



UNIVERSAL ROBOTS

PolyScope-manual



Version 3.5.0

Oversættelse af den originale vejledning (da)

Oplysningerne her er ejendom tilhørende Universal Robots A/S og må ikke reproducere, hverken delvis eller i sin helhed, uden forudgående skriftlig tilladelse fra Universal Robots A/S. Oplysningerne heri kan ændres uden varsel og må ikke udlægges som forpligtende for Universal Robots A/S. Denne vejledning gennemgås og revideres med mellemrum.

Universal Robots A/S påtager sig ikke noget ansvar for eventuelle fejl eller mangler i dette dokument.

Copyright © 2009–2017 ved Universal Robots A/S

Universal Robots-logoet er et registreret varemærke, der tilhører Universal Robots A/S.

Indhold

II	PolyScope-manual	II-1
10	Sikkerhedskonfiguration	II-3
10.1	Introduktion	II-3
10.2	Ændring af sikkerhedskonfigurationen	II-5
10.3	Sikkerhedssynkronisering og fejl	II-5
10.4	Tolerancer	II-6
10.5	Sikkerhedskontrolsum	II-6
10.6	Sikkerhedstilstande	II-7
10.7	Friløbstilstand	II-7
10.7.1	Tilbageløb	II-8
10.8	Låsning med adgangskode	II-8
10.9	Anvend	II-8
10.10	Generelle grænser	II-9
10.11	Ledgrænser	II-11
10.12	Grænser	II-13
10.12.1	Valg af en grænse til konfigurerings	II-13
10.12.2	3D-visning	II-14
10.12.3	Konfiguration af sikkerhedsplan	II-14
10.12.4	Konfiguration af værktøjsgrænser	II-18
10.13	Sikkerheds I/O	II-19
10.13.1	Indgangssignal	II-20
10.13.2	Udgangssignaler	II-21
11	Begynd programmering	II-23
11.1	Introduktion	II-23
11.2	Kom godt i gang	II-23
11.2.1	Installation af robotarmen og kontrollerskabet	II-24
11.2.2	Tænde og slukke kontrollerskabet	II-24
11.2.3	Tænde og slukke robotarmen	II-24
11.2.4	Quick Start	II-25
11.2.5	Det første program	II-25
11.3	PolyScope programmeringsgrænseflade	II-26
11.4	Velkomstskaerm	II-28
11.5	Initialiseringsskaerm	II-29
12	Skærmredigering	II-31
12.1	Udtryksredigering på skærm	II-31
12.2	Skærbilledet for positurredigering	II-31

13 Robotstyring	II-35
13.1 Bevæg-faneblad	II-35
13.1.1 Robot	II-35
13.1.2 Funktion og værktøjsposition	II-36
13.1.3 Bevæg værktøj	II-36
13.1.4 Bevæg leddene	II-36
13.1.5 Friløb	II-36
13.2 I/O-faneblad	II-37
13.3 MODBUS-klient I/O	II-38
13.4 Fanen AutoMove	II-39
13.5 Installation → Indlæs/Gem	II-40
13.6 Installation → TCP-konfiguration	II-41
13.6.1 Tilføjelse, ændring og fjernelse af TCP'er	II-41
13.6.2 Standard- og aktivt TCP	II-42
13.6.3 Programmering af TCP-position	II-42
13.6.4 Programmering af TCP-retning	II-43
13.6.5 Nyttelast	II-43
13.6.6 Tyngdepunkt	II-43
13.7 Installation → Montering	II-44
13.8 Installation → I/O opsætning	II-45
13.8.1 I/O-signaltype	II-46
13.8.2 Tildeling af brugerdefinerede navne	II-46
13.8.3 I/O-handler og I/O-fanekontrol	II-46
13.9 Installations→sikkerhed	II-47
13.10 Installations→variable	II-47
13.11 Installation → MODBUS-klient I/O-opsætning	II-48
13.12 Installations→funktioner	II-51
13.12.1 Brug af en funktion	II-53
13.12.2 Nyt punkt	II-54
13.12.3 Ny linje	II-54
13.12.4 Nyt plan	II-55
13.12.5 Eksempel: Manuel opdatering af en funktion for at tilpasse et program	II-56
13.12.6 Eksempel: Dynamisk opdatering af en funktionspositur	II-57
13.13 Opsætning af transportbåndssporing	II-58
13.14 Installation → Standardprogram	II-59
13.15 Fanen Log	II-61
13.16 Indlæsningsskærm	II-61
13.17 Fanen Kør	II-64
14 Programmering	II-65
14.1 Nyt program	II-65
14.2 Fanen Program	II-66
14.2.1 Programtræ	II-66
14.2.2 Indikering af programeksekvierung	II-67
14.2.3 Søgeknap	II-67
14.2.4 Knapperne Fortryd/Annuller fortryd	II-68
14.2.5 Instrumentbræt til programmer	II-68

14.3	Variable	II-69
14.4	Kommando: Tom	II-69
14.5	Kommando: Bevæg	II-70
14.6	Kommando: Fast viapunkt	II-73
14.7	Kommando: Relativt viapunkt	II-79
14.8	Kommando: Variabelt viapunkt	II-80
14.9	Kommando: Vent	II-81
14.10	Kommando: Indstilling	II-81
14.11	Kommando: Pop op	II-82
14.12	Kommando: Stop	II-83
14.13	Kommando: Kommentar	II-83
14.14	Kommando: Mappe	II-84
14.15	Kommando: Gentag	II-84
14.16	Kommando: Underprogram	II-85
14.17	Kommando: Tildeling	II-86
14.18	Kommando: Hvis	II-87
14.19	Kommando: Script	II-88
14.20	Kommando: Hændelse	II-89
14.21	Kommando: Tråd	II-90
14.22	Kommando: Knap	II-90
14.23	Kommando: Mønster	II-91
14.24	Kommando: Kraft	II-92
14.25	Kommando: Palletering	II-95
14.26	Kommando: Søg	II-96
14.27	Kommando: Transportbåndssporing	II-100
14.28	Kommando: Inaktiver	II-100
14.29	Fanen Grafik	II-100
14.30	Fanen Struktur	II-101
14.31	Fanen Variable	II-102
14.32	Kommando: Variabelinitialisering	II-103
15	Opsætningsskærm	II-105
15.1	Sprog og enheder	II-106
15.2	Opdater robot	II-107
15.3	Sæt adgangskode	II-108
15.4	Kalibrer skærm	II-109
15.5	Opsæt netværk	II-109
15.6	Indstil tid	II-110
15.7	Opsætning af URCaps	II-111

