

ZDENĚK WEBER

O TŘETÍM ROZMĚRU V ARCHEOLOGII

(K rekonstrukci palisádového opevnění dvorce na Pohansku u Břeclavi)

Jedním z exaktně neřešených problémů naší archeologie je stanovení třetího rozměru — výšky — dávných stavebních děl. Problém je tím větší, že sice známe poměrně přesné plošné rozměry, zahroubení či základy staveb, použitý stavební materiál a jeho vlastnosti, ale zcela chybí důvěryhodné údaje o zátěži či vnější síle, kterou stavba měla nést či odolat. Přesto na základě dnešních znalostí, s využitím teorie zakládání staveb a dřevěných konstrukcí, si lze učinit reálnou představu o výškových poměrech staroslovanských staveb. Předkládaná stať je příkladem takového řešení jednoho díličního problému.

Při rekonstrukci pasivní ochrany sídliště — palisád a dřevěných ohrad — potřebujeme nutně znát jejich skutečnou výšku. Formulujeme tedy problém: Lze na základě zjištěné hloubky zapuštění a pravděpodobného průměru kůlu stanovit jeho výšku? Přesně jistě nikoliv, neboť neznáme praktické zásady a zkušenosti staroslovanských stavitelů. Určitě nebyly malé, jak o tom svědčí až nápadně „typové“ stavby sídliště na Pohansku u Břeclavi, jejich kameny upravená ohniště a pece [1], tvar i rozměry kostela a orientace jeho kamenných základů, čtvercová rozloha staršího palisádového opevnění, shoda hloubky a šířky žlábků po něm zachovaných atd. [2]. Reálný odhad výšky kůlů lze však přece získat, jak dále ukážeme, na základě srovnání soudobé zkušenosti se znalostí vlastností materiálů (dřevo — zemina) a možné velikosti na něho působících sil. Uvažme tyto zkušenosti:

1. Dřevěné stožáry elektrických vedení [3] mají obvykle celkovou délku $l = (8 \div 16)$ m při $\varnothing 13$ až 21 cm na tenším konci, hloubka zapuštění do země $h = (1,5 \div 2,7)$ m, tedy přibližně $1/5$ celkové délky. Stožáry dimensujeme obvykle na co největší výšku — můžeme proto omezit maximální výšku kůlů dřevěných ohrad přibližným vztahem

$$l \approx 5h \quad [\text{m}] \quad (1)$$

2. Podle zkušeností a výpočtu štětových stěn ($\varnothing 10$ cm) v zakládání staveb [4] se u jednoduchých jímek používá hloubky zaberanění $h = v(0,4 \div 0,6)$, kde v je výška nezaberanění nad terénem. Můžeme tedy přeneseně soudit na minimální výšku kůlu nad zemí

$$v \approx 2h \quad [\text{m}] \quad (2)$$

Zhodnocením uvedených zkušeností dostáváme, že nejpravděpodobnější hodnotou v uvedených krajních mezí je aritmetický průměr výrazů (1) a (2)

$$v \approx \frac{4h + 2h}{2} \approx 3h \quad [\text{m}] \quad (3)$$

Označíme-li vzájemný vztah mezi výškami kůlu $l = v + h$ podle obr. 1.

Uvažujeme dále:

3. Únosnost dřevěných kůlů (s průměrem $d > 10$ cm) je co do namáhání materiálu (dub) tak veliká, že o možné výšce rozhoduje pouze hloubka jeho uložení v zemině. Tlak zeminy na zapuštěnou část kůlu se projevuje jako součet aktivní a pasivní složky. Lineární hustotu síly S_z vyjádříme podle [5] vztahem

$$S_z = \frac{1}{2} \gamma h^2 [\operatorname{tg}^2(45 + \varphi/2) - \operatorname{tg}^2(45 - \varphi/2)] \left[\frac{\text{kp}}{\text{m}} \right] \quad (4)$$

kde γ je objemová tíha zeminy (střední hodnota písčitých a sprašovitých zemín je $2,6 \cdot 10^3 \text{ kp/m}^3$ [5])

φ je třecí úhel zeminy (závislý na udusání, střední hodnota 30°)

Výsledná síla F_z působí ve výšce $\frac{h}{3}$ a její velikost po dosazení a úpravě je

$$F_z = \frac{4}{3} \gamma h^2 d \quad [\text{kp}] \quad (5)$$

Vztah (4) dává maximální hodnoty, neboť se uvažuje nejméně pravděpodobné rozdělení odporu zeminy — totiž trojúhelníkové (obr. 1). Skutečnosti odpovídá více parabolické rozdělení odporu zeminy, které posouvá působíště výslednice F_z poněkud výše a zmenšuje její velikost o 30–40 %.

4. Odhadneme velikost sil působících na nadzemní část kůlu. Průměrný palisádový kůl ($d = 0,25$ m; $h = 0,75$ m) musel jistě vydržet minimálně tíhu G opřeného jezdeckého koně.

