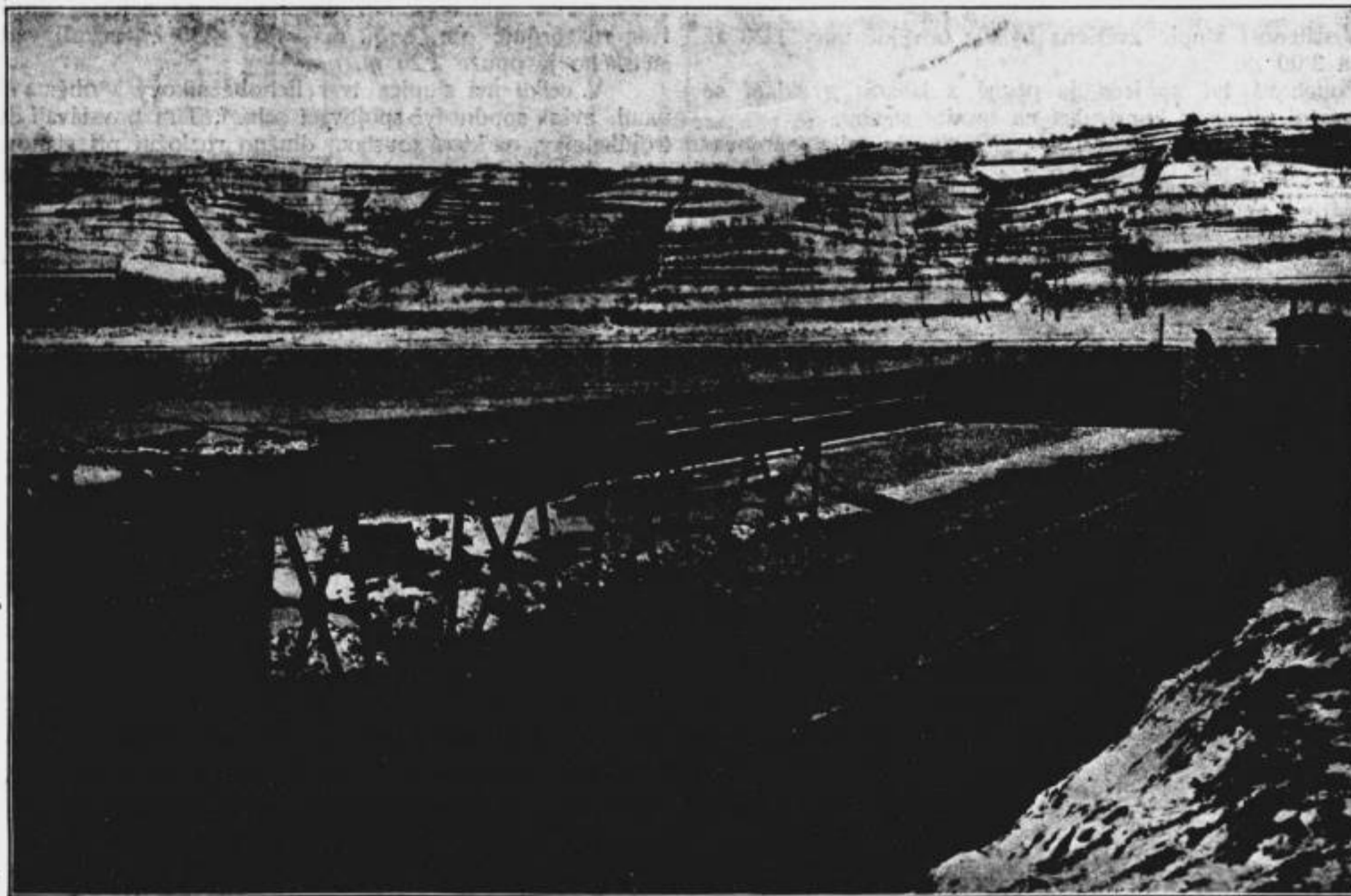
Slupice zhotovena je z válcovaného profilu \square č. 105, který vykazuje při malé výšce poměrně nejsilnější střední stěnu i příruby. V uzlových bodech jest užito oboustranných 10 *mm* silných spojovacích plechů. Spodní vodorovná vyztužovací příčka je přiměřeně sesílena, neboť k ní připojeny jsou obě konsolovitě vytvořené nohy slupice, jež jsou mimo sil osových také namáhány ohybem.

