

Tračna pila paralica s povećanom napetosti lista i produženom vodilicom

NAJBOLJE RJEŠENJE PROBLEMA PILJENJA DRVA
S VELIKIM UNUTARNJIM NAPREZANJIMA USLIJED RASTA

Sažetak

Primjena tračne pile paralice s povećanom napetosti lista pila i produženom vodilicom u pilanama dovela je do znatnog povećanja proizvodnje i iskorišćenja sirovine. Ona je utrla put praktičnom rješenju nekih osnovnih problema kao što je ekonomično iskorišćivanje vrsta drva s velikim naprezanjima rasta. U suvremenoj pilani tračna pila paralica tog tipa zauzela je čvrsto mjesto kao najprikladnija i nenadomjestiva pila za preradu straničnih dijelova trupaca i okoraka u oštrobrične daske i općenito kad su u pitanju vrste drva s velikim naprezanjima uslijed rasta.

Ključne riječi: tračna pila paralica — tehnologija piljenog drva — naprezanja u drvu zbog rasta.

HIGH-STRAIN LINEBAR — BEST SOLUTION TO GROWTH — STRESSED
TIMBER RESAWING

Summary

The effect of »high-strain« linebar resaw on the sawmilling industry resulted in a considerable boost in production and significant yield increase. It has paved the way for a practical solution of certain basic problems, such as an economical conversion of species with high amount of internal growth stress.

In an up-to date sawmill the »high-strain« linebar resaw has established itself firmly as the most adequate and indispensable resawing unit for processing cants and slabs with bowed faces into uniformly thick boards and generally dealing with timber species with strong growth-stress deflexion.

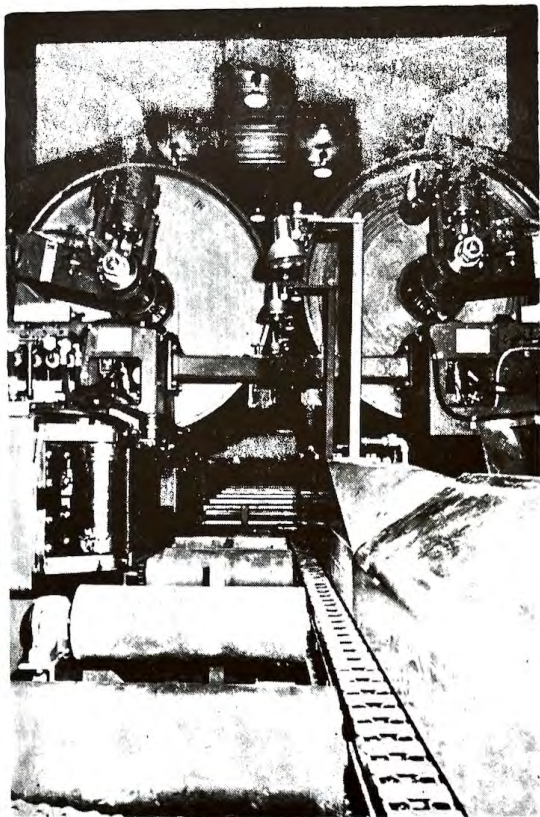
Key words: high-strain linebar resaw — saw mill technology — growth stress.

Pojava tračne pile paralice krajem prošlog stoljeća (1880) obilježila je novu eru u strojogradnji primarnih strojeva drvne industrije (Brown, 1947). S tehnološkog gledišta, razvoj i primjena ovog stroja znatno su utjecali na povećanje kapaciteta proizvodnje, te na bolje iskorišćenje sirovine u pogledu kvalitete. Prvi strojevi ovog tipa igrali su uglavnom ulogu paralice, tj. stroja čiji je osnovni zadatak bio raspiljivanje (paranje) piljenica dvostruke debljine. Ova je funkcija, razumljivo, više odgovarala poduzećima većeg kapaciteta, koja su se počela prva koristiti prednostima ovog novog stroja. Međutim, u drugoj polovici ovog stoljeća osnovna koncepcija tračne pile paralice doživjela je značajnu promjenu. U razmaku od svega nekoliko godina bile su izgrađene, instalirane i iskušane, pretežno u američkim pilanama, prve automatske paralice usavršenog »linebar« tipa, tj. strojeva s produženom vodilicom, koje su predstavljale prekretnicu u suvremenoj tehnologiji prerade drva na primarnim strojevima, kako četinjača tako i tvrdih listača.

