

A tönkszalagfűrészek a Nogent sur Marne-i gyakorlatban.

(Ellenállástényezők, penge-munka és penge-vágóélalkat Petitpas szerint.)

Dr. ing. Worschitz Frigyes, Páris-Nogent s/M., 1932.

Az egypengés tönkfeldaraboló szerszámok közül a szalagfűrészpengék azok, melyek vágóélalkata, profilja, a fűrész teljesítményének leglényegesebb tényezője. Ezen pengeprofil, melyet geometriailag a fogköz, valamint a fogak mellső vagy vágószöge és élszöge határoz meg, képezi a szalagfűrészek számításainak tulajdonképpeni feladatát, mert a feldolgozandó fafaj ellenállása, éppenúgy mint a pengehajtógép fűrészelési teljesítménye, a fafaj jellemzőivel levezetett ezen pengeprofil függvénye.

Mivel a francia faipar, mint minden más vonatkozásban, úgy ezen tekintetben is, a kontinentális módszerektől eltérően¹ s különösképpen a közép-európai, német jellegű faipartól függetlenül, finomabb és szélesebbkörű technológiai feladatainak megoldása érdekében is, sajátos elvek és gyakorlat szerint jár el, szükségesnek látjuk a fa anyagi sajátosságaival hajszálfinomán számoló francia fizikai-mechanikai minőségű jellemzők mellé², s a már jóval korábban ismertetett új típusú francia tönkfeldaraboló szalagfűrész után³, a folytonos mozgású lineáris egypengés gépekre vonatkozó francia elveket és gyakorlatot megtárgyalni, úgy ahogyan azt a Nogent sur Marne-i Station d'essais de bois M. *Jean Petitpas*-val kidolgozta.

¹ Szerzőtől: A francia erdőgazdaság. Erdészeti Lapok, 1932. Bpest.

² Szerzőtől: A fa fizikai-mechanikai minőségi jellemzői a „Méthode Monnin” szerint. Erdészeti Kísérletek, 1932, Sopron.

³ Szerzőtől: A Moulin s/A-i Col gyár új típusú tönkfeldaraboló szalagfűrész, Erdészeti Lapok, 1928, Budapest.

Jelen dolgozatunkban egyedül a pengejellemzőkről fogunk szólni, mint amelyek a szalagfűrészek teljesítményének, a penge forgácsolási munkájának, eredőtényezőjét képviselik. Ezen pengejellemzőket a feldarabolás (forgácsolás) kettős ellenállástényezőivel számoló fajlagos munkaszükséglettel (ill. a penge forgácsolási munkájával) határozhatjuk meg, tehát közvetlenül a fán és gépen mért erő- és munkaegységek alapján. Mielőtt tehát a pengeprofilnak meghatározásához fognánk (III. fejezet), feladatunk ezen ellenállástényezőket (I. fejezet) és ezek alapján kiszámított pengemunkát (fajlagos forgácsolási munkaszükségletet) (II. fejezet) külön-külön tárgyalni.

I. Ellenállástényezők.

A fa felfűrészelésével, forgácsolásával szemben fellépő ellenhatás kettős, mégpedig statikus és dinamikus. A statikus a fa keménységével, a dinamikus pedig a mozgó feldaraboló eszközzel, a pengével szemben beálló forgácsolási ellenállással arányos, ill. annak a számszerű értékével adható meg.

a) Statikus ellenállás. — A keménység a fa legértékesebb fizikai sajátosságainak egyike. A faanyagvizsgáló kezében a szín megbecslése után, sorrendben a keménység megítélése következik. Ezen *keménység* a fa technológiájában nem jelent önmagában irányító értéket, mert *a szöveti szerkezettől független, mely viszont a technológiájának alapja.*

A keménység meghatározásáról egyik korábbi tanulmányunkban már részletesebben emlékeztünk meg,⁴ s így ezen helyen csak annak rövid kiemelésére szorítkozunk, hogy az ú. n. Chalais-Meudon-i keménység kétféle értelemben és értékben juthat szerephez, mégpedig:

1. Mint *abszolút érték* N, melynek két változatát adja meg. Az egyik az ú. n. dureté en flanc, a fa sugaras metszetének felületén, az érezésre merőlegesen mért keménység (*tükörkeménység*), a másik pedig a dureté axiale, vagyis az a keménység, melyet a keresztmetszeten, a tengelyirányban mérünk. (*Bütükeménység.*) Az első keménység értékeit a fába P erővel benyomott 3 cm-es

⁴ Loc. cit. sub 2.

acélhenger alkotójának mm-ekben mért besülyedésének (n) inverz értéke adja meg. A P nyomás, a prizma aktív, tehát tükröző felületének cm-ekben mért szélességétől függ s értéke annyszor 100 kg, ahány cm széles ezen prizmafelület. A keménység tehát $1/n=N$, s abszolút értéke 0.2—20 között ingadozik, miközben az alsó értékhatár felé a lágy-, a felső felé pedig a keményfák tartanak. A másodikat, a bütükeménységet, ezzel szemben a kg-okban mért az az erő adja meg, mely Brinnel eljárásához hasonlóan az 1 cm² keresztmetszetű acélgömböt sugarának megfelelő mélységig (0.565 cm) a fa bütüjébe nyomja. Értékei mint ilyenek a Brinnel-féle keménységi értékekhez közel esnek.

2. Mint *keménységi kóta* (côtes de durété), amely a keménység és fajsúlynégyzet hányadát jelzi. $K=N/D^2$. Értékei u. a. anyagon általában azonosak és állandók, nagyságuk pedig a fajok szerint 8-ig, 8—10 között és 10 fölött változik.

b) *Dinamikus ellenállás*. — A megmunkálás (forgácsolás) ellenhatását, mely kg-ban mért erőben nyilvánul meg, bizonyos okoknál fogva kgm-ben mért munkával fejezzük ki. Ha ezt az időre vonatkoztatjuk a munkateljesítményhez, effektushoz jutunk. A munka gyakorlati-ipari mérése:

A mérések elektromos úton eszközöltetnek, mivel mechanikai teljesítménymérés (fékezéssel) a fafeldolgozógépeknél gyakorlatilag nagy nehézségekbe ütközik. A mérések eredménye a watt, melyből $1000/(1 \text{ KW})$ kb. 102 kgm/sec.-nak, tehát 1.36 HP-nek felel meg. A mérések vagy wattméterrel, vagy pedig kapcsolt volt- és ampère-mérővel vihetők keresztül, az utóbbi esetben azonban nem szabad megfedkezünk arról, hogy váltóáram esetén, az effektustényezőt, a $\cos \varphi$ -t is számításba vegyük. A mérések a következőkben adhatók meg:

Az első lépés a megmunkáló eszköz (penge) felemésztette munka elkülönítése. Aszerint, hogy elszigetelt, önálló hajtómótorral rendelkező géppel, vagy pedig egy közös meghajtótengelyre szerelt géppel állunk szemben, a mérések keresztülvitele különböző lesz, mert az utóbbi esetben a gépet függetleníteni kell mindattól, ami közvetlen üzembetartásával, munkajáratásával kapcsolatban nincs. (Idegen hajtótengelyek, szíjak stb. leszerelése.)

A mérés menete:

1. Megmérjük a gép munkaszükségletét üres járásban. (A)
2. Megmérjük a gép munkaszükségletét anyaggal terhelve, de vágás nélkül. (A+M)
3. Megmérjük a gép munkaszükségletét vágásban, tehát felfűrészelés közben.

Ez a teljes munkaszükséglet, D , melyből levonva az $(A+M)$ -t, a penge munkaszükségletéhez jutunk. U tehát egyenlő $D-(A+M)$ -mel.

