

# Y tengelyes leszúrási multitask gépeken és esztergáközpontokban



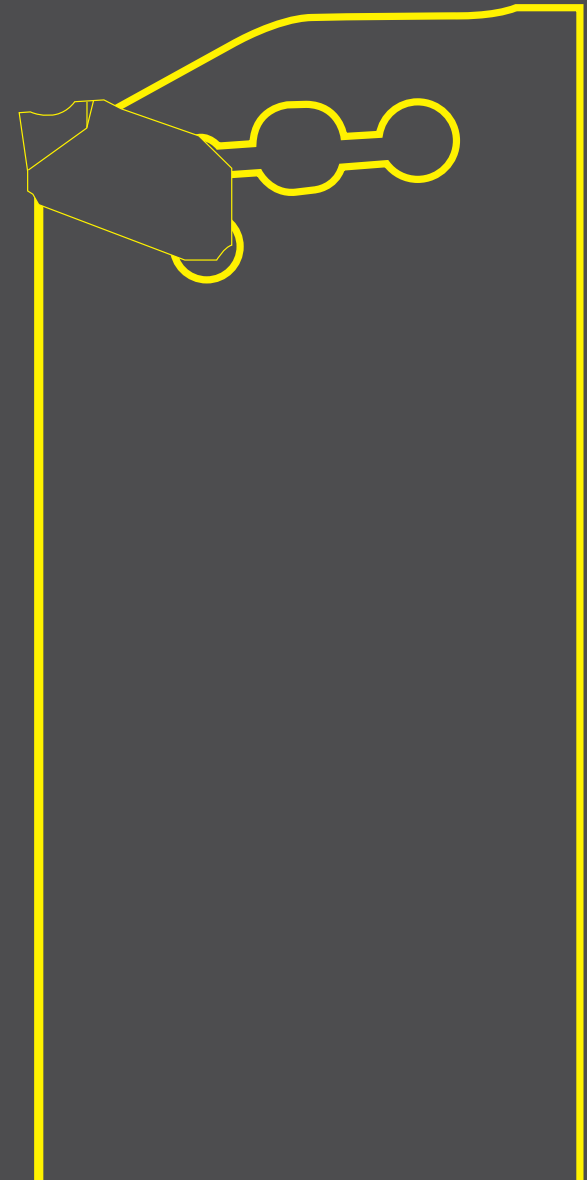
Az Y tengelyes  
leszúrási jelentős



Az Y tengelyes  
leszúrási elvi  
kialakítása  
megalapozott  
mérnöki megoldás  
és FÁM-elemzés  
segítségével  
biztosítja a maximális  
szerkezeti integritást



Az Y tengely  
alapfunkcionalitásnak  
számít a fejlett  
esztergagépekben



# Tartalomjegyzék

Bevezetés .....	3
Forgó forgácsolószerszámokkal és Y tengellyel frissített szerszámgépek .....	4
Darabolási kihívások.....	5
Y tengelyes leszúrás.....	6
Az Y tengelyes leszúrás előnyei.....	8
Az Y tengelyes leszúrás gépspecifikus szempontjai .....	9
Kezdő lépések.....	11
Befektetési feltételek és megtérülés .....	12



Az utóbbi évtizedekben a megmunkálás területén az egyik fő trend egy adott alkatrész gyártásához szükséges gépösszeállítások leegyszerűsítése, illetve a számuk minimalizálása. A piac rövidebb átfutási idők és kisebb készletet akar, ez pedig egyértelműen arra ösztönzi az OEM-eket és talán még inkább a beszállítóikat, hogy olyan mértékben célirányosítsák az alkatrészek gyártását, amennyire csak lehetséges.

Minimális számú összeállítással és művelettel kell bonyolult geometriákat kialakítani, lehetőleg egyetlen géppel. Egy adott alkatrész nyereségessége azon múlhat, hogy lehetséges-e több összeállítást kombinálni egyetlen gépben.

# Forgó forgácsolószerszámokkal és Y tengellyel frissített szerszámgépek

Ehhez az egy összeállítós trendhez tartozik forgószerszámok alkalmazása esztergaközpontokban. Ennek elérése érdekében jelentek meg az 1990-es években az Y tengelyes esztergáló-maró gépek. A kezdeti elgondolás célja az volt, hogy lehetővé tegye egy marószerszám, fűrő vagy menetfűrő meghajtását egy vagy több szerszámpozícióban a revolverben a polárinterpoláció és a kapcsolódó programozási nehézségek kiküszöbölése érdekében.