Izvanredna fleksibilnost ovih strojeva omogućila je njihovu širu i raznostraniju uporabu. Automatski podešavani valjci za pomak s varijabilnim pritiskom, uklopljeni u univerzalnu vodilicu »produženog« tipa (sl. 1), dozvolili su točno piljenje bilo kog dijela trupca, odmah po prvom rezu izvedenom na trupčari ili nekom drugom primarnom stroju. Veće brzine pomaka i preciznost piljenja bili su dostignuti. Ovo se naročito ispoljilo na tehnički usavršenim paralicama s povećanom napetosti lista pile*, gdje listovi pila mogu biti dvostruko, pa i višestruko napeti (Krilov, 1975). Srednje naprezanje lista pile zavisi od veličine stroja, a u kategoriji paralica obično se kreće u granicama od 10,5 do 21 daN/mm². Štoviše, pile na ovim strojevima razmjerno su tanje od standardnih, te omogućuju užu propiljak od 0.6 do 0.8 mm po rezu, što dovodi do znatnog povećanja postotka iskorišćenja sirovine.

Ako bi se uvođenje tračne pile paralice s povećanom napetosti lista i produženom vodilicom

* high-strain resaw.



Slika 1. — Vodilica »produženog« tipa na dvostrukoj tračnoj pili paralici (Susretljivošću Wawker Siddeley Canada Ltd.)

com promatralo samo s ekonomske točke gledišta, dolazi se do zaključka da se kupovina i instalacija ovog stroja u pilanama srednjeg kapaciteta** kreće u granicama od 10—15% od ukupne vrijednosti uloženog kapitala, dok se paralelni porast radne snage planira nešto niže (od 7—10%). Međutim, investiciona ulaganja vezana za uvođenje novog stroja u pilansku opremu, zajedno s troškovima porasta radne snage, amortiziraju se dobitima realiziranim u proizvodnji, čiji se kapacitet povećava za nekih 40—60%. Ovakva paralica u sklopu pilanske opreme sposobna je isplatiti investiciju i u relativno kratkom vremenu donijeti znatan prihod.

Naravno da kod nabave i instaliranja »linebar« paralice u tehnološku liniju postoje mnogobrojni parametri konstrukcionog tipa koje treba uzeti u obzir. Danas na svjetskom tržištu postoji niz najraznovrsnijih strojeva spomenutog tipa. Nabrojati sve i upoznati se detaljno s njihovim odlikama nije moguće u okviru ovog članka. Dati, međutim, nekoliko direktnih i praktičkih savjeta o osnovnim parametrima stroja može biti od koristi.

** Za australske prilike i uvjete, pojam pilane »srednjeg« kapaciteta je prerada 100 m³ trupaca za 8 sati.

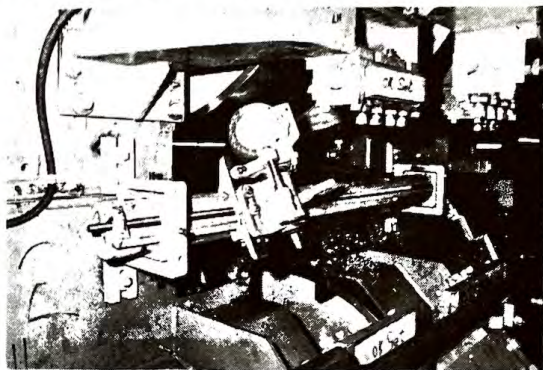
POSTOLJE

Postolje paralice u prvom redu mora biti masivno. Ono treba da bude izgrađeno na taj način da bi se težište nalazilo po mogućnosti što niže. Ovakva raspodjela mase daje stroju potrebnu stabilnost, koja naročito dolazi do izražaja prilikom velikih pomaka.

Naročitu pažnju treba obratiti dvostrukom kliznom suportu, koji mora biti idealno strojno obrađen i dobro zaštićen od piljevine i drugih nečistoća. Specijalne čelične ploče služe za lako pričvršćivanje uređaja za brušenje površine kotača (sl. 2), i poželjne su kao sastavni dio postolja stroja. Znatne uštede u održavanju mogu se realizirati na ovaj način.

OSOVINA GORNJEG TOČKA I UREĐAJ ZA PREVJES

Gornji točak paralice, održavan u elastičnom spregu sila, treba da leži na masivnoj nepokretnoj osovinu izgrađenoj da podnese maksimalno naprezanje uz minimalnu deformaciju. Geometrijski položaj točka pri piljenju određuje se u



Slika 2. — Uređaj za brušenje površine kotača tipa Barnhart, u radu. (Susretljivošću Hawker Siddeley Canada Ltd.)

poprečnoj, paralelnoj i nagnutoj ravnini; svi ovi pokreti točka, zajedno s bočnim prevjesom, treba da su kontrolirani preko komandnog pulta — što olakšava upravljanje strojem i osigurava radnike od eventualne nesreće.

OSOVINA DONJEG TOČKA I UREĐAJ ZA POMAK

Potrebno je da donji točak leži također na nepokretnoj osovinu, koja omogućuje visoko naprezanje uz neznatni koeficijent deformacije metala. Donja, suprotna osovina je šuplja. Jedna sekundarna osovina odgovarajućih dimenzija ugrađena je u šupljinu glavne, što dozvoljava da se uređaj za pomak, zajedno s elektromotorom, postavi sa suprotne strane točka, daleko od zone u koju pada piljevina.