A másodpercenkénti munkaszükséglethez (effektushoz) ezen U érték vezet s segítségével állapíthatjuk meg aszerint, hogy milyen nominális tömegű (nagyságú) munkagéppel állunk szemben, a penge keresett fajlagos munkáját.

II. A penge munkája. (Forgácsolási munkaszükséglet.)

A fajlagos munkaszükséglet ezen U érték (wattokban) és a másodpercenként elválasztott felület (végzett metszés cm^2 -ben) hányada képezi. Ezen felület egysége 100 cm^2 . Beláthatjuk, hogy ilyen értelmezés mellett előfordulhat azon eset is, hogy a fajlagos munkaszükséglet adott esetben a ténylegessel szemben nagyobb is lehet, pl. akkor, ha a másodpercenként felfűrészelt felület a 100 cm^2 -nél kisebb. Adott fafajnál (keménységnél, szöveti szerkezetnél, vágásiránynál) a fajlagos munkaszükséglet a gépek méretének függvénye.

a) A gépek méretét szalagfűrészeknél a felső forgó kerék tömegével fejezzük ki. Ezen tömeg (m) a kerék súlyának (p) és a nehézségi gyorsulásnak (g) hányada s mint ilyen kb. $1/10$ -e a kerék súlyának. A gépek méretének ezen abszolút számot képviselő nominális értékei a következőkben adottak, a hozzájuk tartozó pengeszélességekkel egyetemben:

1. sz. kimutatás.

| | |
|--|-------------|
| $M_1=10-12$, a penge szélessége | 40-50 mm. |
| $M_2=18-25$ „ „ | 60-80 „ |
| $M_3=28-38$ „ „ | 90-120 „ |
| $M_4=40-50$ „ „ | 130-170 „ |
| $M_5=50$ fölött „ „ | 200 fölött. |

b) Ezen nominális értékek a pengemunkaszükséglettel a következő 10 mérési mozzanatban jutnak szerephez:

1. Vágásban a gép munkaszükséglete P .
2. Ha ebből levonjuk a gép munkaszükségletét üres járásban $= P_0$, megkapjuk,
3. a forgácsolás (fűrészelés) munkaszükségletét, a dinamikus ellenállással arányos pengemunkát: $T_1 = P - B_0$.
4. A P_0 egyrészt a meghajtó motor, szíjhajtások, áttételek, egyszóval a gép állandó szerkezeti elemeinek mozgásbantartásához megkövetelte munkaszükséglet (P_0), mely u. a. gépnél állandó, másrészt pedig a mérés pillanatában érvényes pengétényezők (tömeg, sebesség, feszültség, vágóélalkat) és felfűrészelési adottságok (fafaj, keménység, vágási irány stb.) függvénye (t_0). Ezen utóbbinak, a t_0 -nak nagyságát a $t_0 = P - p_0$ határozza meg. Érthető tehát, hogy a megterhelt gép munkajárata alatt felémésztett munkaszükséglet egy részét ezen p_0 -ból, másrészt pedig ezen T_1 -ből tevődik össze, ahol T_1 alatt most már közelebbről azt a munkatöbbletet értjük, mely beáll, ha a gép üresjárásából a forgácsolásba (fűrészelésbe), tehát munkajárásba megy át.

5. Ezen T_1 -ből a penge hasznos, tehát tisztán forgácsolásra fordított munkája, a T , ami tulajdonképpen egyedül érdekel, az f -nek, a súrlódásokozta munkaveszteségnek betudásával határozható meg: $T = T_1 - f$.

Ezen f a t_0 mellett beálló veszteségtöbbletet, melynek értéke: $f = \frac{4T_1 - t_0}{z}$, ahol T_1 és t_0 ismertetett értelmében mellett, z a gépek nominális értékének függvénye, mégpedig a tömegnagysággal fordított arányban, miközben $z + M$ állandó és 70-el egyenlő.

2. sz. kimutatás.