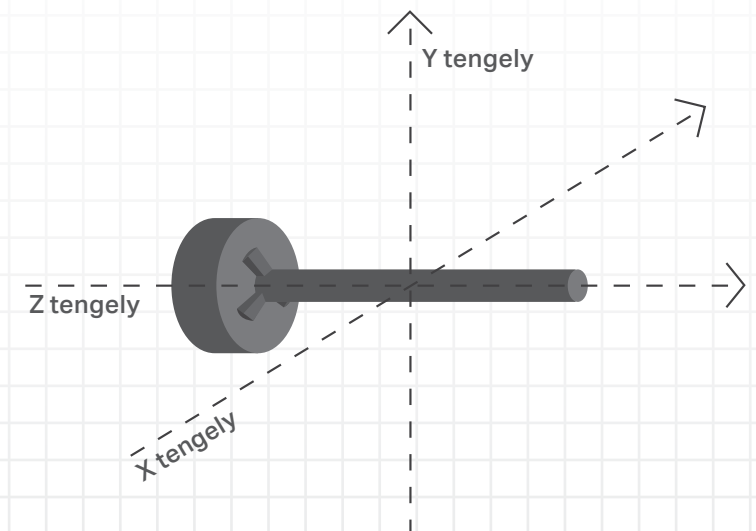
Az esztergaközpontokban alkalmazott első egyszerű típusú forgószerszámok azonban rendelkeztek egy jelentős korlátozással. Mivel a forgó marószerszámokat a legtöbb gépalkalításban egyszerűen csak hozzáadták a revolverhez, csak ugyanabban a kettő tengelyben lehetett meghajtani őket mint az esztergaszerszámokat, tehát az X és Z tengelyekben. Ennek eredményeként, minden olyan munkadarab-alakzat, amely nem párhuzamos az orsó középvonálával vagy merőleges arra, vagy amely a munkadarab középvonala mentén található, nem volt a revolver által meghajtott forgó fűrő, marószerszám vagy menetfűrő közvetlen kinyúlásában.

A kinyúlás javítása érdekében több további útvonalat alkalmaztak arra, hogy a forgószerszám áthaladjon az orsó homlokfelületén. Ehhez a forgószerszámokat

a revolver oldalaira vagy homlokfelületére szerelték úgy, hogy az Y tengelyes útvonalakat egy döntött ágyra helyezték, vagy egy független marófejet alkalmaztak.

A szerszámgép- és az alkatrészgyártók is gyorsan felismerték ezen megközelítés előnyeit. Most, nagyjából kettő évtizeddel később az Y tengely már alapfunkciónak számít szinte minden multitask gép esetében, és opcionálisan választható sok új esztergaközpontoz.

Az Y tengely hozzáadásával egy esztergaközpontozhoz 90 fokos szögbezárás hozható létre a három lineáris tengely között, hasonlóan egy 3 tengelyes megmunkálóközpontozhoz. Mivel a Z tengely hagyományosan párhuzamos az orsó középvonálával a legtöbb esztergatípusú szerszámgép esetében. Az X tengely biztosítja a hagyományos merülő esztergálás előtolási mozgását, az Y tengely pedig függőleges dimenziót biztosít az X és Z tengelyek által meghatározott síkra merőlegesen.



# Darabolási kihívások

---

A darabolás kritikus fontosságú fázis minden olyan esztergálási folyamatban, ahol szükség van rá. A teljes forgácsolási időnek csak egy kis részét teszi ki, de általában ez az alkatész befejezése előtti utolsó művelet. A leszúroszerszám eltörése könnyen állásidővagyminőségiproblémákateredményezhet, a legrosszabb esetben pedig előfordulhat, hogy a munkadarab selejt lesz, és az előző munkamenetek által hozzáadott értékek elvesznek. A gyártók ezért nem szívesen veszélyeztetik semmilyen módon a leszúrási művelet folyamatbiztonságát.

Az anyagköltség egy másik fontos tényező. Erős a készítés a lehető legkeskenyebb lapkák alkalmazására, különösen akkor, amikor drága anyagokkal, például hőálló szuperötvözetekkel (HRSA) kell dolgozni.

Ez a két tényező két ellentétes követelményt határoz meg a leszúroszerszámokra nézve: Az anyagvesztés minimalizálása és a szerszám kinyúlásának optimalizálása érdekében (a maximális munkaátmérőkhöz) a lehető legkeskenyebbnak és karcsúbbnak kell lenniük. A karcsú szerszámok esetében azonban könnyen előfordulhat gyenge stabilitás, amely rezgéseket és zajt eredményez. A rezgések által tönkretett felületi minőség és mérettűrések általánosan elfogadhatatlan kockázatot jelentenek leszúrási műveletekben.

