

Inž. Jan B o h d a n e c k ý
VÚHU

S v o r n í k o v á v ý z t u ž

Svorníková výztuž byla poprvé zabudována v r. 1912 až 1914 v Horním Slezsku na dole Friedensgrube. Po první světové válce se velmi rychle rozšířila zejména v USA a to jak v uhelných tak i rudných dolech. Dnes připadá v USA 70% veškeré hlubinné těžby na doly, kde se používá k výztuži svorníků. V Evropě se svorníků začalo používat až v r. 1950 a od té doby se zavádí téměř ve všech uhelných a rudných revírech. Do konce roku 1959 bylo v OKR svorníkovou výztuží pokusně vyztuženo celkem 11km důlních děl. V USA se dnes buduje měsíčně více než 2 mil. svorníků, v uhelných dolech v SSSR, Poruří, Rakousku aj. se svorníková výztuž stále více zavádí.

Použitím svorníkové výztuže má se docílit zpevnění stropu, boků a počvy. Zakotvení má být provedeno dle zkušeností z rudných a kamenouhelných revírů pokud možno v pevných horninách např. v pískovci, pískovcové břidlici apod. o mocnosti nejméně 0,2m.

Svorníky se mohou kotvit buď jednotlivě, nebo ve větším počtu dle předem navrženého projektu. Budují se i v kombinaci s podpěrnou výztuží v dopravních chodbách a překopech.

Od použití svorníkové výztuže lze očekávat tyto výhody:

- a) snížení pořizovacích nákladů zvětšením rozteče prvků podpěrné výztuže, použitím lehkých profilů, ocelové výztuže a jednodušším budováním,
- b) snížení nákladů na dopravu materiálu
- c) snížení nákladů na plenění podpěrné výztuže
- d) snížení počtu dřeviců a spotřeby dřeva
- e) při dodržení normalizovaných světlych profilů chodeb, zlepšení podmínek větrání

V USA bylo zjištěno, že poměr bezpečnosti svorníkové a dřevěné výztuže je 5 : 1 ve prospěch svorníků, a že tudíž použití svorníků zvyšuje bezpečnost pracujících a stabilitu důlních děl.

Další bezpečnostní výhody jsou: lepší držení stropu, nezávislost držení stropu na jakosti počvy, odstraněním podpěrné výztuže snížení plochy, na kterou se může usazovat uhelný prach, čímž se sníží nebezpečí případných explozí aj.

Podrobným ekonomickým rozбором provedeným v OKR bylo zjištěno, že náklady na výztuž 1 bm chodby se snížily ve srovnání s výztuží Z_2 o 30%, na údržbu důlních děl se svorníkovou výztuží se počet směn snížil cca o 50%.

Použití svorníkové výztuže je závislé na geologických podmínkách a je do značné míry ovlivněno tektonikou, stupněm rozrušení stropu a výskytem prosakující vody. V místech, kde má být svorníkové výztuže použito, je zapotřebí přesně prověřit stratigraficky sled vrstev, které mají být zpevněny svorníky a provést zkoušky v tahu zakotvených svorníků. Při této zkoušce se začíná s tahovým zatížením 0,5 t. Při rovnoměrném zvyšování tahu se měří prokluz svorníku. Zkouška na tah se provádí dle německých předpisů až do 15 t.

Vyhodnocení měření se provádí graficky tak, že se vynáší naměřené hodnoty tahu v závislosti na vytažení (obr. 1). Některé základní pojmy: **Z a k o t v e n í** je síla, kterou je třeba vyvinout, aby podpěrný klín byl vytažen nebo vytlačen při kotvení do svorníkové hlavice. **K o t v í c í s í l a** je odpor zakotveného svorníku proti jeho vytažení z vývrtu. **J m e - n o v í t á n o s n o s t** je kotvící síla po vytažení (prokluzu) svorníku o 10 mm. **M e z n é z a t í Ź e n í** je síla, při níž je překročena pružná deformace svorníku.

