



VPLYV TVARU ŠTIEPACIEHO KLINA NA PROCES ŠTIEPANIA

Jozef Krilek – Martin Remper

Abstract

The article deals with research size of splitting force in changing the design parameters of horizontal splitter. Experimental measurements were carried out splitter forces change in shape with a simple wedge fission, double cranked a concave shape. Experiments pointed out that, based on theoretical analysis and its application in practice it is possible to search optimization methods. This article describes the methodological approach of experimental measurements and its implementation in the longitudinal splitting logs, and points to less energy-intensive designs of the selected device. Experimental measurements showed that the lowest splitting force is with convex splitting wedge.

Key words: horizontal splitter, energy consumption, splitting force, splitting wedge

ÚVOD

V súčasnosti ceny energií stále rastú a ľudia sa opäť vracajú k najstaršiemu spôsobu výroby tepla a to spaľovaniu dreva. Každým rokom narastá počet domácností, ktoré využívajú na výrobu tepla drevnú hmotu. Drevo na výrobu tepla môže byť vo viacerých formách ako napr.: štiepka, drevné pelety alebo naštiepané drevo. Naštiepané drevo nazývané aj palivové drevo získané po skrátaní kmeňa stromu na požadovanú dĺžku s následným pozdĺžnym štiepaním na požadovaný priečny rozmer.

Štiepačky sú mechanické stroje, navrhnuté na štiepanie drevených polien rýchlejšie a bezpečnejšie ako obyčajné sekery (kálačky, klíny). K správnej a spoľahlivej práci štiepačiek sú rozhodujúce najmä jej výkon, štiepacia sila a konštrukcia stroja. A práve progresívnou konštrukciou stroja je možné znižovať energetické ako aj ekonomické aspekty, pri príprave palivového dreva. Podrobným skúmaním vybraných závislostí a parametrov konštrukcie je možné eliminovať potrebnú štiepnu silu už pri jej návrhu a tým zabezpečiť nižšiu energetickú náročnosť pri zachovaní tej istej výkonnosti stroja.

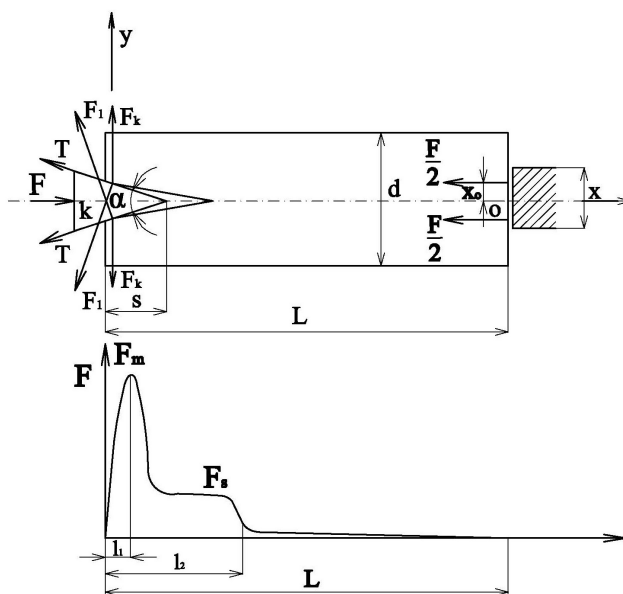
MATERIAL A METÓDY

Štiepaním nazývame proces vtláčania rezného nástroja medzi drevné vlákna za účelom odtiahnutia ich od seba a vytvorenia tak deliacej plochy, rovnobežnej s vláknami, t.j. bez porušenia ich dĺžky (Mikleš, 2011). Podstatou tohto procesu je porušenie pevnosti dreva v ťahu v smere kolmom na vlákna dôsledkom kolmého tlaku akčných plôch rezného klína na

vlákná. Štiepací klin najskôr drevné vlákna stláča a len potom medzi vlákna vniká a svojimi bokmi rozširuje vznikajúcu trhlinu; zároveň ich odtrháva od seba v rovine pôsobenia tlaku klina (obrázok 1) (Mikleš, 1993).