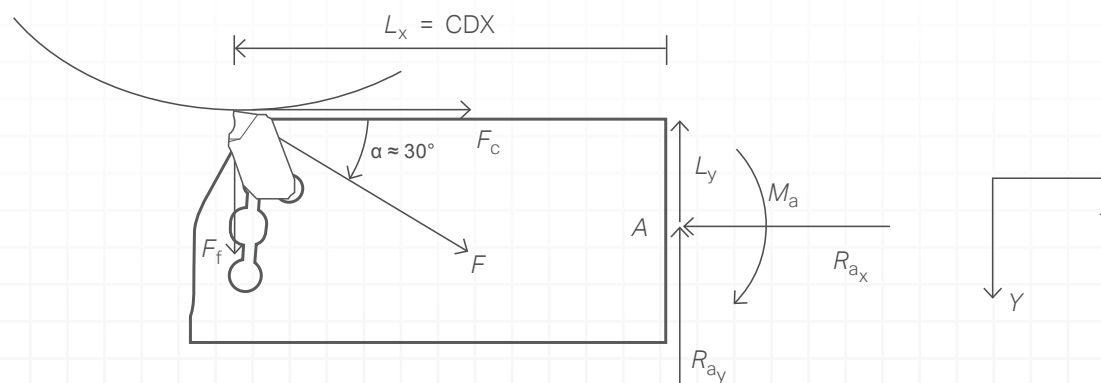
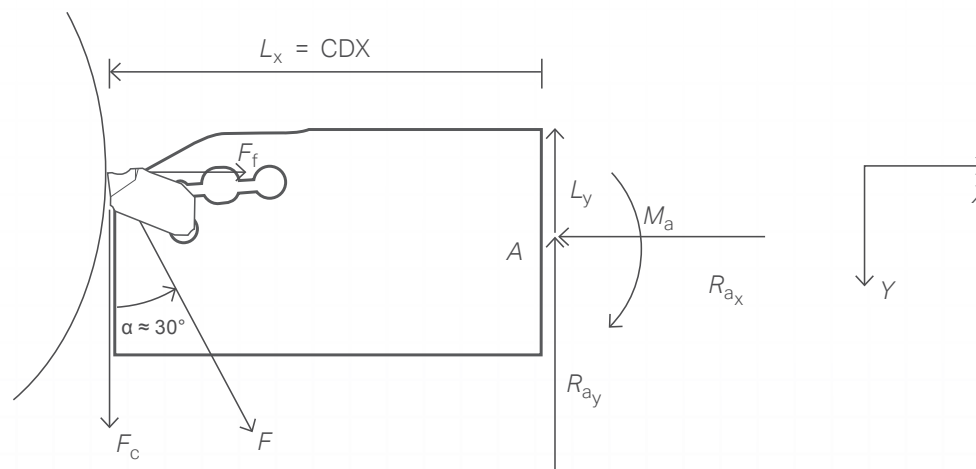


# Y tengelyes leszúrás

Bár az Y tengely jelentősen kiszélesítette a multitask gépekben és esztergaközpontokban alkalmazott forgószerszámok lehetőségeit, ez a funkció most egy jelentős innovációt inspirált ezen szerszámgéptípusok eredeti céljára vonatkozóan: az Y tengelyes leszúrást. Ezzel az új darabolási szerszámmal és módszerrel jelentősen javítható a teljesítmény és a folyamatbiztonság potenciálisan bármilyen leszúrási műveletben.

A Sandvik Coromant innovációja, az Y tengelyes leszúrás egy hihetetlenül egyszerű elven alapszik. Amíg a hagyományos darabolószerszámok a szerszámgép X tengelyéhez igazodnak, az Y tengelyes szerszám egyszerűen csak el van forgatva 90 fokkal az óramutató járásával ellentétesen, hogy az Y tengelyhez igazodjon.

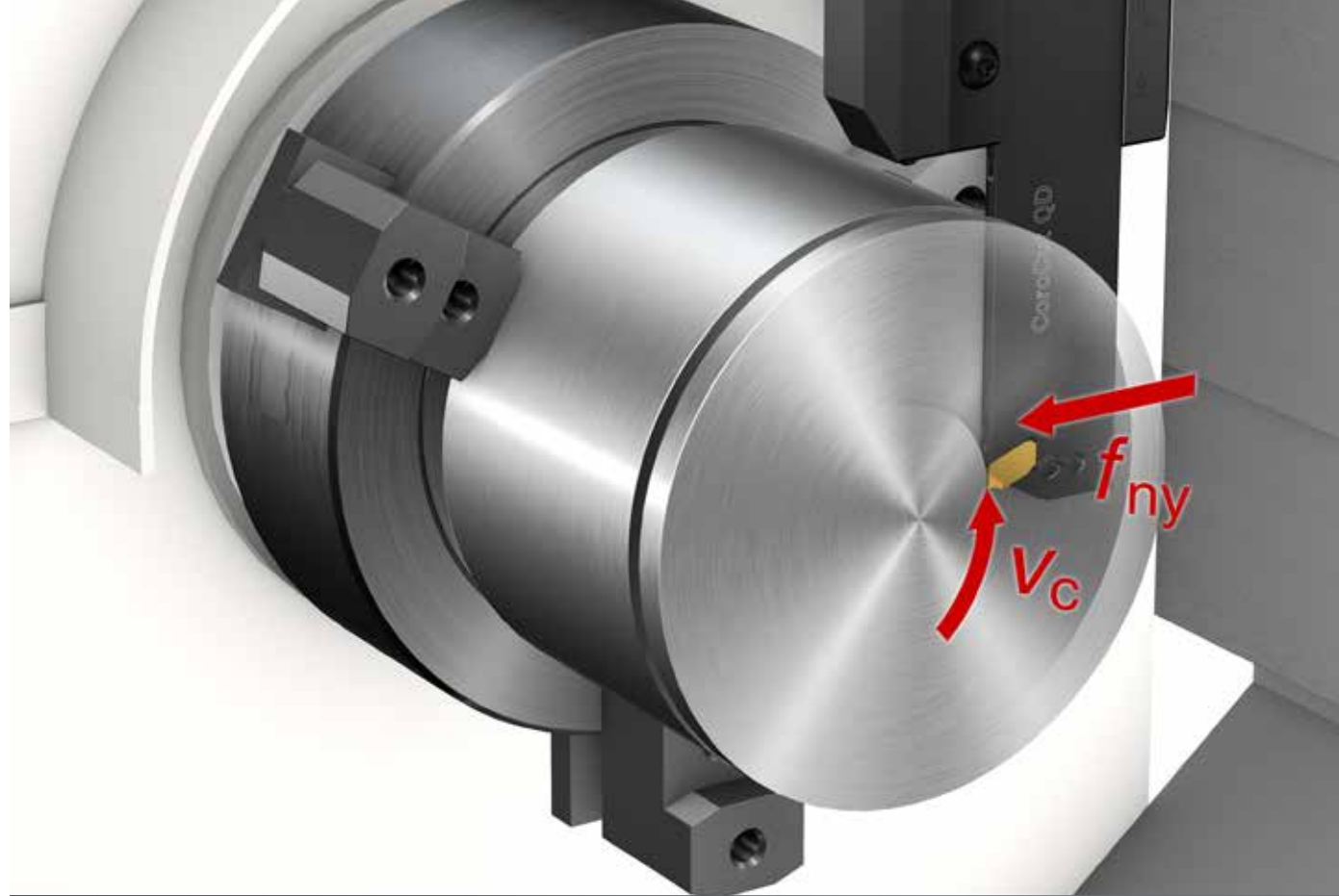
A hagyományos leszúrószerszám-konfigurációk esetében a viszonylag karcsú és hosszú forgácsolópenge és a tartó előtolása a munkadarabba 90 fokos szögben történik; a forgácsolóerő legnagyobb része a forgácsolási sebességből származik, a maradék pedig az előtolási mozgásból. Az eredő erő vektora átlósan hatol a szerszámba nagyjából 30 fokos szögben, tehát a leggyengébb keresztmetszeten keresztül (csak a penge szélessége gyengébb). Ezt hagyományosan a pengekinyúlás csökkentésével és a pengetömeg növelésével ellensúlyozzák. Ezen megoldások hátránya, hogy a szerszám használhatósága potenciálisan csökken.



