

KAMIL ROGALIŃSKI I ZYGMUNT MILER

## Próba ustalenia wielkości siły naporowej występującej w czasie obalania drzew

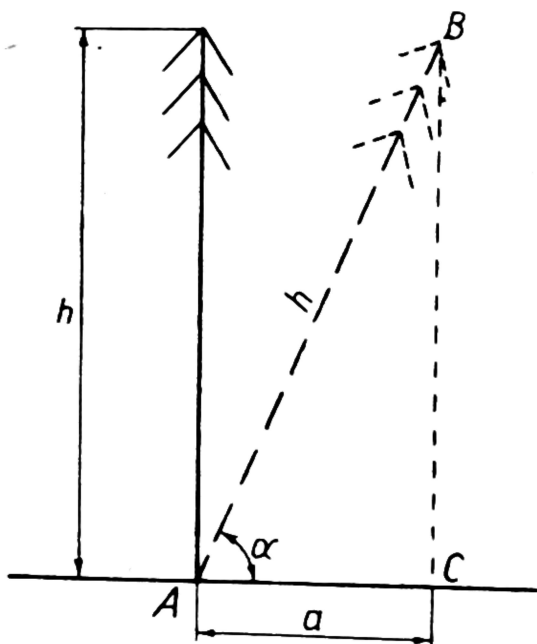
Попытка определения величины силы напора выступающей во время валки деревьев

An Attempt to Define the Magnitude of Exerted Force in Tree Felling

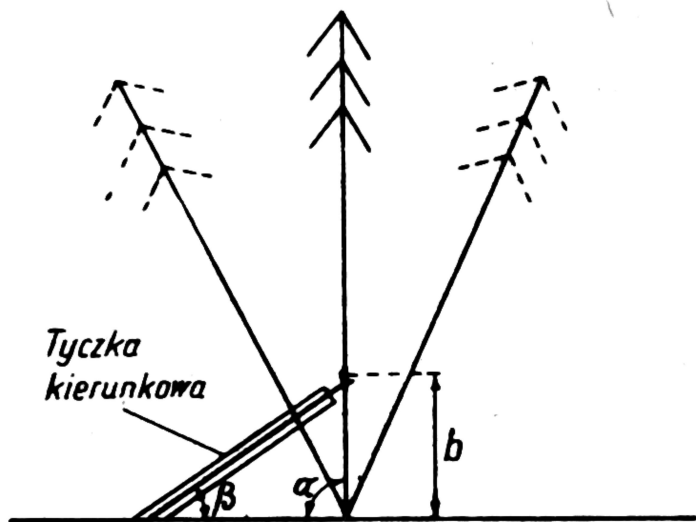
**P**race pomiarowe prowadzono w nadl. Łopuchówko (oddz. 56a, teren równy, BM, sosna 100 lat, zadrzew. 0,8, bon. II, jakość 2, w podrzyciu dąb) oraz w nadl. Jarcin (oddz. 266 a, BM, zadrzew. 0,6, bon. II, jakość 2, sosna 90 lat, sporadycznie brzoza 114 lat, dąb oraz grab 90 lat).

Na tych powierzchniach ścięto i pomierzono 310 sosen. Ścinę prowadzono wyłącznie za pomocą jednoosobowych pił spalinowych typu Clinton, Partner R-12 i Dolmar. Pomiarom objęto pierśnicę ścinanych drzew, kąt nachylenia osi strzały do ziemi, kąt nachylenia osi strzały do wyznaczonego kierunku obalania, odległość od ziemi do miejsca przyłożenia zaczepu tyczki, kąt nachylenia tyczki do ziemi, wysokość drzewa, koronę ściętych drzew (długość, szerokość), masę całkowitą drzewa (w m<sup>3</sup>) i krzywiznę strzały (wielkość strzałki wygięcia).

