# Szovjet tapasztalatok felhasználása vékony rönkök felfűrészelésekor

BARLAI ERVIN

Szocialista államunk nagyarányú építkezéseihez igen sok faanyag szükséges. Ez arra ösztönözte erdőgazdaságunkat, hogy szerfakihozatalát fokozza, aminek érdekében a szerfa és így elsősorban a fűrészrönkök méretein változtatni kellett. Az új szabványok a rönkök vastagságának mérethatárait lecsökkentették és most már az iparra, mégpedig elsősorban a fűrészüzemekre vár az a feladat, hogy a vékony rönköket gazdaságosan dolgozzák fel anélkül, hogy termelékenységük visszaessen.

Azoké a szovjet kutatóké az érdem, akik a maximális fűrészárukihozatal alakulását tudományos alapokra fektették, hogy ma már megvan a mód arra, hogy vékony rönköket is jó kihasználással fűrészelhessünk.

A kihozatalszámítások ismeretes módszereire az jellemző, hogy meg tudjuk velük állapítani a várható kihozatalt tetszés szerint megtervezett pengebeosztásra. Arra nézve azonban, hogy a pengéket hogyan, milyen elrendezésben, milyen távolsági sorrendben akasszuk a keretbe hogy kihozatalunk a termeléssel szemben támasztott követelményekhez képest ténylegesen maximális legyen, nem adnak választ. A pengebeosztás tehát mindmáig a fűrész műszaki vezetőjének gyakorlatától függ. Szovjet kutatók a kihozatalok számításának módszereivel szemben megalkották a kihozatalok rendszerét, ahol a rönk átmérőjéhez viszonyított fűrészáruvastagságok előre meghatározott értékek szerint helyezkednek el. A pengebeosztás tehát többé nem találgatások, hanem számtani törvényszerűségek eredménye.

Mielőtt azonban a kihozatalok rendszerének ismertetéséhez hozzákezdenénk nézzük át röviden a kihozatalok számításának használatos módszereit.

Ismeretes, hogy a kihozatalok számítása Pythagoras tétele segítségével történik Ha a rönk átmérőjét $d$-vel, az egyes fűrészáruszélességeket $sz_1$, $sz_2$ — (stb)-vel, a termelt fűrészáruk vastagsági méreteit $v_1$, $v_2$ (stb.)-vel jelöljük, ezek segítségével a rönk bütüjén olyan derékszögű háromszöget képezhetünk, amely alkalmas arra, hogy a fűrészelésnél szükséges kihozatali számításokat elvégezhessük. Ha ugyanis a fűrészáruvastagságokhoz hozzáadjuk a fűrészáru méretéhez járó túlméretet és a penge okozta vágásrés szélességét, olyan $\Sigma_v$ értékhez jutunk, amely két tetszésszerinti penge egymástól való távolságát adja. Amint látjuk három fogalommal állunk szemben, ezek :

$d$ = a rönkő átmérője

$sz$ = a fűrészáru szélessége

$\Sigma_v$ = két penge közötti távolság.

Tekintettel arra, hogy a fűrészáru kialakításánál annak oldalai egymással derékszöget zárnak be, kézenfekvő, hogy a felírt értékek közötti összefüggést Pythagoras tételével fejezzük ki. Eszerint

$$d = \sqrt{\Sigma_v^2 + sz^2}$$

amely egyenlet bármelyik tagjára megoldható. A fűrészárutermelésnél háromféle kérdésre várunk választ, éspedig :

1. Adott méretű fűrészáruhoz (pl. gerendákhoz) megfelelő átmérőjű rönköt keresünk. Ekkor az egyenletet előbb felírt alakjában használjuk.

2. Milyen szélesen esnek az egyes fűrészárudarabok meghatározott fűrészáruvastagságok és rönkátmérő esetén? Ilyenkor az *sz* értékeket keressük, amire az

$$sz = \sqrt{d^2 - \Sigma_v^2}$$

összefüggés ad választ. (A $\Sigma_v$ értéket ez esetben a keresett szélességnek megfelelően kell megállapítani.)

