A

Příloha A - plynulá návaznost bloků

Plynulost

Systémy CNC8x6 s procesorem v kazetě CPU04 (80486) a systémy řady CNC8x9 (DUAL) umožňují plynulé obrábění složitých tvarů, které jsou naprogramovány například pomocí velkého množství malých bloků. Pod pojmem **plynulost** rozumíme takovou vlastnost systému, když systém přejede bez poklesu rychlosti z jednoho bloku do následujícího pohybového bloku. Pro plynulý přejezd mezi bloky není nutnou podmínkou, aby bloky navazovaly na sebe tečně (směrnice pohybu obou bloků nemusí být shodné).

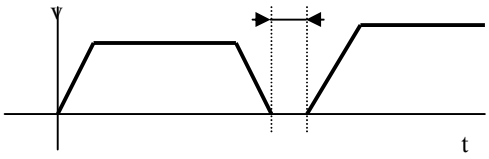
Obálková rychlost

Systémy řady CNC8x9 (DUAL) navíc umožňují pro řízení plynulosti použít tzv. „**obálkovou rychlost**“. Pod pojmem „obálková rychlost“ rozumíme takovou vlastnost systému, kdy systém jede **plynule** a přitom se snaží dosáhnout programovanou rychlost i v průběhu více bloků. Tím je umožněno, že i bloky o malé délce se jedou mnohonásobně větší rychlostí, než by se jelo bez řízení obálkové rychlosti. Z toho vyplývá, že systém musí předvídat a korigovat rychlost na základě určitých kritérií, které vyplynou v příštích blocích. Analýza kritérií z příštích bloků probíhá max. 500 bloků dopředu. Problematika obálkové rychlosti je rozebrána v této kapitole později.

V dalším textu budou rozebrány možnosti problematiky plynulosti.

Příloha A1 - napojování bloků bez plynulé návaznosti

Standardní režim v napojování bloků je volen funkcí **G98**. Jedná se o implicitní nastavení po zapnutí systému. V tomto případě se pohyb v každém bloku začíná a končí rampou. Strmost rozjezdové a dojezdové rampy je dána strojní konstantou R52.
V systému neprobíhá příprava dalšího bloku programu napřed, a proto vzniká mezi bloky určitá časová prodleva daná výkonností hardwarové sestavy systému.
Standardní režim napojování bloků není vhodné používat v obrábění s vyššími nároky na kvalitu povrchu.



G98

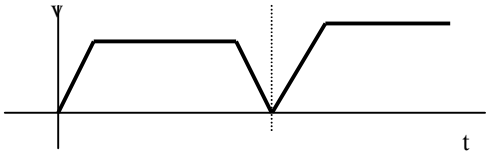
Příloha A2 - těsné napojování bloků

Těsné napojování bloků se zařadí pomocí kontinuální funkce **G24.** V tomto případě se z panelu systému vysílá následující blok do kazety (nebo do sekundárního procesoru v systémech CNC8x9-DUAL) už v průběhu předchozího bloku. Pohyb v každém bloku začíná a končí rampou a po ukončení dojezdové rampy systém čeká na dojetí minimální odchylky podle strojní konstanty R06 – R07. Když systém vyhodnotí dojetí minimální odchylky, okamžitě rozjede následující blok.
Podmínkou těsného napojování bloků je minimální doba trvání jednoho bloku. Pokud je dodržena minimální doba trvání bloku a je programována funkce G24, systém těsně napojí následující blok.

Minimální doby trvání pohybového bloku jsou pro těsné napojování bloků:

30 ms pro systémy řady CNC8x6
2 ms pro systémy řady CNC8x9

Plynulost pohybu v tomto případě ve velké míře závisí od dynamiky servopohonů a od strmosti rozjezdových a dojezdových ramp.



G24

Příloha A3 - ruční řízení plynulé návaznosti

Nutnou podmínkou ručního řízení plynulé návaznosti je nastavení 1.dekády strojní konstanty R97 na hodnotu **1.**
1.dekáda strojní konstanty R97:

0 …… přechod mezi bloky bez počítání zbytků (nepoužívat)
1 …… ruční řízení plynulé návaznosti funkcemi: G23 – G24
2 …… automatické rozpoznávání plynulé návaznosti

Plynulá návaznost bloků v ručním řízení se ovládá funkcemi **G23** a **G24**. Pohybové bloky s pracovním posuvem, ve kterých je programována funkce G23, navážou na sebe plynule. Znamená to, že systém v tomto případě nezařadí žádnou rampu a nečeká na dojezd minimální odchylky. Navíc systém rozpočítá zbytky poslední dráhy v taktu bloku rovnoměrně v několika přejezdových taktech, takže pokud není velký rozdíl v tečnách (směrnice pohybu obou bloků), bude přejezd bez změny rychlosti. Větší rozdíl v tečnách navazujících bloků se projeví určitou změnou rychlosti přejezdu, která však je malá a v tomto případě není vůbec důležitá. Obecně možno říci, že čím bude menší rozdíl v tečnách obou navazujících bloků, tím bude přechod plynulejší.

Nutnou podmínkou pro plynulou návaznost je dodržení minimální délky trvání bloku pro plynulou jízdu.

Minimální doby trvání bloku pro plynulou jízdu jsou:

60 ms pro systémy řady CNC8x6
4 ms pro systémy řady CNC8x9

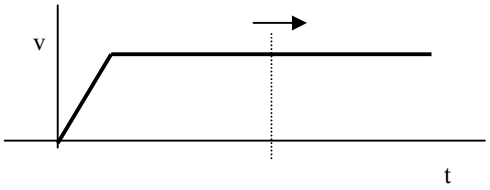
Systém při plynulé jízdě (bez aktivní obálkové rychlosti) kontroluje jen brzdnou dráhu následujícího bloku, to znamená, že v případě potřeby brzdí maximálně jeden blok předem. Proto je nutno ještě zabezpečit, aby nebylo

odvolání plynulé jízdy ve velmi krátkém bloku, který následuje po plynulých blocích s větší programovanou rychlostí.

V době, když systém řídí pohyb pomocí plynulé návaznosti, určuje zrychlení (rampu) strojní konstanta **R236**. Když se systém neřídí plynulou návazností a je programován pracovní posuv, určuje zrychlení strojní konstanta R52. Pro rychloposuv se uplatní strojní konstanta R237.

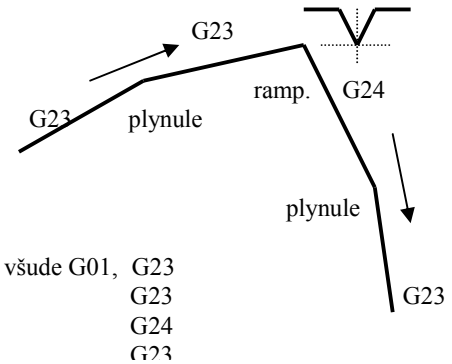
Vyhodnocení plynulé návaznosti ve dvou po sobě následujících blocích:

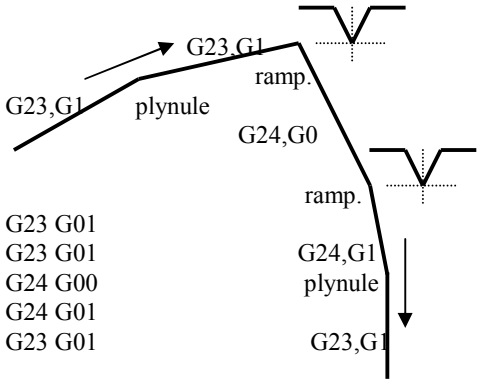
Blok n-1	Blok n	Znak plynulosti	Popis plynulosti
G24	**G24**		Není plynulá návaznost
G23	**G24**		Není plynulá návaznost
G24	**G23** (G01,G02,G03)		Je plynulá návaznost
G23	**G23**		Je plynulá návaznost



G23

Příklady použití ručního řízení plynulé návaznosti bloků:





Příloha A4 - automatické rozpoznávání plynulé návaznosti

Nutnou podmínkou automatického řízení plynulé návaznosti je nastavení 1.dekády strojní konstanty R97 na hodnotu **2.** V současné verzi software je možno automatické rozpoznávání využít pro první 3 souřadnice.

Automatické rozpoznávání plynulé návaznosti bloků se zařadí pomocí funkce **G23.** Když je 1. dekáda strojní konstanty R97 nastavena na hodnotu 2, má funkce G23 jiný význam, než tomu bylo v ručním řízení plynulé návaznosti. V tomto případě **systém sám rozpoznává možnost plynulé návaznosti** a sám ji také řadí a vyřazuje. Ve většině případů postačí, když bude na začátku programu uvedena funkce G23, která je kontinuální a bude platit pro celý program. V dalším textu bude pojednáno o tom, jaké kritéria při rozpoznávání systém použije.