Počítáme-li $G \approx 500$ kp, úhel opření $\alpha \approx 30^\circ$,

pak vodorovná složka působící síly $F_v = G \cdot \sin \alpha \approx 250$ kp. Na kůl ve stěně bude vyvozený tlak menší než na exponovaných místech (úhly palisád apod.). Jako

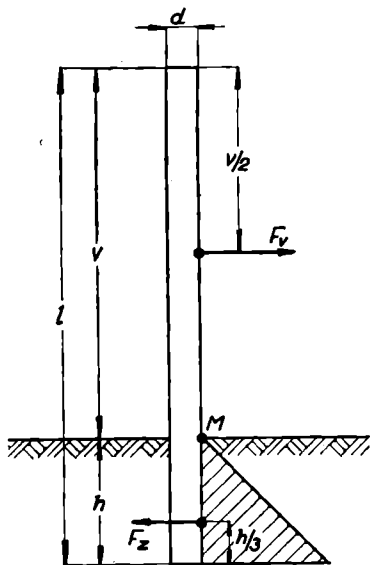
plně reálné uvažujeme proto následující síly s působíštěm ve výšce $\frac{v}{2}$:

- palisádový kůl (stěna) — $d > 15$ cm, $h = (0,5 \div 0,9)$ m; $F_v \approx 300$ kp
- palisádový kůl (exponovaný) — $d > 15$ cm, $h = (0,9 \div 1,4)$ m; $F_v \approx 600$ kp
- ohradový kůl (stěna) — $d = 10$ cm, $h = (0,5 \div 0,8)$ m, $F_v \approx 100$ kp
- ohradový kůl (exponovaný) — $d = 10$ cm, $h > 0,8$ m, $F_v \approx (300 \div 600)$ kp (jako u palisád)

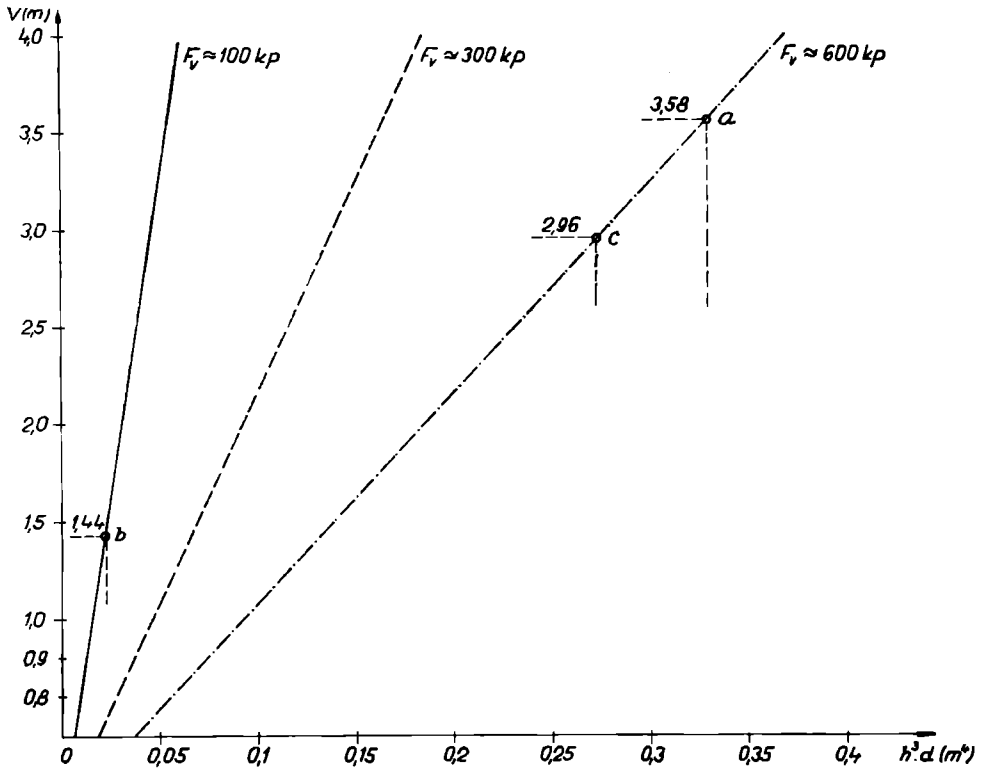
Střední údaje zahloubení a průměrů jednotlivých druhů kůlů převzaty ze [2].

5. Výšku v nadzemní části kůlu stanovíme z podmínky rovnováhy momentů působících sil. Aby se kůl nepřevrátil okolo bodu M (viz obr. 1) je třeba, aby bezpečnost proti převrácení byla podle [3] $\mu \geq 1,4$. Platí tedy

$$\frac{F_v \cdot \frac{v}{2}}{F_z \cdot \frac{2h}{3}} = \mu \quad (7)$$



Obr. 1.



Obr. 2.

Odtud po úpravě s použitím (5) dostáváme

$$v = \frac{16}{9} \cdot \mu \cdot \frac{\gamma}{F_v} \cdot (h^3 d) \quad [\text{m}] \quad (8)$$

Grafickým zobrazením (8) je přímková závislost $v = k \cdot x$, kde směrnice je $k = \frac{16}{9} \mu \frac{\gamma}{F_v}$ a nezávisle proměnná $x = h^3 d$. Na obr. 2 jsou pro praktické použití uvedeny funkce (8) s úvahou působících sil podle (6) pro různé hodnoty zahloubení a průměry kúlů.