3. Valamely rönkő felfűrészelésekor a szélső pallók legkisebb szélességi mérete meghatározott. Kérdés, hogy adott rönkátmérő esetében mekkora távolságra lehet az a két fűrészpenge, amely a keresett szélességű pallók keskenyebbik oldalát fogja kifűrészelni? Erre a képlet harmadik alakját használjuk :

$$\Sigma_v = \sqrt{d^2 - sz^2}$$

A számításos módszer meggyorsítása végett grafikus módszereket is használnak. Az erre a célra készült nomogrammok szerkesztésénél azt az azonosságot használták fel, amely a középponti kör analitikai egyenlete és Pythagoras tétele között áll fenn. A középponti kör analitikai egyenlete ugyanis

$$a^2 = b^2 + c^2$$

megegyezik Pythagoras tételével. Nyilvánvaló, hogy ezt az összefüggést

$$\Sigma_v = \sqrt{d^2 - sz^2}$$

alakban is felírhatjuk. Állandó *d* és változó *sz* értékek behelyettesítésével és a nyert $\Sigma_v$ értékeknek koordináta rendszerben való ábrázolásával negyed körívet kapunk, mely a felvett *d* átmérőnek felel meg. Ehhez a *d* értékhez tartozó *sz* és $\Sigma_v$-értékeket az ordinátán, illetve abszcisszán közvetlenül leolvashatjuk. Ha a nomogrammot az összes előforduló *d* értékekkel megrajzoljuk, akkor a számításos módszerrel ellentétben minden előforduló kérdésre közvetlen leolvasással kapunk választ Ha a nomogramm léptéke elég nagy (pl. az cm-es léptékben készült), akkor a leolvasás pontossága megfelel a fűrészelésnél megkívánható mértéknek.

Ezekkel az összefüggésekkel a kihozatalok számításához szükséges összes méretek meghatározhatók. A kihozatalt a méretek ismeretében a

$$k = 100 \frac{F}{R}$$

összefüggés adja, ahol *F* a rönkből kivágott fűrészáru légszáraz állapotra átszámított szelvényterülete, *R* pedig a rönk középátmérőjével képzett körterület. Az eredményt %-ban kapjuk.

Különös figyelmet érdemel az a körülmény, hogy szélezett fűrészáru termelése esetén a fűrészáru szelvényterületének számításakor *d* a rönk csúcsátmérőjét jelenti, mert a kifűrészelhető szelvényterület nagyságát a rönk legvékonyabb mérete szabja meg. Szélezetlen fűrészáru szelvényterületszámításakor ellenben a középátmérőt használjuk *d* értékként, mert a szélezetlen fűrészáru szélességének mérése hosszközépen történik. Az *R* érték meghatározásakor ellenben mindkét esetben a középátmérőt vesszük számításba, mert a rönköt középen mérik. És ebben rejlik ennek a módszernek a fogyatékossága.

A kihozatalok számításának szokásos módszere ugyanis alapjában véve egysíkú, két dimenziós rendszer, mert a számításokat egy síkban végzi, az eredményeket területegységben kapja ($cm^2$) és ebből következtet a köbtartalomarányokra, a számítást azonban odáig nem futtatja fel. A rönk vastagodását csak annyiban veszi figyelembe, hogy a $d$ értéknél csúcsátmérőt (szélezetlen fűrészáru esetén itt is középátmérőt) az $R$ értéknél középátmérőt használ. Igy már a számítás módszere olyan, hogy hibaforrásokat hord magában.

*Feldmann* szovjet tudós volt az, aki a számításnak ezt a hibáját nemcsak hogy kiküszöbölte, hanem megalkotta azt a számításos módszert, amely meghatározza, hogy milyen pengebeosztások mellett érjük el különféle vastag rönkök felfűrészelésekor a maximális kihasználást. Számításait *Sapiro* szovjet tudós nomogrammokban fejezte ki. Igy született meg a Feldmann-Sapiró rendszer, az első olyan rendszer, amely a rönkök felfűrészelését tudományos alapokra helyezte.

Feldmann kiindulva abból, hogy a rönk alakja forgó paraboloid, melynek egyenlete $y^2 = 2px$, differenciálszámításokkal meghatározta a körbe rajzolható legnagyobb területű derékszögű négyszögeket. Megállapításai az alábbiak :

1. A körbe írható legnagyobb négyszög a négyzet. Ha bármely körbe négyzetet rajzolunk, annak oldalhossza az átmérő hányadával kifejezve 0,707 $d$, kikerekítve 0,71 $d$. (A 0,707 érték az $a^2 = r^2 + r^2 = 2\,r^2$, $a = \sqrt{2}\cdot r = 1.414\,r = 0.707\ d$ összefüggésből adódik.)

2. A körbe írt négyzet négy oldalán négy körszegmens marad vissza. Az ezekbe berajzolható legnagyobb területű négyszög 0,1 $d$ × 0,43 $d$ méretű.

