

Y-akse-afstikning i multitask-maskiner og drejecentre



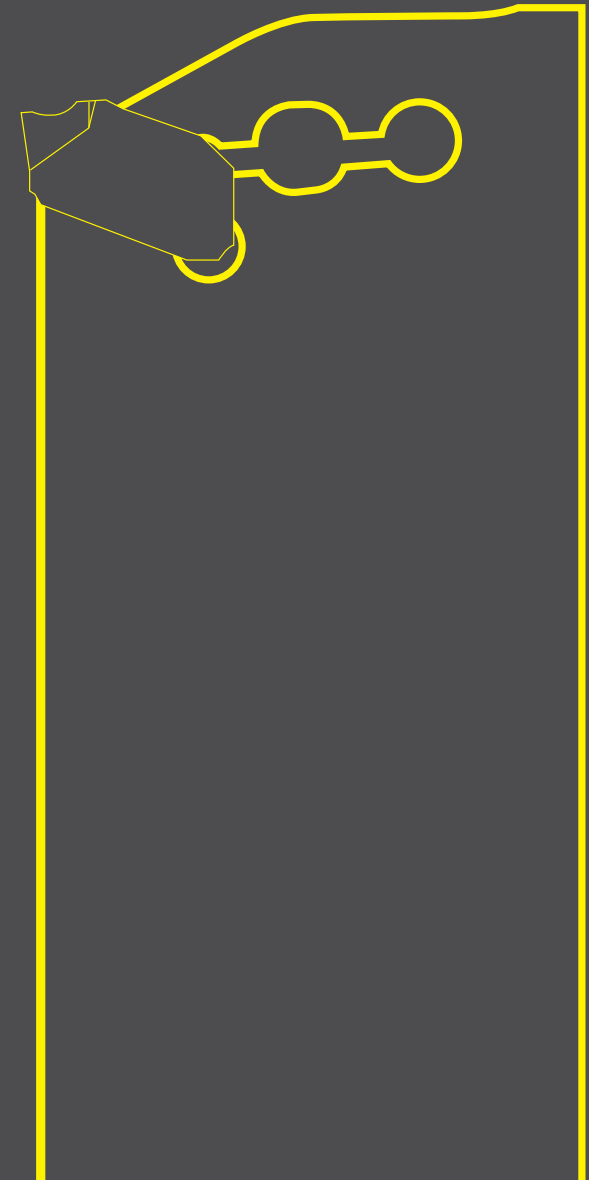
Y-akse-afstikning
giver markant
højere produktivitet
og forbedret
processikkerhed



Designløsningerne
med Y-akse-
afstikning afhænger
af solidt teknisk
arbejde og en
FEM-analyse for
at sikre maksimal
strukturel integritet



Y-aksen er
blevet standard
i avancerede
drejemaskiner





Indholdsfortegnelse

Introduktion	3
Værktøjsmaskiner opgraderet med live-værktøjer og Y-akse.....	4
Udfordringer ved afstikning.....	5
Y-akse-afstikning.....	6
Fordele ved Y-akse-afstikning.....	8
Maskinspecifikke aspekter ved Y-akse-afstikning.....	9
Sådan kommer du i gang.....	11
Investeringsbetingelser og forrentning.....	12



En af de væsentligste megatrends i produktionen i de seneste tiår er forenkling og minimering af antal opspændinger for at producere en bestemt komponent. Kunderne kræver kortere leveringstider og mindre lagre, og det tilskynder i høj grad OEM'erne og måske i endnu højere grad deres leverandører til at søge metoder, der kan effektivisere komponentproduktionen mest muligt.

Komplekse geometrier skal kunne fremstilles med et minimalt antal opspændinger og operationer, og helst på én enkelt maskine. Rentabiliteten af en komponent kan faktisk afhænge af, om det er muligt at kombinere flere opspændinger i en enkelt maskine.