Kąt nachylenia osi strzały do ziemi wyliczano w następujący sposób. Na drzewie stojącym mierzono za pomocą tyczki mierniczej rzut punktu B (znajdującego się na samym wierzchołku), oznaczając tę odległość literą „a” (ryc. 1). Wysokość drzewa „h” określano za pomocą rurki Weisego, a następnie mierzono drzewa leżące. Kąt nachylenia strzały do wyznaczonego kierunku obalania wyliczano na podstawie znanego już kąta nachylenia. Jeżeli kąt nachylenia strzały był zgodny (przechodził w tej samej płaszczyźnie) z kierunkiem obalania ścinanego drzewa, wówczas kąty: nachylenia strzały i kierunku obalania były sobie równe. W przypadku, gdy kierunek obalnego drzewa nie przebiegał w płaszczyźnie nachylenia strzały, wówczas kąt kierunku obalania wyliczono, odejmując od 180° kąt nachylenia  $\alpha$ . Odległość od ziemi do miejsca przyłożenia zaczepu tyczki „b” mierzono na drzewie ściętym. Sposób wyznaczania kąta nachylenia tyczki przedstawia ryc. 2. Kąt nachylenia tyczki obliczono z twierdzenia sinusowego  $\sin \beta = \frac{b \cdot \sin \alpha}{a}$ . Koronę mierzono w metrach również na drzewie ściętym mierząc odległość od pierwszej żywej gałęzi do wierzchołka oraz szerokość korony. Masę całkowitą drzewa wyliczano na podstawie tablic miąższości dla drzew stojących (4, 5).



Ryc. 1.



Ryc. 2.

### OPIS WYNIKÓW I ICH ANALIZA

Zebrany materiał liczbowy zgrupowano w interwałach masy i pierśnic. Dla materiału liczbowego, dotyczącego powierzchni z terenu leśn. Parzęczew grupowanie według masy obejmowało 10 interwałów o wielkości  $0,2 \text{ m}^3$  oraz według pierśnic 15 interwałów o wielkości 2 cm. Dla materiału liczbowego z terenu leśn. Stęszewko wydzielono 6 interwałów według masy o wielkości  $0,3 \text{ m}^3$  i pierśnic o wielkości 5 cm.

W zgrupowanym materiale liczbowym według masy można było zauważyć stopniowy wzrost wielkości siły naporowej (wyrażonej w kG), w zależności od wzrostu masy całkowitej drzewa i wielkości kąta nachylenia, wyznaczonego kierunku obalania i to zarówno dla drzew z jednej jak i z drugiej powierzchni doświadczalnej.

Z uwagi na to, że otrzymane wartości siły naporowej w poszczególnych szeregach szczegółowych dla interwałów masy i pierśnicy stanowiły stosunkowo zróżnicowany materiał liczbowy, nie obliczono współczynników zmienności, dokładności, odchyłeń standardowych i współczynników korelacji, ograniczając charakterystykę do przytoczenia maksymalnych i minimalnych wartości siły naporowej w odniesieniu do kąta kierunku obalania i strzałki ugięcia całego drzewa.

W interwale pierwszym, zamykającym się w granicach  $0,36 - 0,56 \text{ m}^3$  przy masie drewna  $0,4 \text{ m}^3$  i pierśnicy równej 22 cm oraz przy mniejszym od  $90^\circ$  kącie nachylenia osi strzały do wyznaczonego kierunku obalania, siła naporowa tyczki okazała się najmniejsza. Przy masie drzewa wynoszącej  $0,49 \text{ m}^3$ , pierśnicy 25 cm, kącie kierunku obalania  $88^\circ 40'$  i wysokości drzewa 19 m siła naporowa wynosiła 0,0 kG. Przy zbliżonych wielkościach masy, pierśnicy i wysokości, ale przy kącie kierunkowym obalania równym  $90^\circ$  wartość siły naporowej wynosiła już 165,7 kG. W interwale drugim, zamykającym się w granicach  $0,56 - 0,76 \text{ m}^3$  przy przeciętnej masie drzewa wynoszącej  $0,67 \text{ m}^3$  wartość siły naporowej wyniosła 42 kG. Na tak małą wartość siły naporowej tyczki, duży wpływ miał prawdopodobnie również stosunkowo mały kąt kierunku obalania.