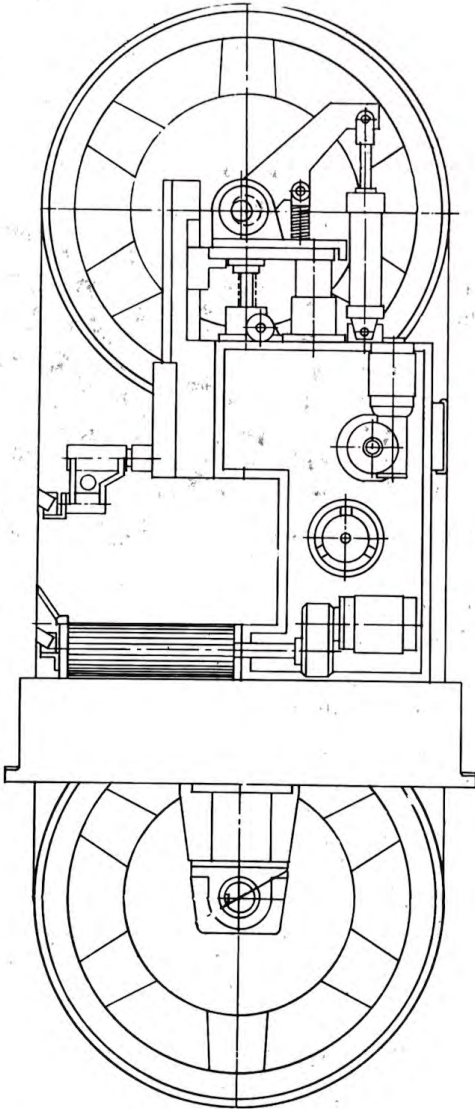
UREĐAJ ZA NAPINJANJE LISTA PILA

Povećano napinjanje lista pile izvodi se ili pneumatskim (crtež 1) ili kombinirano pneumo-hidrauličkim (crtež 2) prijenosom energije.

Pneumatski sistem veoma je jednostavan i lagan. Ovdje ćemo uzeti u razmatranje drugi sistem, koji djeluje pomoću zatvorenog hidrauličnog sistema. Osnove stlačivanja plina hidrauličnog sistema bit će prikazane praktično pri primjeni na primjeru tračne pile paralice s listom veće napetosti, promjera kotača 1520 mm, napregnuta na oko 17 daN/mm². Ova napetost postignuta je posebnim napravama, koje se sastoje iz slijedećih glavnih dijelova:

1. Glavni hidraulični cilindar (crtež 2, pozicija 1), koji ima dvostruku svrhu:

(a) za vrijeme rada on podupire gornji kotač. Gibanje klipa cilindra uravnoteženo je paralelnim gibanjem klipa akumulatora pritiska; na taj je način osigurana konstantna napetost u svakom momentu;



Crtež 1. — Paralica s uređajem za pneumatsko napinjanje lista pile.

(b) stapaj cilindra omogućuje podizanje ili spuštanje gornjeg kotača prilikom promjene lista pile.

2. Akumulator

Volumen dušika unutar akumulatora (crtež 2, pozicija 2) djeluje kao opruga na sklop gornjeg kotača. Volumen plina ili količina punjenja u akumulatoru određuje »konstantu opruge« sklopa gornjeg kotača. Pokusi su pokazali da prethodno sabijanje plina na pritisak od 2/3 napetosti lista pile osigurava elastičnost podesnu za idealno prigušenje sistema.

3. Ventil pritiska

Funkcija ventila pritiska (crtež 2, pozicija 3) jest postizavanje i održavanje napetosti lista pile. On je električki vezan na zavojnicu upravljajućeg ventila (poz. 4), tako da se ventil otvara kada je pritisak sistema ispod potrebne vrijednosti, a zatvara se po izjednačenju tlaka.

4. Upravljajući (kontrolni) ventil

Djeluje u tri položaja; to je četverosmjerni ventil s dvostrukom zavojnicom; povratne opruge imaju funkciju mijenjanja smjera kretanja ulja prema djelovanju sigurnosnog ventila (crtež 2, poz. 5). Ove promjene osiguravaju kontrolu dizanja i spuštanja.

5. Sigurnosni ventil

To je jednostavni kuglasti ventil, automatski otvaran. Otvara se ili primarno ili zbog provedene mase. Kada je sistem zatvoren, pritisak u upravljajućem ventilu sprečava povrat ulja u rezervoar.