Automatické rozpoznávání plynulé návaznosti se ruší pomocí funkce **G24.** V tomto případě systém úplně vyřadí plynulou návaznost (i s automatickým rozpoznáváním) a bude řídit pohyb v těsném napojování bloků se zařazením rozjezdových a dojezdových ramp. Platí všechno, co bylo napsáno v části „Těsné napojování bloků.“ (Funkce G24 se při automatickém rozpoznávání používá jen výjimečně.)

G23 ….. Zařazení automatického rozpoznávání plynulé návaznosti, bude záviset na systému, zda rozpozná plynulé přejetí bloku.

G24 ….. Vyřazení plynulé návaznosti, systém řídí pohyb v těsném napojování bloků se zařazením rozjezdových a dojezdových ramp.
(Funkce se při automatickém rozpoznávání používá jen výjimečně.)

V případě, když systém rozpozná plynulou návaznost a zařadí ji, bloky na sebe navážou plynule (podobně jako při G23 u ručního řízení plynulé návaznosti). Znamená to, že systém v tomto případě nezařadí žádnou rampu a nečeká na dojezd minimální odchylky. Navíc systém rozpočítá zbytky poslední dráhy v taktu bloku rovnoměrně v několika přejezdových taktech, takže pokud není velký rozdíl v tečnách (směrnice pohybu obou bloků), bude přejezd bez změny rychlosti. Větší rozdíl v tečnách navazujících bloků se projeví určitou změnou rychlosti přejezdu, která však je malá a v tomto případě není vůbec důležitá. Obecně možno říci, že čím bude menší rozdíl v tečnách obou navazujících bloků, tím bude přechod plynulejší.

Nutnou podmínkou pro plynulou návaznost je dodržení minimální délky trvání bloku pro plynulou jízdu.

Minimální doby trvání bloku pro plynulou jízdu jsou:

60 ms pro systémy řady CNC8x6
4 ms pro systémy řady CNC8x9

Systém při plynulé jízdě (bez aktivní obálkové rychlosti) kontroluje jen brzdnou dráhu následujícího bloku, to znamená, že v případě potřeby **brzdí maximálně jeden blok předem**. Proto je nutno ještě zabezpečit, aby nebylo odvolání plynulé jízdy ve velmi krátkém bloku, který následuje po plynulých blocích s větší programovanou rychlostí. (Pokud se tento požadavek nedá zabezpečit, je potřeba aktivovat obálkovou rychlost.)

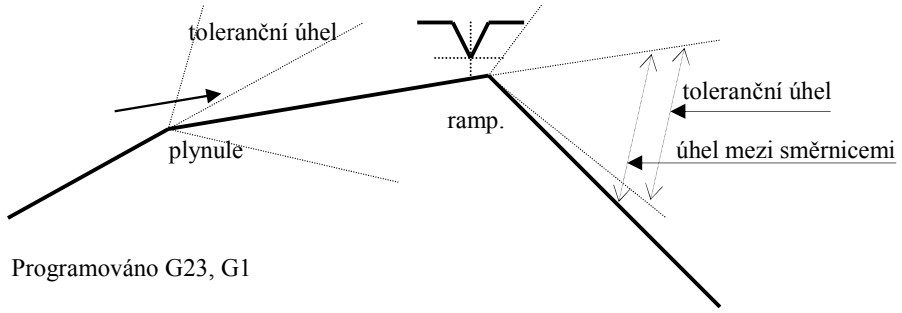
Toleranční úhel pro automatické rozpoznávání

Ve strojní konstantě **R39** je zadán toleranční úhel pro automatické rozpoznávání. Zadává se s přesností na tisíciny stupně, takže desetinná čárka je platná a údaj je ve stupních. Systém zjistí prostorový úhel mezi aktuálními směrnicemi pohybu v místě napojení bloků (úhel mezi tečnami pohybu) a porovná jej s tolerančním úhlem zadaným ve strojní konstantě R39. Pokud je úhel mezi směrnicemi pohybu menší než toleranční úhel, může dojít k plynulému napojení bloků. Systém zabrání plynulým přejezdům, když je programován rychloposuv G0.

V době, když systém řídí pohyb pomocí plynulé návaznosti, určuje zrychlení (rampu) strojní konstanta **R236**. Když se systém neřídí plynulou návazností a je programován pracovní posuv, určuje zrychlení strojní konstanta R52. Pro rychloposuv se uplatní strojní konstanta R237.

Nutné podmínky rozpoznávání o zařazení plynulé návaznosti

- Je programována G23 a 1.dekáda strojní konstanty R97 má hodnotu 2.
- Úhel mezi směrnicemi pohybu obou bloků je v toleranci.
- Předchozí i aktuální blok je pohybový a je programována jedna z funkcí G1, G2, G3.
- Délka trvání bloků není menší než minimální doba trvání bloku pro plynulou jízdu.



Příloha A5 – grafická diagnostika plynulé návaznosti

Diagnostika plynulé návaznosti slouží na zjišťování sporných míst v programu z hlediska plynulé jízdy. Pro účely diagnostiky plynulosti jsou v systému implementovány dva grafické formáty. Další popis je platný pro softwarové verze panelu 5.033 a 6.030 a vyšší.

Grafický náhled programu

Aktivace grafického programu se na systému povoluje v souboru **CNC836.KNF** v parametru **$57**, který musí být nastaven na hodnotu 2 (dva průchody).

Grafický náhled programu se aktivuje tlačítkem **GRAF** na panelu systému (nebo pomocí volby indikace WIN).
Po volbě programu v režimu AUT má tlačítko GRAF funkce, které se cyklicky obměňují po 3 stiscích:

Funkce grafického náhledu (tlačítko GRAF):

1.stisk tlačítka GRAF	Systém si zapamatuje aktuální stav formátů v režimu AUT a na pravé části obrazovky vykreslí **grafický náhled** na vyvolený program. Vykreslení se řídí strojní konstantou **R387**, kde se zadává počet bloků pro vykreslení. Pokud je konstanta R327 nulová, vykreslí se celý program (pokud má program například 1000000 bloků, může tak pokreslit celou obrazovku a tvar bude málo čitelný). Když je strojní konstanta R387 nastavena například na hodnotu 50000, vykreslí se jen prvních 50000 bloků programu. Při stisku tlačítka ENTER se obrazovka smaže a vykreslí se dalších 50000 bloků.	
2.stisk tlačítka GRAF	Zobrazí se zvláštní MENU, které patří pro grafický náhled programů. Pokud funkce které nabízí toto menu nepotřebujeme využít, pokračujeme na 3. stisk tlačítka GRAF.	
	LUPA	Po stisku se zobrazí naváděcí kříž, který pomocí kurzorových tlačítek navedeme na místo v grafu, které potřebujeme zvětšit. Tlačítkem ENTER se postupně přepíná režim zvětšování (ZOOM) a režim posouvání (SHIFT). Pro řízení zvětšování a posouvání slouží kurzorová tlačítka. Po 1.stlačení tlačítka LUPA se na grafickém průběhu zobrazí žluté a červené tečky na přechodu bloků. **Žlutá** tečka znamená plynulé přejetí bloků. **Červená** tečka symbolizuje porušení plynulé jízdy bloků.
	KOREKCE	Zobrazí dráhu s poloměrovou korekcí (ekvidistantu) modrou barvou.
	PLYNULOST	V blocích, kde je plynulost porušena, (červené tečky na přelomu bloků), se zobrazí odpovídající čísla bloků.
	ROVINA	Volba roviny zobrazení X-Y, X-Z, Y-Z (musí být odpovídajícím způsobem nastaveny strojní konstanty R340 a R341 pro korekční rovinu)
3.stisk tlačítka GRAF	Obnoví se původní stav formátů a původní MENU před 1. stiskem tlačítka GRAF.	

Pro sledování skutečného průběhu rychlosti možno využít formát **sledování průběhu rychlosti**. Pomocí volby indikace WIN se zvolí formát sledování průběhu rychlostí a zvolí se sledování bloků N (místo souřadnic X,Z,..). Po zkalibrování můžeme sledovat průběh výsledné prostorové rychlosti v reálném čase a pomocí bílých svislých čar jsou znázorněny jednotlivé bloky.

Příloha A6 - obálková rychlost s lineárním průběhem rychlosti

Systémy řady CNC8x9 (DUAL) od softwarové verze 40.10 panelu a 6.030 sekundárního procesoru, umožňují pro řízení plynulosti použít tzv. „**obálkovou rychlost**“. Pod pojmem „obálková rychlost“ rozumíme dynamické řízení rychlosti s analýzou příštích bloků, kdy systém jede **plynule** a přitom se snaží dosáhnout programovanou rychlost i v průběhu více bloků. Tím je umožněno, že i bloky o malé délce se jedou mnohonásobně větší rychlostí, než by se jelo bez řízení obálkové rychlosti. Z toho vyplývá, že systém musí předvídat a korigovat rychlost na základě určitých kritérií, které vyplynou v příštích blocích. Analýza kritérií z příštích bloků probíhá max. 500 bloků dopředu.