Værktøjsmaskiner opgraderet med live-værktøjer og Y-akse

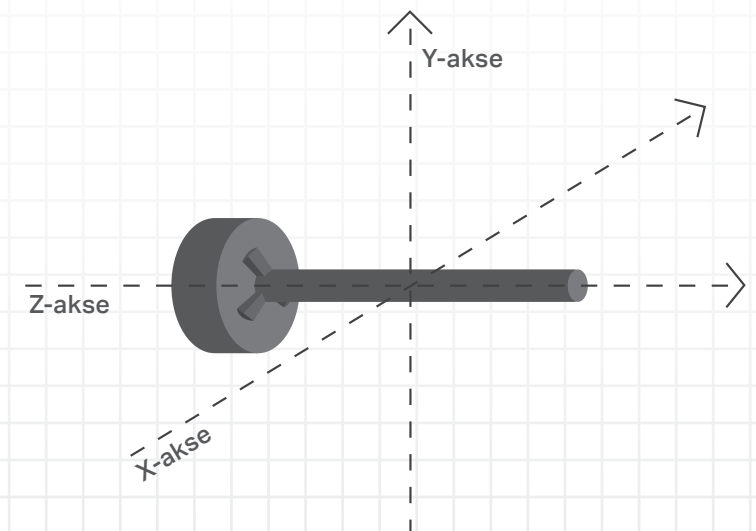
En del af trenden til enkelt opspænding er tilføjelse af 'live-værktøjer', dvs. roterende værktøjer, i drejecentre. For at opnå dette blev Y-akse-dreje-/fræsemaskiner introduceret i slutningen af 1990'erne. Idéen var oprindeligt bare at gøre det muligt at drive en planfræser, et bor eller en gevindtap i en eller flere værktøjspositioner i revolveren for at fjerne begrænsningerne af polar interpolation og de dermed forbundne programmeringsproblemer.

Men de første enkelte typer live-værktøjer i drejecentre havde store begrænsninger. Fordi de roterende værktøjer i de fleste maskindesigns bare blev tilføjet til revolveren, kunne de kun fremføres i de samme to bevægelsesakser som drejeværktøjerne, dvs. på X- og Z-aksen. Det medførte, at ethvert emnelement, der ikke forløber parallelt eller vinkelret til spindlens centerlinje, eller som sidder langs emnets centerlinje, ikke var inden for direkte rækkevidde af det roterende bor, fræsere eller tappet, der drives af revolveren.

For at forbedre rækkevidden blev der tilføjet et ekstra sæt føringer, der kan bevæge live-værktøjet på tværs af spindlens bane. Løsningen var her at montere live-værktøjerne på revolverens sider eller front ved at installere Y-akseføringer på en skrå vange eller ved at bruge et uafhængigt fræsehoved.

Både maskinproducenter og produktionsvirksomheder kunne hurtigt se fordelene ved denne løsning. Nu, omkring to årtier senere, er Y-aksen blevet standard i næsten alle multitask-maskiner og som ekstra option i mange nye drejecentre.

Ved at tilføje Y-aksen i et drejecenter opnås der en 90 gradersvinkelmellemdetrelinéære akser. Det er lidt på samme måde som i et 3-akset bearbejdningscenter, idet Z-aksen sædvanligvis er parallel med spindlens centerlinje i de fleste drejbænk-lignende værktøjsmaskiner. Mens X-aksen sikrer den almindelige tilspændingsbevægelse for stikdrejning, giver Y-aksen en vertikal dimension vinkelret på planet, der samlet set defineres af Z- og X-akserne.



Udfordringer ved afstikning

Afstikning er en afgørende del af enhver drejeproces, der omfatter afstikning. Afstikningen udgør kun en lille procentdel af den samlede skæretid, men det er normalt den sidste operation, før emnet er færdigt. Brud på afstikningsværktøjet kan nemt medføre maskinstop og kvalitetsproblemer, og i værst tænkelige tilfælde må emnet kasseres, og al værdi, der er tilføjet i de tidligere bearbejdningsstrin, går tabt. Derfor er producenterne ikke villige til at gå på nogen form for kompromis med processikkerheden i en afstikningsoperation.

Materialeomkostninger er en anden væsentlig faktor. Især ved bearbejdning af kostbare materialer som varmebestandige superlegeringer (HRSA) ansporer det i høj grad til at bruge de smallest mulige skær.

Disse faktorer medfører, at der stilles to diametralt modsatte krav til afstikningsværktøjer: De skal være så smalle og tynde som muligt for at minimere materialetab og optimere værktøjets rækkevidde til maksimale arbejdsdiametre. Men tynde værktøjer er ofte ret ustabile og har derfor tendens til vibrationer og højt støjniveau. Overfladekvalitet og måltolerancer, der ødelægges af vibration, er generelt uacceptable risici i afstikningsoperationer.