Dostačující jmenovitá nosnost se udává 10 tun. Je-li mezi 5-10 t, je třeba ji zvýšit (větší délkou zakotvení, změnou typu svorníku, změnou průměru vývrtu aj.). Při nosnosti menší než

5 t, není svorníková výztuž do dané horniny vhodná.

Svorníky je třeba rovnoměrně rozmístit po ploše, která má být zajištěna. Hustota svorníků (počet svorníků) na 1 m^2 se určí dle jmenovité nosnosti zajištěné při tahové zkoušce.

Výběr svorníkových hlav se řídí kotevními vlastnostmi v hornině. V měkké hornině lze použít s úspěchem zabetonovaných svorníků. Pro svorníky kotvené kolmo na vrstvy lze použít hladké podložky o velké ploše a min. tloušťce 10 mm, jinak kulovité nebo klínové. Podkládání podložek dřevěnými špalíky se nedoporučuje.

Vývrty pro svorníky se vrtají na sucho dle potřeby s použitím odsávacího zařízení. Pro použití zabetonovaných svorníků je vhodnější vrtat s výplachem.

Průřez vrtu se má přizpůsobit svorníkové hlavici a má být kruhový. Hloubka vývrtu musí odpovídat příslušné délce svorníku. Účelná jsou vrtací zařízení, kterými se mohou vyvrtat všechny vývrty ve stejné rovině z jednoho místa.

Kotvení svorníků má se provést ihned s postupem ražení, aby se zamezilo povolení nadložních vrstev. Po zakotvení se svorníkům udílí předpětí, aby se zlepšila soudržnost vrstev. Používá se momentový klíč příp. jiné zařízení. Upínací síla se volí nejméně 4 t. Betonové svorníky se upínají po dostatečném zatuhnutí betonu.

Přídavná svorníková výztuž se nemá přímo spojovat s prvky podpěrné výztuže. Vývrty pro svorníky mají být pokud možno kolmé k vrstevním plochám. Do počvy se doporučuje volit sklon svorníků asi 50° . Správná únosnost svorníkové výztuže se projeví až po zabudování chodby v délce cca 30 cm. Samostatná svorníková výztuž se má použít jen v neporušených horninách. V dosahu poruch je nutná kombinace s podpěrnou výztuží. Zapažení lze provést ocelovým pletivem, mřížovinou, příp. i jiným materiálem.

S rostoucí šířkou chodby se zmenšuje únosnost zakotveného souvrství. Rozteč svorníků nemá být větší než 0,9 až 1 m. Svorníky každé řady mají být navzájem spojeny, aby mohly zachytit tlakové napětí na spodní části vrstev a zamezit tak případnému posunu. K tomu účelu lze použít páskového železa, ocelové tyče, ocelová lana a jiný materiál,

Při zabudování svorníkové výztuže je nutno zajistit pečlivý dozor, zda práce se provádí dle projektu (uspořádání, hustota, vrtné práce, zabudování a upnutí svorníků). Zejména upnutí musí být pravidelně kontrolováno, svorníky je třeba někdy i dotahovat.

Používání svorníkové výztuže se zdůvodňuje v poslední době dvěma teoriemi. Jsou to teorie klenbová a nosníková.

T e o r i e k l e n b o v á předpokládá vytvoření přirozené horninové klenby okolo každého důlního díla ve tvaru paraboly nebo elipsy. Na důlní výztuž působí podle ní jen váha uvolněné horniny, která se nachází ve stropu uvnitř této klenby, hornina je tam rozrušena, nemůže přenášet žádné napětí a může se po obvodu klenby uvolnit. Svorníky musí tuto část horniny přichytit k pevné hornině nalézající se mimo obvod klenby, kde rovnováha napětí nebyla porušena. Tato teorie je již dávno známa a ve spojení s používáním svorníkové výztuže se osvědčila.