$$\left. \begin{array}{l} L_x \gg L_y \\ F_c = 1.75 \cdot F_f \end{array} \right\} \begin{array}{l} \underbrace{L_x \cdot F_f - L_y \cdot F_c}_{M_{A_{Y \text{ tengelyes leszúrás}}} \ll \underbrace{L_x \cdot F_c - L_y \cdot F_f}_{M_{A_{\text{Hagyományos}}}} \end{array}$$

A csúcsfészek 90 fokos elforgatásával és az Y tengely kihasználásával a szerszám tulajdonképpen az elülső végével hatolhat bele a munkadarabba, amely nagyjából egy vonalba állítja az eredő forgácsolóerő vektorát a penge hosszanti tengelyével.

A Sandvik Coromant kutatási és fejlesztési csoportja által elvégzett FEM-elemzések kimutatták, hogy az erők kedvezőbb eloszlása kiküszöböli a hagyományos pengékre ható kritikus mértékű mechanikai feszültségeket, és több mint hatszorosára növeli a hajlasi merevséget 60 mm-es (2,36 col) maximális forgácsolási mélység esetén. Másképpen megfogalmazva az Y tengelyes kialakítás esetén a hajlamosság a képlékeny alakváltozásra és az instabilitásra mindössze hatoda annak, ami jellemző a hagyományos leszúrópengéket tipikusan érintő alakváltozások esetében.



## FEM

AFEMavégeselem-módszerrövidítése, amely az egyik leggyakrabban használt numerikus problémamegoldási módszer a mérnöki és a matematikai fizikai számítások területén. A szerkezeti tervezés szempontjából a FEM fő erőssége, hogy algebrai egyenletek rendszerével modellezhető rendkívül összetett problémák. Ennek köszönhetően az óriási feladatot jelentő szerkezeti elemzés ismeretlenek olyan diszkrét halmazává alakul, amelyhez közelítőértékek rendelkeznek az

elemzendő területre vonatkozóan. Konkrétan megfogalmazva a nagy probléma felosztható kisebb és egyszerűbb részekre, úgynevezett véges elemekre. Ezzel a módszerrel az összetett geometriák pontosan reprezentálhatók, figyelembe vehetők az eltérő anyagok, és viszonylag könnyen reprezentálható a teljes megoldás. A jelen esetben egy különösen fontos előnyt jelent a helyi alakváltozási hatások pontos modellezése.

# Az Y tengelyes leszúrás előnyei

A pengemerevség több mint 500%-os növelése lehetővé teszi jelentősen nagyobb előtolási sebességek és hosszabb kinyúlások használatát a stabilitás romlása nélkül, ez pedig ennek megfelelő mértékben növeli a szerszám termelékenységét. Ennek köszönhetően az alkatrészek darabolását el lehet végezni az alorsóhoz közelebb a nyersanyag-megtakarítás és a jobb műveleti stabilitás érdekében. A leszúrópenge és a szerszám tartó ridegsége helyett most már a lapka jelenti a szűk keresztmetszetet a leszúrási műveletekben a teljesítmény növeléséhez.

A darabolókésekre vonatkozóan általánosan ajánlott minimalizálni a kinyúlást (OH), vagy hosszú OH esetén lágy forgácsolási geometriát használni, vagy csökkenteni az előtolást. Gyakori küszöbérték a csökkentett előtoláshoz a 1,5-szeres pengemagasságot meghaladó kinyúlás. Az Y tengelyes szerszámozással hosszabb kinyúlások

érhetők anélkül, hogy az optimálisnál rosszabb előtolási sebességet, forgácsolási geometriát vagy szerszámméreteket kellene alkalmazni.