Ebből kifolyólag Feldmann a rönköket olyan övezetekre osztja, melyek megfelelnek számításai eredményének, éspedig :

$$1/0{,}1\,d \quad 1/0{,}71\,d \quad 1/0{,}1\,d,$$

vagy $1/0{,}1\,d \quad 1/0{,}14\,d \quad 1/0{,}43\,d \quad 1/0{,}14\,d \quad 1/0{,}1\,d$

A termelendő fűrészárut ezekbe az övezetekbe helyezi el, mégpedig meghatározott rendszer szerint a vastagságokat a rönk széle felé csökkentve.

3. Rendszerével nem maradt meg az egysíkú kétdimenziós módszer mellett, hanem áttért a háromdimenziós módszerre, számításait nem felületre, hanem volumenre vonatkoztatva végzi. Ezért a rönköt a csúcsszelvényen annak fm-enkénti vastagodása alapján két fő övezetre osztja, éspedig a Pythagorasi és a sudarlóssági zónára. A Pythagorasi zóna szélességét a

$$P = \sqrt{1\cdot 5\,d^2 - 0\cdot 5\,D^2}$$

képlettel határozza meg, ahol $d$ = a rönk csúcsátmérője, $D$ = a rönk tőátmérője. A Pythagorasi zónából kikerülő fűrészárut rönkhosszban hagyja, ellenben a sudarlóssági zónából esőt eldarabolja. Az eldarabolás mértékét ugyancsak a fűrészáruból nyerhető legnagyobb felületek elvének érvényesítésével határozza meg, és erre a célra a következő képleteket használja :

Ha a fűrészáru keskenyebbik oldala parabola alakú, akkor

$$h = \frac{1}{3}\,l,$$

ha pedig csonka parabola alakú, akkor

$$J_1 = \frac{1}{3}\left(l - 2\,\frac{b_1{}^2\,l}{b_2{}^2 - b_1{}^2}\,2\right)$$

Ezekben a képletekben :

$l$ = a fűrészáru hossza a parabola csúcsától a rönkvégig,
$h$ = a levágandó hossz a parabola csúcsától,
$J_1$ = a hosszúság, melyre a szélezetlen deszkát le kell rövidíteni,
$b_1$ = a szélezetlen deszka szélessége a csúcsnál a keskeny oldalon.
$b_2$ = a szélezetlen deszka szélessége a tőnél a keskeny oldalon.

Feldmann rendszere, melynek alapjait 1932. évben rakta le és amelyet mint említettük Sapiró nomogrammokban dolgozott ki, hosszú vitát indított meg. Elsőnek *Titkov* cáfolta ennek a rendszernek a helytállóságát 1939. évben megjelent a »Maximális kihozatalok alapelvei« című munkájában. Szerinte a matematikai maximumnak alapelvként való elfogadása a deszkák vastagsági méretének a megengedett mérethatárokon aluli differenciálódásához vezet, amit a gyakorlatba nem lehet átvinni, mert a termelés céljával ellentétes. Új rendszert azonban nem állított fel. *Vlaszov* osztja Titkov felfogását és a gömbfákat hét vastagsági csoportra osztva, grafikonokban fejezi ki a — számításai szerint — legjobb kihozatalok pengebeosztásait. Csodálatosképpen azonban az ő rendszerével számított eredmények egészen közeállanak Feldmann és Sapiró eredményeihez. *Gutermann* elfogadta Feldmann rendszerét és korrigálta Feldmannak, aki nem volt fatechnológus, azt a hibáját, hogy a résbőségek számítását elhanyagolta és a veszteség megállapításánál főleg a szélezési veszteségre támaszkodott. Rendszerét táblázatokba foglalta. Külön érdekessége rendszerének, hogy számértékeit többnyire a rönk átmérőjének hányadosában fejezi ki.

Az említett rendszereknek az elméleti alapja feltétlenül helyes és igen magas kihozatalokat eredményeznek. A gyakorlatban azonban mégsem terjedtek el, aminek az okai a következők voltak:

1. Általában a gyakorlat számára bonyolultaknak bizonyultak. Pl. Feldmann számításait Sapiró nem kevesebb, mint 210 nomogrammban volt képes csak kifejezni, és bár ezek a nomogrammok a nomogrammszerkesztés valóságos remekművei, azokat a gyakorlat mégsem tudta átvenni.

2. Jellemzőjük a sok vékony méret és ebből kifolyólag a sokfűrészesség.

3. A szélső deszkák szélessége sokszor az előírt szabványméretnél (pl. 10 cm-nél) kevesebb.

4. A szélső deszkák eldarabolása a számtalan variáció lehetősége miatt a gyakorlatban egyáltalában nem volt megvalósítható.