Obálková rychlost umožní na stroji používat **vysokorychlostní obrábění** i když je program sestaven z velkého množství malých bloků**.** Při vyšších rychlostech obrábění je potřeba kompenzovat regulační odchylku polohové vazby pro dosažení požadované přesnosti obrábění. Kompenzace regulační odchylky až na nulovou hodnotu a to i při dynamických stavech stroje umožní vhodné nastavení parametrů servosmyčky pro **feedforward** s derivací (viz Návod k programování PLC: Nastavování parametrů servopohonů , nebo strojní konstanty R356 - R381)

Příloha A6.1 – dynamické lineární řízení rychlosti s analýzou příštích bloků

Nutnou podmínkou je nastavení na dvouprůchodový záznam programu do paměti (v CNC836.KNF se nastaví $57 na hodnotu 2) a **2.**dekády strojní konstanty **R338** na hodnotu **1**.

Když se systém neřídí plynulou návazností a je programován pracovní posuv, určuje zrychlení (rampu) strojní konstanta **R52**. Pro rychloposuv se uplatní strojní konstanta **R237**.

V době, když systém řídí pohyb pomocí plynulé návaznosti, určuje zrychlení (rampu) strojní konstanta **R236**. Pokud je v konstantě R236 nulová hodnota, převezme se zrychlení pro plynulou návaznost z konstanty R52.

Přehled kritérií pro řízení rychlosti :

- **Změna zadané rychlosti**. Omezení rychlosti s dostatečným předstihem, pokud je v příštích blocích programovaná menší rychlost.

- **Konec plynulosti**. Konec úseku plynulého jetí, kdy prostorový úhel návaznosti dvou po sobě jdoucích bloků je větší než povolený limit. Například systém s předstihem brzdí při přechodu na jinou vrstevnici při prostorovém obrábění.

- **Kritéria pro kruhovou interpolaci**. Kritérium odstředivého zrychlení a přesnosti generace dráhy pro kruhovou interpolaci. Systém s předstihem omezí rychlost tak, aby byly dodrženy zadané parametry pro kruhovou interpolaci.

- **Dynamické kritérium**. Princip je založen na předpokladu, že soustava pohonů s celou mechanikou stroje má určité maximální povolené přetížení. Na základě programované rychlosti, úhlu návaznosti bloků a délky bloků se rychlost koriguje s dostatečným předstihem tak, aby nebylo toto maximální povolené přetížení překročeno.

- **Kritérium přesnosti**. Systém na základě programované rychlosti a úhlu návaznosti bloků s dostatečným předstihem omezuje rychlost tak, aby byla odchylka od ideální dráhy menší než zadaný limit.

- **Minimální doba trvání bloku**. Systém kontroluje skutečnou dobu trvání bloku a v případě potřeby s dostatečným předstihem omezí rychlost tak, aby doba trvání bloku byla větší nebo rovna minimální době trvání bloku pro plynulou jízdu (4 ms).

Příloha A6.2 - přehled parametrů pro aktivaci a činnost obálkové rychlosti

Parametr	Příklad	Popis
CNC836.KNF: $57 = 2	2	**Dva průchody záznamu programu.** Povolení dvouprůchodového záznamu programu do paměti při volbě programu. Druhý průchod záznamu umožní analýzu kritérií pro plynulou jízdu (kromě toho i grafické vykreslení dráhy s poloměrovou korekcí).
2. dekáda R338 = 1	1	**Obálková rychlost s lineárním průběhem rychlosti.** Předvídání pro korekci rychlosti max.500 bloků předem.
R39	60.000	**Toleranční úhel pro plynulou návaznost.** Konstanta udává úhel tečen v koncovém bodu předchozího bloku a aktuálního bloku. Pokud je programována funkce G23, je pracovní posuv, a úhel tečen je menší než zadaný limit, považuje se dráha za plynulou a může dojít jen ke korekcím rychlosti na základě dalších kritérií. Pokud je úhel tečen větší než zadaný limit, dojde k zpomalení na konci předchozího bloku až na nulovou rychlost (zkontrolování minimální odchylky) a k opětovnému rozjezdu v následujícím bloku. Velikost úhlu v R39 se doporučuje nastavit na větší hodnotu (například 60 stupňů), protože další kritéria korekce rychlosti mohou odpovídajícím způsobem přizpůsobit rychlost aktuálnímu úhlu návaznosti bloků, a celkový pohyb je pak plynulejší.
1. dekáda R97 = 2	2	**Automatické rozpoznání plynulé návaznosti.** Zařadí se pomocí funkce G23, kdy systém sám testuje prostorový úhel mezi směrnicemi v místě napojení bloků, porovnává jej s tolerančním úhlem zadaným ve strojní konstantě R39 a rozhoduje o plynulosti.
R236	400	**Zrychlení pro plynulou návaznost.** Konstanta R236 určuje zrychlení (rampu) v době, kdy systém řídí pohyb pomocí plynulé návaznosti. Když je v konstantě R236 nulová hodnota, zrychlení pro plynulou návaznost se převezme ze strojní konstanty R52. (Doporučuje se nastavit menší hodnotu alespoň o 100, než je nastavena v konstantě R52.)
1. až 4. dekáda R232	0000	**Geometrické kritérium pro kruhovou interpolaci.** Systém omezuje rychlost při kruhové interpolaci tak, aby odchylka od ideální kruhovitosti byla menší než limit. (Viz Příloha F – strojní konstanty systému CNC8x6 CNC8x9.)
5. až 8. dekáda R232	0040	**Dynamické kritérium pro kruhovou interpolaci.** Systém omezuje rychlost při kruhové interpolaci tak, aby nebylo překročeno maximální povolené přetížení stroje. (Viz Příloha F – strojní konstanty systému CNC8x6 CNC8x9.)
R382	0	**Délka bloku pro zrušení plynulé návaznosti.** Parametr R382 určuje limit délky bloku při plynulé návaznosti bloků G23. Když je délka bloku menší než zadaný limit, je na tomto místě plynulá návaznost přerušena. Znaménko mínus aktivaci limitu blokuje. Parametr se může uplatnit pro obálkovou rychlost, kdy zrušení plynulé jízdy pro velmi malé bloky může mít optimálnější časový průběh.

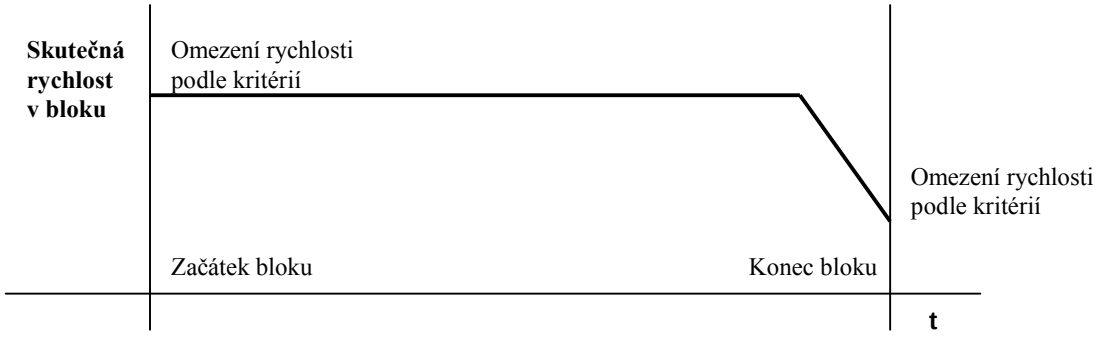
R383	0.005	**Délka bloku při plynulé návaznosti pro vynechání bloku.** Když je délka bloku menší než zadaný limit, je tento blok přidružen k sousednímu bloku. Znaménko mínus aktivaci limitu blokuje. Parametr se může uplatnit pro obálkovou rychlost, kdy vynechání velmi malých bloků zbytečně nezpomaluje obrábění. Velmi malé bloky (několik mikrometrů) mohou být generovány některými návrhovými programy CAD. Přidružení bloků je povoleno jen pro lineární pohyb a jen tehdy, když v bloku nejsou programovány žádné technologické funkce. Nesmí být programována změna rychlosti a také nesmí být programována funkce G91.
1. až 4. dekáda R384	0.008	**Omezení rychlosti – kritérium přesnosti.** Systém omezuje rychlost při plynulé návaznosti a při aktivní obálkové rychlosti tak, aby byla odchylka od ideální dráhy menší než zadaný limit v parametru R384. Hodnota se zadává v mikrometrech. Maximální rychlost z hlediska požadované přesnosti je závislá na úhlu návaznosti sousedních bloků. (Viz dále.)
5. až 6. dekáda R384	20	**Procento poklesu rychlosti pro grafický náhled.** Grafický náhled programu je možno využít pro diagnostiku plynulosti. Po 1.stlačení tlačítka LUPA se na grafickém průběhu zobrazí žluté a červené tečky na přechodu bloků. **Žlutá** tečka znamená plynulé přejetí bloků. **Červená** tečka symbolizuje pokles rychlosti pod procento z programované rychlosti, které se zadává v 5. až 6. dekádě R384. Například pro hodnotu 20 se na grafice objeví červené tečky při poklesu rychlosti pod 20 procent z programované rychlosti.
1. až 7. dekáda R385	10.000	**Omezení rychlosti – dynamické kritérium.** Systém omezuje rychlost při plynulé návaznosti a při aktivní obálkové rychlosti tak, aby nebylo překročeno povolené přetížení stroje zadáno v parametru R385. Hodnota se zadává v mm/s^2. Maximální rychlost z hlediska požadovaného přetížení je závislá na úhlu návaznosti sousedních bloků. Nastavení parametru úzce souvisí s dynamikou pohonů. Princip je založen na předpokladu, že soustava pohonů s celou mechanikou stroje má určité maximální povolené přetížení a systém omezí rychlost tak, aby nebylo překročeno. (Viz dále.)
8. dekáda R385	1	**Korekce dynamického kritéria na délku bloku.** V osmé dekádě parametru R385 se může aktivovat korekce kritéria přetížení na délku bloku, přitom pro správnou funkci je nutno zadat hodnotu podle použité délky bloků při nastavování dynamického kritéria (referenční délka): 0 Korekce dynamického kritéria není aktivována 1 Referenční délka bloku je 1 mm 2 Referenční délka bloku je 0.5 mm 3 Referenční délka bloku je 0.1 mm 4 Referenční délka bloku je 0.05 mm