Přední ložisko spojeno je zároveň s potřebným zakotvením slupice; volená úprava vyplývá z obr. č. 4. a 8. Když je v činnosti jez, působí v předním ložisku velmi značný tah, za to při slupicích pouze vztýčených přenáší se do něho tlak pochodící z vlastní váhy slupice a lávky. Mimo to je nezbytno, aby se výška

ložiska dala v malých mezích při montáži měniti, a také kotva podle potřeby i v budoucnosti jinou nahraditi. Z těchto příčin bylo upraveno přední zakotvení tím způsobem, že spodem uloží se pevně do betonového základu tělesa jezového čtyřhranná kotevní deska, obr. 8., do které lze pak kdykoli vlastní kotvu shora vsunouti a otočením o 90° a opětným malým nadzdvížením do ozubů desky zachytiti. Na desku kotevní osadí se svisle plechová trubka o takové světlosti, aby jí hlava kotvy volně prošla, načež se trubka zabetonuje až do výšky asi 20 cm pod výšku podjezí. Na beton dá se vrchem litinová podkladní deska, která slouží za oporu nízké matici šroubové; té se použije k tomu, aby se pak náležitě utáhla osazená kotva, která na svém hořejším konci jest opatřena závitem. Na tento závit našroubuje se velká matice z kované oceli, která nese nahoře vidlicové ložisko, do něhož zasahuje oko přední nohy slupicové, vytvořené rovněž z kované oceli. Spojení docílí se svorníkem opatřeným závlačkou.

který jest k hlavním nosičům úhelníky připojen a náležitě příčně vyztužen, čímž bylo docíleno zároveň toho, že vodní tlak přenášený hradly na pouchovou tyč přejímá lávka jakožto plechový nosič vodorovný o výšce přes 80 cm.

Ježto podle zkušeností nabytých na jezích vltavských hradla opatřená háky pro rychlou a pohodlnou obsluhu velmi dobře vyhovují, bylo jich v nezměněném tvaru použito i při této nové soustavě, viz obr. 6. Z té příčiny byla tyč pouchová odsunuta poněkud od lávky, aby získala se dostatečná mezera pro háky a tyč pouchová připojila se k lávce čtyřmi konsolami. Tyč pouchová tvoří vlastně nosič spojitý, počítána byla však jakožto nosič prostý volné délky odpovídající největší vzdálenosti podporných konsol a navržen pro ni plný průřez kruhový o průměru 7 mm. Ke slupici je lávka připojena průběžným hřídelem vloženým ve dvou ložiskách přinýtovaných ke hlavě slupice, viz obr. 4. a 5. Na druhém volném konci lávky je na poslední výtuzné příčce



Sklápění slupic hradlového jezu ve Štětí.

Ložisko zadní, obr. 9., přejímá šikmý tlak slupicí přenášený. Zadní noha slupice obdržela rovněž ocelovou vložku, jejíž spodní konec nese malý čep, který však při postaveném jezu nijak není namáhán a slouží toliko při sklápění slupic za vedení. Tlak přenáší slupice na zadní ložisko ve dvou styčných plochách připravených, svislé rovinné a spodní kruhově vyhloubené; ložisko je zapuštěno a třemi šrouby do kamene ke spodní stavbě připojeno.