Del II

PolyScope-manual

10 Sikkerhedskonfiguration

10.1 Introduktion

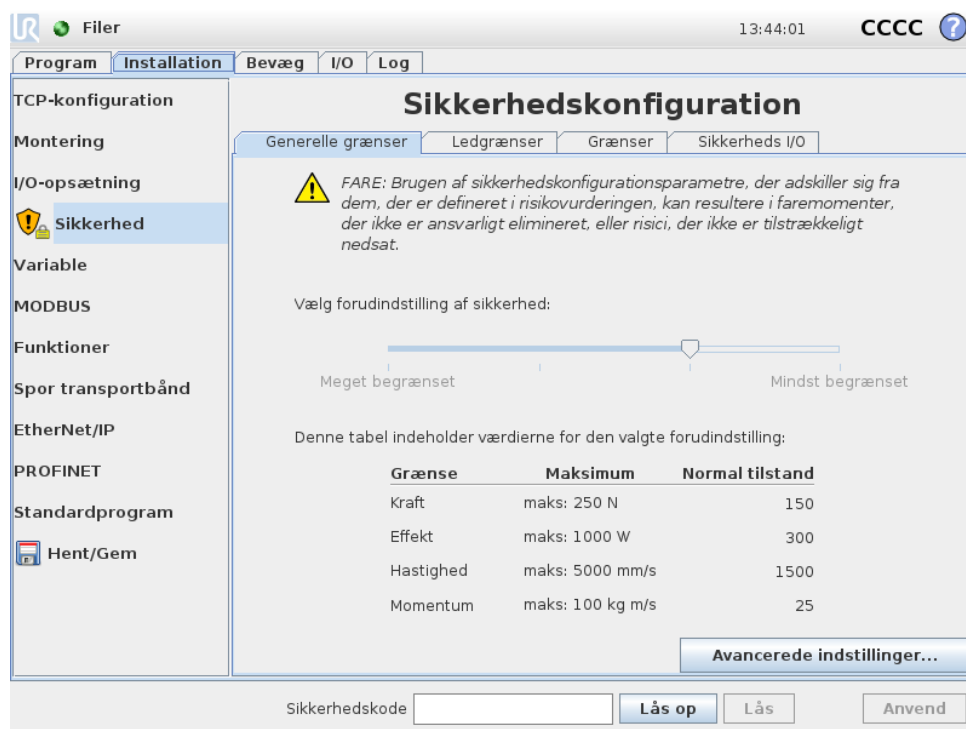
Robotten er udstyret med et avanceret sikkerhedssystem. Afhængigt af robotarbejdsområdets særlige egenskaber skal sikkerhedssystemet konfigureres til at garantere sikkerhed for alt personale og udstyr omkring robotten. Integratorens første opgave er at anvende de indstillinger, der er defineret af risikovurderingen. Se mere om sikkerhedssystemet i Installationsvejledning til hardware.



FARE:

1. Brugen og konfigurationen af sikkerhedsrelaterede funktioner og interfaces skal udføres i henhold til risikovurderingen, som integratoren udarbejder for det konkrete robotanlæg. Se Installationsvejledning til hardware.
2. Sikkerhedskonfigurationsindstillinger for opsætning og oplæring skal anvendes i henhold til risikovurderingen udarbejdet af integratoren, før robotarmen tændes for første gang.
3. Alle sikkerhedsindstillinger, der er tilgængelige på dette skærbillede og dets underfaner, skal indstilles i henhold til den af integratoren udarbejdede risikovurdering.
4. Integratoren skal sikre, at alle ændringer i sikkerhedskonfigurationsindstillingerne sker i overensstemmelse med integratorens egen risikovurdering.
5. Det er integratorens ansvar at hindre uautoriseret personale i at ændre sikkerhedskonfigurationen, fx vha. af adgangskodebeskyttelse.

Skærbilledet *Sikkerhedskonfiguration* kan åbnes i Velkomstskærbilledet (se 11.4) ved at trykke på knappen *Programmer robot*, vælge fanen *Installation* og banke på *Sikkerhed*. Sikkerhedskonfigurationen er beskyttet med adgangskode. Se 10.8.



Sikkerhedsindstillingerne består af et antal grænseværdier, der benyttes til at begrænse robotarmens bevægelser og sikkerhedsfunktionens indstillinger for de konfigurerbare input og output. De defineres i følgende underfaner i sikkerhedsskærm-billedet:

- Underfanen *Generelle grænser* definerer robotarmens maksimale *styrke, kraft, hastighed* og *momentum*. Når risikoen for at ramme en person eller kolidere med en del af sit miljø er særligt høj, skal disse indstillinger sættes på lave værdier. Hvis risikoen er lav, får højere generelle grænser robotten til at bevæge sig hurtigere og udøve mere kraft på sit miljø. Nærmere oplysninger findes i 10.10.
- Fanen *Ledgrænser* består af *ledhastigheds-* og *ledpositionsgrænser*. *Ledhastighedsgrænserne* definerer den højeste vinkelhastighed for de enkelte led og skal dermed begrænse hastigheden på robotarmen. *Ledpositionsgrænserne* definerer det tilladte positionsområde for de enkelte led (i ledfunktionsområde). Nærmere oplysninger findes i 10.11.
- Underfanen *grænser* definerer sikkerhedsplanerne (i det kartesiske rum) og en grænse for værktøjsretning for robot-TCP'et. Sikkerhedsplanerne kan konfigureres som hårde grænser for robot-TCP'ens position eller som udlødere til aktivering af *Reduceret* tilstandens sikkerhedsgrænser (se 10.6)). Grænsen for værktøjsretning sætter en hår grænse for robot-TCP'ens retning. Nærmere oplysninger findes i 10.12.
- Underfanen *Sikkerhed I/O* definerer sikkerhedsfunktionerne for de konfigurerbare indgang og udgange (se 13.2). For eksempel kan *Nødstop* konfigureres som en indgang. Nærmere oplysninger findes i 10.13.

10.2 Ændring af sikkerhedskonfigurationen

Sikkerhedskonfigurationsindstillingerne skal kun ændres i overensstemmelse med den af integratoren udarbejdede risikovurdering.

Den anbefalede fremgangsmåde til ændring af sikkerhedskonfigurationen er følgende:

1. Sørg for at ændringerne er i overensstemmelse med den af integratoren udarbejdede risikovurdering.
2. Justér sikkerhedsindstillingerne til det niveau, der er defineret af den af integratoren udarbejdede risikovurdering.
3. Bekræft at sikkerhedsindstillingerne er anvendt.
4. Sæt følgende tekst i operatørens manualer: "Før alle arbejder i nærheden af robotten skal det sikres, at sikkerhedskonfigurationen er som forventet. Dette kan for eksempel kontrolleres ved at inspicere kontrolsummen i øverste højre hjørne af PolyScope (se 10.5 i PolyScope-manual)."

10.3 Sikkerhedssynkronisering og fejl

Den anvendte sikkerhedskonfigurations tilstand sammenlignet med den robotinstallation, brugerfladen har indlæst, afbildes med skjoldikonet ved siden af teksten *Sikkerhed* i skærm billedets venstre side. Disse ikoner giver en hurtig visning af den aktuelle tilstand. De defineres som følger:



Konfiguration synkroniseret: Viser, at brugerfladens installation er identisk med den aktuelt anvendte sikkerhedskonfiguration. Ingen ændringer er foretaget.