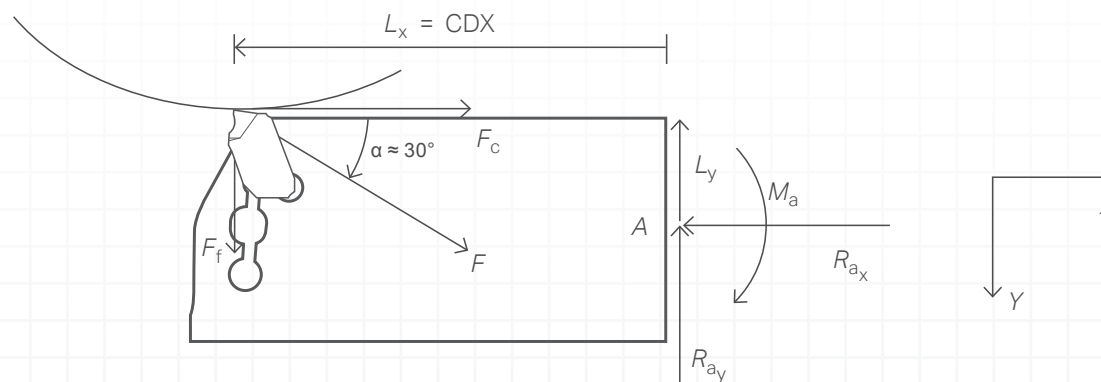
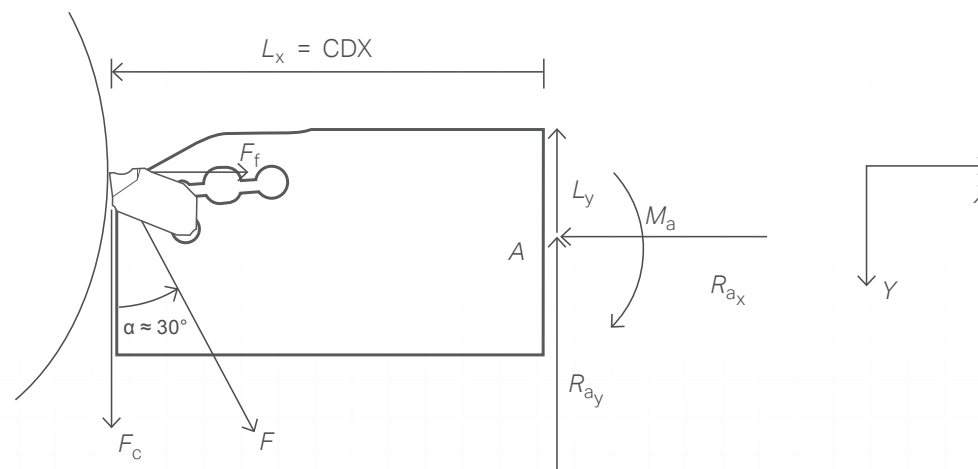


Y-akse-afstikning

Y-aksen har givet langt større muligheder for at bruge roterende værktøjer i multitask-maskiner og drejecentre, og denne mulighed har givet inspiration til en stor innovation i disse værktøjsmaskintypers oprindelige opgaver: Y-akse-afstikning. Dette nye afstikningsværktøj og den nye metode kan give markant forbedret produktivitet og processikkerhed i nærmest alle afstikningsoperationer.

Innovationen fra Sandvik Coromant, Y-akse-afstikning, er baseret på et ufatteligt enkelt princip. Mens almindelige afstikningsværktøjer er på linje med værktøjsmaskinens X-akse, er Y-akseværktøj bare drejet 90° mod uret, så det er på linje med Y-aksen.

I konfigurationen af almindelige afstikningsværktøjer føres det relativt lange og tynde skærende blad og holderen i en 90° vinkel ind i det roterende emne, og den største skærekraft genereres her af skærehastigheden, og resten af tilspændingsbevægelsen. Den deraf følgende kraftvektor føres diagonalt ind i værktøjet i en vinkel på ca. 30°, med andre ord på tværs af den næstsvageste del (kun bladets bredde er svagere). Denne svaghed modvirkes normalt ved at reducere bladets udhæng og øge dets højde. Ulempen ved begge disse løsninger er, at det kan reducere værktøjets brugbarhed.



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

Ved at dreje skærlejet 90 grader og bruge Y-aksen kan værktøjet skære langt ind i emnet, primært med fronten, og det får næsten den deraf følgende skærekraftvektor til at være på linje med bladets længdeakse.