Ha a tömeg M ... 10 ... 20 ... 30 ... 40 ... 50 ... 60 ... 70 ... úgy
 z ... 60 ... 50 ... 40 ... 30 ... 20 ... 10 ... 0

6. Ezen z számszerű ismeretével az f , valamint a megmért T_1 betudásával megkapjuk a penge hasznos (forgácsolási) munkájának nagyságát: $T = T_1 - f$.

7. Ezen munkát rontja, csökkenti azonban a penge surlódása a fában (G), mely „visszamaradásban” nyilvánul meg s mely a

surlódás folytán beállott munkaveszteség eredője: %-os nagyságát a vágásban lévő rönk tényleges előhaladását jelző sebesség (1 m hosszú tönkfűrészeléshez szükséges másodpercek száma), valamint az előtolás névleges sebességének (az 1 m befutásához névlegesen szükséges másodpercek számának) viszonya adja meg.

Ezen G tapasztalati értéke: $c = \frac{80-G}{80}$ korrekciós összefüggésben

5—10%-nál nagyobb nem szabad legyen. A korrekció ilyen értelmű számításbavétele mellett tehát a penge hasznos munkája $T = c(T_1 - f)$.

8. A wattokban kifejezett T értékviszonya az egységnyi 100 cm²/sec vágásfelülethez, adja a *penge fajlagos (forgácsolási) munkáját* másodpercenként.

c) Ami mármost két különböző nominális M értékű gép fajlagos munkájának viszonyát illeti, egyazon fafaj (keménység, szöveti kialakulás, vágásirány stb.) mellett a következőkben kapunk feleletet:

Legyen a feladat pl. egy M_m nominális értékű gép fajlagos munkájának (T^m) meghatározása egy ismert M gép fajlagos munkája (T_m) alapján.

Az egyes fajlagos pengemunkáknak, a T^m -nek a T -hez való viszonyát úgy határozhatjuk meg, hogy ezeket egyenkint elemeire bontjuk azáltal, hogy az egyes T -ket a tiszta vágásra (forgácsolásra) felemésztett t - és a surlódás által felemésztett t_1 munkarészletek összegével fejezzük ki, tehát $T = t + t_1 = T^m$. A felbontás ezen tényezőinek viszonya a T ill. T^m -nek az x -, ill. x^m -hez való viszonyával fejezhető ki:

$$\frac{T}{x} = \frac{t}{t_1}, \text{ ill. } \frac{T^m}{x^m} = \frac{t^m}{t_1^m}$$

Ezen viszonyok összefüggését a gépek normális értékével és a fafajjal az alanti 1. sz. diagramm fejezi ki szemléltetően. Az ordinátán a keresett $\frac{t}{t_1}$ ill. $\frac{t^m}{t_1^m}$ növekvő értékei %-ban, az abcisszán a fokozódó nominális értékű gépek, az M_m -ek, az általuk meghatározott görbékkel pedig a fák, a keménység és a penge-

munka szerint 9 csoportba osztottan, vannak feltüntetve. A diagramm tehát a pengemunka felbontási tényezőinek változását mutatja a fafajcsoportok és a géptömegek szerint.

Az ordinátán közvetlenül leolvasható keresett $\frac{t^m}{t_1^m}$ értékekkel most már meghatározhatók a penge munkájával kapcsolt x^m -értékek is s így a T^m -nek nagyságát az alapul vett T -nek j -szeresével fejezhetjük ki.

$T^m = jT$, ahol $j = n [1 + 1/x^m]$, melyben $x^m = \frac{t^m}{t_1^m}$, n pedig $\frac{ax}{x+1}$, ahol a — valamennyi fafajra nézve állandó. Értékei az M_m függvényében az alanti 2. sz. diagrammban vannak feltüntetve. Bár ez is a pengemunkák felbontási viszonyait jelenti, de az 1-es diagramm j -értékeivel szemben, a fafajcsoportoktól függetlenül, egyedül a gépek nominális értékének változása szerint. Amint tudjuk, x^m -mel az átszámítandó M_m -gép, x -szel pedig az alapul vett M -gép pengemunkájának, tehát a T^m -nek és a T -nek felbontási tényezőinek viszonyát jeleztük.