Konfiguration ændret: Viser, at brugerfladens installation er forskellig fra den aktuelt anvendte sikkerhedskonfiguration.

Under redigering af sikkerhedskonfigurationen oplyser skjoldikonet om, hvorvidt de aktuelle indstillinger er anvendt.

Hvis nogen af tekstfelterne i fanen *Sikkerhed* indeholder ugyldige input, er sikkerhedskonfigurationen i en fejltilstand. Dette vises på flere måder:

1. Et rødt fejlikon vises ved siden af teksten *Sikkerhed* i skærmens venstre side.
2. Underfanerne med fejl er mærket med et rødt fejlikon øverst.
3. Tekstfelterne med fejl er mærket med en rød baggrund.

Hvis der er fejl tilstede, og der forsøges at navigere væk fra fanen *Installation*, vises en dialogboks med følgende valg:

1. Løs problemet, så alle fejl er fjernet. Dette vises når det røde fejlikon ikke længere vises ved siden af teksten *Sikkerhed* i skærmens venstre side.
2. Vend tilbage til den tidligere anvendte sikkerhedskonfiguration. Dette tilsidesætter alle ændringer og gør det muligt at fortsætte til næste ønskede destination.

Hvis der ikke er fejl, og det forsøges at navigere væk, vises en anden dialogboks med følgende valg:

1. Anvend ændringerne og genstart systemet. Dette vil anvende ændringerne i sikkerhedskonfigurationen og genstarte. Bemærk: Dette betyder ikke, at nogen ændringer er gemt. Hvis robotten på dette tidspunkt slukkes, mistes alle ændringer på robotinstallationen inklusive sikkerhedskonfigurationen.
2. Vend tilbage til den tidligere anvendte sikkerhedskonfiguration. Dette tilsidesætter alle ændringer og gør det muligt at fortsætte til ønskede valgte destination.

10.4 Tolerancer

Robotarmen bruger indbyggede tolerancer, der forhindrer sikkerhedsovertrædelser. En sikkerhedstolerance er forskellen mellem en sikkerhedsgrænse og en maksimal driftsværdi. For eksempel er den generelle hastighedstolerance -150mm/s . Det betyder, at hvis brugeren konfigurerer en hastighedsgrænse på 250mm/s , vil den maksimale driftshastighed være $250 - 150 = 100\text{mm/s}$. Sikkerhedstolerancer forhindrer overtrædelser på trods af udsving i programmets opførsel. Ved håndtering af tung last kan der for eksempel være situationer, hvor *robotarmen* kortvarigt skal arbejde over den normale maksimale driftshastighed for at følge en programmeret bane. Et eksempel på en sådan situation vises i figur 10.1.



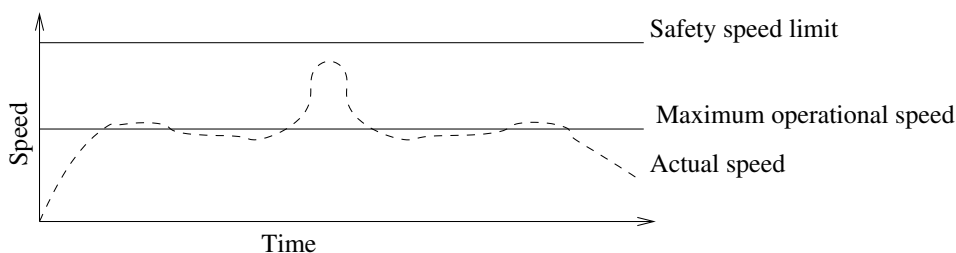
ADVARSEL:

En risikovurdering er altid nødvendig med anvendelse af grænseværdierne uden tolerancer.



ADVARSEL:

Tolerancerne er specifikke for softwareversionen. Opdatering af softwaren kan ændre tolerancerne. Se i versionsnoterne, om der er ændringer mellem versionerne.



Figur 10.1: Eksempel på sikkerhedstolerance.

10.5 Sikkerhedskontrolsum

Teksten i skærmens øverste højre hjørne giver en kortfattet gengivelse af den sikkerhedskonfiguration, der aktuelt bruges af robotten. Hvis teksten ændres, viser dette, at den aktuelle sikkerhedskonfiguration også er ændret. Ved at klikke på

kontrolsummen vises oplysningerne om den aktuelt aktive sikkerhedskonfiguration.

10.6 Sikkerhedstilstande

Under normale forhold (dvs. når der ikke er beskyttelsesstop trådt i kraft) fungerer sikkerhedssystemet i en af følgende *sikkerhedstilstande* der hver har et tilknyttet sæt af sikkerhedsgrænser:

Normal tilstand: Den sikkerhedstilstand, der er aktiv som standard

Reduceret tilstand: Aktiv, når robotens TCP er placeret uden for et *udløserreduceret tilstandsplan* (se 10.12), eller ved udløsning med et konfigurerbart input (se 10.13).

Gendannelsestilstand: Når robotarmen overtræder en af de andre tilstande (dvs. *normal* eller *reduceret* tilstand), og der er opstået et kategori 0-stop¹, starter robotarmen op i *gendannelsestilstand*. Denne tilstand gør det muligt for roboten at gå langsomt tilbage til det tilladte område ved hjælp af **fanen Bevæg** eller **Friløb**. Der kan ikke køres programmer til roboten i denne tilstand.



ADVARSEL:

Bemærk, at grænserne for *ledposition*, *TCP position* og *TCP-retning* deaktiveres i *gendannelsestilstand*, så vær forsigtig, når robotarmen flyttes tilbage inden for grænserne.

Underfanerne for skærbilledet *sikkerhedskonfiguration* gør brugeren i stand til at definere særskilte sæt af sikkerhedsgrænser for *normal* og *reduceret* tilstand. For værktøjer og led skal *reduceret* tilstands grænser for hastighed og bevægelsesenergi være mere restriktive end deres tilsvarende værdier i *normal* tilstand.

Hvis en sikkerhedsgrænse fra det aktive grænsesæt overtrædes, udfører robotarmen et kategori 0-stop. Hvis en aktiv sikkerhedsgrænse som en ledpositionsgrænse eller en sikkerhedsgrænse overtrædes allerede når robotarmen startes op, starter den op i *gendannelsestilstand*. Dette gør det muligt at flytte robotarmen tilbage inden for sikkerhedsgrænserne. I *gendannelsestilstand* begrænses robotarmens bevægelse med et fast grænsesæt der ikke kan brugerdefineres. Flere oplysninger om grænserne i *gendannelsestilstanden* findes i Installationsvejledning til hardware.

10.7 Friløbstilstand

Når robotarmen er i *friløbstilstand* (se 13.1.5), og dens bevægelser kommer tæt på visse grænser, vil brugeren kunne mærke en modstandskraft. Denne kraft genereres til grænser for robot-TCP'ens position og hastighed og leddenes position og hastighed.