V obr. 9. vyznačený způsob umožňující výměnu zadního čepu tím, že by se nejprve vytáhla pojistná vidlice z ložiska a pak čep od zadu vyrazil, je návrhem strojírní Breitfeld-Daněk v Karlíně, která si způsob ten dala patentovati. Jinak je možno čep uliti v jednom kuse s vložkou do zadní nohy slupice, jak ukazuje obraz 4.

Svršek slupice je přiměřeně upraven, aby na něm byla ke slupici patřící lávka otáčivě uložena a zároveň volný konec lávky následující podepřen a užitím dvou postranních roubíků připojen a zabezpečen.

Lávka obr. 6. má při volené vzdálenosti slupic délku 3 m; jest vytvořena ze dvou C čís. 120 a rýhovaného 7 mm plechu,

upevněn řetěz sloužící ke sklápění (obr. 12.), zároveň je zde upraveno zabezpečení lávky na slupici, které vyznačeno je podrobně podle dvou provedených způsobů v obr. 11. Do hlavního nosiče lávky C výšky 120 mm upravena je po konci vložka, kterou prochází roubík vodorovný opatřený držadlem, aby mohl se zasunouti do otvorů protilehlých ve hlavě slupice, čímž docílí se vzájemného spojení jednotlivých slupic mezi sebou.

Uložení poslední lávky na pilíři vyznačeno je v obr. 10. Obě ložiska nesoucí hřídel lávky jsou upravena tak, aby hřídel a tím i lávka mohly býti vodorovně posunuty směrem do pilíře o takovou hodnotu, aby druhý volný konec lávky minul své uložení na první slupici. Pohodlněji lze upravit tento konec též tím způsobem, že uloží se na dva roubíky v malých ložiskách na první slupici; po vyjmutí roubíků je lávka v tom konci uvolněna a možno ji oklopiti do výklenku v pilíři, jak zakresleno je v obrazci čís. 7. V šikmé poloze udržuje se sklopená lávka slabším řetízem, který běží přes malou kladku umístěnou ve výklenku; řetízek vyveden je na povrch pilíře.

Sklápění slupic vyznačeno jest schematicky obrazcem čís. 13. a fotografickým snímkem v textu, z něhož také konstrukce slupic

názorně vyplývá. Užívá se k tomu jeřábu zakotveného na pilíři nebo na břehu, od něhož vedeno je železné lano přes malý váleček uložený na poslední stojící slupici.