3. sz. kimutatás:

A fafajcsoportoktól független a -értékek

| | | | | | | | | | | |
|----------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|---------------------|
| M=10 esetén | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | 1 (diagramm alapja) |
| M=10-20 esetén | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | 1,375 |
| M=10-30 „ | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | 1,590 és |
| M=10-40 „ | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | 1,720 |

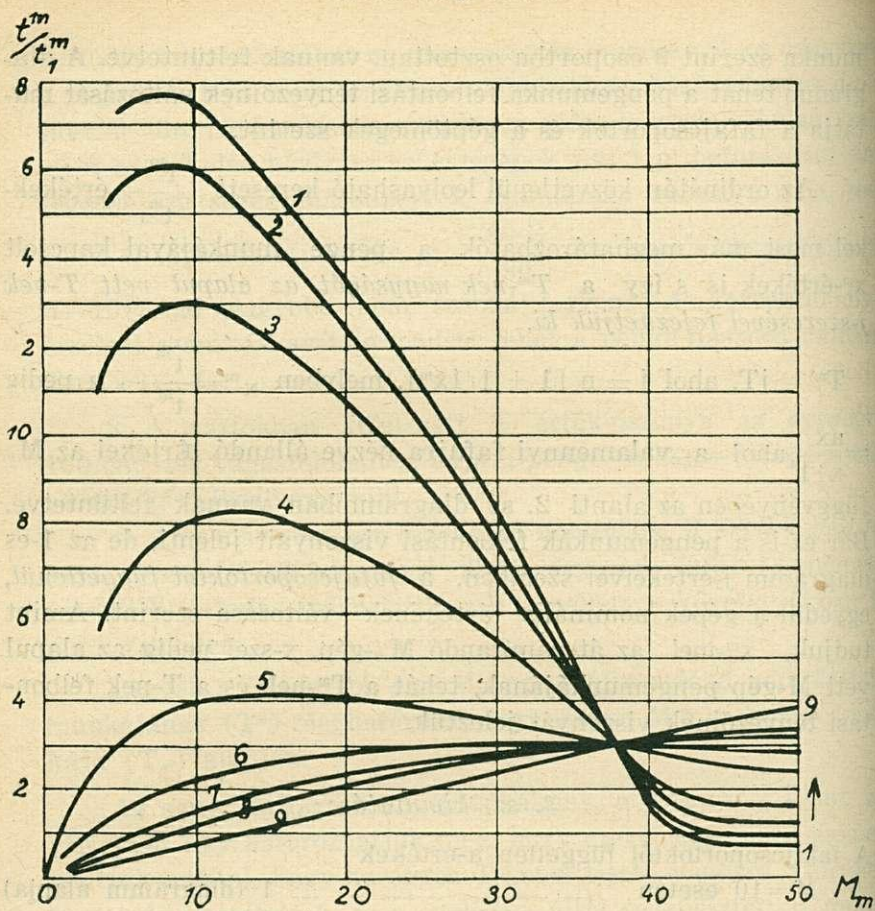
4. sz. kimutatás:

A facsoportok szerint változó j -értékek:

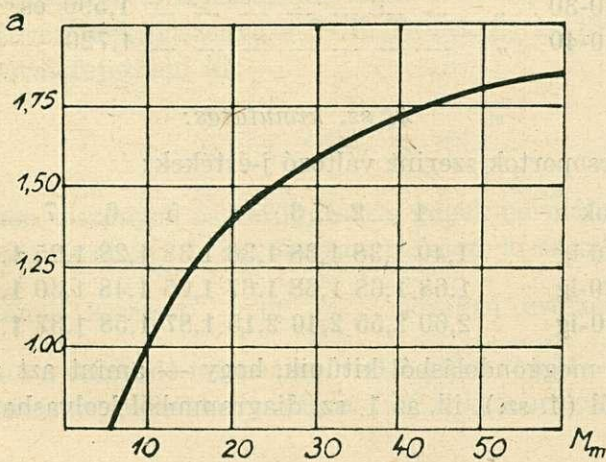
| Facsoportok | ...1 | ...2 | ...3 | ...4 | ...5 | ...6 | ...7 | ...8 | ...9 |
|-------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| M=10—20-ig | 1,40 | 1,38 | 1,38 | 1,38 | 1,38 | 1,28 | 1,25 | 1,11 | 0,90 |
| M=10—30-ig | 1,68 | 1,68 | 1,68 | 1,67 | 1,65 | 1,48 | 1,30 | 1,20 | 1,00 |
| M=10—40-ig | 2,60 | 2,55 | 2,40 | 2,15 | 1,87 | 1,58 | 1,37 | 1,22 | 1,00 |

Ezen megfontolásból kitűnik, hogy — amint azt a fenti kimutatásból (4. sz.), ill. az 1. sz. diagrammból leolvasható —,

1. sz. diagramm.



2. sz. diagramm.

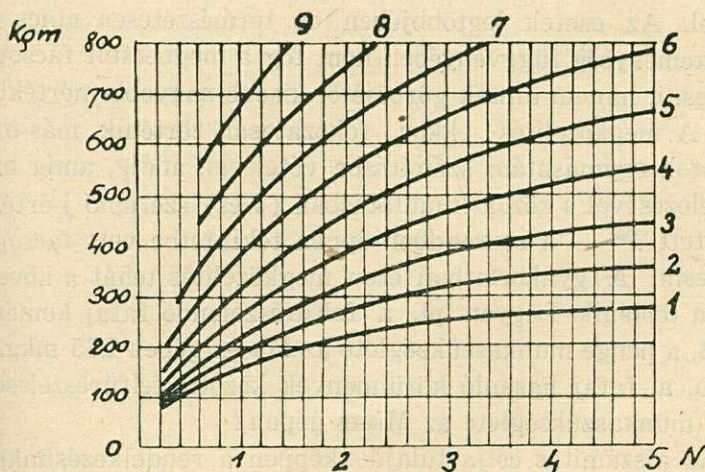


1. A legnagyobb keménységű fákat magában foglaló 9-es csoportban a pengemunka ugyanaz, bármilyen legyen is a gép normális nagysága. Bár emiatt a nagy gépek kiesnének a számításból, gyakorlati következtetés, mely belőle vonható az, hogy célszerű ilyen igen kemény fákat először nagy gépen, pl. szögletfákká, négyzetfákká, vagy nagyméretű palókká kinagyolni, s aztán kisebb gépen a végleges felfűrészélést elvégezni. Megjegyzendő azonban, hogy a 9-es csoportba csak igen kevés exotikus fajta sorozható (*Amaranta, Wacapou, Zinga* többek között) s hogy a kontinentális, legkeményebb fák is csak a 3—7-es csoportok között foglalnak helyet.

2. A diagramm valamennyi görbéje egy pontban metszi egymást. Levezethető, hogy az $M = 35\text{—}40$ nominális értékek között valamennyi facsoport a keménységre, pengemunkának nagyságára való tekintet nélkül, a pengemunkájának azonos felbontását eredményezi, másszóval, ezen normális értékű gépek járátása esetén, a fafajtól stb. függetlenül, a penge munkájának forgácsolási (t) és súrlódási (t_1) munkarészletei abszolút nagyságukban ugyanazok.

A pengemunka felbontási tényezőinek viszonya a *fafajcsoportok függvényében*, amint említettük, csak az alapul vett $M = 40$ -es nominális gépre vonatkozik. Hogy ez, ill. az ettől függő j-átszá-

3. sz. diagramm.



mító tényező más nagyságú gépre nézve mekkora — kérdés, mely a pengemunkának az ezen alaptól eltérő gépre való átszámításánál felmerül —, azt minden számítás nélkül szintén grafikusan vezethetjük le, mégpedig az 1- és 3-as sz. diagrammok alapján. Az utóbbi az egyes facsoportok megkövetelte pengemunkát tünteti fel a keménységi fokok változása szerint.