Formålet med denne modstandskraft er at gøre brugeren opmærksom på, at den aktuelle position eller retning er tæt på en grænse, og at forhindre roboten i at overtræde denne grænse. Men hvis der lægges tilstrækkelig kraft på robotarmen af

¹i henhold til IEC 60204-1 (se ordliste for nærmere oplysninger)

brugeren, kan grænsen overskrides. Kraftens styrke øges i takt med, at robotarmen nærmer sig grænsen.

10.7.1 Tilbageløb

I tilstanden *Friløb* kan robotarmen flyttes med relativ lethed, da bremserne er sluppet. Under initialisering af robotarmen vil man se mindre vibrationer, når robotbremserne slippes. I nogle situationer - såsom når robotarmen er tæt på at kollideres - er disse rystelser uhensigtsmæssige. Her kan funktionen *Tilbageløb* anvendes til at tvinge visse led i en ønsket position, uden at alle robotarmens bremser slippes.

Sådan aktiveres *tilbageløb*:

1. Tryk på ON for at tilføre strøm til leddene. Robotens tilstand er sat til "Tomgang". Slip **ikke** bremserne (dvs. tryk ikke på START).
2. Hold knappen *Friløb* nede. Robotens tilstand ændres til "Tilbageløb".
3. Ledbremserne slippes kun i det led, der udsættes for et mærkbart pres, så længe knappen *Friløb* er aktiveret/trykket ned. Under *Tilbageløb* vil roboten føles tung at manipulere.

10.8 Låsning med adgangskode

Alle indstillinger i dette skærbillede låses, til den korrekte adgangskode (se 15.3) indtastes i det hvide tekstfelt nederst i skærmens bund, og knappen *Lås op* trykkes. Skærmen kan låses igen ved at klikke på *Låse*-knappen. Fanen *Sikkerhed* låses automatisk, når der navigeres væk fra sikkerhedskonfigurationsskærmen. Dette vises også med et låseikon ved siden af teksten *Sikkerhed* i skærmens venstre side. Et oplåsningssikon vises, når indstillingerne låses op.



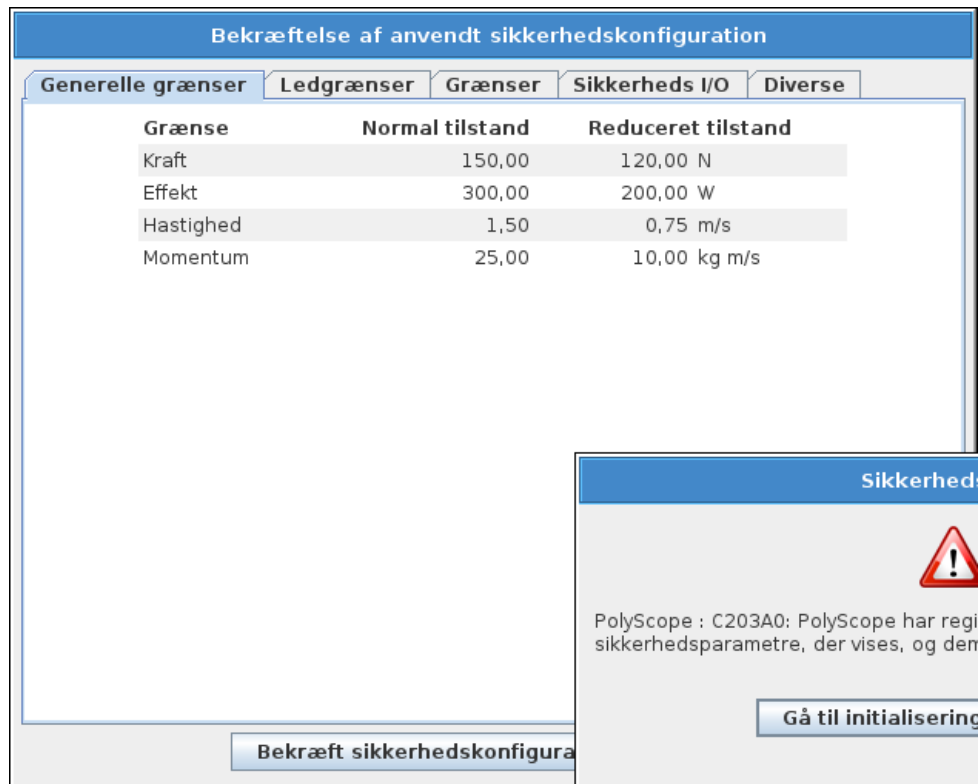
BEMÆRK:

Bemærk, at robotarmen slukkes, når sikkerhedskonfigurationsskærbilledet låses op.

10.9 Anvend

Ved oplåsning af sikkerhedskonfigurationen slukkes robotarmen, mens ændringerne foretages. Robotarmen kan ikke tændes, før ændringerne er anvendt eller ført tilbage, og en manuel start er udført i initialiseringsskærbilledet.

Alle ændringer i sikkerhedskonfigurationen skal anvendes eller tilbageføres, før der kan navigeres væk fra installationsfanen. Disse ændringer træder *ikke* i kraft, før knappen *Anvend* trykkes ned, og bekræftelsen er udført. Bekræftelsen kræver visuel eftersyn af de ændringer, der er udført på robotarmen. Af sikkerhedsgrunde angives de viste oplysninger i SI-enheder. Et eksempel på bekræftelsesdialogboksen vises nedenfor.



Ved bekræftelsen gemmes ændringerne desuden automatisk som en del af den aktuelle robotinstallation. Yderligere oplysninger om at gemme robotinstallationen findes i 13.5.

10.10 Generelle grænser

De generelle sikkerhedsgrenser skal begrænse den lineære hastighed for robotens TCP og den kraft, det må udøve på miljøet. De er sammensat af følgende værdier:

Kraft: En grænse for den maksimale kraft, som robotens TCP udøver på omgivelserne.

Effekt: En grænse for det maksimale mekaniske arbejde, der produceres af roboten på omgivelserne medregnet nyttelasten som en del af roboten og ikke af omgivelserne.

Hastighed: En grænse for den maksimale lineære hastighed for robotens TCP.

Momentum: En grænse for den maksimale bevægelsesmængde/kinetiske energi for robotarmen.

Der er to metoder til at konfigurere de generelle sikkerhedsgrenser i installationen. *Grundindstillinger* og *avancerede indstillinger*, der beskrives mere udtømmende i det følgende.

Definering af de generelle sikkerhedsgrenser definerer kun grænseværdierne for værktøjet og ikke de samlede grænser for robotarmen. Det vil sige, at selvom en hastighedsgrænse er angivet, garanterer dette *ikke*, at robotarmens andre dele vil overholde denne begrænsning.