FEM-analyser foretaget af Sandvik Coromants R&D-team bekræftede, at den bedre fordeling af kræfterne eliminerer kritiske spændinger, der er typiske for almindelige blade, og giver en mere end seks gange højere bøjningsstabilitet ved maksimal spåndybde (CDX) på 60 mm (2,36 tommer). Omvendt er tendensen til plastisk deformation og ustabilitet med Y-akse helt nede på en sjettedel sammenlignet med den deformation, der er typisk for almindelige afstikningsblade.



FEM

FEM er forkortelsen for Finit-Element-Metoden, der er en af de mest anvendte numeriske problemløsningsmetoder inden for teknik og matematisk fysik. Med hensyn til strukturel teknik er FEM-analysens primære styrke evnen til at formulere ekstremt komplekse problemer i et system af algebraiske ligninger. På dette grundlag bliver den overvældende opgave ved at foretage en strukturel analyse til et separat sæt ukendte, hvor der kan anvendes tilnærmede værdier for det område, der

skal analyseres. Mere konkret opdeles et stort problem i mindre og mere enkle dele, de såkaldte finitte elementer. På den måde kan komplekse geometrier fremstilles akkurat, der kan tages højde for uensartede materialer, og den samlede løsning kan fremstilles relativt nemt. I dette tilfælde var det en meget stor fordel, at det var muligt at medregne lokale deformationseffekter præcist.

Fordele ved Y-akse-afstikning

Den over 500 % forbedrede stivhed af bladet gør det muligt at anvende langt større tilspændingshastigheder og længere udhæng uden reduceret stabilitet, og det forbedrer værktøjets produktivitet tilsvarende. Derfor kan emner afstikkes tættere på subspindlen for at spare råmaterialer og forbedre operationens stabilitet. I stedet for afstikningsbladets og værktøjsholderens stivhed er det skæret, der nu er flaskehalsen i forsøget på at forbedre ydelsen i afstikningsoperationer.

Den generelle anbefaling for afstikning af stænger er at minimere udhænget (OH) eller bruge en letskærende geometri eller at reducere tilspændingen med et langt OH. En almindelig tærskelværdi for reduceret tilspænding er OH, der er over 1,5 gange bladets højde. Med Y-akseværktøjer kan der opnås længere udhæng uden at skulle bruge

mindre end optimale tilspændingshastigheder, skæregeometrier eller værktøjsdimensioner.

Som i alle drejeoperationer er det vigtigt at placere afstikningsværktøjets skærkant så tæt på emnets centerlinje som muligt for at undgå keredannelse eller brud på værktøjet. Afstikningsværktøjer skal indstilles med en tolerance på $\pm 0,1$ mm ($\pm 0,004$ tommer) i forhold til emnets centerlinje. Den almindelige anbefaling for lange udhæng er at indstille skærkanten til 0,1 mm (0,004 tommer) over centrum for at kompensere for nedbøjningen. På grundlag af den øgede stivhed og dermed reducerede nedbøjning er der med Y-akseværktøjer ikke behov for indstilling over midten, og derfor undgås de dermed forbundne ulemper som for tidligt skærbrud, og hurtigt fasslid, når der drejes frem til centrum.

Det kræver særlig omhu at måle værktøjslængden, for når det drejer sig om Y-akseværktøjer, er længden også bestemmende for centerhøjden. På den anden side kan det anses for at være en sikkerhedsfunktion i forhold til opspændingsfejl: fordi det altid er nødvendigt at måle længden, er det også et dobbeltcheck af centerhøjdens indstilling. Hvis skærkanten er svær at se, er der et måleplan for enden af værktøjet. Afstanden mellem måleplanet og skærkanten er markeret på Y-akseværktøjerne.

Andre fordele er lavere støjniveau, bedre overfladekvalitet og en mere pålidelig proces samt evnen til at afstikke større diametre end det, der p.t. er muligt.