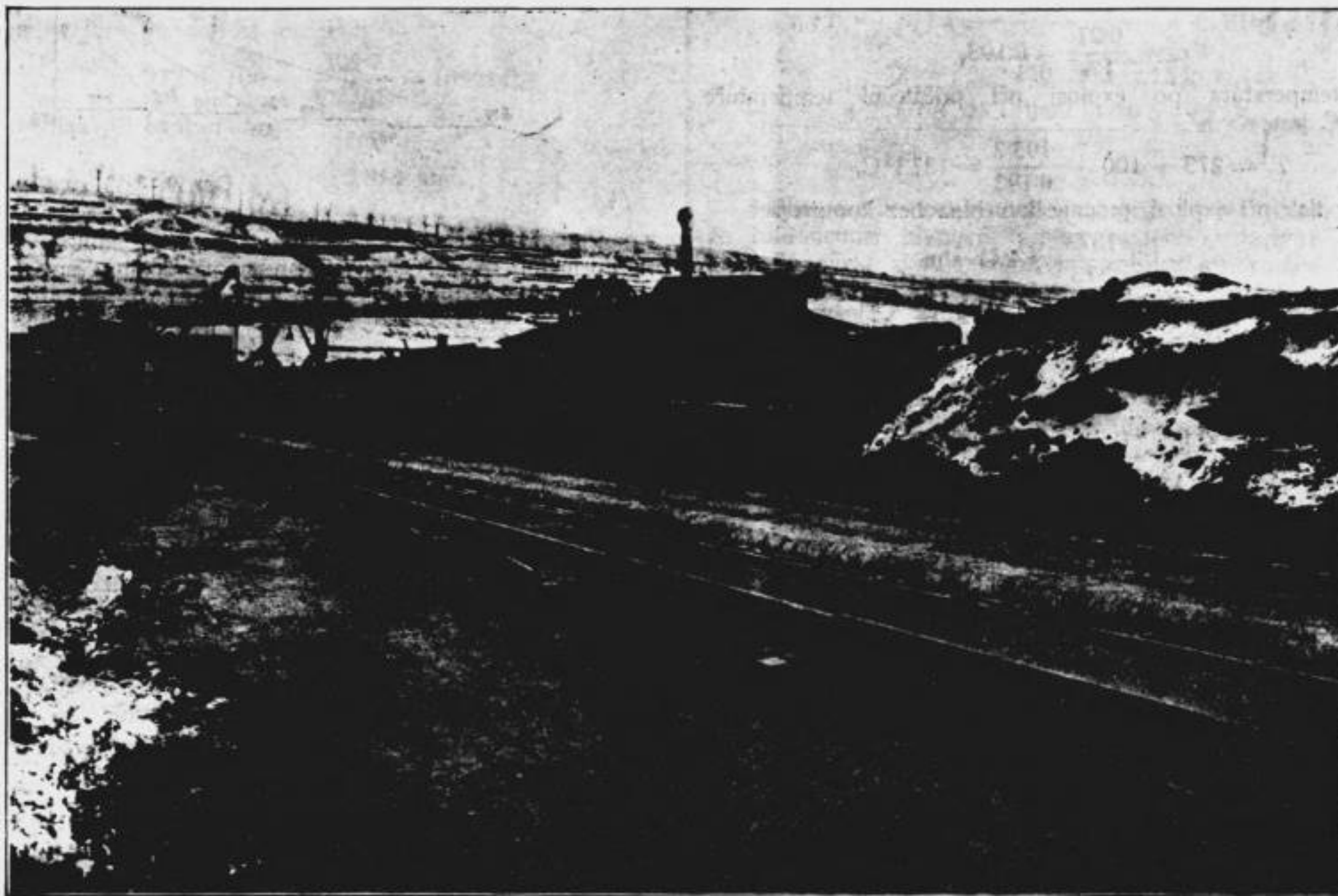
Tíznice dvojice skládající se ze slupice a příslušné lávky neprochází otočnou osou slupice v ložiskách, nýbrž leží dále na straně lávky; kdyby uvolnil se konec lávky, klopila by se dvojice ve smyslu na slupice stojící, tedy opačně, nežli je zapotřebí. Aby se tomu předešlo, spojí se při počátku sklápění první lávka, pokud je jen z části sklopena, řetězem s hlavou slupice dosud stojící; když uvolní se pak při dalším postupu sklápění konec lávky této slupice, vyvozuje první lávka na hlavě slupice řetězem zavěšená dostatečný tah, aby se soustava klopila ve smyslu žádaném. Jakmile se však první dvojice dostatečně naklonila, spojí se konec řetězu na lávce upevněného zase s menším řetězem připojeným ke hlavě krajní slupice dosud stojící, lano tažné se zcela povolí, tak že nakloněná dvojice jest opět na stojící konstrukci zavěšena,

jíždějí po kolejkách s rozchodem 0,82 m, vytvořených hlavními nosiči lávky jezové.

Sklápění slupic vyžaduje ovšem silnějšího jeřábu; pro jez štětský vyšetřen byl největší tah v laně hodnotou asi 2500 kg normálně.

Za to dá se užiti většího převodu, ježto ve sklápění může se pokračovati zcela zvolna, aniž tím při počtu pouze 17 slupic v každém otvoru jezovém prodlouží se celková doba, které bylo dříve zapotřebí pro sklopení 43 slupic hradlového jezu dřívější soustavy.