I *friløbstilstand* (se 13.1.5), og når den aktuelle hastighed for robotens TCP er tæt på *hastighedsgrænsen*, vil brugeren kunne mærke en modstandskraft, der øges i styrke, i takt med at leddet nærmer sig grænsen. Kraften genereres, når den aktuelle hastighed er inden for cirka 250 mm/s fra grænsen.

Grundindstillinger Det første underpanel for generelle grænser, der vises som standardskærbilledet, har en skydekontakt med fire foruddefinerede værdisæt for styrke-, kraft-, hastighed- og momentumgrænser i både *normal* og *reduceret* tilstand.

De specifikke værdisæt er opstillet i brugerfladen. Foruddefinerede værdisæt er kun ment som forslag og erstatter ikke en grundig risikovurdering.

Skift til avancerede indstillinger Hvis *ingen* af de prædefinerede sæt af værdier er tilfredsstillende, kan der trykkes på knappen *Avancerede indstillinger* for at åbne skærbilledet med avancerede generelle indstillinger.

Avancerede indstillinger

Grænse	Maksimum	Normal tilstand	Reduceret tilstand	
Kraft	maks: 250 N	150	120	-25 N
Effekt	maks: 1000 W	300	200	-0 W
Hastighed	maks: 5000 mm/s	1500	750	-150 mm/s
Momentum	maks: 100 kg m/s	25	10	-3 kg m/s

Her kan hver enkelt af de generelle grænser beskrevet i 10.10 ændres uafhængigt af de andre. Dette sker ved at trykke på den tilsvarende tekstfelt og indtaste en ny værdi. Den højeste accepterede værdi for hver grænse vises i kolonnen med titlen *Maksimum*. Kraftgrænsen kan stilles til en værdi mellem 100 N og 250 N, og effektgrænsen kan stilles til en værdi mellem 80 W og 1000 W.

Bemærk: Felterne for grænser i *reduceret* tilstand deaktiveres, hvis hverken et sikkerhedsplan eller en konfigurerbar indgang er indstillet til at udløse den (se flere

oplysninger i 10.12 og 10.13). Desuden må grænserne for *hastighed* og *bevægelsesenergi* i *reduceret* tilstand ikke være højere end deres tilsvarende værdier i *normal* drift.

Tolerancen og enheden for hver grænseværdi vises for enden af den pågældende række. Når et program kører, justeres robotarmens hastighed automatisk til ikke at overskride nogen af de indtastede værdier minus tolerancen (se 10.4). Bemærk, at minustegnet, der vises med toleranceværdien, kun er der for at vise, at tolerancen fratrækkes den faktiske indtastede værdi. Sikkerhedssystemet udfører et kategori 0 stop, hvis robotarmen overskrider grænsen (uden tolerance).

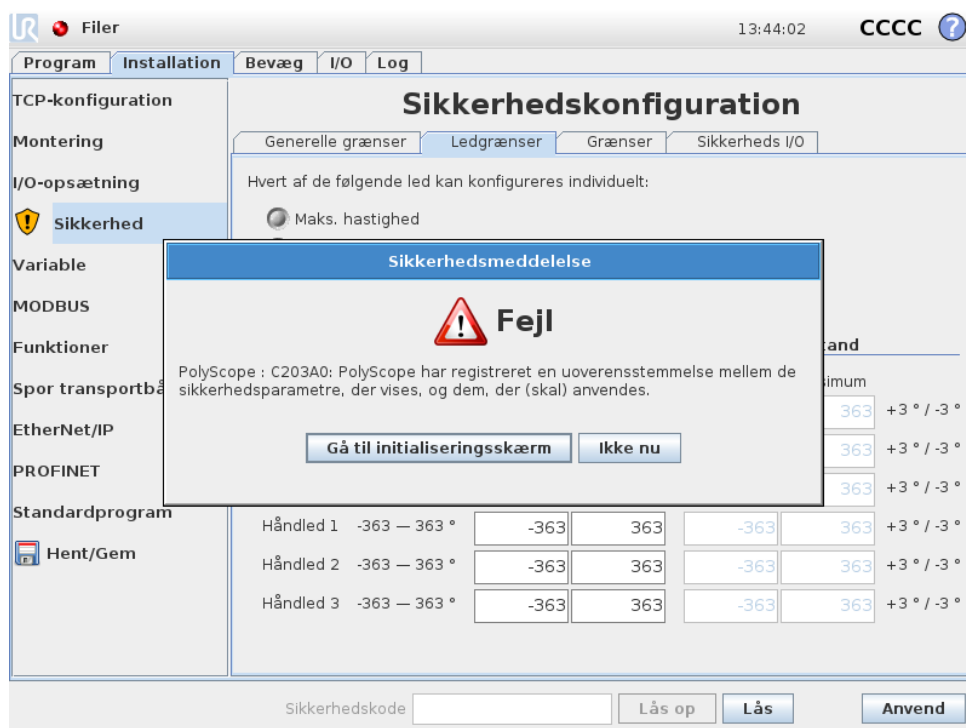


ADVARSEL:

Hastighedsgrænsen påføres kun robotens TCP, så andre dele af robotarmen kan derfor bevæge sig hurtigere end den definerede værdi.

Skift til grundindstillinger Ved at trykke på Grundindstillinger-knappen skiftes tilbage til skærbilledet med grundlæggende generelle indstillinger, og alle generelle indstillinger nulstilles til deres *standard* forudindstillede værdier. Hvis dette får tilpassede værdier til at gå tabt, vises en pop-up dialogboks, hvor handlingen skal bekræftes.

10.11 Ledgrænser



Ledgrænserne begrænser de enkelte ledes bevægelser i ledfunktionsområdet, det vil sige, at de ikke har at gøre med det kartesiske rum men mere den interne (rotations)position for leddene og deres rotationshastighed. Alternativknapperne i den

øverste del af underpanelet gør det muligt at opsætte i Maks. hastighed og positionsområde for leddene.

I *friløbstilstand* (se 13.1.5), og når den aktuelle position eller hastighed for et led er tæt på grænsen, vil brugeren kunne mærke en modstandskraft, der øges i styrke, i takt med at leddet nærmer sig grænsen. Denne kraft genereres, når ledhastigheden ligger inden for cirka 20 °/s af hastighedsgrænsen, eller hvis ledpositionen er inden for cirka 8 ° af positionsgrænsen.

Maks. hastighed Denne indstilling definerer den maksimale vinkelhastighed for hvert led. Dette sker ved at trykke på den tilsvarende tekstfelt og indtaste en ny værdi. Den højeste accepterede værdi vises i kolonnen med titlen *Maksimum*. Ingen af værdierne kan stilles til under toleranceværdien.

Bemærk, at felterne for grænser i *reduceret* tilstand deaktiveres, hvis hverken et sikkerhedsplan eller en konfigurerbar indgang er indstillet til at udløse den (se flere oplysninger i 10.12 og 10.13). Desuden må grænserne for *reduceret* tilstand ikke være højere end deres modstykker i *normal* drift.