Mint minden esztergálási műveletben, fontos, hogy a leszúrószerszám forgácsolóéle olyan közel helyezkedjen el a munkadarab középvonalához, amennyire csak lehet, hogy elkerülhetők legyenek a leszúrási tüskék és a szerszámtörés. A leszúrószerszámokat a munkadarab középvonalához képest  $\pm 0,1$  mm-en ( $\pm 0,004$  col) belül kell elhelyezni. Nagy kinyúlásoknál hagyományosan ajánlott a forgácsolóélet 0,1 mm-rel (0,004 col) a közép fölé állítani a lehajlás kompenzálásához. A megnövelt merevségnek és ebből adódóan a kisebb elhajlásnak köszönhetően az Y tengelyes szerszámozás kiküszöbölheti a közép feletti beállításokat és az olyan kapcsolódó hátrányokat, mint az idő előtti lapkatörés.

A szerszám hosszát különösen körültekintően kell megmérni, mert az Y tengelyes szerszámok esetében a hosszúság meghatározza a középső magasságot is. Másfelől viszont ez tekinthető biztonsági előnynek az összeállítási hibákkal szemben: mivel a hosszúságot mindig meg kell mérni, ezért felhasználható a középső magasság beállításának ellenőrzésére. Ha a forgácsolóél nehezen látható, a számon található egy beállítósík is. A beállítósík és a forgácsolóél közötti távolság fel van tüntetve az Y tengelyes szerszámokon.

A további előnyök között megtalálható az alacsonyabb zajszint, a jobb felületi minőség és a megbízhatóbb folyamat, valamint a jelenleginél nagyobb átmérők darabolása.

## Ügyfélesek: Hagyományos leszúrás az Y tengelyes leszúrással szemben

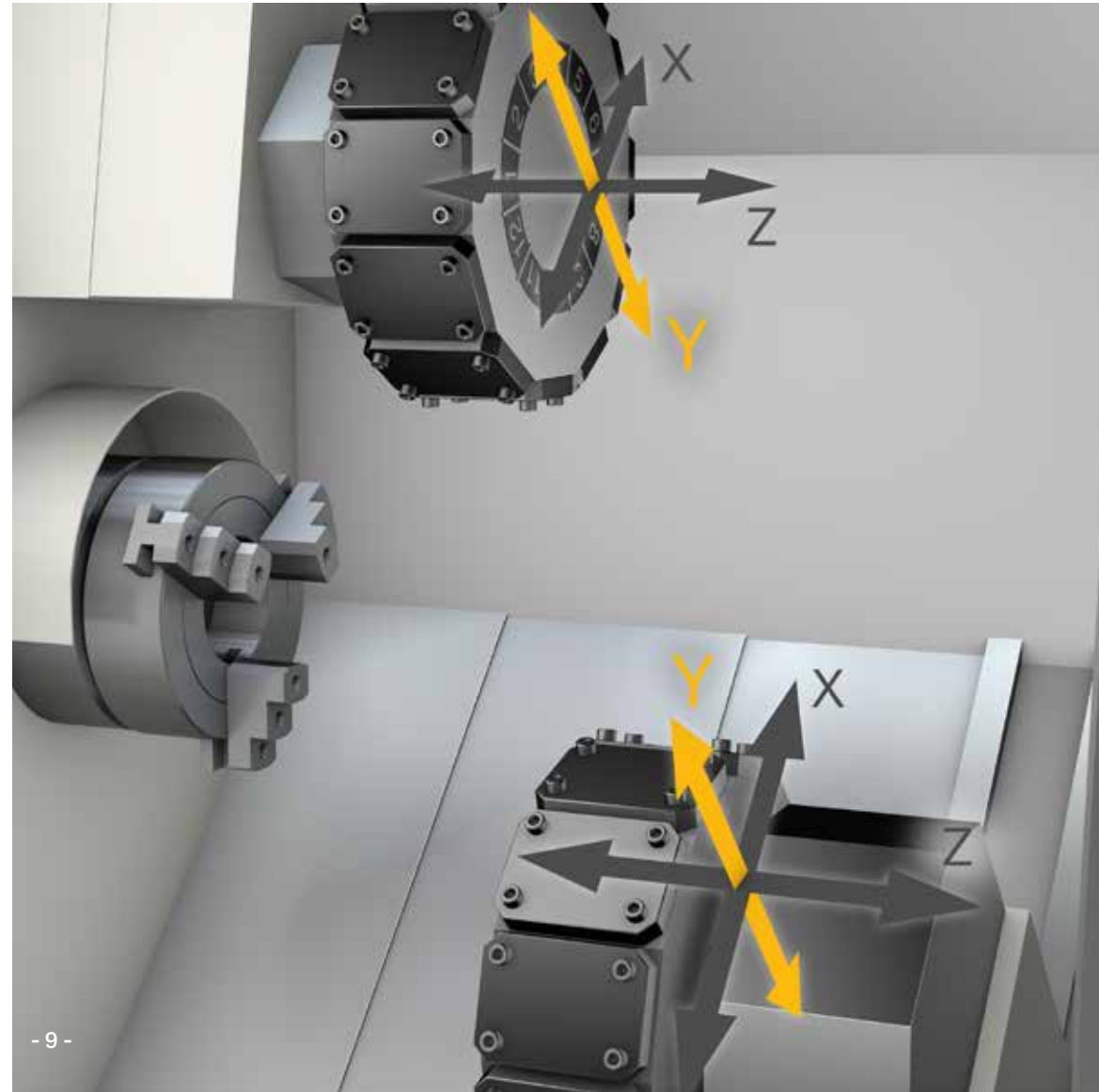
Alkatrész	Anyag	Átmérő, mm (col)	Előtolás, aktuális módszer, mm/ford (col/ford)	Előtolás, Y tengelyes leszúrás, mm/ford (col/ford)	Termelékenység-növekedés	Éltartam-növekedés
Mágnesszelep	Rozsdamentes acél HB365	65 (2,56)	0,15 (0,006)	0,3 (0,012)	100%	70%
Csavar	316L rozsdamentes acél	60 (2,36)	0,15 (0,006)	0,3 (0,012)	100%	50%
Csapágygörgő	Csapágyacél	40 (1,57)	0,12 (0,005)	0,3 (0,012)	150%	40%
Szivattyúház	Rozsdamentes acél HB365	55 (2,17)	0,12 (0,005)	0,3 (0,012)	150%	$\pm 0\%$
Repülőgépipari előgyártmány	Inconel 718	180 (7,1)	Szalagfűrész (20 min)	0,15 (0,006)	550%	Nem kiértékelt