Počet hradel soustavou se nemění, toliko bylo v novém jezu navrženo upotřebiti větší počet *bokovnic*, totiž silnějších hradel bez kování postavených rohem do větší mezery mezi dvě sousední hradla. Vysunutím horního konce bokovnice z roviny hradel a podložení klínu otevře se odtok vodě, aniž třeba hradlo nějaké vy-smekovati.



Pohled na sklopené slupice hradlového jezu ve Štětí.

by vyvozovala potřebný tah při sklápění slupice následující. Tímto způsobem sklápí se postupně vždy dvě slupice s příslušnými lávkami. Hlava slupice sklopené zapadne do volného prostoru ve spodní části slupice předešlé, jak tečkováním zakresleno je v obr. čís. 4. a 5. Lávka položí se vrchem na svou slupici, a výška sklopené konstrukce skládá se tudíž pouze z těchto dvou vrstev, jak viděti jest také ze připojené fotografie v textu, tak že stačí ve hřbetě spodní stavby i v ložní propusti stupeň ochranný o výšce toliko 40 cm. Hradlový jez dřívější soustavy vyžadoval výšku stupně 60 cm, a tím i o tento rozdíl 20 cm hlubší založení a hlubší vyrývání dna řečiště pod jezem.

Podjezí zabezpečuje se na délku 10 m za poslední vrstvou kvádřovou cementovým betonem o tloušťce nejmenší 60 cm; toto upevnění dna provádí se v jimce současně se stavbou vlastního tělesa jezového, a na konci opatří se podjezí štětovou stěnou. K dalšímu upevnění dna opět na délku 10 m užije se vrstvy 1,0 m vysoké zhotovené z lomového, záhozového kamene.

Obsluha jezu této soustavy neliší se nikterak od známé obsluhy jezů hradlových, je však poněkud pohodlnější, protože se pro dopravu hradel dá s výhodou použiti vozíků, které pro-

Celková váha železné konstrukce jezu hradlového nové soustavy je menší, nežli u soustavy staré se slupicemi kovanými; mimo to je zpracování slupic i lávek jednodušší a tudíž cena levnější. Tím bylo možno docílití dosti značných úspor v nákladu stavebním a bude proto této nové soustavy použito i u všech dalších jezů na kanalisovaném Labi.

Nevýhoda nové soustavy je ta, že povrch slupice nýtované, vystavený rezavění, je přibližně dvojnásobně tak veliký, jak u slupice kované, ale je vyvážena úplna uvedenými výhodami.

Ku konci budiž zvláště vytknuto, že na vypracování podrobného návrhu jezu štětského zúčastnil se vynikajícím způsobem c. k. inženýr E. Schwarzer z kanceláře komise kanalisační; tabulku ke článku tomuto připojenou sestavil a účelně nakreslil asistent stolice stavitelství vodního na c. k. české vysoké škole technické v Praze inženýr Moucha; oběma pánům budiž vzdán povinný dík za laskavou jejich součinnost.

Plány prováděcí pro železnou konstrukci levého pole sestavila podle návrhů kanceláře komise kanalisační firma *Bratři Prášilové* a spol. a pro zbývající dvě pole firma *Breitfeld-Daněk*, jimž dodávka zmíněných železných konstrukcí byla zadána.

Soustava hradlového jezu v Štětí dojde pro své značné výhody zajisté i jinde upotřebení; proto byl popis její podán po-

někud zevrubněji. Některé menší doplňky popisu patrný jsou odborníku z připojené tabulky.

K otázce plynových turbin.

Dr. techn. Jaroslav Hýbl. (Dokončení.)

Přebytek vzduchu.