Tolerancen og enheden for hver grænseværdi vises for enden af den pågældende række. Når et program kører, justeres robotarmens hastighed automatisk til ikke at overskride nogen af de indtastede værdier minus tolerancen (se 10.4). Bemærk, at minustegnet, der vises med hver toleranceværdi, kun er der for at vise, at tolerancen fratrækkes den faktisk indtastede værdi. Men hvis vinkelhastigheden på et led overskrider den indtastede værdi (uden tolerance), udfører sikkerhedssystemet et kategori 0 stop.

Positionsområde I dette skærmbillede defineres positionsområdet for hvert led. Dette gøres ved at berøre de tilsvarende tekstfelter og indtaste ny grænseværdier for nederste og øverste ledposition. Det indtastede interval skal falde inden for de værdier, der vises i kolonnen med titlen *område*, og den nedre grænse kan ikke overskride den øvre grænse.

Bemærk: Felterne for grænser i *reduceret* tilstand deaktiveres, hvis hverken et sikkerhedsplan eller en konfigurerbar indgang er indstillet til at udløse den (se flere oplysninger i 10.12 og 10.13).

Tolerancerne og enheden for hver grænseværdi vises for enden af den pågældende række. Den første toleranceværdi gælder for minimumsværdien, og den anden gælder for maksimumsværdien. Programafviklingen standses, når et leds position er ved at overskride området som følge af at lægge den første tolerance til den indtastede minimumsværdi og trække den anden tolerance fra den indtastede maksimumsværdi, hvis den fortsat bevæger sig langs den forventede bane. Bemærk, at minustegnet, der vises med toleranceværdien, kun er der for at vise, at tolerancen fratrækkes den faktiske indtastede værdi. Men hvis ledpositionen overskrider den indtastede værdi, udfører sikkerhedssystemet et kategori 0 stop.

10.12 Grænser

I denne fane kan du konfigurere grænser bestående af sikkerhedsplaner og en grænse for den største tilladte afvigelse af robotens værktøjsretning. Det er også muligt at definere de planer, der udløser en overgang til *reduceret* tilstand.

Sikkerhedsplaner kan anvendes til at begrænse det tilladte arbejdsrum omkring roboten ved at sikre, at robotens TCP bliver på den korrekte side af de definerede planer og ikke overskrider dem. Der kan konfigureres op til otte sikkerhedsplaner. Begrænsningen på værktøjsretningen kan benyttes til at sikre, at robotværktøjsretningen ikke afviger mere end et givet omfang fra den ønskede retning.



ADVARSEL:

Definitionen af sikkerhedsplaner begrænser kun TCP og ikke den generelle grænse for robotarmen. Det vil sige, at selvom en hastighedsgrænse er angivet, garanterer dette *ikke*, at robotarmens andre dele vil overholde denne begrænsning.

Konfigurationen af hver områdebegrænsning bygger på en af de funktioner, der er defineret i den aktuelle robotinstallation (se 13.12).



BEMÆRK:

Det tilrådes kraftigt at oprette alle nødvendige funktioner til konfiguration af alle de ønskede områdebegrænsninger og tildele dem egnede navne, før sikkerhedskonfigurationen redigeres. Bemærk, at da robotarmen slukkes, når fanen *Sikkerhed* er låst op, vil funktionen *Værktøj* (med den aktuelle position og retning på robotens TCP) samt *friløbstilstanden* (se 13.1.5) ikke være til rådighed.

Når roboten er i *friløbstilstand* (se 13.1.5), og den aktuelle position for robotens TCP er tæt på et sikkerhedsplan, eller afvigelsen af robotværktøjets retning fra den ønskede, er tæt på den angivne maksimumsafvigelse, vil brugeren opleve en modstandskraft, der bliver stærkere i takt med, at TCP'en nærmer sig grænsen. Kraften genereres, når TCP'en er inden for cirka 5 cm fra et sikkerhedsplan eller afvigelsen af værktøjsretningen er cirka 3° fra den angivne maksimale afvigelse.

Når et plan er defineret som et *udløserreduceret tilstandsplan*, og TCP går uden for denne grænse, går sikkerhedssystemet over i *reduceret* tilstand, der anvender sikkerhedsindstillingerne i *reduceret* tilstand. Udløserplan følger de samme regler som almindelige sikkerhedsplan med den undtagelse, at de lader robotarmen passere gennem dem.

10.12.1 Valg af en grænse til konfiguration

Sikkerhedsgrænsepanelet til venstre for fanen anvendes til at vælge en områdebegrænsning, der skal konfigureres.

Opsæt et sikkerhedsplan ved at klikke på de øverste otte, der er vist i panelet. Hvis det valgte sikkerhedsplan er konfigureret i forvejen, fremhæves den tilsvarende 3D-

gengivelse af planet i 3D-visning (se 10.12.2) til højre i dette panel. Sikkerhedsplanet kan opsættes afsnittet *Egenskaber for sikkerhedsplan* (se 10.12.3) nederst i fanen.

Klik på punktet *Værktøjsgrænser* for at konfigurere retningsgrænserne for robotværktøjet. Konfigurationen af grænsen kan opsættes afsnittet *Egenskaber for værktøjsgrænser* (se 10.12.4) nederst i fanen.

Klik på  /  -knappen for at slå 3D-visningen af områdebegrænsningen til/fra. Hvis en områdebegrænsning er aktiv, vises *sikkerhedstilstanden* (se 10.12.3 and 10.12.4) med et af følgende ikoner  /  /  / .

10.12.2 3D-visning

3D visningen viser de konfigurerede sikkerhedsplan og retningsbegrænsningen for robotværktøjet sammen med robotarmens aktuelle position. Alle konfigurerede grænseindtastninger, hvor synlighed er valgt (for eksempel visning af  ikonet) i afsnittet *Sikkerhedsgrænser* vises sammen med den aktuelt valgte områdebegrænsning.

De (aktive) sikkerhedsplan vises i gult og sort med en lille pil, der gengiver planets normalside, der angiver den side af planet, hvor robot TCP'en må placeres. Udløserplanene vises i blå og grøn. En lille pil viser den side af planet, der *ikke* udløser skiftet til *reduceret* tilstand. Hvis et sikkerhedsplan er valgt i panelet på fanens venstre side, fremhæves den tilsvarende 3D-gengivelse.