R386	10.000	**Délka bloku pro nárůst rychlosti.** Pokud je délka bloku menší než zadaný limit ve strojní konstantě R386, systém zachová v rámci bloku rychlosti vypočtené z dynamického kritéria a kritéria přesnosti na začátku a na konci bloku. Systém zachová přechodové rychlosti v celém bloku. Pro novější verze software (6.211,..) se doporučuje konstantu R386 nepoužívat a místo ní použít konstantu pro kritérium času pro nárůst rychlosti R395.
R387	50.000	**Počet bloků pro grafický náhled.** Vykreslení grafického náhledu se řídí strojní konstantou R387, kde se zadává počet bloků pro vykreslení. Pokud je konstanta R327 nulová, vykreslí se celý program (pokud má program například 1000000 bloků, může tak pokreslit celou obrazovku a tvar bude málo čitelný). Když je strojní konstanta R387 nastavena například na hodnotu 50000, vykreslí se jen prvních 50000 bloků programu. Při stisku tlačítka ENTER se obrazovka smaže a vykreslí se dalších 50000 bloků.
R395	0.500	**Kritérium času pro nárůst rychlosti** Pokud je čas výkonu bloku menší než zadaný limit ve strojní konstantě R395, systém zachová v rámci bloku rychlosti vypočtené z dynamického kritéria a kritéria přesnosti na začátku a na konci bloku. Čas se zadává v milisekundách. Pokud je čas výkonu bloku větší než zadaný limit v R395, je povolen nárůst rychlosti maximálně na programovanou rychlost a opětovný sestup rychlosti v rámci jednoho bloku. Systém proto zachová přechodové rychlosti vypočtené podle dynamického kritéria a kritéria přesnosti jen na začátku a na konci bloku. (Hodnota nula v R395 je základní nastavení na čas 0,5s.) Doporučujeme konstantu R386 pro délku bloku nepoužívat a nastavit ji například na hodnotu 100.000.

Příloha A6.3 – kritérium času pro nárůst rychlosti, parametr R395.

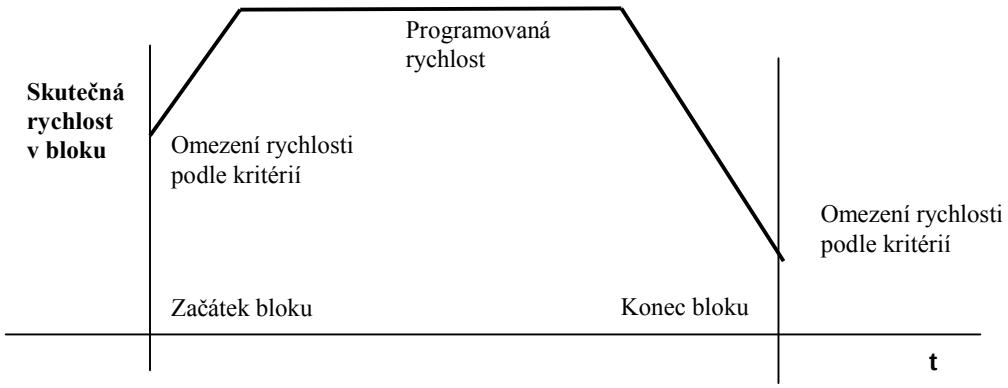
Pokud je čas výkonu bloku menší než zadaný limit ve strojní konstantě R395, systém zachová v rámci bloku rychlosti vypočtené z dynamického kritéria a kritéria přesnosti na začátku a na konci bloku. To může být nevýhodné v případě delších bloků, které jsou spojeny větším úhlem návaznosti, protože dodržení přechodových rychlostí podle nastavených kritérií bude platit pro celý blok. Delší bloky potom se projedou zbytečně pomalu.

Příklad zachování rychlosti v rámci bloku pro čas jetí bloku menší než limit v R395:



Pokud je čas výkonu bloku větší než zadaný limit v R395, je povolen nárůst rychlosti maximálně na programovanou rychlost a opětovný sestup rychlosti v rámci jednoho bloku. Systém proto zachová přechodové rychlosti vypočtené podle dynamického kritéria a kritéria přesnosti jen na začátku a na konci bloku. Vhodným nastavením konstanty R395 může dojít k podstatnému urychlení jetí programu.

Příklad pro povolený nárůst rychlosti v rámci bloku, když je čas jetí délku bloku větší než limit v R395:



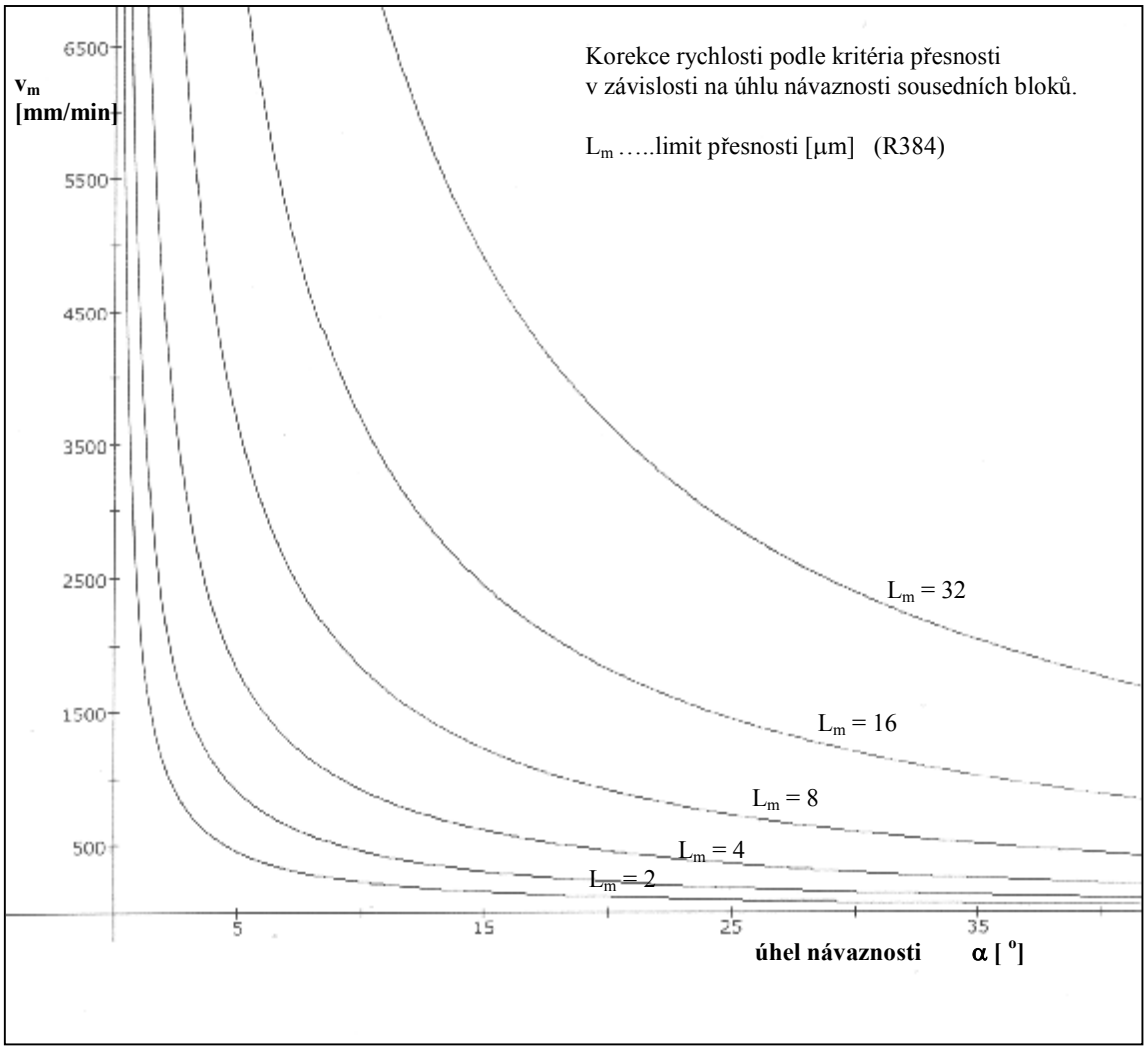
Příloha A6.4 - kritérium přesnosti, parametr R384