Výška přirozené klenby se stanoví z několika osvědčených metod, z nichž zde budiž uvedena alespoň jedna: podle prof. Protodjakonova ze vzorce: $h_s = b : 2f_p$ kde b je šířka dle obr. 2 a f_p je koeficient pevnosti hornin dle prof. Protodjakonova. V literatuře jsou uvedeny jiné teorie např. prof. Cimbareviče, prof. Salustowicze aj.

Hustota a vzdálenost svorníků se stanoví z jednoduché úvahy, že každý svorník nese váhu válce, jehož výšku tvoří výška klenby a základnu eliptická plocha, jejímiž poloosami jsou vzdálenost svorníků v podélné a příčné ose důlního díla (obr.2).

Váha tohoto válce je rovna :

$$Q = h_s \cdot F \cdot \gamma = h_s \cdot \pi \cdot x \cdot y \cdot \gamma$$

Jako bezpečná pevnost běžně používaných svorníků na tah se uvádí 6 t, což se udává i jako mezní hodnota při měření pevnosti v zakotvení. Proto Q musí být menší nebo nejvýš rovno 6 t. Vzdálenost řad svorníků se obvykle uvažuje 1 m a proto vzdálenost v řadě bude

$$x \ll 6 \text{ tun} : h_s \cdot \pi \cdot \gamma$$

Tento výpočet vykazuje značnou bezpečnost, neboť se při něm neuvažuje nosnost sousedních svorníků.

T e o r i e n o s n í k o v á vychází z poznatku, že svorníky vytvářejí z několika horninových vrstev jejich spojením pevnou jednolitou desku. Tato teorie je opodstatněna jen u vrstevnatých hornin a lze u nich prakticky dosáhnout max. 2 až třinásobného zpevnění stropu. Parametry pro svorníkovou výztuž jen s podložkami se stanoví dle nomogramu, který na základě četných modelových pokusů sestrojil L.A. Panek. Postup výpočtu je uveden v literatuře.

Svorníky, které se používají, se rozdělují dle způsobu zakotvení do 2 skupin - svorníky zakotvené kotevními hlavicemi (s klínovou kotvou a na svorníky s rozpínací hlavicí) a na svorníky kotvené po celé délce. Bylo vyvinuto mnoho typů svorníků.

V SHD byly prováděny první pokusy v menším měřítku v r. 1955 na dole 1. Máj (s.inž.M. Mertlík). V poslední době byla provedena řada zkoušek se zabudováním svorníků nejrůznějších typů na dolech Pluto a Kohinoor II. Celkem bylo zabudováno 115 svorníků a to na dole Kohinoor rovněž v pasové chodbě. Svorníky byly zabudovány v uhlí, převážně ve stropu a u všech byly provedeny tahové zkoušky.

Byly vyzkoušeny následující typy (obr. 3) : šterbinový s klínem a válečkem, kuželový svorník se segmenty, klínový aj.

Z dosavadních předběžných výsledků měření lze uvést tyto výsledky :

Z naměřených hodnot byla vynesena graficky závislost mezi nosností a prokluzem (obr. 4) a to minimální a maximální hodnoty.

Síla potřebná k zakotvení svorníků závisí na zvolené délce prokluzu. Zvolíme-li délku prokluzu : 10 mm, bude síla potřebná k zakotvení svorníků na dole Pluto max. 2 t, na dole Kohinoor II. 1,7 t, pro hodnotu - 20 mm bude max. 3,1 t, pro Pluto a 3,5 t pro Kohinoor II, pro 30 mm bude max. 3,7 pro Pluto a 5, 4 t pro Kohinoor II.

Všechny uvedené výsledky jsou pod mezí průtažnosti svorníku.

Z uvedených výsledků lze usuzovati, že v poměrech SHD bylo by možno svorníkovou výztuž budovati v pochůzních chodbách, ve vodních chodbách a tam, kde nejsou chodby ohrožovány zvýšenými tlaky z porubů.