6. Mjerenje tlaka

Sve vertikalne tračne pile opremljene su uobičajeno manometrom (crt. 2, poz. 6), koji je tako baždaren da odjednom možemo očitati hidraulički pritisak i momentanu napetost lista pile.

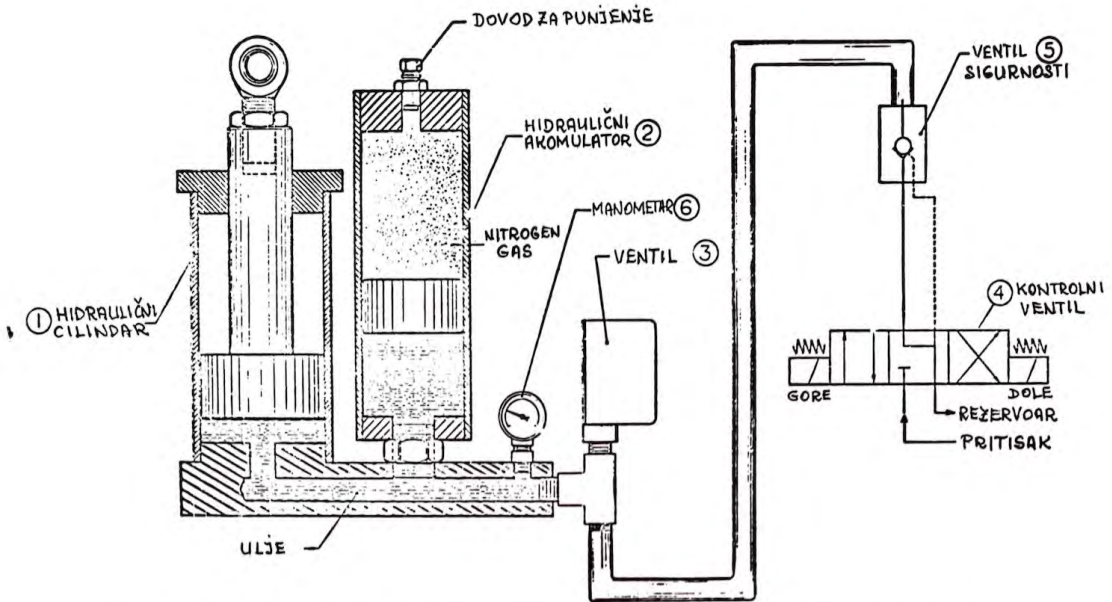
Tri faktora doprinose odličnim karakteristikama ovog sistema. Oni su:

(a) Brzo reagiranje.

Sistem ne treba uravnoteživati ili teško prespajati, kada se mora ubrzavati ili usporavati pri dovođenju u traženi položaj, te pri podizanju gornjeg kotača i sklopa osovine. Brzo reagiranje sklopa gornjeg kotača rezultira u pogodnoj stalnoj napetosti lista kod prekoračenja sile rezanja ili slučajnih bočnih devijacija. Teoretsko vrijeme povrata lista manje je od 0,004 s za 1 cm njegova bočnog otklona.

(b) Odlično prigušenje.

Volumen plina unutar akumulatora stvara »oprugu« na kojoj počiva sklop gornjeg kotača. Taj volumen, ili količina plina prije sabijenog u akumulatoru, određuje opružnost sistema gornjeg kotača. »Konstanta opruge«, ili krutost sklopa gornjeg kotača, takva je da to neprekidno i brzo smanjuje vibracije lista pile. Ovo vrijeme prigušivanja za vibracije u pili manje je od 0,25 s.



Crtež 2. — Shematski prikaz pneumo-hidrauličnog sistema za napinjanje lista pile.

(c) Konstantna napetost.

Vibracije lista pile i krutost sklopa gornjeg kotača mogu utjecati na napetost lista pile u radu. Analiza rezonantne frekvencije u listu koji radi pokazuje da napetosti ostaju blizu nazivnih vrijednosti usprkos vibracija lista. Na kraju možemo zaključiti da se taj pneumo-hidraulički sistem pokazao idealnim uređajem za davanje napetosti listu, koji zahtijeva malo ili radi i bez potrebe za održavanjem.

VODILICA LISTA PILE

Preciznost reza, naročito pri ubrzanom pomaku, povećana je usavršenim tipom vodilice (sl. 3) sa strojno obrađenim dodirnim pločama, čija je međusobna zamjena praktična i brza. Ova vodilica automatski održava jednaku udaljenost od drva koje se pili, bez obzira na eventualnu kvrgavost ili nejednakost površine, što olakšava posao operateru.