Systém omezuje s dostatečným předstihem rychlost při plynulé návaznosti a při aktivní obálkové rychlosti tak, aby byla odchylka od ideální dráhy menší než zadaný limit v parametru **R384**. Hodnota se zadává v mikrometrech.
Maximální povolena rychlost z hlediska požadované přesnosti je závislá na úhlu návaznosti sousedních bloků podle vztahu:

$$v_m = \frac{L_m}{T_s \cdot \tan(\alpha / 2)}$$

v_m	maximální povolená rychlost podle kritéria přesnosti
L_m	limit přesnosti zadaný ve strojní konstantě R384
T_s	takt interpolace
α	aktuální úhel návaznosti sousedních bloků

Parametr R384 je vhodné nastavovat podle typu obrábění (hrubování, přesné obrábění). Když se zadá hodnota nula, kritérium přesnosti není aktivováno. Pokud kritérium přesnosti není aktivováno nebo je v parametru R384 nastavena velká hodnota pro limit (50 mikronů), ve většině případů bude omezovat rychlost dynamické kritérium podle parametru R385, které je pro daný stroj pevně nastaveno a nemá se měnit.



Příloha A6.5 - dynamické kritérium, parametr R385

Systém s dostatečným předstihem omezuje rychlost při plynulé návaznosti a při aktivní obálkové rychlosti tak, aby nebylo překročeno povolené přetížení stroje zadáno v 1. až 7. dekádě parametru **R385**. Hodnota se zadává v mm/s^2.

Nastavení parametru úzce souvisí s dynamikou pohonů a s nastavenou hodnotou zesílení (Kv) u servosmyček Princip je založen na předpokladu, že soustava pohonů s celou mechanikou stroje má určité maximální povolené přetížení (zrychlení) a systém omezí rychlost tak, aby nebylo překročeno.

Maximální rychlost z hlediska požadovaného přetížení je závislá na délce bloků a úhlu návaznosti sousedních bloků podle vzorce:

$$v_m = \frac{a_m \cdot T_s}{2 \cdot \sin(\alpha / 2)}$$

v_m maximální povolená rychlost podle dynamického kritéria

a_m maximální povolené zrychlení zadané ve strojní konstantě R385

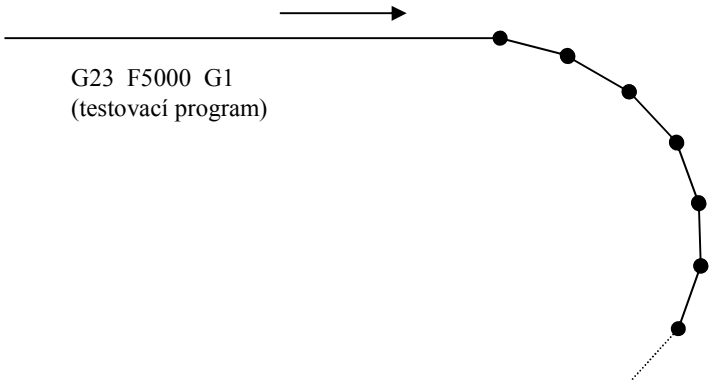
T_s takt interpolace

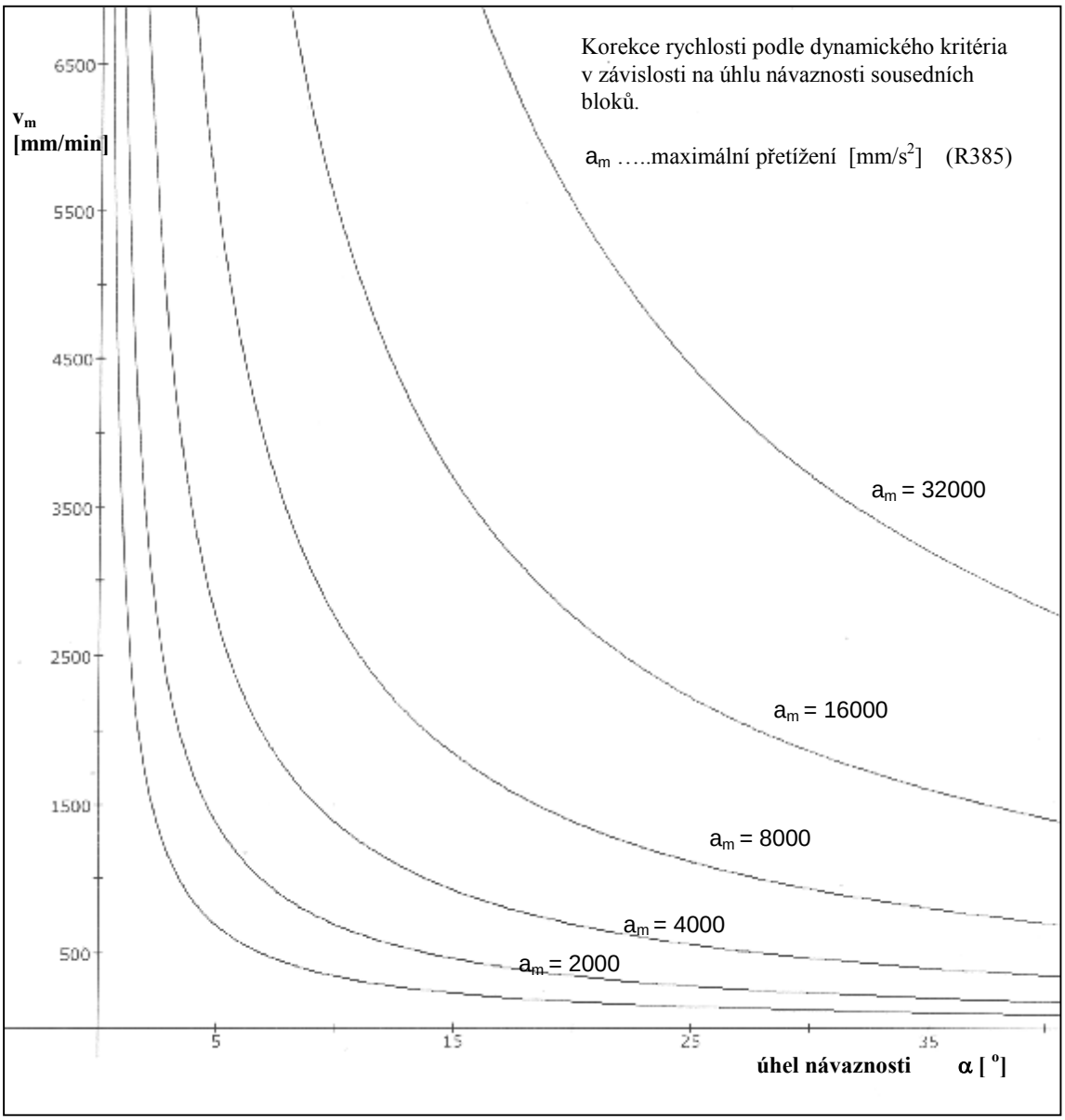
α aktuální úhel návaznosti sousedních bloků

Dynamické kritérium je vlastně parametr pro konkrétní stroj, a proto by se po nastavení neměl měnit. Při nastavování je vhodné sestavit testovací program, který je složen z malých bloků s lineárním pohybem o stejné délce. Délka bloků by měla odpovídat přibližně minimální délce bloků, které generuje vyšší návrhový systém CAD. Doporučuje se použít délku bloku z řady **1mm, 0.5mm, 0.1mm** nebo **0.05mm**, protože potom bude možné aktivovat korekci dynamického kritéria na délku bloku. Bloky by měly mezi sebou svírat vždy stejný úhel, například 10 stupňů. Celý testovací program by tak způsobil prudké otočení pohybu o 180 stupňů. Program musí obsahovat funkci G23 a rychlost, která bude typická pro obrábění na konkrétním stroji. Při projíždění testovacího programu postupně nastavujeme dynamické kritérium, například pomocí sledování odchylky polohy ve volbě indikace.