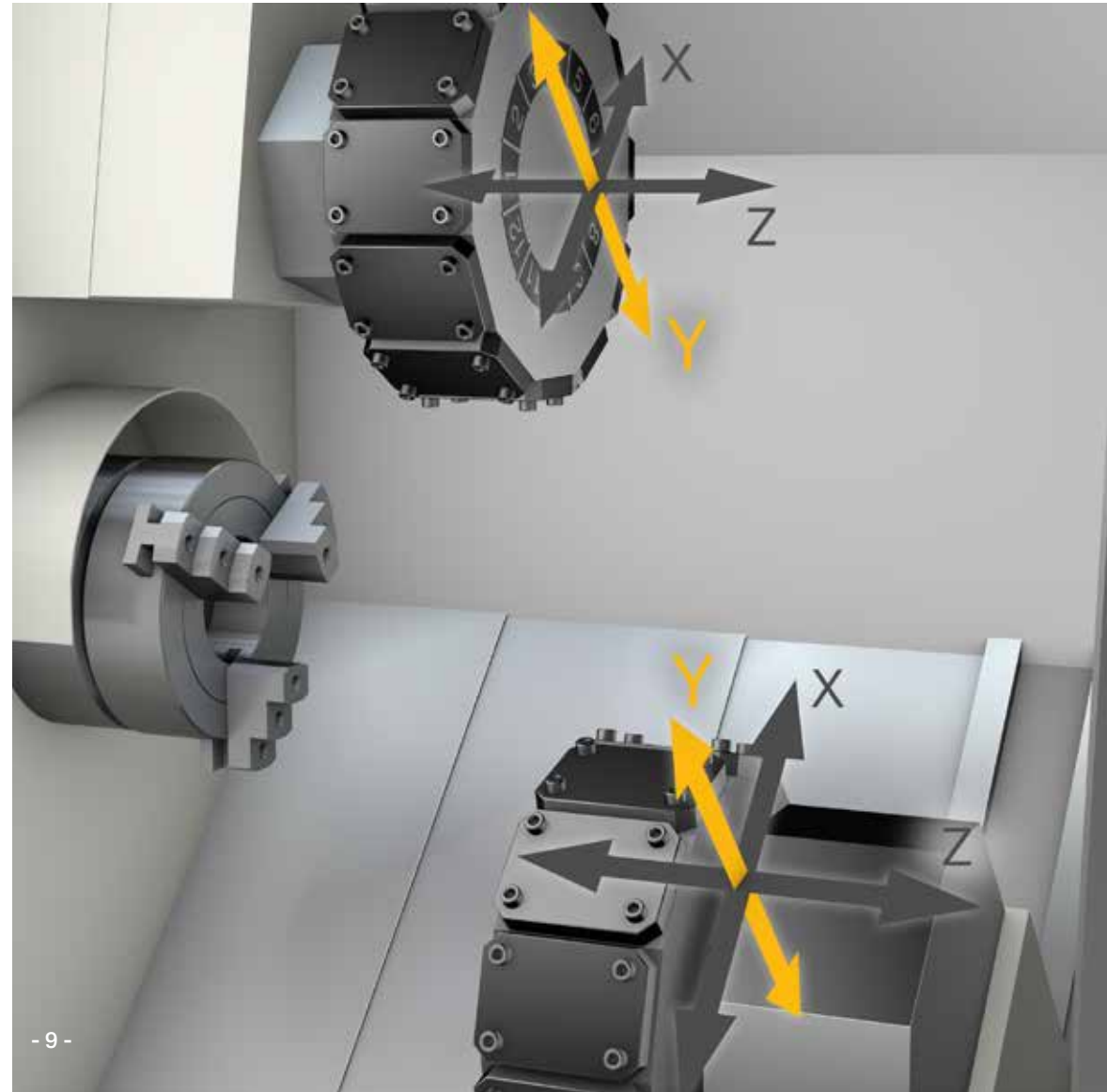
Kundecases: Almindelig afstikning vs. Y-akse-afstikning

Komponent	Materiale	Diameter, mm (tommer)	Tilspænding ved nuværende metode, mm/o. (in/o.)	Tilspænding ved Y-akse-afstikning, mm/o. (in/o.)	Produktivitetsstigning	Værktøjslevetid produktivitet
Magnetisk ventil	Rustfrit stål HB365	65 (2,56)	0,15 (0,006)	0,3 (0,012)	100 %	70%
Bolt	316L rustfrit stål	60 (2,36)	0,15 (0,006)	0,3 (0,012)	100 %	50 %
Kuglelejring	Kuglejestål	40 (1,57)	0,12 (0,005)	0,3 (0,012)	150 %	40 %
Pumpehus	Rustfrit stål HB365	55 (2,17)	0,12 (0,005)	0,3 (0,012)	150 %	± 0 %
Aerospace-blank	Inconel 718	180 (7,1)	Båndsav (20 min.)	0,15 (0,006)	550 %	Ikke vurderet