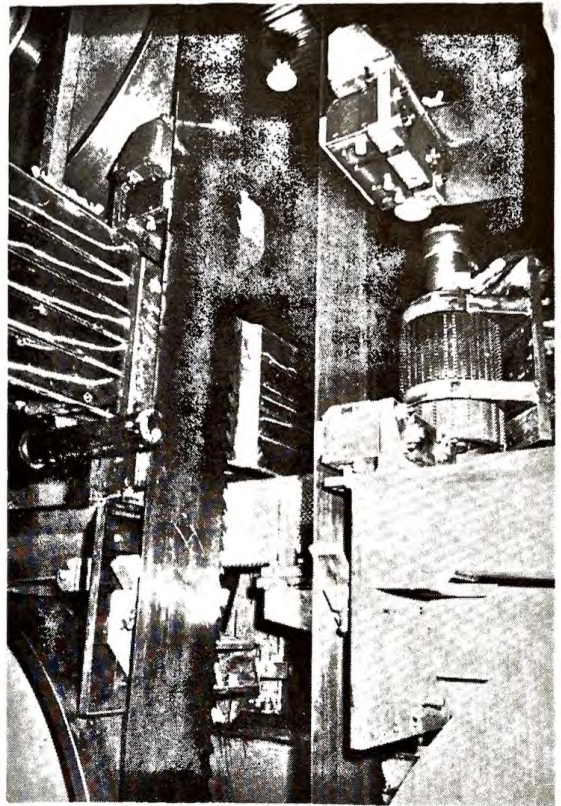
Detaljan opis mnogobrojnih tehničkih karakteristika ovih strojeva iziskuje mnogo prostora. Radi toga navest će se neki detalji i prednosti tog stroja u cilju boljeg upoznavanja. Uzmimo kao primjer tip stroja koji je danas najviše zastupljen u pilanama srednjeg kapaciteta. Njegove tehničke karakteristike su slijedeće:

— Kotači od 1,37 m promjera nose list pile u kojem se održava normalna napetost od 3,2 daN/mm², ili cca 10,5 daN/mm², ukoliko je upotrijebljen »high-strain«.

Brzina lista pile od 50,8 m/s postiže se preko glavnog motora od 75 KS.

— Produžena vodilica ovog stroja sastoji se od ukupno osam horizontalnih i vertikalnih automatski pokretanih valjaka za pomak i pritezanje

piljenice, 245 mm poprečnog presjeka, s elektromotorom od 5 KS, koji je dovoljan da se postigne maksimalna brzina > 120 m/min.



Slika 3. — Usavršena vodilica lista pile. (Susretljivošću Hawker Siddeley Canada Ltd.)

— Konstruktivni elementi lista pile za ovaj stroj, namijenjene preradi tvrdih listača, jesu slijedeći:

dužina pile	7,92 m
širina lista pile	243 mm
debljina lista, normalna	1,47 mm
debljina lista, »high-strain«	1,06 mm
korak zuba	44,5 mm
zubi	stlačeni, tipa »S«
širina propiljka, normalna	3,05 mm
širina propiljka, »high-strain«	2,46 mm

— U pogledu kapaciteta, na ovom se stroju mogu, uz gore navedeno ozubljenje, postići brzine pomaka od 90 m/min, koji na tvrdim listačama, od 300 mm visine reza, daju srednju debljinu ivera od 1,3 mm. Maksimalna brzina pomaka, koja na tankoj oblovinu dostiže do 120 m/min, odgovarala bi srednjoj debljini ivera od 1,8 mm. Ukratko, paraliza ovoga tipa može u preradi tvrdog drva postići kapacitet od 100—120 m³ trupca u smjeni.

Interesantna odlika ovog stroja je što je on, više nego bilo koji stroj u primarnoj preradi, prilagođen boljem piljenju četinjača, a naročito listača, čija se piljena građa krivi zbog prekomjernih unutrašnjih naprezanja u drvu.

Poznato je, naime, da se u stablu, već prilikom rasta, pojavljuju unutrašnja naprezanja, koja tokom vremena, pod utjecajem vanjskih opterećenja, izazivaju trajne deformacije ispoljene u promjeni mehaničkih svojstava materijala. Ova naprezanja, koja mogu biti vlačne ili tlačne prirode, izazivaju mnogobrojne probleme, naročito u primarnoj preradi. Preradom trupca u piljenu građu remeti se ravnoteža postojećih naprezanja u drvu i oslobađaju se unutarnje sile koje izazivaju promjene oblika piljenog materijala. Iskustva su pokazala da ovakve deformacije piljenica ne samo da mehanički otežavaju preradu sirovine, već nanose znatne novčane gubitke zbog netočnosti debljina piljenica. U nekim slučajevima piljena građa može biti toliko zakrivljena da se pojedini komadi, zbog velikog radijusa zakrivljenosti, uglavljaju u transporteru. Ovo može prouzročiti zastoje, smanjenje kapaciteta proizvodnje, povećane troškove održavanja, a često predstavlja realnu opasnost za radnika. Poznato je da su teoretska istraživanja, praktička opažanja i mjerenja pojave vitočenja vršena od brojnih autora, kao Boyd (1950), Giordano & Curro (1972), Jacobs (1965), Kibler (1959), Nicholson (1971) i drugi. Pokušaji da se ova greška ukloni ili barem smanji mnogo su rjeđi. Ideje iznesene u nekim radovima nisu nažalost praktično realizirane.