Na počiatku vnikania klina medzi drevné vlákna prudko narastá potrebná sila F_m a to úmerne k hĺbke vniknutia klina. Dosahuje maxima pri vniknutí klina do hĺbky l_1 . Pri ďalšom vnikaní klina do vznikajúcej trhliny klesá potrebná sila F_s až do dĺžky vniknutia klina l_2 . Sila na klíne v priemernej hodnote F_s sa udrží až do hĺbky vniknutia klina l_2 .

Potom opäť sila na klíne značne klesne a po roztrhnutí výrezu klesne na nulu. Hĺbka vniknutia klina l_2 i potrebná maximálna sila F_m , pri ktorej sa výrez roztrhne, sú veľmi závislé na lícnom uhle klina α , lebo jeho zväčšovaním sa hĺbka vniknutia znižuje. Tiež druh dreveniny a stav dreva, rovnako ako dĺžka štiepaného výrezu má na štiepanie dreva značný vplyv.



Obrázok 1 Schéma síl pôsobiacich pri strojnom štiepaní dreva (Mikleš, 2011)

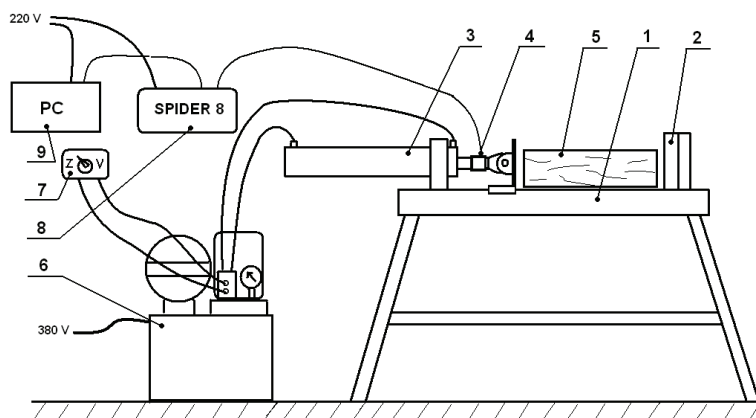
k – štiepací klin, o – opora, d – priemer štiepaného výrezu, L – dĺžka štiepaného výrezu, F – tlačná sila na klin, α – lícny uhol klina, F_m – maximálna tlačná sila, F_1 – sila kolmá na líca klina, F_k – sila spôsobujúca rozštiepnutie výrezu, s – dráha klina, x – šírka opory, x_o – ramená pôsobiska opornej reakcie, l_1 – dĺžka vniknutia klina s maximálnou tlačnou silou, l_2 – dĺžka vniknutia klina s priemernou tlačnou silou, F_s – priemerná tlačná sila.

Pri tlaku F pôsobiacom na klin sa vyvodzujú sily F_1 na oboch lícach. Pri vnikaní klina do dreva je potrebné prekonať treciu silu T . Na štiepaný výrez pôsobí líce klina silou F_k , ktorá je kolmá k pozdĺžnej osi vznikajúcej trhliny.

Aby bola potrebná tlačná sila klina k rozštiepeniu výrezu čo najmenšia, je okrem potrebného nízkeho merného odporu dreva nutné, aby bol priemer a dĺžka štiepaného výrezu malé, aby klin mal malý uhol a boli plochy líc rovné. Opora štiepacích strojov nesmie byť široká.

Experimentálne meracie zariadenie (obrázok 2) je navrhnuté tak aby plynule zaznamenávalo priebeh a veľkosť štiepacej sily pri pozdĺžnom štiepaní dreva. Jeho základ

vychádza z konštrukcie horizontálnej štiepačky (1) s tlačnou doskou a pevným štiepacím klinom (2), ktorý je vymeniteľný. Priamočiary hydromotor (3) vytvára silu na tlačnú dosku, ktorá posúva bremeno (5) proti klinu (2). Tlak hydraulického oleja vytvára hydraulická jednotka (6), a ovládanie procesu zabezpečuje riadiaci panel (7).