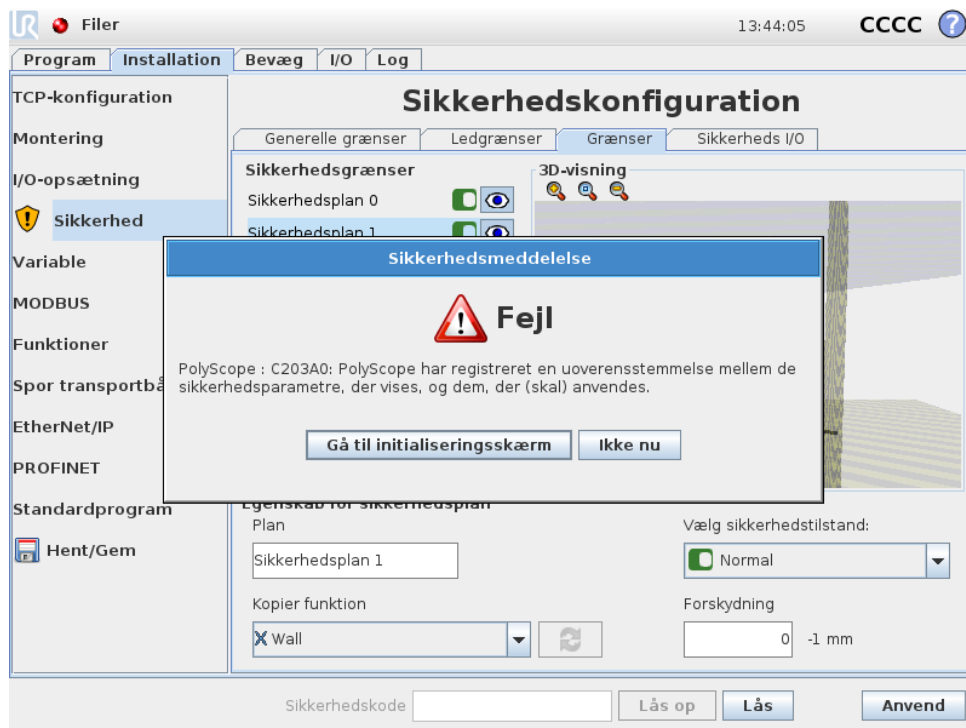
Værktøjets retningsgrænse vises med en sfærisk kegle sammen med en vektor, der viser robotværktøjets nuværende retning. Keglens inderside gengiver det tilladte område for værktøjets retning (vektor).

Hvis et plan eller værktøjets retningsbegrænsninger er konfigureret men ikke aktive, er visualiseringen grå.

Tryk på forstørrelsesglasikonet for at zoome ind/ud eller træk med en finger for at ændre visningen.

10.12.3 Konfiguration af sikkerhedsplan

I afsnittet *Egenskaber for sikkerhedsplan* nederst i fanen defineres konfigurationen af det valgte sikkerhedsplan i panelet *Sikkerhedsgrænser* i øverste venstre del af fanen.



Navn Medtekstfeltet *Navn* kan brugeren tildele det valgte sikkerhedsplan et navn. Dette sker ved at trykke på det tilsvarende tekstfelt og indtaste et nyt navn.

Kopier funktion Positionen og normalsiden på sikkerhedsplanet angives med en funktion (se 13.12) fra den aktuelle robotinstallation. Vælg en funktion i rullepanelet i venstre del af afsnittet *Egenskaber for sikkerhedsplan* for at vælge en funktion. Kun funktionerne punkt og plantype er tilgængelige. Ved at vælge punktet <Undefined> ryddes konfigurationen af planet.

Z-aksen på den valgte funktion peger på det ikke-tilladte område, og planets midtnormal peger i den modsatte retning, undtagen når *basis* funktionen er valgt, i hvilket tilfælde planets midtnormal normalt vil pege i samme retning. Hvis planet konfigureres som et *udløserreduceret tilstands* plan (se 10.12.3), viser planets normal den side af planet, der *ikke* udløser overgangen til *reduceret* tilstand.

Det skal bemærkes, at når sikkerhedsplanet er konfigureret ved at vælge en funktion, bliver positionsinformationerne kun *kopieret* til sikkerhedsplanet. Planet bliver *ikke* linket til denne funktion. Det betyder, at hvis der er ændringer i position eller retning for en funktion, der er anvendt til at konfigurere et sikkerhedsplan, opdateres sikkerhedsplanet ikke automatisk. Hvis funktionen er ændret, vises dette med et  ikon placeret over funktionsvælgeren. Klik på  -knappen ved siden af vælgeren for at opdatere sikkerhedsplanet med den aktuelle position og retning for funktionen.  -ikonet vises også, hvis den valgte funktion er slettet fra installationen.

Sikkerhedstilstand I rullemenuen til højre i panelet *Egenskaber for sikkerhedsplan* vælges *sikkerhedstilstanden* for sikkerhedsplanet med følgende tilgængelige tilstande:

Deaktiveret	Sikkerhedsplanet er <i>aldrig aktivt</i> .
 Normal	Når sikkerhedssystemet er i <i>normal</i> tilstand, er et normalt tilstandsplan <i>aktivt</i> , og det fungerer som en <i>stiv grænse</i> på positionen for robotens TCP.
 Reduceret	Når sikkerhedssystemet er i <i>reduceret</i> tilstand, er et reduceret tilstandsplan <i>aktivt</i> , og det fungerer som en <i>stiv grænse</i> på positionen for robotens TCP.
 Normalt og reduceret	Når sikkerhedssystemet er i <i>normal</i> eller <i>reduceret</i> tilstand, er et normalt og reduceret tilstandsplan <i>aktivt</i> , og det fungerer som en <i>stiv grænse</i> på positionen for robotens TCP.
 Udløserreduceret tilstand	Når sikkerhedssystemet er i <i>normal</i> eller <i>reduceret</i> tilstand, er et <i>udløserreduceret tilstandsplan aktivt</i> og det får sikkerhedssystemet til at skifte til <i>reduceret</i> tilstand, så længe robotens TCP er ude forbi det.

Den valgte *sikkerhedstilstand* vises med et ikon og den tilsvarende post i panelet Sikkerhedsgrenser. Hvis *sikkerhedstilstand* indstilles til deaktiveret, vises der ikke noget ikon.

Forskydning Når en funktion er valgt i rullemenuen i nederste venstre del af panelet Egenskaber for sikkerhedsplan, kan sikkerhedsplanet forskydes ved at berøre tekstfeltet Forskydning i nederste højre del af dette panel og indtaste en værdi. Indtastning af en positiv værdi øger det tilladte arbejdsrum for roboten ved at flytte planet i den modsatte af planets normalside. Hvis der indtastes en negativ værdi, formindskes arbejdsområdet ved at forskyde planet i retning af planets normalside.

Enheden og tolerancen for forskydning af grænseplanet vises til højre for tekstfeltet.

Virkningen af planer med *stiv grænse* Programafviklingen afbrydes, når TCP positionen er ved at krydse et aktivt sikkerhedsplan med stiv grænse minus tolerancen (se 10.4), hvis det fortsætter med at bevæge sig i den forventede bane. Bemærk, at minustegnet, der vises med toleranceværdien, kun er der for at vise, at tolerancen fratrækkes den faktiske indtastede værdi. Sikkerhedssystemet udfører et kategori 0-stop, hvis TCP-positionen overskrider grænsen for sikkerhedsplanet (uden tolerance).