# Az Y tengelyes leszúrási gépspecifikus szempontjai

Az esztergáközpontokat általában rúdalapanyagot (jellemzően 65 mm (2,56 col) használó tömeggyártásban alkalmazzák, ennél a megmunkálási típusnál az Y tengelyes leszúrási legnagyobb előnye a jobb termelékenység és felületi minőség. A minőségoptimalizálási lehetőségek is érdekesek lehetnek, mivel a darabolás jellemzően egy alkatrész gyártásának utolsó lépése. Egy további lehetőség a megmunkálási költséghatékonyság javítása a leszúrási szélesség csökkentésével.

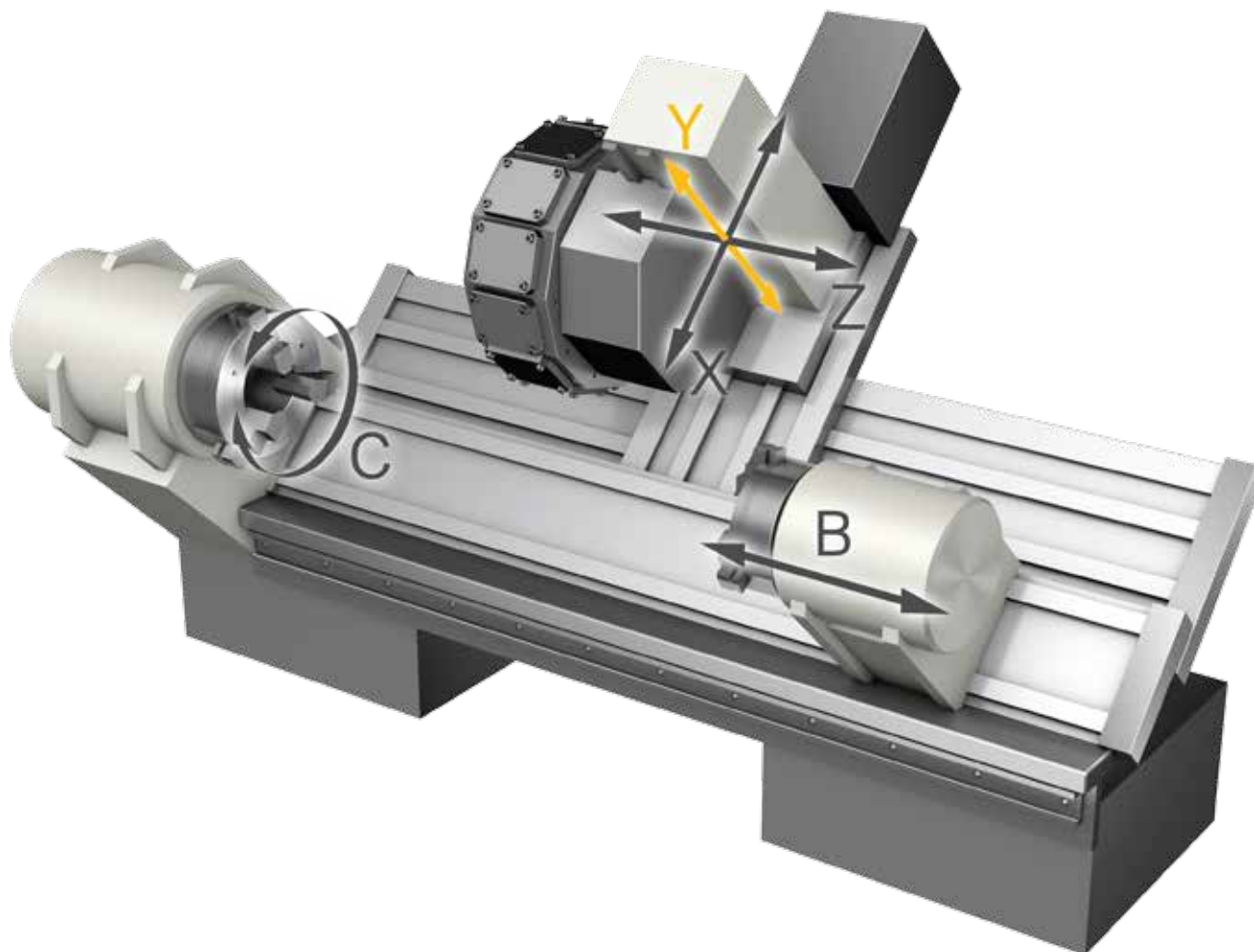
A multitask gépek esetében az Y tengelyes leszúrópengék elsősorban jobb hozzáférhetőséget biztosítanak, illetve lehetővé teszik a nagyobb átmérők kezelését. Egy előzetes teszt megerősítette az 50%-os kinyúlásnövelést egy hagyományos 120 mm-es rúd forgácsolásánál a lapka maximális előtolási kapacitása mellett. 300%-os termelékenység-növekedést sikerült elérni folyamatbiztonsági problémák nélkül. Egy ügyfél által végzet tesztelésben az Y tengelyes leszúrási sikeresen helyettesítette a szalagfűrészelést egy 180 mm átmérőjű Inconel rúd esetében, így jelentős termelékenység-növekedést lehetett elérni a drasztikusan rövidebb megmunkálási időknek köszönhetően.