Obrázok 2 Horizontálna štiepačka spolu s meracím reťazcom

1 – rám horizontálnej štiepačky, 2 – štiepací klin, 3 – priamočiary hydromotor,
4 – fóliové tenzometre, 5 – štiepaný kmeň, 6 – hydraulická jednotka, 7 – ovládač,
8 – meracia ústredňa, 9 – osobný počítač

Na oku piestnice priamočiareho hydromotora sú nalepené tenzometre, ktoré nahrádzajú snímač tlačnej sily. Tenzometre sú zapojené v plnom mostíku na snímanie tlakových a ťahových síl. Výstupný signál je prenášaný do meracej ústredne SPIDER 8, kde je vhodne upravený a následne ukladaný na pevný disk PC pomocou programu Conmes Spider, vo formáte txt. Namerané výsledky sa následne štatisticky spracovali na osobnom počítači, ktorý bol vybavený štatistickým programom STATISTICA.

Samotné experimentálne meranie prebiehalo v priestoroch VŠLP Zvolen na Stredisku služieb Lieskovec. Počas merania sa menili tri typy štiepacích klinov (graf 1). Na základe prieskumu boli navrhnuté druhy štiepacích klinov s odlišným geometrickým tvarom a rozmerov. Meracie vzorky – bukové výrezy boli napílené na dĺžku ~ 85 cm, o stredovej hrúbke kmeňa od 27 do 33 cm a relatívnej vlhkosti ~ 30%. Bukové výrezy boli rozdelené do dvoch skupín stredovej hrúbky kmeňa od 27 – 30 cm a od 30 – 33 cm.

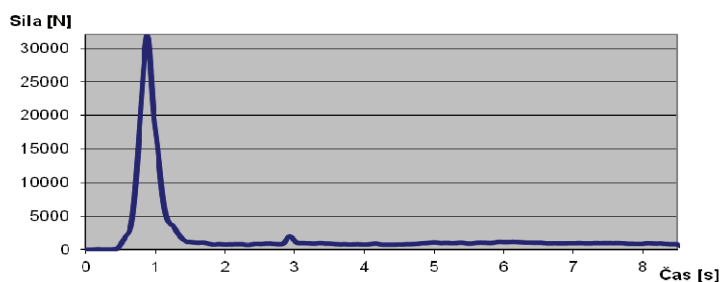
VÝSLEDKY A DISKUSIA

V tabuľke 1 je celková priemerná hodnota F pre všetky priemery výrezov a druhy nožov je nulová, čiže sa rovná nule. Najväčší vplyv na štiepaciu silu má tvar nožov. V tabuľke 1 pri priemere dreveniny sa neprejavuje ako nevhodný (nemá vplyv na štiepaciu silu), ale v grafe 1 je viditeľný vplyv priemeru dreveniny, ale nie je štatisticky významný.

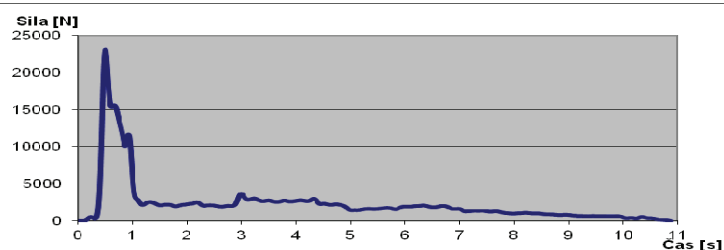
Pri použití jednoduchého štiepacieho klinu (graf 1), s vrcholovým uhlom 35° vznikala najvyššia štiepacia sila pri porovnaní s ostatnými klinmi. Pri kline č.1 narastá maximálna sila značne lineárne až po hodnotu kedy sa štiepaný kmeň roztrhne a trhlina sa začne narastať rýchlejšie ako štiepny klin (graf 1). Následne F_{\max} poklesne na hodnotu, ktorá je

potrebná na predelenie vlákien v celej dĺžke kmeňa, táto sila je mnoho násobne nižšia ako sila F_{\max} .