V dohledné době se bude prováděti výzkum zabetonovaných svorníků a svorníků zalitých pryskyřicí a to ve spojení s bambusovými tyčemi a jiných materiálů.

Teprve po vyhodnocení celého výzkumu včetně ekonomických ukazatelů bude možno odpovědně doporučit nové typy, způsob budování a metodiku měření. Měřením bude možno prokázat, která z řady známých teorií se hodí pro terciérní poměry SHD a které typy svorníků budou pro naše poměry nejvhodnější.

Literatura :

Říman-Vavro - Svorníková výstroj 1955

Charbula - Výztuž důlních chodeb 1961 (odkaz na 24 autorů)

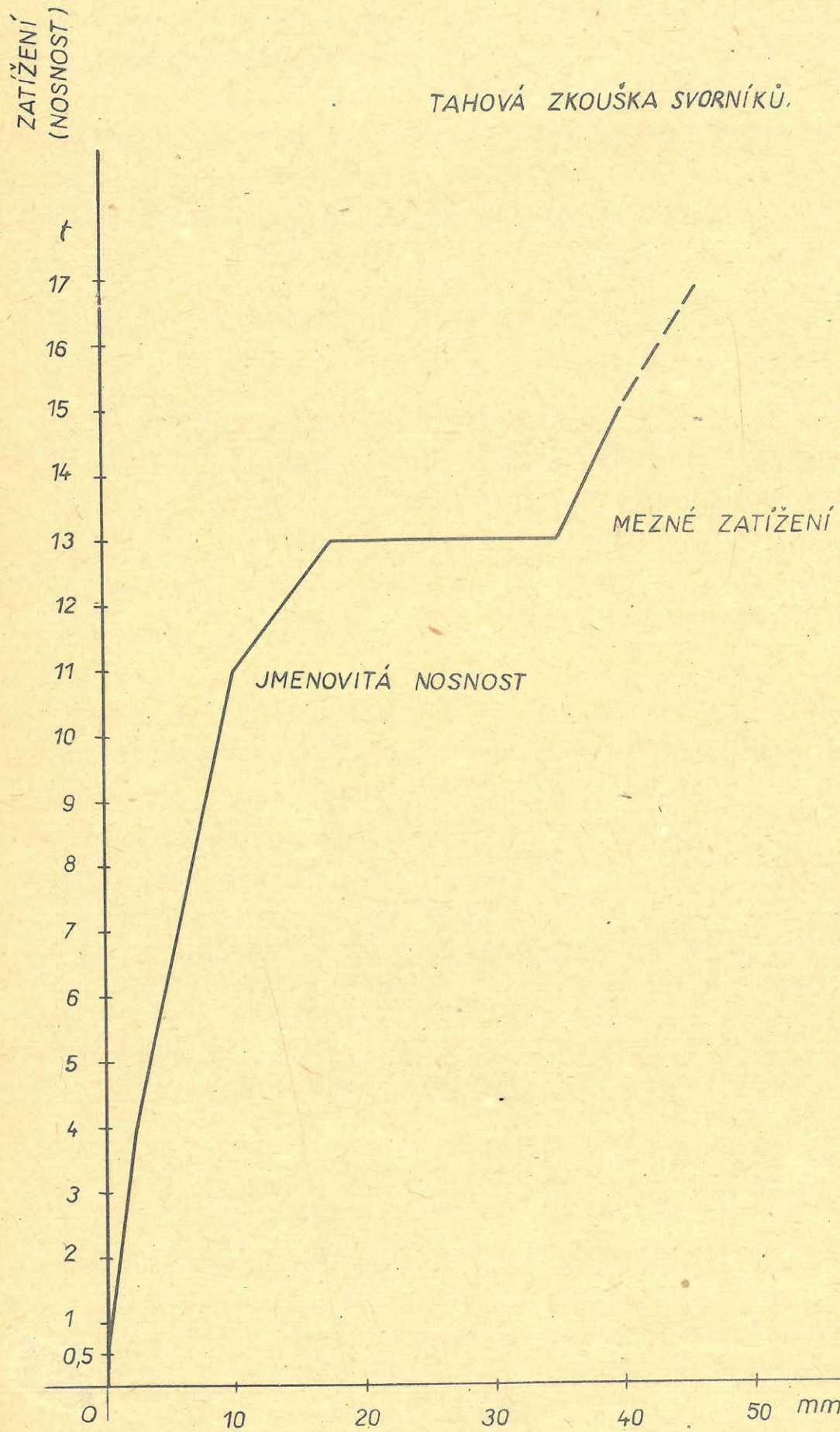
Kolář - Svorníková výztuž a její použití v polských dolech