Maskinspecifikke aspekter ved Y-akse-afstikning

Drejecentre anvendes generelt til masseproduktion af stangmateriale, typisk med en diameter på 65 mm (2,56 tommer), og i denne slags bearbejdning er de største fordele ved Y-akse-afstikning den forbedrede produktivitet og overfladekvalitet. Mulighederne for at optimere kvaliteten kan også være interessante, da afstikning typisk er det sidste trin i bearbejdningen af en komponent. Det er desuden muligt at forbedre bearbejdningsekonomien ved at reducere afstikningsbredden.

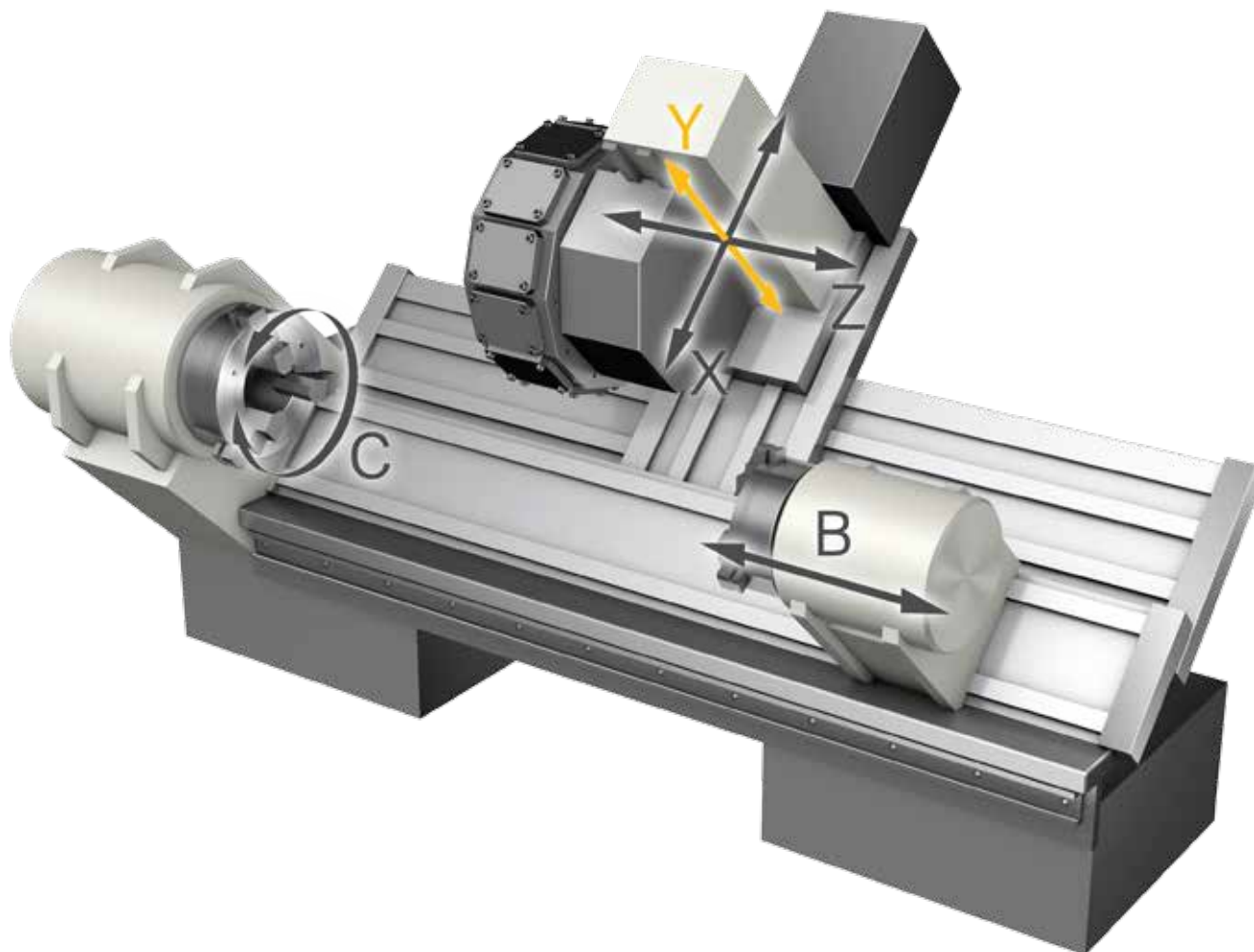
I multitask-maskiner giver Y-akse-afstikningsblade primært bedre adgangsforhold og mulighed for at bearbejde større diametre. En forprøve bekræftede, at udhænget øges med 50 % ved skæring af en almindelig stang med en diameter på 120 mm med maksimal tilspænding af skæret. Der er opnået 300 % større produktivitet uden problemer med processikkerheden. I en kundetestcase erstattede Y-akse-afstikning båndsavning af Inconel-stænger med en diameter på 180 mm, og det gav en markant produktivetsforbedring takket være den langt kortere bearbejdningstid.