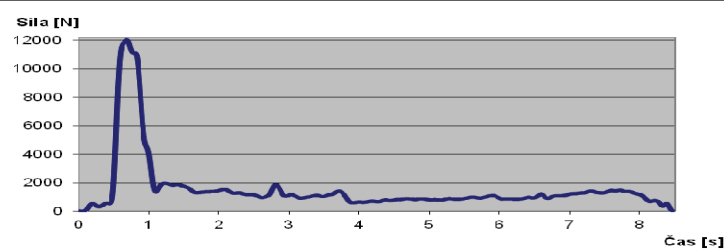
Pri použití lomeného (stupňového) štiepacieho klina (graf 4), s vrcholovým uhlom 20° je potrebná nižšia štiepacia sila ako pri jednoduchom klíne (graf 2). Menší vrcholový uhol zabezpečuje ľahšie vnikanie klína do kmeňa, a jeho širšia časť zabezpečuje následné zvýšenie zložky sily, ktorá roztláča poliace polky kmeňa od seba (graf 2).



Graf 1. Pribeh síl pri použití štiepacieho klína č.1



Graf 2. Pribeh síl pri použití štiepacieho klína č.2



Graf 3. Pribeh síl pri použití štiepacieho klína č.3

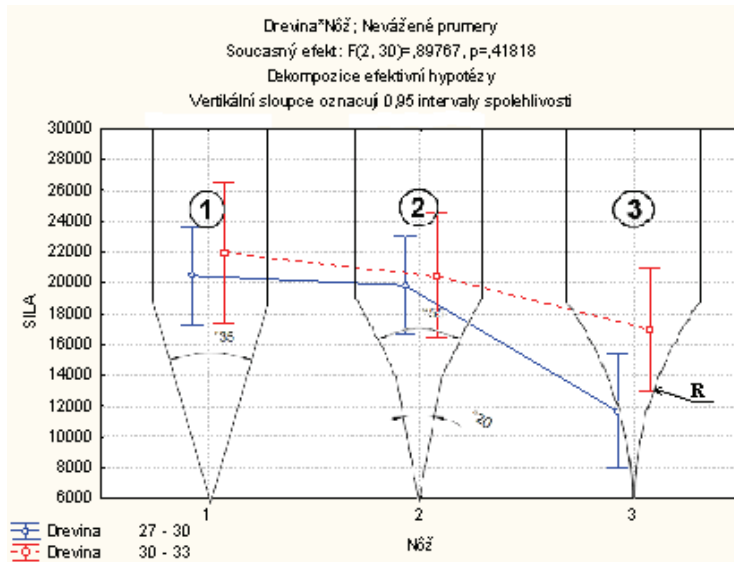
Pri použití vydutého štiepacieho klína (graf 4), je potrebná nižšia štiepacia sila ako aj pri lomenom klíne (graf 3). Maximálna sila je v porovnaní so silou pri použití jednoduchého klína takmer o 2/3 nižšia. Úspora veľkosti štiepanej sily je v tomto prípade značná a z hľadiska optimalizácie za účelom zníženia štiepacej sily ako vysoko vhodná. Následné merania sú vyhodnotené v grafe 1 pomocou dvojfaktorovej analýzy a v základnej tabuľke dvojfaktorovej analýzy rozptylu štiepacej sily (tabuľke 1).