V osmé dekádě parametru R385 se může aktivovat korekce kritéria přetížení na délku bloku, přitom pro správnou funkci je nutno zadat hodnotu podle použité délky bloků při nastavování dynamického kritéria (referenční délka):

8. dekáda R385	**0**	Korekce dynamického kritéria není aktivována.
	1	Referenční délka bloků je 1 mm.
	2	Referenční délka bloků je 0.5 mm.
	3	Referenční délka bloků je 0.1 mm.
	4	Referenční délka bloků je 0.05 mm.


G23 F5000 G1
(testovací program)


Korekce rychlosti podle dynamického kritéria v závislosti na úhlu návaznosti sousedních bloků.
a_m …..maximální přetížení [mm/s^2] (R385)
v_m [mm/min]
6500
5500
4500
3500
2500
1500
500
5
15
25
35
a_m = 32000
a_m = 16000
a_m = 8000
a_m = 4000
a_m = 2000
úhel návaznosti α [°]

Příloha A7- obálková rychlost s parabolickým průběhem rychlosti

Systémy řady CNC8x9 (DUAL) od softwarové verze 40.28 panelu a 6.312 sekundárního procesoru, umožňují pro řízení plynulosti použít tzv. „**obálkovou rychlost s parabolickým průběhem rychlosti**“. Jedná se o dynamické řízení rychlosti s analýzou příštích bloků, kdy systém jede plynule a přitom se snaží dosáhnout programovanou rychlost i v průběhu více bloků s parabolickým časovým průběhem. Tím je umožněno, že i bloky o malé délce se jedou mnohonásobně větší rychlostí, než by se jelo bez řízení obálkové rychlosti. Z toho vyplývá, že systém musí předvídat a korigovat rychlost na základě určitých kritérií, které vyplynou v příštích blocích. Analýza kritérií z příštích bloků probíhá max. 500 bloků dopředu. Všechny změny rychlosti, i v průběhu plynulého jetí, mají parabolický časový průběh.

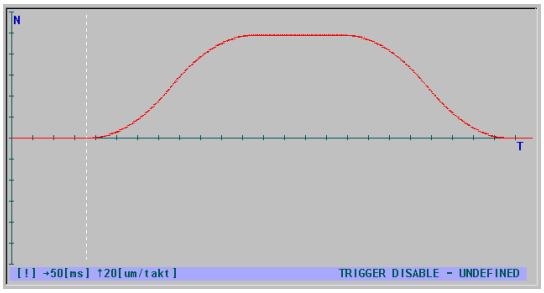
Obálková rychlost umožní na stroji používat **vysokorychlostní obrábění** i když je program sestaven z velkého množství malých bloků**.** Při vyšších rychlostech obrábění je potřeba kompenzovat regulační odchylku polohové vazby pro dosažení požadované přesnosti obrábění. Pro kompenzaci odchylky se používá regulační obvod s feedforwardem. Derivační složka feedforwardu má kompenzovat přejezdy i v dynamických stavech stroje. (viz Návod k programování PLC: Nastavování parametrů servopohonů nebo strojní konstanty R356 - R381)

Příloha A7.1 - parabolický průběh řízení rychlosti

Omezení nárůstu zrychlení (ryv) na lineární průběh, které se projeví parabolickým průběhem rychlosti. Impuls hnací síly v čase je mnohem menší než u lineárního průběhu rychlosti. Tím je menší i reakční síla působící přes pohon na rám stroje, což má za následek výrazné potlačení rezonančních kmitů stroje.

Pro nastavení tvaru časového průběhu rychlosti je potřeba zadat dva parametry:

- **Lineární rampa (A)** Popisuje úsek řízení, kdy se rychlost mění lineárně a zrychlení je konstantní
- **Parabolická rampa (P)** Popisuje úsek řízení, kdy se rychlost mění kvadraticky a zrychlení je lineární



Pro menší změny rychlosti se lineární průběh neuplatní, protože přímo navazuje jeden parabolický průběh na inverzní parabolický průběh. Při větších změnách rychlosti se mění parabolický průběh na lineární průběh rychlosti. Strmost lineárního průběhu je proto vlastně maximální povolenou strmostí nárůstu rychlosti. Správně nastavené parametry pro lineární a parabolickou rampu (A, P) je potřeba zkontrolovat na osciloskopu systému.

Čas potřebný pro dosažení rychlosti **F** je:

$$t = 1.478\sqrt{\frac{F}{p}}$$

```
T . . . . čas pro dosažení rychlosti [s]
F . . . . rychlost [mm/min]
P . . . . parabolická rampa (dle stroj.konstanty (10000))
```

Podmínka pro nastavení parametru lineární rampy **A** pro uplatnění lineární rampy:

$$a < \sqrt{\frac{F_{\max} p}{1966}}$$

```
A . . . . lineární rampa [mm/s²]
Fmax . . . maximální rychlost [mm/min]
P . . . . parabolická rampa (dle stroj.konstanty (10000))
```

Příloha A7.2 - dynamické parabolické řízení rychlosti s analýzou příštích bloků

Nutnou podmínkou je nastavení na dvouprůchodový záznam programu do paměti (v CNC836.KNF se nastaví $57 na hodnotu 2) a **2.**dekády strojní konstanty **R338** na hodnotu **2**.

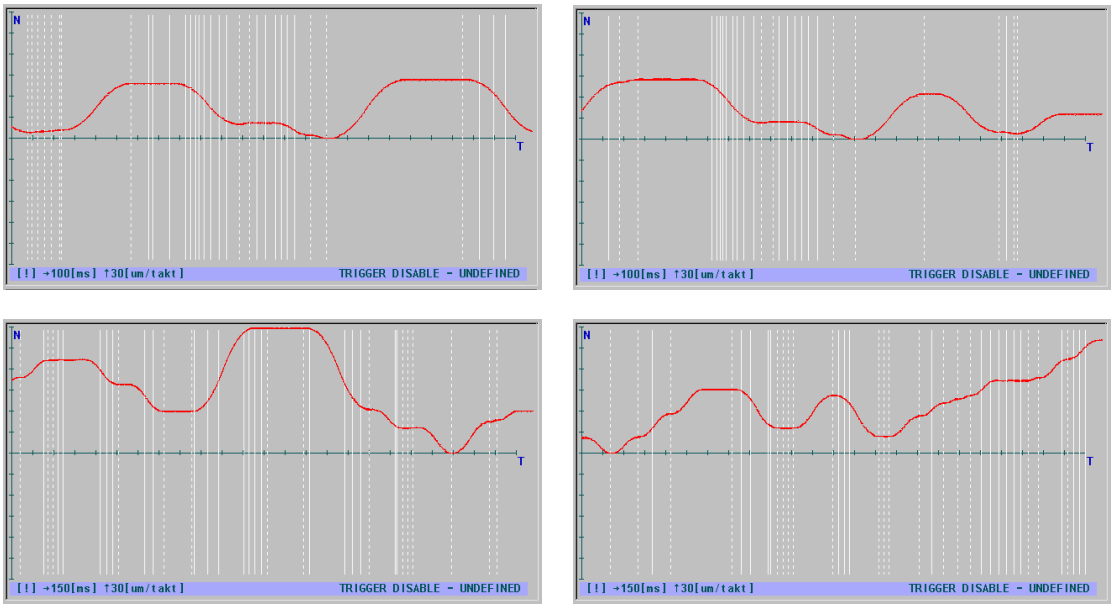
Systém analyzuje příští bloky partprogramu a na základě kritérií optimalizuje sjednocení bloků do větších částí (úseků), ve kterých určí časové funkce rychlosti s parabolickým průběhem. Tím je dosažen pokud možno optimální časový průběh rychlosti.

Pro nastavení všech hodnot pro řízení rychlosti a všech kritérií slouží čtyři sady parametrů pro řízení dynamiky (viz. dále). Další sada parametrů se uplatní pro rychloposuv a pro stop pohybu.