S pojavom duge vodilice usavršenog tipa na opisanim paralicama, djelomično rješenje ovog dugogodišnjeg problema je na domaku. Pomoću serije vertikalnih, individualno podešavanih, privatnih valjaka za pomak, ovaj uređaj dozvolja-

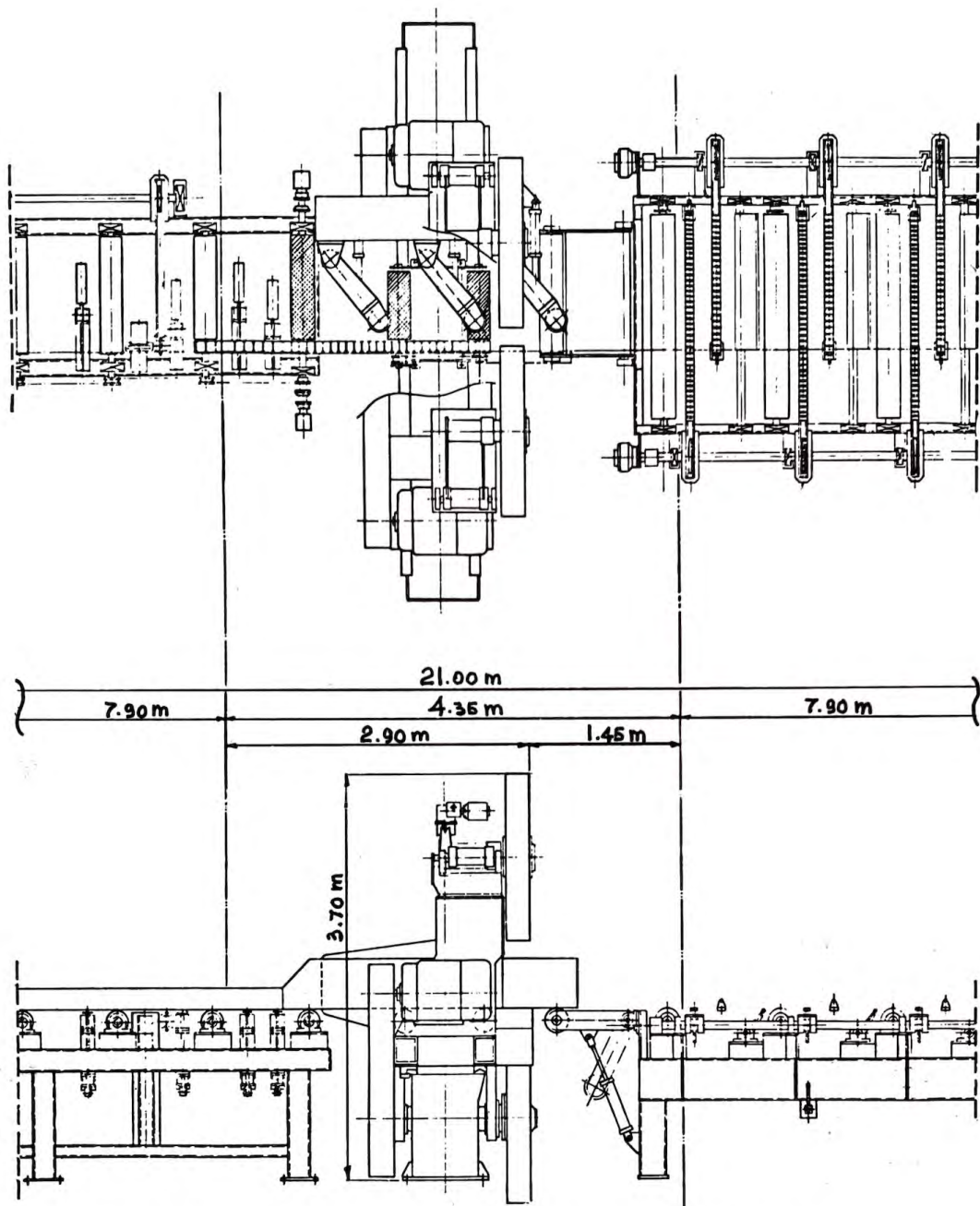
va danas točnije i pravilnije piljenje određenih dimenzija iz zakrivljenih komada s velikim naprezanjima rasta. Automatski valjci slijede zakrivljenost svakog pojedinog komada, i dovoljno su snažni da ga suzbiju uz vodilicu i održe u ravnini tokom piljenja. Na ovaj su način unutrašnje sile piljenice trenutno suzbijene, naročito u neposrednoj blizini lista pile — što olakšava njen rad zbog smanjenog trenja, te ujedno omogućuje postizanje jednakih debljina piljenja. Ovo je naročito pogodno prilikom prerade okoraka čije je piljenje otežano ne samo kvrgama i ostalim greškama na trupcu, već u mnogo većoj mjeri povećanim unutarnjim naprezanjem, odnosno radijusom zakrivljenosti.