Tabuľka 1 Základná tabuľka dvojfaktorovej analýzy rozptylu štiepacej sily F na priemer dreviny a štiepacie nože

Zdroj menlivosti	Jednorozmerné testy významnosti pro Sila (N) Sigma-omezená parametrizace Dekompozice efektívni hypotéz y				
	Súčet štvorcov	Stupne volnosti	Rozptyl	F test	p hladina významnosti
Celkový priemer	11612978914	1	11612978914	593,83	0,0000
Priemer dreviny	51388849	1	51388849	2,63	0,1155
Nôž	302045472	2	151022736	7,72	0,0020
Priemer dreviny*Nôž	35109930	2	17554965	0,90	0,4182
Náhodné činitele	586684099	30	19556137		

Pri porovnaní priemerných hodnôt vytvorených z opakovaných meraní, je možné sledovať zníženie štiepanej sily. Pri porovnaní štiepných klinov č. 1 a č. 2 je úbytok štiepanej sily na úrovni približne 13%, no pri porovnaní štiepných klinov č. 1 a č. 3 je úbytok štiepanej sily až nad 50%. Treba však dodať, že z hľadiska zníženia štiepanej sily je klin č. 3 vysoko efektívny, no z hľadiska životnosti je menej vhodný, pretože jeho tenké a dlhé ostrie je náchylné na otupenie ako aj na ohyb ostria a tým sa vyžaduje použitie vysokopevnej oceli.

Zvýšenie náročnosť si vyžaduje taktiež opätovné ostrenie otupeného klinu vzhľadom na jeho vydutý tvar. Z vyššie uvedeného je možné stanoviť záver, že vydutý tvar klina je vysoko vhodný na pozdĺžne štiepanie výrezov, no jeho konštrukcia a nutnosť použitia kvalitných materiálov vplyva negatívne na jeho ekonomický aspekt, preto v dnešnej dobe je možné ho vidieť iba na niektorých štiepačkách renomovaných výrobcov.



Graf 4. Graf 95% intervalov spoľahlivosti pre stredné hodnoty štiepacej sily v závislosti od priemeru dreviny a tvaru štiepacieho klinu

ZÁVER

V dnešnej dobe je vytváraná maximálna snaha o hľadanie a využívanie energeticky úsporných riešení v každom priemysle. Medzi takéto riešenia môžeme zaradiť aj zmenu tvaru štiepacieho klina pri pozdĺžnom štiepaní výrezov. Z vyššie uvedeného teoretického rozboru ako aj vykonaného experimentu je zrejmé, že vhodne navrhnutý štiepací klin vo veľkej miere ovplyvňuje energetickú náročnosť štiepačky. Treba však podotknúť, že je nutné sa zaoberať následne jeho životnosťou prípadne trvanlivosťou. Ďalšou možnosťou znižovania energetickej náročnosti je znižovanie trenia medzi nástrojom a výrezom napr. metódou povrchového povlakovania, čo môže viesť k novým témam výskumu znižovania adhézie a tým aj štiepacej sily.

LITERATÚRA

HOFFMANN K., 1989. An Introduction to Measurements using Strain Gages. Alsbach, HBM GmbH, 1989. 257 s.

LISIČAN, J. a kol., Teória a technika spracovania dreva. Zvolen: MATCENTRUM, 1996. 626 s. ISBN 80-967315-6-4

MIKLEŠ, M., a kol.: 2011. *Lesnícke stroje a zariadenia*. Zvolen: Technická univerzita vo Zvolene, 2011, 294. ISBN 978-80-228-2302-9

MIKLEŠ, M.: 1993. *Teória a stavba lesných strojov II*. Zvolen: Technická univerzita vo Zvolene, 1993. 274 s. ISBN 80-228-0281-6

NORMA STN 47 0075 – EN 609-1 + A2, Poľnohospodárske a lesnícke stroje, Bezpečnosť štiepačov polien, Časť 1: Klinové štiepače, február 2010, ICS 65.060.80

NORMA STN 49 0015 – EN 844-5, Guľatina a rezivo, Názvoslovie, Časť 5: Termíny pre rozmery guľatiny, november 1999, ICS 01.040.79; 79.040

Tento článok je prezentovaný v rámci riešenia vedeckého grantového projektu VEGA 1/0048/09 "Výskum znižovania negatívnych vplyvov pôsobenia lesnej techniky na lesné prostredie s určením technických parametrov lesných mechanizmov pri spracovaní lesnej biomasy".