V následujícím vyšetření budiž efekt explozivní turbíny, kde ku generátorovému plynu přimísí se 3 násobný přebytek vzduchu. Výhřev generátorového plynu obnáší jako u spalovací turbíny 241·5 kal., s 20% ztrátou ochlazením

$$0·8 · 241·5 = 193·2 \text{ kal.}$$

Střední specifické teplo mezi stavem počátečním před explozí a stavem konečným po explozi jest podle diagramu $c_p = 0·27$, tedy při $x = 1·4$ jest

$$c_v = \frac{0·27}{1·4} = 0·193,$$

konečná temperatura po explozi při počáteční temperaturě $t_1 = 100^\circ \text{C}$ jest

$$T_2 = 273 + 100 + \frac{193·2}{0·193} = 1373^\circ \text{C},$$

a konečný tlak při explozi, pracuje-li turbína bez komprese

$$p_2 = 1·2 \frac{1373}{373} = 4·41 \text{ atm.}$$

Po skončené explozi expandují plyny ze 4·41 na 1·2 atm., tedy spád tlakový jest

$$\frac{p_1}{p_2} = \frac{4·41}{1·2} = 3·675.$$

Temperatura T_2' po ukončení expanse při $x = 1·4$ jest

$$T_2' = 1373 : 3·675^{\frac{1·4-1}{1·4}} = 945^\circ \text{C},$$

tedy rozdíl temperatur na začátku a konci expanse

$$T_2 - T_2' = 1373 - 945 = 428^\circ \text{C}.$$

Poněvadž střední specifické teplo plynu mezi stavem počátečním a konečným jest podle diagramu $c_p = 0·28$, jest ideální spád tepelný

$$0·28 · 428 = 120 \text{ kal.},$$

a theoretická výstupní rychlost z dyksy

$$c = \sqrt{2g \cdot 430 \cdot 120} = 1006 \text{ m/sek.}$$

Vyšetřením rychlostního diagramu pro dva stupně rychlostí a axiální výstup plynu z druhého oběžného věnce a vypočtením příslušných ztrát obdržíme koeficient využitkování 0·70, to jest z ideálně zužitkovatelného spádu tepelného se přenesse na oběžný kotouč

$$0·7 · 120 = 84 \text{ kal.}$$

Je-li práce ventilátorů jako při normální směsi 10 kal., efekty turbíny a turboalternátoru 0·92, jest totální efekt celého agregátu

$$\eta = \frac{84 \cdot 0·92 - 10}{241·5} \cdot 0·92 = 0·257,$$

a s efektem generátoru 0·85 jest $\eta_1 = 0·218$.

Přimíšením vzduchu klesá tedy efekt turbíny stejně jako u turbíny spalovací. Čím větší jest přebytek vzduchu, tím horší efekt. Kdybychom přimísili plynu 13·85 násobnou váhu vzduchu, bude výhřev směsi 100 kal. Následkem nižšího výhřevu budou temperature při spálení nižší, tak že není třeba explozivní komory tak intensivně chladiti jako v předešlých případech. Vezmeme proto ztrátu ochlazením pouze 10%, t. j. výhřev $0·9 \cdot 100 = 90 \text{ kal.}$

Řešení pak podává následující hodnoty (obr. 9.):

$$c_p = 0·258, \quad x = 1·41, \quad c_v = 0·183,$$

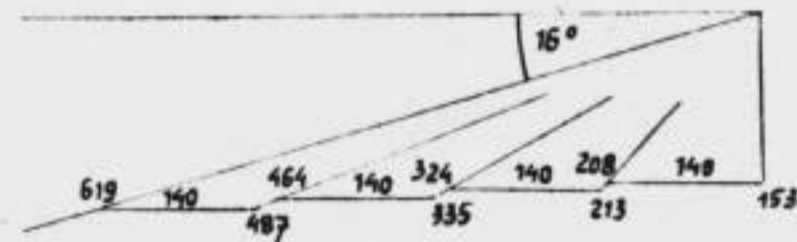
$$T_2 = 273 + 100 + \frac{90}{0·183} = 865^\circ \text{C},$$

$$p_2 = 1·2 \frac{865}{373} = 2·78 \text{ atm.}, \quad \frac{p_1}{p_2} = \frac{2·78}{1·2} = 2·32,$$

$$T_2' = \frac{865}{2·32^{\frac{1·41-1}{1·41}}} = 680^\circ \text{C}, \quad T_2 - T_2' = 865 - 680 = 185^\circ \text{C},$$

$$0·256 \cdot 185 = 49 \text{ kal.}, \quad c = \sqrt{2g \cdot 430 \cdot 49} = 643 \text{ m/sek.},$$

$$\eta = \frac{0·72 \cdot 49 \cdot 0·92 - 10}{100} \cdot 0·92 = 0·206, \quad \eta_1 = 0·175.$$