Egy tipikus döntött ágyas gépben az X tengely egy „emelkedőt” hoz létre a gép eleje felé döntve, az orsók a döntött ágy egyik vagy mindkét oldalán található, az Y tengely lökete pedig rendszerint jelentősen hosszabb az Y tengely löketénél. Az ebből adódó munkaterületi korlátozásokat figyelembe kell venni, amikor meg kell határozni az Y tengelyes leszúrás alkalmazhatóságát egy adott alkatrész esetében.

Egy multitask gépben (amely tulajdonképpen felfogható esztergálási opcióval rendelkező megmunkálóközpontként) a jellemző szerszámszerelvények (mint a Coromant Capto® C6 vagy HSK63T penge-csatlakozóelem) gyakran hosszúk, hogy lehetővé tegyék a megfelelő kinyúlást a főtokmány és az altokmány között. Ez azt jelenti, hogy a teljes összeállítás az Y tengelyű terheléshez képest gyenge az X-irányban ott, ahol a forgácsolóerő a szerszámszerelvénybe és a gép orsójába hatol.

Hasonló feltételek vonatkoznak sok olyan esztergáközpontokra is, amelyek hajtott szerszámozási/marási opcióval rendelkeznek az Y tengelyen. A tipikus Y tengelyes szerszámszerelvények (normál esetben egy VDI csatlakozóelem vagy csavarozható penge-csatlakozóelem a gépre szabott befogóegységhez (MACU)) hosszúk és karcsúk, hogy elérjék a főtokmány és az altokmány közötti részt, és lehetővé tegyék a darabolást a tokmányhoz közel. Az összeállítás az Y tengelyű terheléshez képest itt is gyenge az X-irányban ott, ahol a forgácsolóerő a szerszámszerelvénybe és a revolverbe hatol. Az Y tengelyes leszúrás segíthet kiküszöbölni ezeket a problémákat.