W interwale trzecim zamykającym się w granicach  $0,76 - 0,96 \text{ m}^3$  przy masie drewna równej  $0,84 \text{ m}^3$ , maksymalnym kącie kierunku obalania  $93^\circ 20'$  (to jest większym w porównaniu z największym kątem obalania z poprzedniego interwału) wartość siły naporowej wzrosła do 220,6 kG.

W interwale czwartym zamykającym się w granicach 0,96 — 1,16 m<sup>3</sup> daje się zauważyć przy masie drewna — 1,01 m<sup>3</sup> siłę naporową wynoszącą tylko 160,5 kG. Minimalny kąt kierunku obalania w tym interwale masy zmniejszył się do 81°50' w porównaniu z odpowiadającym kątem z poprzedniego interwału, przy występującej maksymalnej strzałce wygięcia strzały — 1 m.

Przy wzroście masy w interwałach piątym, szóstym, siódmym, — wartość siły naporowej zamyka się w granicach 240 — 280 kG. Dopiero przy wzroście masy drzewa do 2 m<sup>3</sup>, przeciętna wartość siły naporowej powiększyła się do 440 kG (jak to zaobserwować można w interwale ósmym — 1,76 — 1,96 m<sup>3</sup>).

Przeciętna wartość siły naporowej w interwale dziewiątym (1,96—2,16 m<sup>3</sup>) wyniosła już 589,2 kG mimo, że masa w stosunku do interwału ósmego wzrosła tylko o 0,16 m<sup>3</sup>. W interwale tym przeciętna wielkość kąta wyznaczonego kierunku obalania ścinanego drzewa w stosunku do poziomu ziemi, jest większa od 90° lub równa 90° z wyjątkiem drzewa nr 226, dla którego kąt ten równy jest 87°.

W interwale dziesiątym, zamykającym się w granicach 2,16—2,36 m<sup>3</sup> obserwuje się spadek wartości siły naporowej o 256,1 kG, mimo że masa pojedynczego drzewa wzrosła do 2,23 m<sup>3</sup> w stosunku do odpowiadającej wielkości z interwału dziewiątego. Jednocześnie jednak wartość kąta kierunku obalania spadła poniżej wielkości kąta prostego. Jedynie w przypadku drzewa nr 235 kąt kierunku obalania był większy od 90°, ale też wartość siły naporowej obalanego drzewa wynosiła 577,2 kG.

W materiale liczbowym zgrupowanym według masy i zebranych w leśn. Stęszewko, wpływ kąta kierunku obalania masy całkowitej drzewa, wysokości drzewa oraz pierśnicy na wielkość siły naporowej, kształtował się analogicznie jak dla poprzednio opisanego materiału z nadl. Jarocin.

Na przykład w interwale pierwszym, zamykającym się w granicach 0,58 — 0,86 m<sup>3</sup>, przy średnich: masie — 0,72 m<sup>3</sup>, pierśnicy — 27,8 cm i wysokości drzewa — 23 m, maksymalny kąt kierunku obalania wynosił 96°10', a wartość siły naporowej tyczki równała się 176,2 kG.

W interwale drugim, zamykającym się w granicach masy 0,86 — 1,16 m<sup>3</sup>, wartość siły naporowej wzrosła do 185 kG przy drzewie o masie równej 1,01 m<sup>3</sup> i maksymalnym kącie kierunku obalania wynoszącym 93°10'.