Přehled kritérií pro řízení rychlosti :

- **Změna zadané rychlosti**. Omezení rychlosti s dostatečným předstihem, pokud je v příštích blocích programovaná menší rychlost.
- **Konec plynulosti**. Konec úseku plynulého jetí, kdy prostorový úhel návaznosti dvou po sobě jdoucích bloků je větší než povolený limit. Například systém s předstihem brzdí při přechodu na jinou vrstevnici při prostorovém obrábění.
- **Kritéria pro kruhovou interpolaci**. Kritérium odstředivého zrychlení a přesnosti generace dráhy pro kruhovou interpolaci. Systém s předstihem omezí rychlost tak, aby byly dodrženy zadané parametry pro kruhovou interpolaci.
- **Dynamické kritérium**. Princip je založen na předpokladu, že soustava pohonů s celou mechanikou stroje má určité maximální povolené přetížení. Na základě programované rychlosti, úhlu návaznosti bloků a délky bloků se rychlost koriguje s dostatečným předstihem tak, aby nebylo toto maximální povolené přetížení překročeno.
- **Kritérium přesnosti**. Systém na základě programované rychlosti a úhlu návaznosti bloků s dostatečným předstihem omezuje rychlost tak, aby byla odchylka od ideální dráhy menší než zadaný limit.
- **Minimální doba trvání bloku**. Systém kontroluje skutečnou dobu trvání bloku a v případě potřeby s dostatečným předstihem omezí rychlost tak, aby doba trvání bloku byla větší nebo rovna minimální době trvání bloku pro plynulou jízdu (4 ms).

Příklady časových průběhů výsledné prostorové rychlosti obrábění (bílé čáry znázorňují předěly bloků):



Příloha A7.3- přehled parametrů pro aktivaci a činnost obálkové rychlosti

Parametr	Příklad	Popis
CNC836.KNF: $57 = 2	2	**Dva průchody záznamu programu.** Povolení dvouprůchodového záznamu programu do paměti při volbě programu. Druhý průchod záznamu umožní analýzu kritérií pro plynulou jízdu (kromě toho i grafické vykreslení dráhy s poloměrovou korekcí).
2. dekáda R338 = 2	2	**Obálková rychlost s parabolickým průběhem rychlosti.** Předvídání pro korekci rychlosti max.500 bloků předem.
R39	60.000	**Toleranční úhel pro plynulou návaznost.** Konstanta udává úhel tečen v koncovém bodu předchozího bloku a aktuálního bloku. Pokud je programována funkce G23, je pracovní posuv, a úhel tečen je menší než zadaný limit, považuje se dráha za plynulou a může dojít jen ke korekcím rychlosti na základě dalších kritérií. Pokud je úhel tečen větší než zadaný limit, dojde k zpomalení na konci předchozího bloku až na nulovou rychlost (zkontrolování minimální odchylky) a k opětovnému rozjezdu v následujícím bloku. Velikost úhlu v R39 se doporučuje nastavit na větší hodnotu (například 60 stupňů), protože další kritéria korekce rychlosti mohou odpovídajícím způsobem přizpůsobit rychlost aktuálnímu úhlu návaznosti bloků, a celkový pohyb je pak plynulejší.

1. dekáda R97 = 2	2	**Automatické rozpoznání plynulé návaznosti.** Zařadí se pomocí funkce G23, kdy systém sám testuje prostorový úhel mezi směrnicemi v místě napojení bloků, porovnává jej s tolerančním úhlem zadaným ve strojní konstantě R39 a rozhoduje o plynulosti.
R383	0.005	**Délka bloku při plynulé návaznosti pro vynechání bloku.** Když je délka bloku menší než zadaný limit, je tento blok přidružen k sousednímu bloku. Znaménko mínus aktivaci limitu blokuje. Parametr se může uplatnit pro obálkovou rychlost, kdy vynechání velmi malých bloků zbytečně nezpomaluje obrábění. Velmi malé bloky (několik mikrometrů) mohou být generovány některými návrhovými programy CAD. Přidružení bloků je povoleno jen pro lineární pohyb a jen tehdy, když v bloku nejsou programovány žádné technologické funkce. Nesmí být programována změna rychlosti a také nesmí být programována funkce G91.
R387	50.000	**Počet bloků pro grafický náhled.** Vykreslení grafického náhledu se řídí strojní konstantou R387, kde se zadává počet bloků pro vykreslení. Pokud je konstanta R327 nulová, vykreslí se celý program (pokud má program například 1000000 bloků, může tak pokreslit celou obrazovku a tvar bude málo čitelný). Když je strojní konstanta R387 nastavena například na hodnotu 50000, vykreslí se jen prvních 50000 bloků programu. Při stisku tlačítka ENTER se obrazovka smaže a vykreslí se dalších 50000 bloků.
R395	0.500	**Kritérium času pro nárůst rychlosti** Kritérium času slouží pro test, zda systém zachová v rámci bloku (úseku) rychlosti vypočtené z dynamického kritéria a kritéria přesnosti na začátku a na konci bloku nebo je povolen nárůst rychlosti maximálně na programovanou rychlost a opětovný sestup rychlosti v rámci jednoho bloku. Systém si předem připraví oba případy (s nárůstem rychlosti a bez nárůstu) a vypočte rozdíl dob trvání obou případů. Pokud je rozdíl dob trvání menší než zadaný limit v konstantě R395, neoplatí se v rámci bloku zrychlovat, systém proto zachová rychlosti v rámci bloku vypočtené z kritérií. Pokud je rozdíl dob výkonu bloků větší než zadaný limit v R395, je povolen nárůst rychlosti maximálně na programovanou rychlost a opětovný sestup rychlosti v rámci jednoho bloku. Systém proto zachová přechodové rychlosti vypočtené podle dynamického kritéria a kritéria přesnosti jen na začátku a na konci bloku. Čas se zadává v milisekundách.
R406 až R411		**1. sada pro dynamické řízení rychlosti** (popis jednotlivých sad následuje dále)
R412 až R417		**2. sada pro dynamické řízení rychlosti** (popis jednotlivých sad následuje dále)
R418 až R423		**3. sada pro dynamické řízení rychlosti** (popis jednotlivých sad následuje dále)
R424 až R429		**4. sada pro dynamické řízení rychlosti** (popis jednotlivých sad následuje dále)
R430 až R432		**Sada pro dynamické řízení rychlosti pro rychloposuv** (popis jednotlivých sad následuje dále)

R406 až R411 (1. sada pro dynamické řízení rychlosti)

Implicitní sada parametrů, která je platná po zapnutí stroje, nebo se uplatní naprogramováním funkce**: G23 I1**

První strojní konstanta sady je řídicím slovem, přitom 1.dekáda povoluje celou sadu a další dekády určují zda u následujících položek se jedná o přímé zadání hodnot nebo o nepřímé prostřednictvím parametrů. Další dvě konstanty určují parabolické a lineární zrychlení a další tři konstanty určují kritéria přesnosti, přetížení a odstředivého zrychlení.

	dekáda	hodnota	popis
R406	1. dekáda	0	Sady pro dynamické řízení rychlosti nejsou použity. Pro nastavení dynamiky průběhu rychlosti platí strojní konstanty R232, R236, R384 a R385
		1	Sady pro dynamické řízení rychlosti jsou použity. Pro nastavení dynamiky průběhu rychlosti platí strojní konstanty R406 až R457. Konstanty R232, R236, R384 a R385 jsou neúčinné.
	2. dekáda	0	Hodnota parabolického zrychlení **P** je přímo zadaná v konstantě **R407**.
		1	Hodnota parabolického zrychlení **P** je v parametru, přitom konstanta **R407** obsahuje odkaz na použitý parametr (00-94).
	3. dekáda	0	Hodnota lineárního zrychlení **A** je přímo zadaná v konstantě **R408**.
		1	Hodnota lineárního zrychlení **A** je v parametru, přitom konstanta **R408** obsahuje odkaz na použitý parametr (00-94).
	4. dekáda	0	Hodnota pro kritérium přesnosti je přímo zadaná v konstantě **R409**.
		1	Hodnota pro kritérium přesnosti je zadaná v parametru, přitom konstanta **R409** obsahuje odkaz na použitý parametr (00-94).
	5. dekáda	0	Hodnota pro kritérium přetížení je přímo zadaná v konstantě **R410**.
		1	Hodnota pro kritérium přetížení je zadaná v parametru, přitom konstanta **R410** obsahuje odkaz na použitý parametr (00-94).
	6. dekáda	0	Hodnota pro odstředivé zrychlení na kruhu je přímo zadaná v konstantě **R411**.
		1	Hodnota pro odstředivé zrychlení na kruhu je zadaná v parametru, přitom konstanta **R411** obsahuje odkaz na použitý parametr (00-94).
R407	1. až 7. dekáda	Např. 50.000	**Parabolické zrychlení (P)** (pokud není parametrické zadání). Hodnotu je nutno nastavit pomocí osciloskopu pro daný typ stroje. Pro běžné stroje se hodnota pohybuje v rozsahu 10.000 (pozvolná, malé stoupání paraboly) až 150.000 (strmé, velké stoupání paraboly).
	8. dekáda	0	Základní rozsah pro zadání parabolického zrychlení
		2	Rozsah zadání pro parabolické zrychlení je 100x menší. Používá se pro zadání velmi malých hodnot stoupání parabol. (Například systém pro vodní paprsek).
		3	Rozsah zadání pro parabolické zrychlení je 1000x menší (od 6.314).
R408	1. až 8. dekáda	Např. 0.600	**Lineární zrychlení (A)** (pokud není parametrické zadání). Význam konstanty je stejný jako u konstanty R236. Když stoupání paraboly dosáhne hodnoty zadané v této konstantě, plynule se parabolický průběh rychlosti změní na lineární. Jedná se o maximální změnu rychlosti , která bude pro danou sadu povolena. Pokud bude zadána příliš velká hodnota vzhledem k parabolickému zrychlení a vzhledem k maximální rychlosti, budou navazovat na sebe jen paraboly a lineární zrychlení se neuplatní.
R409	1. až 4. dekáda	Např. 0.008	**Kritérium přesnosti** (pokud není parametrické zadání).Význam je stejný jako u strojní konstanty **R384** (popsané v popisu parametrů pro lineární obálkovou rychlost) , která určuje omezení rychlosti na základě kritéria přesnosti vypočteného podle úhlu návaznosti sousedních bloků.
	5. až 6. dekáda	Např. 20	V 5. Až 6. dekádě se zadává procento poklesu rychlosti pro grafický náhled.