Ukoliko se radi o vrstama drva u kojima su naprezanja rasta velika, preporučljiva je u potreba tlačne pile paralice s povećanom napetosti lista pila specijalne uske konstrukcije, čiji je uređaj za pomak nešto kraći od uobičajenog. On omogućuje bolje i lakše praćenje nepravilnosti na komadu i manji utrošak energije na pritisknim valjcima. Isto tako je preporučljivo reguliranje ovih valjaka pomoću pneumatike, zbog relativno velikih pomaka.

Obračai dasaka (obično lančanog tipa), ugrađeni u uređaju za pomak na stroju (crtež 3), neophodni su da bi olakšali piljenje zakrivljenih komada. Na nekim tipovima oni su isporučeni kao standardna oprema. Pomoću njih, okretanje piljenica ne samo što se vrši automatski, već daje mogućnost radniku da na vrijeme ocijeni kvalitetu materijala, oblik i veličinu zakrivljenosti, te da svaki komad stavi prije piljenja u najpovoljniji položaj kojim se osigurava maksimalno iskorišćenje.

Poznato je iz prakse da rukovodilac trupčare povremeno pravi greške prilikom određivanja debljine okorka. Na paralici s produženom vodilicom one mogu biti u većini slučajeva ispravljene, što isto tako vodi boljem iskorišćenju sirovine. Kvalitativno iskorišćenje na spomenutim paralicama poboljšava se (naročito na oblovinu s mnogo kvrga) podesnim odabiranjem strane i mogućnosti širokog izbora dimenzija piljene građe.

Posebna odlika ovog stroja, naročito korisna pri obradi listača, tj. sirovine s relativno velikim brojem sortimenata, sastoji se u automatskom razvrstavanju piljene građe i njenom odašiljanju u željenom pravcu. Na nekim paralicama ovog tipa konstruktivno je riješeno i do deset različitih pravaca kretanja ispiljene građe, a rad obavlja samo jedan radnik — rukovodilac stroja. Navedene karakteristike vrlo su važne, jer automatizacija svih funkcija paralice, zajedno s efikasnim transportiranjem piljene građe u oda-

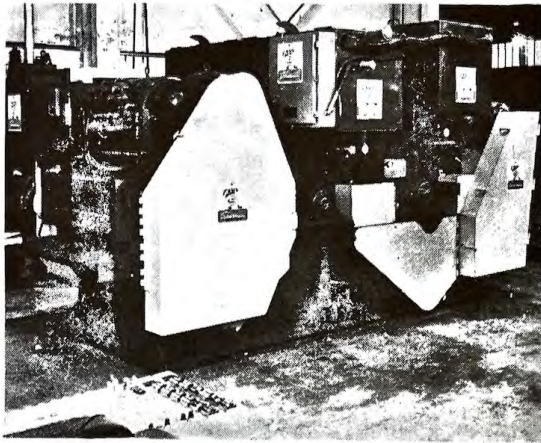


Crtež 3. — Dvostruka paraliza (»twin«) s lančanim okretačem piljenica.

branom pravcu, čine ovaj stroj jako podesnim za obradu tvrdih listača, naročito za deformirane komade od oblovine lošeg kvaliteta. Iz navedenog se može zaključiti da je od važnosti izbor obične ili dvostruke (twin) paralice (crtež 3), te postavljanje u najpodesniji položaj u pogonu. Specifične odlike svake pilane diktiraju neophodne uvjete instaliranja ovog stroja. Spomeni-

mo samo da u pilanama srednjeg kapaciteta (100 m³ trupaca/8 sati) pravilno postavljena paraliza dozvoljava jednostavan transport neokrajčene građe na višelisni cirkular (običan ili kombinirani), eventualno s dvostrukom pokretnom vodilicom dugog tipa, koja omogućuje primanje oblovine s obje strane.