W interwale trzecim, zamykającym się w granicach 1,16 — 1,46 m<sup>3</sup> i czwartym 1,46 — 1,76 m<sup>3</sup> kąty kierunku obalania drzewa są sobie równe i wynoszą 92°40', a wielkość strzałki wygięcia strzały jest większa lub równa 1 m. Wydaje się, że na różnicę siły naporowej w tych interwałach wpłynęła przede wszystkim masa obalnego drzewa.

W interwale trzecim przy masie 1,32 m<sup>3</sup> siła naporowa równała się 237 kG, a w interwale czwartym przy masie drzewa równej 1,60 m<sup>3</sup> siła naporowa wzrosła do 325,2 kG.

W interwale piątym, zamykającym się w granicach 1,75 — 2,06 m<sup>3</sup>, siła naporowa tyczki zwiększyła się do 410,4 kG, masa do 1,91 m<sup>3</sup>, natomiast kąt kierunku obalania wynosił 91°, a strzałka wygięcia równa była zeru.

W interwale szóstym (powyżej 2,06 m<sup>3</sup>) proporcjonalnie do wzrostu masy drzewa, siła naporowa zwiększyła się do 575,9 kG przy strzałce wygięcia równej 0,40 m i kącie kierunku obalania 92°40'.

Zgodnie z założeniami części metodycznej pracy materiał liczbowy z terenu leśn. Parzęczew zgrupowany według wielkości pierśnic podzielono na piętnaście interwałów o wielkości 2 cm, a z terenu leśn. Stęszewko na sześć interwałów o wielkości 5 cm. W tak zgrupowanym materiale liczbowym daje się również zauważyć wpływ przede wszystkim wielkości kąta wyznaczonego kierunku obalania oraz pierśnicy, wysokości, masy drzewa, krzywizny strzały i wielkości korony.

W interwale pierwszym, zamykającym się w granicach 20,1 — 22 cm siła naporowa tyczki wynosiła 15,3 kG, przy wartości pierśnicy obalanego drzewa równej 21,3 cm i masie całkowitej 0,73 m<sup>3</sup> oraz maksymalnym kącie kierunku obalania mniejszym od 90° i przy maksymalnej krzywiznie strzały równej 0,9 m.

W interwale drugim, zamykającym się w granicach 22,1 — 24 cm przy drzewie o pierśnicy równej 23,2 cm i przy masie całkowitej — 0,43 m<sup>3</sup>, siła naporowa tyczki równała się 45,5 kG. Kąt kierunku obalania był w dalszym ciągu mniejszy od kąta prostego. Maksymalna strzałka wygięcia strzały równa była 0,7 m, przeciętna wysokość drzewa wynosiła 19,2 m.

W interwale trzecim, zamykającym się w granicach 24,1 — 26 cm, w którym wartość kąta obalania była większa od 90°, siła naporowa nieproporcjonalnie zwiększyła się w porównaniu do odpowiadającej wielkości z poprzedniego interwału, mimo że masa całkowita drzewa i wartość pierśnicy nieznacznie się tylko zwiększyły.

W interwale czwartym, zamykającym się w granicach 26,1 — 28 cm, maksymalny kąt kierunku obalania w stosunku do interwału trzeciego zmalał do 88°20', powodując zmniejszenie się siły naporowej do 112 kG, tj. o przeszło 50%.

W interwale piątym, zamykającym się w granicach 28,1 — 30 cm widać bardzo wyraźny spadek siły naporowej do 0,0 kG przy maksymalnym kącie kierunku obalania 86°50' oraz krzywiznie strzały — 0,8 m.

W interwale szóstym, siódmym, ósmym i dziewiątym mimo znacznego wzrostu kąta kierunku obalania, siła naporowa tyczki oscyluje wokół 200 kG. Wydaje się, że wpływ na zmniejszenie się siły naporowej ma tutaj zbyt duża wartość krzywizny strzały oraz stosunkowo niezbyt wielka wysokość ścinanych drzew.