R410	1. až 7. dekáda	Např. 10.000	**Kritérium přetížení** (pokud není parametrické zadání).Význam je stejný jako u strojní konstanty **R385** (popsané v popisu parametrů pro lineární obálkovou rychlost), která určuje omezení rychlosti na základě kritéria přetížení vypočteného podle úhlu návaznosti sousedních bloků.
	8. dekáda	1,2,3,4	Korekce kritéria přetížení na aktuální délku bloku, podobně jako u R385.
R411	1. až 7. dekáda	Např. 200.000	**Kritérium odstředivého zrychlení pro kruhovou interpolaci** (pokud není parametrické zadání). Starší způsob zadání v procentech úměrnosti k odmocnině poloměru, když 8. dekáda konstanty je nulová. Význam zadání je stejný jako u konstanty R232, horní čtyři dekády (dynamické kritérium)
		Např. 4.000	Novější způsob zadání pomocí odstředivého zrychlení, když 8. dekáda konstanty je nastavena na hodnotu 1. Zadává se maximálně povolená hodnota odstředivého zrychlení na kruhu v $mm.s^{-2}$. Pro lepší nastavování se zadává hodnota zvětšená 10x.
	8. dekáda	0	Starší způsob zadání v procentech úměrnosti k odmocnině poloměru (R232).
		1	Novější způsob zadání pomocí odstředivého zrychlení.

R412 až R417 (2. sada pro dynamické řízení rychlosti)

Sada parametrů, která se uplatní po naprogramováním funkce**: G23 I2** nebo z PLC programu nastavením buňky **DYNAM_SET** na hodnotu **1**.

R412	Řídící slovo pro 2. sadu parametrů řízení rychlosti.
R413	**P** - parabolické zrychlení.
R414	**A** – lineární zrychlení.
R415	Kritérium přesnosti
R416	Kritérium přetížení
R417	Kritérium odstředivého zrychlení pro kruhovou interpolaci

Význam parametrů pro 2. sadu parametrů je stejný jako pro 1.sadu.

Pokud 1.dekáda konstanty R412 je nulová (sada není povolena) použije se 1. sada parametrů R406 až R411. V případě, že některý parametr sady nebude nastaven (bude mít nulovou hodnotu), také se použije odpovídající parametr z 1.sady.

R418 až R423 (3. sada pro dynamické řízení rychlosti)

Sada parametrů, která se uplatní po naprogramováním funkce**: G23 I3** nebo z PLC programu nastavením buňky **DYNAM_SET** na hodnotu **2**.

R418	Řídící slovo pro 3. sadu parametrů řízení rychlosti.
R419	**P** - parabolické zrychlení.
R420	**A** – lineární zrychlení.
R421	Kritérium přesnosti
R422	Kritérium přetížení
R423	Kritérium odstředivého zrychlení pro kruhovou interpolaci

Význam parametrů pro 3. sadu parametrů je stejný jako pro 1.sadu.

Pokud 1.dekáda konstanty R418 je nulová (sada není povolena), použije se 1. sada parametrů R406 až R411. V případě, že některý parametr sady nebude nastaven (bude mít nulovou hodnotu), také se použije odpovídající parametr z 1.sady.

R424 až R429 (4. sada pro dynamické řízení rychlosti)

Sada parametrů, která se uplatní po naprogramováním funkce**: G23 I4** nebo z PLC programu nastavením buňky **DYNAM_SET** na hodnotu 3.

R424	Řídící slovo pro 4. sadu parametrů řízení rychlosti.
R425	**P** - parabolické zrychlení.
R426	**A** – lineární zrychlení.
R427	Kritérium přesnosti
R428	Kritérium přetížení
R429	Kritérium odstředivého zrychlení pro kruhovou interpolaci

Význam parametrů pro 4. sadu parametrů je stejný jako pro 1.sadu.

Pokud 1.dekáda konstanty R424 je nulová (sada není povolena), použije se 1. sada parametrů R406 až R411. V případě, že některý parametr sady nebude nastaven (bude mít nulovou hodnotu), také se použije odpovídající parametr z 1.sady.

R430 až R432 (sada pro dynamické řízení rychlosti pro rychloposuv)

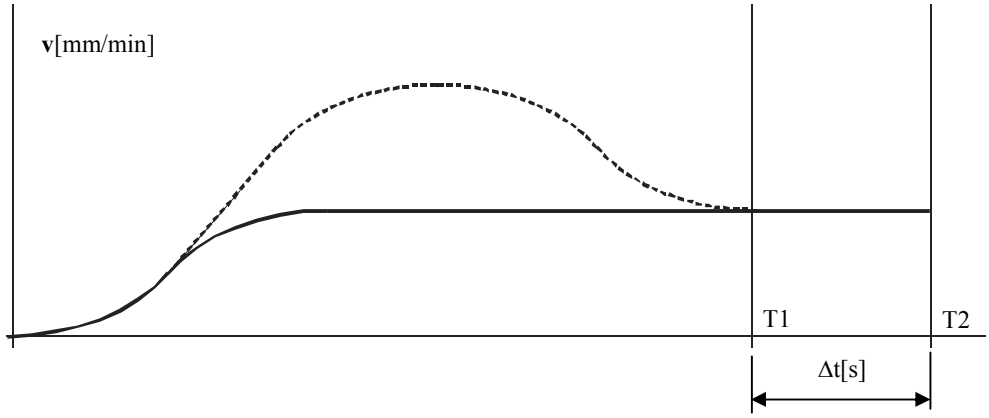
Sada parametrů, která se automaticky uplatní, když je programován rychloposuv**: G00** nebo při stopu.

R430	Řídící slovo pro sadu parametrů řízení rychlosti pro G00 a pro STOP.
R431	**P** - parabolické zrychlení.
R432	**A** – lineární zrychlení.

Význam parametrů pro 4. sadu parametrů je stejný jako pro 1.sadu.

Pokud 1.dekáda konstanty R430 je nulová (sada není povolena) použije se 1. sada parametrů R406 až R408. V případě, že některý parametr sady nebude nastaven (bude mít nulovou hodnotu), také se použije odpovídající parametr z 1.sady.

Příloha A7.4 – kritérium času pro nárůst rychlosti, parametr R395.

Kritérium času slouží pro test, zda systém zachová v rámci bloku (úseku) rychlosti vypočtené z dynamického kritéria a kritéria přesnosti na začátku a na konci bloku nebo je povolen nárůst rychlosti maximálně na programovanou rychlost a opětovný sestup rychlosti v rámci jednoho bloku. Systém si předem připraví oba případy (s nárůstem rychlosti a bez nárůstu) a vypočte rozdíl dob trvání obou případů. Pokud je rozdíl dob trvání menší než zadaný limit v konstantě R395, neoplatí se v rámci bloku zrychlovat, systém proto zachová rychlosti v rámci bloku vypočtené z kritérií.
Pokud je rozdíl dob výkonu bloků větší než zadaný limit v R395, je povolen nárůst rychlosti maximálně na programovanou rychlost a opětovný sestup rychlosti v rámci jednoho bloku. Systém proto zachová přechodové rychlosti vypočtené podle dynamického kritéria a kritéria přesnosti jen na začátku a na konci bloku.

Dva způsoby průběhu rychlosti v bloku (úseku):