Tehnološki modernija oprema u pilanama većeg kapaciteta (> 100 m³ trupaca/8 sati) donekle



Slika 4. — Visokoproduktivni višeliski cirkular-iverač. (Susretljivošću Schurman Machine Works, inc.)

mijenja klasičan raspored strojeva. Ovdje se češće susreću trupčare s povratnim rezom* ili pak dvostruke trupčare**, za kojima obično slijedi četvorostruka paralica*** s nepokretnom produženom vodilicom i pomakom do cca 120 m/min. Ovakva oprema omogućuje visoku produktivnost, i to naročito zbog ujednačenog i serijskog protoka piljene građe velikom brzinom. Površina građe je čistija i pravilnija, bez obzira na prosječnu brzinu pomaka od 80—90 m/min. Ovaj faktor može ponekad imati utjecaj na uštedu sirovine, jer se u nekim slučajevima rad blanjalice u sekundarnoj preradi smanjuje i za 50%. Zabilježeno je također da se nadmjera na debljinu piljenica snižava od 1.5 mm na 0.8 mm, što zavisi od vrste i kvalitete oblovinine. Izračunato je da ovo povećava iskorišćenje sirovine za svojih 4%.

U tehnološkim linijama velikog kapaciteta (cca 200 m³ trupaca/8 sati) naročito dolazi do izražaja kombinirani višeliski cirkular-iverač (sl. 4). Noževi mu se pripremaju prema brzini pomaka i formi pazuha zuba, što omogućuje produkciju iverja optimalnog kvaliteta, uz prihvatljivu kvalitetu površine piljene građe. Upotreba spomenutih kombiniranih strojeva dozvoljava jednostavnije pretvaranje okrajaka u iverje, nego što je to putem standardnog iverča.

Ovi se strojevi mogu smatrati najproduktivnijim elementom u okviru moderne pilane. Njihov pomak kreće se između 100—200 m/min. U nekim slučajevima bile su zabilježene velike brzine piljenja kada je cirkular-iverač izbacivao do 30 komada piljenica u minuti. Ukratko, oni su u stanju da prerade daleko veći postotak piljene građe, a zahtijevaju manje održavanja nego klasični višeliski cirkulari. Prema tome, uz tračnu

* dupli-rez

** twin headsaw

*** quad

pilu paralicu s povećanom napetosti lista pile i produženom vodilicom, ovi strojevi predstavljaju jezgru suvremene pilane.

Činjenica da problemi odgovarajuće sirovinke baze postaju svakim danom sve ozbiljniji dobro je poznata. Ono što je još nedavno bilo deklarirano kao vanstandardna oblovinina, danas se u mnogim slučajevima prima za pilansku preradu. Konstantno smanjenje promjera daje sve veći postotak »mlade oblovinine* koja uspoređena s normalnim pilanskim trupcima posjeduje daleko veće naprežanje rasta. Sve ovo stvara u praksi niz tehničkih problema i poteškoća, koje imaju veliki utjecaj na tehnologiju rada i produktivnost. U ovakvoj se situaciji paralica s dugom vodilicom može korisno upotrijebiti, a njene pozitivne karakteristike i osobine dolaze do naročitog izražaja.

Uz korišćenje strojevima ovog tipa, smatra se da će razvitak opreme za mjerenje trupaca i kompjuterom kontrolirani uređaji sigurno povisiti dostignuti nivo produktivnosti. Ne treba također zaboraviti činjenicu da se danas debljine gradevinskog materijala sve više smanjuju, ne samo zbog preciznijeg rezanja na tehnološki boljim strojevima, već isto tako širom primjenom strojeva za automatsko određivanje čvrstoće piljene građe (Krilov, 1973), kojima se eliminira nesigurnost vizuelnog klasiranja.

Jasno je da opisana paralica ne daje kompletno rješenje koje drvna industrija očekuje godinama. Međutim, nema sumnje da ovaj stroj pruža prihvatljiv odgovor na nekoliko neriješenih pitanja, te predstavlja prvi korak k definitivnom rješenju problema industrijske prerade oblovinine s velikim unutarnjim naprezanjima uslijed rasta.

LITERATURA

- Boyd, J. D. (1950): »The origine of growth stresses«. Austr. J. of Scie. Res., Ser. B, Biological Sciences, Vol. 3, No 3, 294—309.
- Brown, N. C. (1947): »Lumber« — J. Wiley & Sons Inc., N. Y.
- Giordano, G. and Curro, P. (1972): »A propos des tensions internes dans les arbres, les grumes et les sciages«. Bois et Forêts des Tropiques, No. 145, 39—48.
- Jacobs, R. (1965): »Stresses and strains in tree trunks as they grow in length and width«. Sect. 41 — I. U. F. R. O.
- Krilov, A. (1973): »Stroj za automatsku selekciju piljene građe u daljnjem razvoju«. Drvna Industrija, 24 (3—4), 67—69.
- Krilov, A. (1975): »Technical aspects of high-strain bandmill design«. Holztechnologie, 16 (2), 109—111.
- Kübler, H. (1959): »Die Spannungen in Faserichtung«. Holz als Roh- und Werkstoff, Heft 2, 44—54.
- Nicholson, J. E. (1971): »A rapid method for estimating longitudinal growth stresses in logs«. Wood Scie. and Techn., Vol. 5, 40—48.

* juvenile wood