W interwale dziesiątym, zamykającym się w granicach 38,1 — 40 cm następuje, w parze z rosnącą masą całkowitą drzewa i pierśnicą, wzrost siły naporowej do 270,8 kG, mimo że kąt kierunkowy nie zwiększył się w stosunku do odpowiedniego kąta kierunkowego omawianych poprzednio interwałów.

W interwale jedenastym i dwunastym wartość siły naporowej tyczki nie wzrosła przy stosunkowo dużym kącie kierunku obalania i większej masie, pierśnicy i wysokości drzewa. Wydaje się, że krzywizna strzały (strzałka wygięcia — 2 m) zdecydowała o zahamowaniu wzrostu siły naporowej.

W pozostałych trzech interwałach, a mianowicie trzynastym czternastym i piętnastym wartość siły naporowej tyczki wzrosła średnio o 200 kG w stosunku do siły naporowej poprzednich interwałów.

W materiale liczbowym zgrupowanym według pierśnic z terenu leśn. Stęszewko, nadl. Łopuchówko wpływ wielkości pierśnicy, masy drzewa, krzywizny strzały i wysokości na siłę naporową tyczki, kształtuje się w podobny sposób jak w materiale z terenu leśn. Parzęczew.

## WNIOSKI

1. Na kształtowanie się wielkości siły naporowej (wyrażonej w kG) tyczki kierunkowej, decydujący wpływ ma przede wszystkim kąt wyznaczonego kierunku obalania, a w dalszej kolejności pierśnica, wysokość, krzywizna strzały i wielkość korony obalanego drzewa.

2. Wielkość kąta wyznaczonego kierunku obalania dla drzew prostych i wykazujących małą krzywiznę (strzałkę wygięcia do 0,8 m) jest proporcjonalna do wielkości siły naporowej tyczki kierunkowej.

3. Przy obalaniu drzew, wykazujących strzałkę wygięcia (na długości strzały) w granicach 1,5 — 2 m, wielkość kąta wyznaczonego kierunku obalania nie decyduje o wielkości siły naporowej.



4. Stopniowy wzrost wielkości pierśnicy, a przez to samo i masy drzewa, powoduje również stopniowy wzrost wielkości siły naporowej.

5. Wielkość przyjętego interwału dla grupowanego materiału liczbowego według masy i pierśnicy nie wpływa na kształtowanie się wartości siły naporowej.

6. Przy popychaniu drzew grubych wartość siły naporowej tyczki kierunkowej nie przekraczała 1 000 kG.

7. Największe wykorzystanie siły popychania uzyskuje się w przypadku ustawienia tyczki pod kątem  $45^\circ$  w stosunku do poziomu ziemi.

8. Niewskazane jest popychanie ścinanego drzewa przed wykonaniem odpowiednio głębokiego rzazu ścinającego.

#### LITERATURA

1. Kubis A., Flotyński J., Miler Z. — Użytkowanie lasu. Część czwarta — „Pozyskiwanie i wyróbka drewna”. PWN. Warszawa, 1957 r.
2. Patalas Z. — Technika ścinania i obalania drzew. Warszawa, 1955 r.
3. Patalas Z. — Mechaniczna ścinka i wyrzynka drewna. Warszawa, 1955 r.
4. Podolak J. — Wielkość siły naporowej występującej w czasie popychania ścinanych sosen. Praca dyplomowa wykonana w Katedrze Użytkowania Lasu WSR w Poznaniu. 1962 r.
5. Rogaliński K. i inni. — Użytkowanie lasu. Część I. Nauka o drewnie. PWN. 1955 r.

Praca wpłynęła do Komitetu Redakcyjnego 6 lutego 1963 r.