I en typisk maskine med skråvanger danner X-aksen en opadskrånende del frem mod maskinens front med spindler i den ene eller begge ender af den skrå vange, og X-aksens vandring er normalt væsentligt længere end Y-aksens vandring. Der skal tages højde for de deraf følgende begrænsninger af arbejdsområdet, når man overvejer, hvor brugbar Y-akse-afstikning er til en bestemt komponent.

I en multitask-maskine, der nærmest kan karakteriseres som et bearbejdningscenter med drejefunktion, er de typiske værktøjsenheder, som Coromant Capto® C6 eller HSK63T bladadapter, ofte relativt lange for at give tilstrækkelig stor rækkevidde mellem hoved- og subspændepatronen. Det betyder, at den samlede værktøjsopspænding er svag i X-retningen sammenlignet Y-aksens belastning, hvor skærekraft er rettet ind mod værktøjsmodulet og ind i maskinspindlen.

Tilsvarende gælder for mange drejecentre, der er udstyret med en drevet værktøjs-/fræsefunktion på Y-aksen. Typiske Y-akse-værktøjsenheder, er normalt baseret på en VDI-adapter eller en påboltet bladadapter til den maskintilpassede fastspændingsenhed (MACU), er lange og tynde, så de kan nå ind mellem hoved- og subspændepatronen og muliggøre afstikning tæt på spændepatronen. Resultatet er igen en svag værktøjsopspænding i X-retningen sammenlignet Y-aksens belastning, hvor skærekraften er rettet ind mod værktøjsmodulet og ind i revolveren. Y-akse-afstikning kan hjælpe med at fjerne begge disse problemer.