Obr. 9.

Pracuje-li turbína s částečnou kompressí, stoupá efekt jako při normální směsi. Při kompressi na 3 atm. jsou pro 3 násobný přebytek vzduchu poměry následující:

$$c_p = 0·272, \quad x = 1·4, \quad c_v = 0·194,$$

$$T_2 = 273 + 100 + \frac{193·2}{0·194} = 1368^\circ \text{C},$$

$$p_2 = 3 \frac{1368}{373} = 11 \text{ atm.}, \quad \frac{p_1}{p_2} = \frac{11}{1·2} = 9·17,$$

$$T_2' = \frac{1368}{9·17^{\frac{1·4-1}{1·4}}} = 726^\circ \text{C}, \quad T_2 - T_2' = 1368 - 726 = 642^\circ \text{C},$$

$$0·277 \cdot 642 = 177·8 \text{ kal.}, \quad c = \sqrt{2g \cdot 430 \cdot 177·8} = 1250 \text{ m/sek.},$$

$$\eta = \frac{0·7 \cdot 177·8 \cdot 0·92 - 39·5 - 5}{241·5} \cdot 0·92 = 0·267, \quad \eta_1 = 0·227.$$

Pro 13·85 násobný přebytek vzduchu jest

$$c_p = 0·258, \quad x = 1·41, \quad c_v = 0·183,$$

$$T_2 = 273 + 100 + \frac{90}{0·183} = 865^\circ \text{C},$$

$$p_2 = 3 \frac{865}{373} = 6·95 \text{ atm.}, \quad \frac{p_1}{p_2} = \frac{6·95}{1·2} = 5·8,$$

$$T_2' = \frac{865}{5·8^{\frac{1·41-1}{1·41}}} = 523^\circ \text{C}, \quad T_2 - T_2' = 865 - 523 = 342^\circ \text{C},$$

$$0·262 \cdot 342 = 89·6 \text{ kal.}, \quad c = \sqrt{2g \cdot 430 \cdot 89·6} = 870 \text{ m/sek.},$$

$$\eta = \frac{0·71 \cdot 89·6 \cdot 0·92 - 39·5 - 5}{100} \cdot 0·92 = 0·129, \quad \eta_1 = 0·11.$$

Z předchozího vysvítá zajímavý výsledek. Částečnou kompressí efekt turbíny s normální směsí stoupá. Čím větší jest přebytek vzduchu, tím menší jest zlepšení efektu následkem částečné komprese. Při jistém přebytku vzduchu jest efekt turbíny pracující s kompressí též jako bez komprese. Při značném přebytku vzduchu pak pracuje turbína bez komprese výhodněji než s kompressí. Výhoda použití částečné komprese spočívá dále v tom, že temperatura na konci expanse jest nižší, tak že není třeba spalovací komory silně chladiti, čímž ztráta ochlazením klesá. Příznivější hodnoty efektů než při přebytku vzduchu obdržíme při vstřikování vody resp. vodní páry.

Vstřikování vody.

Uvažujme zase generátorový plyn našeho normálního složení výhřevu 454 kal., čili s 20% ztrátou ochlazením ve spalovací komoře $0·8 \cdot 454 = 363·2 \text{ kal.}$

D^r TECHN. ANT. KLÍR. HRADLOVÝ JEZ U ŠTĚTÍ NA LABI.