#### Краткое содержание

На территории надлесничества Ярочин и Лопуховко проведены измерения величины силы напора, выступающей при валке сосен, применяя для измерения динамометр с дугой с вмонтированным улавливателем, прикрепленным к основанию направляющего шеста. Измерение охватывало также диаметры сваливаемых деревьев, угол отклонения оси ствола от уровня земли, угол отклонения оси ствола от назначенного направления валки, расстояние от земли до места приложения зацепа шеста, высоту дерева, корону, полный объем дерева (в  $m^3$ ), а также кривизну ствола. Для количественного материала из надлесничества Ярочин, группировка по массе охватывала 10 интервалов величиной  $0,2 m^3$  и по диаметрам на высоте груди — 15 интервалов величиной 2 см. В количественном материале надлесничества Лопуховко выделено 6 интервалов, касающихся массы величиной  $0,3 m^3$  и диаметра на высоте груди величиной 5 см. В результате проведенной дискуссии возникли следующие выводы:

1. На формирование величины силы напора (выраженной в КГ) направляющего шеста решающее влияние имеет прежде всего угол назначенного направления валки, в дальнейшей очередности диаметр на высоте груди, высота дерева, кривизна ствола и величина кроны.

2. Величина угла назначенного направления валки для прямых и проявляющих небольшую кривизну деревьев (стрелка изгиба до 0,8 м.) — прямо пропорциональна величине силы напора направляющего шеста.

3. При валке деревьев, показывающих стрелку изгиба (длины ствола) в границах от 1,5 до 2 м., величина угла назначенного направления валки не влияет на величину силы напора.

4. Постепенный рост величины диаметра на высоте груди, а благодаря этому и массы дерева, является причиной постепенного также роста величины силы напора.

5. Величина принятого интервала для группирования численного материала по массе и диаметру на высоте груди не влияет на формирование величины сила напора.

6. При толкании толстых деревьев в насаждении, величина силы напора направляющего шеста не превышает 1000 кг.

7. Самое большое использование силы подталкивания можно получить в случае установки шеста под углом  $45^\circ$  по отношению к уровню земли.

8. Не рекомендуется подталкивать валеное дерево до тех пор пока не будет сделан соответственно глубокий прорез.

### Summary

On the territory of Jarocin and Łopuchówko head-forestries measurements have been performed to ascertain the magnitude of the exerted force in felling of pine trees. A dynamometer, with an inset feeler device, fastened to the base of the directing rod, was used. Measurements included: — d. b. h. of tress to be felled, angle of inclination stem axis to ground level, angle of inclination of stem axis to selected direction of felling, distance from ground to place of fastening of rod, tree height, crown dimensions, timber volume, in cu. m. and crookednees of stem. The numerical data from Jarocin head-forestry included, in so far as classification into volume categories was concerned, 10 intervals of 0,2 cu. m. each, and into d. b. h. categories — 15 intervals 2 cm each. Six intervals were distinguished in the numerical data from Łopuchówko for volume categories of 0,3 cu. m. and for d. b. h. of 5 cm. The material has been discussed and the following conclusions were reached.

1. The magnitude of the force (expressed in kg) exerted by the directing rod is in the first place decidedly influenced by the angle of the selected direction of felling and further on by: — d. b. h., tree height, stem crookedness and crown dimensions.

2. The magnitude of the angle of selected direction of felling for straight trees or those slightly crooked (pointer deflection up to 0,8 m) is in straight proportion to the magnitude to the magnitude of the force exerted by the directing rod.

3. When overturning trees with a pointer deflection ranging from 1,5 to 2 m (along stem length) the magnitude of the angle of the selected felling direction has no decisive influence on the magnitude of the exerted force.

4. A gradual rise in the dimension od d. b. h., consequently in timber volume, involves, too, a gradual rise in the magnitude of the exerted force.

5. The interval value accepted for the classification into categories of volume and b. b. h. of the numerical data has no influence on the value of the exerted force.

6. In overturning thick trees in a stand, the value of the exerted force of the directing rod did not exceed 1 000 kg.

7. The exerted force in overturning is utilized to its best when the rod is placed at the angle of  $45^\circ$  relatively to ground level.

8. Overturning a tree before a deep undercut is performed is not commendable.