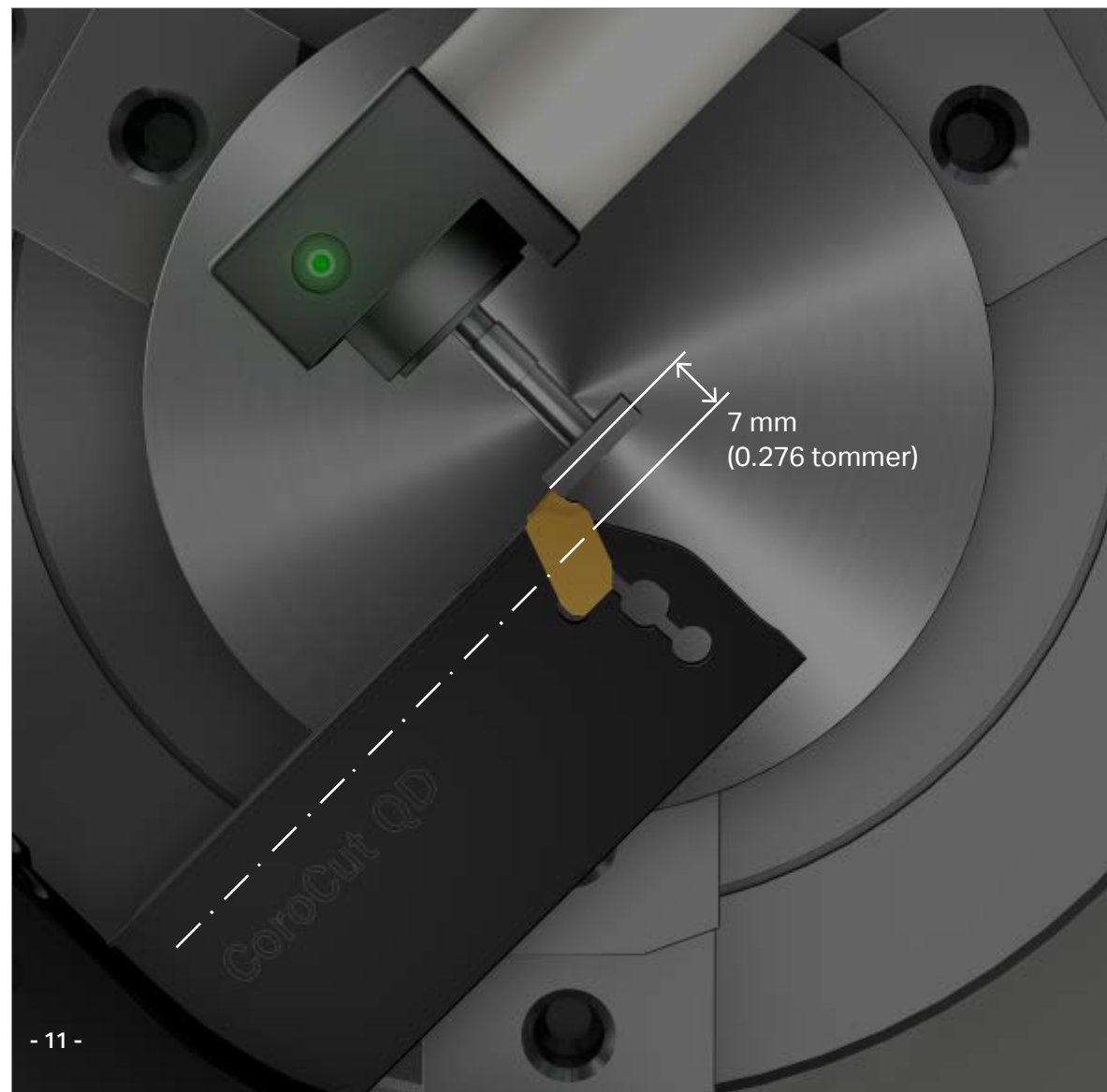


Sådan kommer du i gang

Investering i Y-akse-afstikning er først og fremmest en ændret tilgangen til afstikningsoperationer og de dermed forbundne arbejdsmetoder. Det giver mulighed for at udnytte maskiner med Y-akse langt mere. Alternativt er det en mulighed, der kan øge produktiviteten i afstikningsoperationer væsentligt i en ny maskine eller en modificeret proces-opsætning. Den største konkrete investering er i medarbejderressourcer og planlægning vedrørende programmering. Selve værktøjsbevægelsen er nem at programmere, men forskellige maskiner og styresystemer har forskellige parameterindstillinger, der skal ændres for at opnå konstant skærehastighed på Y-aksen. De nødvendige parameterindstillinger beskrives i CNC-styringsmanualen.

Med Y-akse-afstikning kan værktøjslageret også reduceres, fordi der er mindre behov for applikationstilpassede blade, og fordi de nye Y-akse-blade passer i standardadaptere og bruger CoroCut® QD standardskær.

Som en praktisk overvejelse bør det bemærkes, at skærkanten er 7 mm (0,276 tommer) over Y = 0-positionen ved montering i en standardbladadapter. Operatøren skal sikre, at dette fremspring er forskudt i CNC-programmet.



Investeringsbetingelser og forrentning

180 mm
(7 tommer)

maks. komponentdiameter

4-8 timer

programmeringstid

- Næsten alle multitask-maskiner og drejecentre udstyret med Y-akse og stangfremføring har mulighed for at bruge Y-akse-afstikning
- Førstevalg for afstikning i drejecentre og multitask-maskiner med Y-akse
- Primært til komponenter med stor diameter op til 180 mm (7 tommer) og til lange udhæng for at nå ind mellem hoved- og subspændepatronen
- Stort potentiale når emnet er fastspændt i begge ender – stor tidsbesparelse kan opnås, da der ikke kan udføres andre operationer under afstikning
- Praktisk talt ingen ekstra værktøjsomkostninger
- Det samme program kan bruges til alle komponenter – de nødvendige modifikationer kræver kun en engangsomkostning, der typisk er på ca. 4 til 8 programmeringstimer
- Potentiale for god forrentning takket være den meget lave førstegangsinvestering og potentiale for væsentligt forbedret produktiviteten med højere skæredata



Mere om CoroCut® QD
og Y-akse-afstikning

www.sandvik.coromant.com/corocutqd