Ezeket a hátrányokat *Obrazcov* küszöbölte ki, akinek mind a gyakorlati, mind az elméleti felkészültsége meg volt ahhoz, hogy a kérdést a megoldáshoz közelebb vigye. Rendszerét 1950-ben Moszkvában megjelent »A kihozatalok rendszere« című könyvében tette közzé és az gyakorlatiasságánál fogva a Szovjetunióban gyorsan el is terjedt. Alapjában véve elfogadta Feldmann elveit, de a vastagsági méretek megállapítását a fűrészek számától tette függővé. Rendszerének jellemzői a következők:

1. $\Sigma_v$-n belül eső fűrészáruból számítja az »alapkihozatalt«, azonkívül széldeszkákat nyer.

2. A Pythagorási övezet meghatározását Feldmann képletével végzi, de a $\Sigma_v$ értékeket úgy választja meg, hogy csak a $\Sigma_v$-n belül eső két deszkát kell lerövidíteni.

3. $\Sigma_v$-t úgy képezi, hogy a szélső deszkák szélessége a csúcsátmérőn legalább 100 mm legyen.

4. A szélső deszkák lerövidítésének bonyolult rendszerét leegyszerűsíti és a lerövidítést vastagságonként közös nevezőre hozza. Ezen az alapon a 13 mm *v*, deszka hosszát 2 m-ben, a 16 mm-esét 2,50-ben, a 19 mm-esét 3 m-ben állapítja meg. A vastagabb deszkákból 1 métert darabol le.

5. Kihozatali rendszerét deszkapáronként építi fel. Előnyben részesíti a páratlan számú fűrészáru termelését, mely zártbelű középpallót eredményez. A középső pallót kivágásnak, a mellőle kikerülő deszkákat (pallókat) első, második, harmadik stb. deszkapárnak nevezi. A vastagságok képzése így a működő fűrészlapok számának függvényeként jelentkezik.

6. Az alakszámot (1 cm/fm), résbőséget (3 mm) és túlméreteket (kb. 3—3,5%) állandó értéknek veszi fel, de ügyel arra, hogy engedményeiben a fűrészelés pontossági határain belül maradjon.

7. Rendszerének rugalmasságára vall, hogy a kivágások vastagságát nem köti meg. A kivágás melletti övezet szélességének meghatározására a

$$v = \frac{d - b - 30}{2}$$

képletet használja, ahol $v$ az övezet szélessége, $d$ a gömbfa csúcsátmérője, $b$ a kivágás vastagsága. Az így nyert övezetet a fűrészáru vastagságának fokozatos csökkentésével a kifeszítésre kerülő pengék számához mérten szabványméretekre osztja. Vékonyabb méretek termelésénél több pengét akaszt be.

Sajnos, nem foglalkozhatunk bővebben ezzel a kiváló rendszerrel, amely az elméletet a gyakorlattal olyan szerencsésen köti össze. Meg kell elégednünk az alapelvek ismertetésével. Vonjuk azonban le ennek a rendszernek a tanulságait.

Első tanulsága az, hogy a fűrészárutermelés technológiája eredményesen továbbfejleszthető és a mi viszonyaink között a fatakarékosság szempontjából erre igen nagy szükség van. Obrazcov rendszerét változatlanul nem vehetnénk át, mert eltérő szabványméretekre készült. De alapelvei rendelkezésünkre állanak.

Második tanulsága, hogy a vékony rönkökből való fűrészárutermelés ügye kihozatal szempontjából korántsem reménytelen. Ha ugyanis Feldmannak az átmérő hányadában kifejezett négyszögeit vesszük, amelyeket a fűrészárutermelés alapjaiként jelölt ki és ezeket a kör területéhez (a rönk keresztszelvényéhez) viszonyítjuk, akkor azt fogjuk tapasztalni, hogy a viszonyszámok állandó jellegűek (63,6% + + 21,9%) és függetlenek a kör átmérőjétől. Ez nagyon biztató jelenség, mert ebből az következik, hogy a vékony rönkök fűrészelésénél a kihozatal visszaesését nem a szélezésnél előálló veszteség okozza, amely pedig számszerűen rendszerint a veszteség nagyobb részét jelenti, hanem az, hogy a résbőséget nem tudjuk arányosan csökkenteni.

Ha tehát vékony rönkjeinket a Feldmann-Obrazcov által kijelölt utakon haladva fogjuk felfűrészelni és emellett gondunk lesz arra, hogy a kisebb igénybevételnek megfelelően lehetőleg vékony pengéket használjunk, továbbá a szükséges minimális terpesztéssel fűrészeljünk, akkor a jó eredmény nem maradhat el.