Porovnáním obou výsledků — odhadu v podle (3) a podle grafu funkce (8) s úvahou podmínek (6) — dostáváme velmi reálnou představu výšky dřevěných ohrad. Shoda je až překvapující vzhledem k nezávislosti provedených úvah a k nejistotě velikosti některých důležitých veličin.

Jako příklad uvedeme odhad výšky palisád a ohrad staroslovanského sídliště, popsáno v [2].

Palisády — starší i mladší, \varnothing kúlů 20 až 30 cm: $d \approx 0,25 \text{ m}$
 zahloubení (70 ÷ 80) cm + 35 cm: $h \approx 1,1 \text{ m}$

Podle (3) dostáváme

$$v \approx 3h = 3,3 \text{ m}$$

Podle (8) s úvahou (6) — pro $h \approx 1,1$ m je $F_v \approx 600$ kp a $(h^3d) = 0,33$ m⁴ — dostáváme (viz obr. 2 bod a)

$$v \approx 3,58 \text{ m}$$

Ohrady: SZ — \varnothing kůlů 10 cm: $d = 0,1$ m

JV $h \approx 0,6$ m

Potom podle (3) dostaneme

$$v \approx 3h = 3 \cdot 0,6 = 1,8 \text{ m}$$

Podle (8) s úvahou (6) — pro $F_v = 100$ kp a $(h^3d) = 0,022$ m⁴ — dostaneme (obr. 2 — bod b)

$$v \approx 1,44 \text{ m}$$

SV — ohrada: \varnothing kůlů 10 cm: $d \approx 0,1$ m

$$h \approx 1,40 \text{ m}$$

podle (3) dostaneme

$$v \approx 3h = 4,20 \text{ m}$$

Podle (8) s úvahou (6) pro $F_v = 600$ kp a $(h^3d) = 0,274$ m⁴ dostaneme (obr. 2 — bod c)

$$v \approx 2,96 \text{ m}$$

Lze tedy s velmi dobrou jistotou usoudit, že výška palisád byla v průměru 3,4 m a výška ohrad (1,60 ÷ 3,6) m podle účelu, kterým měly sloužit.

LITERATURA

- [1] B. Dostál: Typy slovanských sídlištních objektů z Břeclavi-Pohanska, SPFFBU E 12, 1967, str. 81—132, tab. XIX—XXVI.
- [2] B. Dostál: Opevnění velmožského dvorce na Pohansku u Břeclavi, SPFFBU E 14, 1969, str. 181—218, tab. XVII—XXVI.
- [3] P. Dutko, F. Lederer, P. Ferjenčík, L. Čížek: Drevené konstrukcie, SNTL + SVTL, 1966, str. 222; s. 293—294.
- [4] Z. Bažant: Zakládání staveb, SNTL, 1960, str. 112.
- [5] J. Eichler: Mechanika zemin, SNTL, uč. texty, 1966, s. 200, str. 57.

ÜBER DAS DRITTE AUSMASS IN DER ARCHÄOLOGIE (ZUR REKONSTRUKTION DER PALISADENBEFESTIGUNG IN POHANSKO BEI BŘECLAV)

In dem Aufsatz wird das Problem der Festsetzung der Höhe der prähistorischen Palisadenumzäunungen von ihren archäologischen Überresten mit Hilfe von zweien Rechenmethoden gelöst. Die erste geht nur vom Durchmesser (3) der empirischen Beziehungen die bei dem Bau von Säulen der elektrischen Leitung (1) und der Spundwände der Behälter (2) angewendet werden, aus. Die zweite Methode geht zum Teil von der archäologisch festgestellten Vertiefung der Pfosten und von dem errechneten Druck der Erde auf den vertieften Teil des Pfostens (4, 5 siehe Abb. 1) und zum Teil vom vermutlichen Seitendruck auf die Palisade (6), aus. Die Höhe des Pfostens wird dann nach (7) und nach (8) festgesetzt — siehe Abb. 2.

Die beiden Methoden, die auf die Fundsituation der Überreste der Palisadenbefestigung und auf die Umzäunungen des grossmährischen Herrenhofes zu Pohansko bei Břeclav appliziert sind, führen überraschenderweise zu übereinstimmenden Ergebnissen. Die Höhe der Palisadenbefestigung beträgt 3,30—3,58 m; die Höhe der Nordostkultumzäunung ist 4,20—2,96 m; die Höhe der Nordwest- und Südostumzäunung beträgt 1,80—1,44 m. In Anbetracht der Unabhängigkeit beider Methoden und der Unsicherheit bei einigen wichtigen Grössen (Pfostendurchmesser, wirkende Kräfte u.ä.) ist die Übereinstimmung der Ergebnisse beachtenswert und bietet eine reale Vorstellung von der wahrscheinlichen Höhe der verschiedenen Holzumzäunungen.

Übersetzt von M. Brázdová