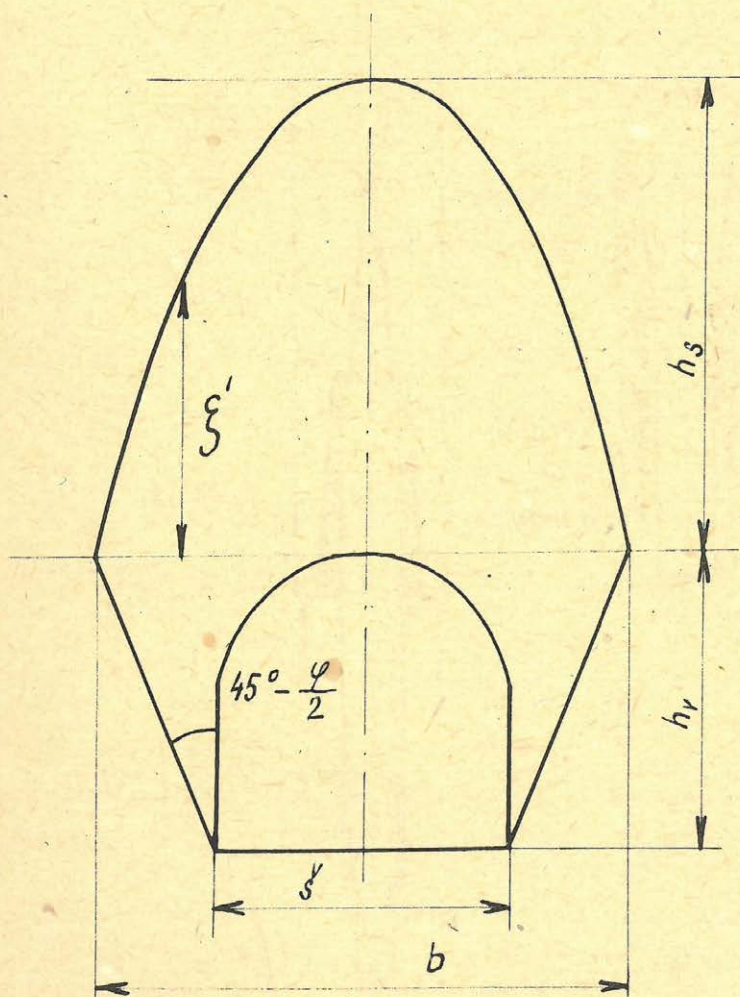
Uhlí 1961 č. 7, str. 242 (s odkazem na 4 autory)

Forrester - Vývrty o malém průměru a svorníková výztuž o velké pevnosti používaná v kanadských dolech. Canadian Mining Journal 78, č.3, str. 66-69, 1957.

VÚHU - Vlastní výzkum svorníkové výztuže na dolech Pluto a Kohinoor II. v r. 1961.

XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX



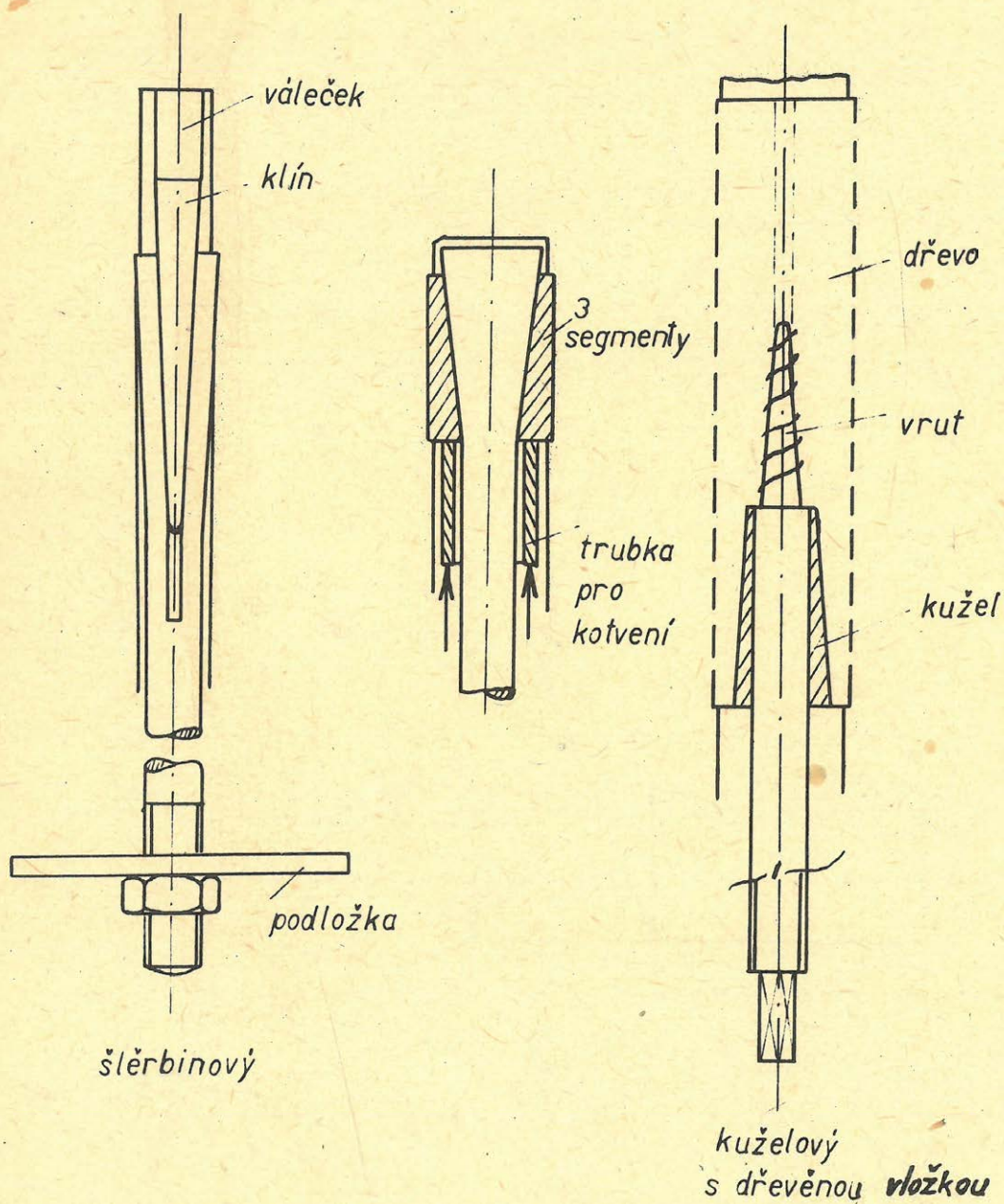


$$b = s + 2h_r \operatorname{tg} \left(45^\circ - \frac{1}{2} \varphi \right)$$

$$h_s = \frac{b}{2.4p}$$

$$\xi' = h_s \left(1 - \frac{4x^2}{b^2} \right)$$

SVORNÍKY



CHARAKTERISTIKA ŠTĚRBINOVÝCH SVORNÍKŮ

Ø 20 mm, délka 1,8 m