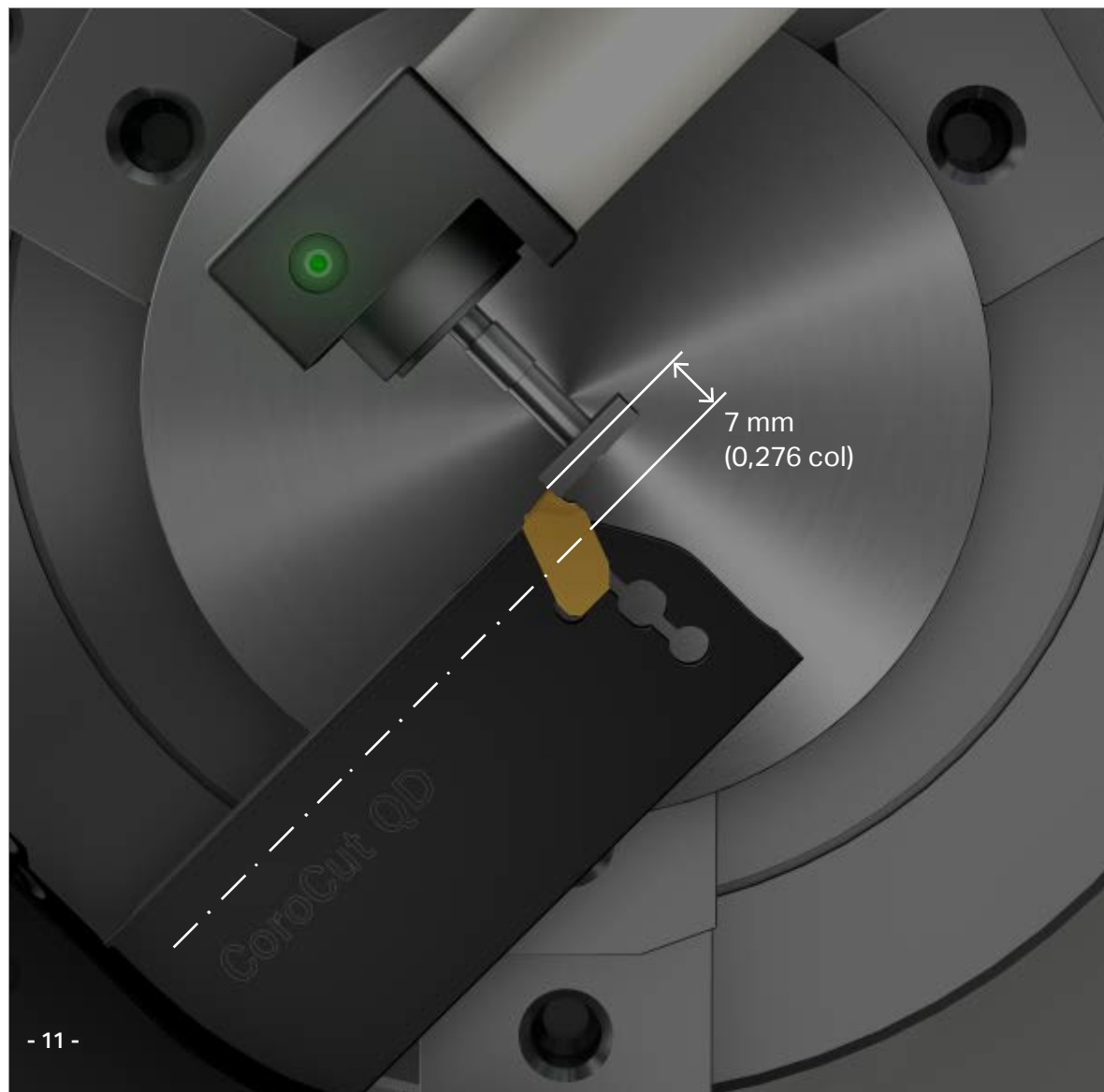


# Kezdő lépések

Egy beruházás az Y tengelyes leszúrásba leginkább egy változást jelent a leszúrási műveletekhez alkalmazott megközelítésben és a kapcsolódó munkamódszerekben. Olyan módszert kínál, amellyel jobban kihasználhatók az Y tengellyel rendelkező gépek képességei. Emellett lehetőséget kínál a leszúrási műveletek termelékenységének a jelentős növelésére új gépekben vagy egy folyamathoz módosított összeállításokban. A legnagyobb tényleges befektetés a programozással kapcsolatos és annak nyilvánvaló vonzataival az emberi erőforrások és az ütemezés tekintetében. Maga a szerszámmozgás könnyen programozható, de a különböző gépek és vezérlőrendszerek különböző paraméterbeállításokkal rendelkeznek, amelyeket módosítani kell az állandó forgácsolási sebesség eléréséhez az Y tengelyen. A szükséges paraméterbeállítások megtalálhatók a CNC-vezérlő kézikönyvében.

Az Y tengelyes leszúrás a szerszámkészlet csökkentésére is lehetőséget kínálhat, mivel kevesebb speciális pengére van szükség, és mert az új Y tengelyes pengék illeszkednek a szabványos csatlakozóelemekhez, és standard CoroCut® QD lapkákat használnak.

Gyakorlati szempontból meg kell jegyezni, hogy a forgácsolóél 7 mm (0,276 col) az Y = 0 pozíció felett, amikor standard penge-csatlakozóelemre van felszerelve. A gépkezelőnek gondoskodnia kell arról, hogy ezt a kiemelkedést eltolásként kezelje a CNC-programban.



# Befektetési feltételek és megtérülés

---

180 mm  
(7 col)

maximális alkatrészátmérő

4–8 órányi

programozás

- Az Y tengelyes leszúrás alkalmazható szinte minden olyan multitask gépben és esztergaközpontban, amely rendelkezik Y tengellyel és rúdeltolóval
- Az elsősorban ajánlott választás daraboláshoz Y tengellyel rendelkező esztergaközpontokban és multitask gépekben
- Elsősorban nagy alkatrészekhez (legfeljebb 180 mm-ig (7 col), és hosszú kinyúlásokhoz, hogy elérhető legyen a fő- és az altokmány közötti rész
- Rendkívül jól alkalmazható, amikor a munkadarab mindkét végén be van fogva – valós időmegtakarítás érhető el, mivel a darabolás alatt nem végezhető más művelet
- Gyakorlatilag nincs további szerszámozási költség
- Ugyanaz a program használható minden alkatrészhez – a szükséges módosítások csak egyszeri költséget jelentenek, rendszerint 4–8 programozási munkaórát
- Jelentős befektetés megtérülési lehetőséget kínál, mivel alacsony a kezdeti beruházási költség, és jelentős termelékenységnövelési lehetőséget is a nagyobb forgácsolási adatoknak köszönhetően



További információk a CoroCut® QD-ről  
és az Y tengelyes leszúrásról

[www.sandvik.coromant.com/corocutqd](http://www.sandvik.coromant.com/corocutqd)