Ezen grafikus visszakeresés a felfűrészelendő fafaj adott keménysége, ill. az alapul vett M_{10} -es gép pengemunkája alapján a következő lépésekben adott:

1. Ismertnek feltételezve a kérdéses fafaj és keménység alapján az M_{10} -es alapgépre a penge munkáját, hogy az M_{10} -tól az M_m -re áttérhessünk, ismernünk kell a j -átszámító tényezőt, melylyel a T_{10} -et megszorozva, a keresett T -hez jutunk. Ezen j -tényező csak a 9 facsoport valamelyike alapján adható meg, mivel csak ezek függvényében van feltüntetve. Ezért kell előzőleg meghatározni azon facsoportot, melybe a felfűrészelendő anyagunk tartozik.

2. Ezen facsoport a 3. sz. diagrammról a T^m és a keménység függvényében olvasható le. A T^m -et megközelítéssel a T_{10} -nek egy becsült j -tényezővel képzett szorzatával adhatjuk meg s megkeressük ezen T^m és az adott keménység alapján a facsoportot. Ez természetesen nem fog a keresettel azonos lenni, a megbecsülés nem fog a tényleges j -értékkel vágni, csak akkor, ha az így kiszámított T^m történetesen egybeesne a becsült facsoport görbájével. Az esetek legtöbbszörében ez természetesen nincs úgy, a T^m a keménység függvényében nem fog a megbecsült facsoporttal egybeesni, hanem annak görbájától kisebb-nagyobb mértékben eltérni. A megközelítés ekkor fokozatosan történik, más-más facsoportok egymásutáni számításba vételével, addig, amíg az ezek föltételezésével a közölt kimutatásban (4-es) szereplő j -értékekkel levezetett T^m — a sorrendben éppen tekintetbe vett facsoporttal egybeesik. A gyakorlatban ezen megközelítés tehát a következőképpen történik. Legyen pl. a felfűrészelendő fafaj keménysége $N = 3$, a penge munkaszükséglete az M_{10} -es gépen 265 mkg. Mekkora u. a. fafaj hasonló körülmények közötti felfűrészelésekor a penge munkaszükséglete az M_{10} -es gépen?

Az átszámítás célja tulajdonképpen a rendelkezésünkre álló

T_{10} -es adat alapján a facsoport meghatározása, mert ennek függvényében állapítható meg maga az átszámító j -tényező. Legyen pl. ez 4-es. Ezen facsoportban az M_{40} -ről az M_{10} -re átszámító j -tényező 2,15. (Lásd a 4-es sz. kimutatást.) A T_{10} , azaz az M_{10} -es gép munkasziüksége ekkor $265 \cdot 2,15 = 570$ mkg. A 3-as diagrammban azonban a 3-nak és 570-nak koordinált helye a 6-os facsoportgörbéhez esik közel. Nyilvánvaló, hogy a feltételezett 4-es csoport a valóságnak nem felel meg. Át kell mennünk az ennél kisebb, de a 4-nél nagyobb facsoportra, az 5-ösre. Ebben a csoportban a j -tényező 1,87 s így a penge munkasziüksége az M_{10} -es gépen $265 \cdot 1,87 = 496$ mkg. Ezen ordináta és a 3-as abcissa értékei most már — amint láthatjuk — az 5-ös facsoport tartományában találkoznak, ami másszóval azt jelenti, hogy a megbecsült facsoport a ténylegessel közel megegyezik. Az átszámító j -tényező most már tehát ezen 1,87-es lesz, s ha az M_{40} -es gép pengemunkáját, a T_{40} -et ezen tényezővel beszorozzuk az átszámítandó s feladatunkat képező keresett T_{10} -es pengemunkához jutunk, amely, mint ilyen, az M_{10} -es gép munkáját képviseli.

(Folytatjuk)