Virkningen af *udløserreducerede tilstandsplaner* Hvis der ikke er et sikkerhedsstop i kraft, og hvis sikkerhedssystemet ikke er i den særlige *gendannelsestilstand* (se 10.6), kører det enten i *normal* eller *reduceret* tilstand, og robotarmens bevægelser er begrænset af det pågældende grænsesæt.

Som standard er sikkerhedssystemet i *normal* tilstand. Det overgår til *reduceret* tilstand, hvis en af følgende situationer opstår:

- a) Robottens TCP er uden for et *udløserreduceret tilstandsplan* dvs. det befinder sig på den side af planet, der er *modsat* den lille pils retning i visningen af planet.
- b) Sikkerhedsinputfunktionen *reduceret tilstand* er konfigureret, og input-signalerne er lave (se 10.13 for flere oplysninger).

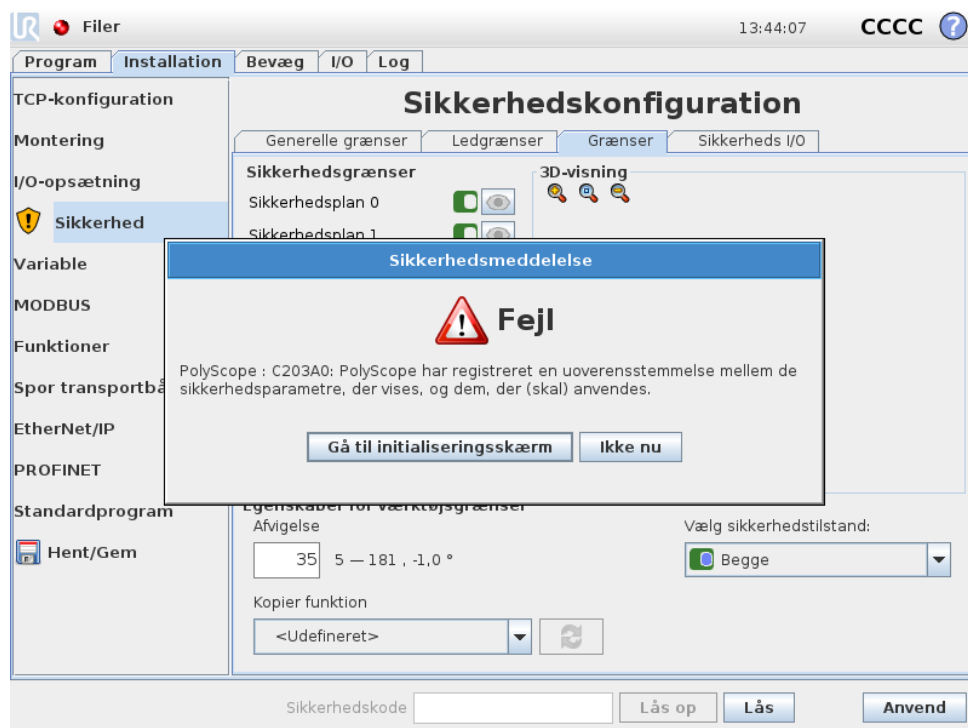
Når intet af ovenstående længere er tilfældet, går sikkerhedssystemet tilbage til *normaltilstand*.

Når overgangen fra *normal* til *reduceret* tilstand er udløst ved at passere gennem et *udløserreduceret tilstandsplan*, sker der en overgang fra grænsesættet i *normal* tilstand til grænsesættet i *reduceret* tilstand. Så snart robottens TCP er 20 mm eller tættere på planet for *udløserreduceret tilstand* (men stadig på siden for *normal* tilstand), anvendes den mere tolerante af grænserne for *normal* og *reduceret* tilstand for hver grænseværdi. Når robottens TCP passerer gennem det *udløserreducerede tilstandsplan*, er grænsesættet for *normal* tilstand ikke længere aktivt, og grænsesættet for *reduceret* tilstand sættes i kraft.

Når en overgang fra *reduceret* til *normal* tilstand er udløst ved at passere gennem et *udløserreduceret tilstandsplan*, sker der en overgang fra grænsesættet i *reduceret* tilstand til grænsesættet i *normal* tilstand. Så snart robottens TCP passerer gennem planet for *udløserreduceret tilstand*, anvendes den mest tolerante af grænserne for *normal* og *reduceret* tilstand for hver grænseværdi. Når robottens TCP er 20 mm eller længere væk fra planet for *udløserreduceret tilstand* (på siden for den *normale* tilstand), er grænsesættet for den *reducerede* tilstand ikke længere aktiv, og grænsesættet for den *normale* tilstand træder i kraft.

Hvis den forventede bande tager robottens TCP gennem et plan for *udløserreduceret tilstand*, vil robotarmen begynde at decelerere allerede før den passerer gennem planet, hvis den er ved at overskride grænsen for ledhastighed, værktøjshastighed eller bevægelsesenergi i det nye grænsesæt. Bemærk, at da disse grænser skal være mere restriktive i grænsesættet for *reduceret* tilstand kan en sådan tidlig deceleration kun forekomme i overgangen fra *normal* til *reduceret* tilstand.

10.12.4 Konfiguration af værktøjsgrænser



Panelet **Egenskaber for værktøjsgrænser** nederst i fanen definerer en grænse for retningen af robotværktøjet, der er sammensat af en ønsket værktøjsretning og en værdi for den største tilladte afvigelse fra denne retning.

Afvigelse Tekstfeltet **Afvigelse** viser værdien for den største tilladte afvigelse for retningen fra den ønskede retning på robotværktøjet. Dette sker ved at trykke på det tilsvarende tekstfelt og indtaste den nye værdi.

Det accepterede værdiområde sammen med tolerance og enhed for afvigelsen vises ved siden af tekstfeltet.

Kopier funktion Den ønskede position på robotværktøjet angives med en funktion (se 13.12) fra den aktuelle robotinstallation. Z-aksen for den valgte funktion bliver anvendt som den ønskede vektor for værktøjsretningen for denne grænse.

Vælg en funktion i rullepanelet i nederste venstre del af panelet **Egenskaber for værktøjsgrænser** for at vælge en funktion. Kun funktionerne punkt og plantype er tilgængelige. Ved at vælge punktet <Undefined> ryddes konfigurationen af planet.

Det skal bemærkes, at når grænsen er konfigureret ved at vælge en funktion, bliver retningsinformationerne kun *kopieret* til grænsen. Grænsen bliver *ikke* linket til denne funktion. Det betyder, at hvis der er ændringer i position og retning for en funktion, der er anvendt til at konfigurere grænsen, opdateres grænsen ikke automatisk. Hvis funktionen er ændret, vises dette med et  ikon placeret over funktionsvælgeren. Klik på  -knappen ved siden af vælgeren for at opdatere grænsen med den

aktuelle retning for funktionen. ⚠-ikonet vises også, hvis den valgte funktion er slettet fra installationen.

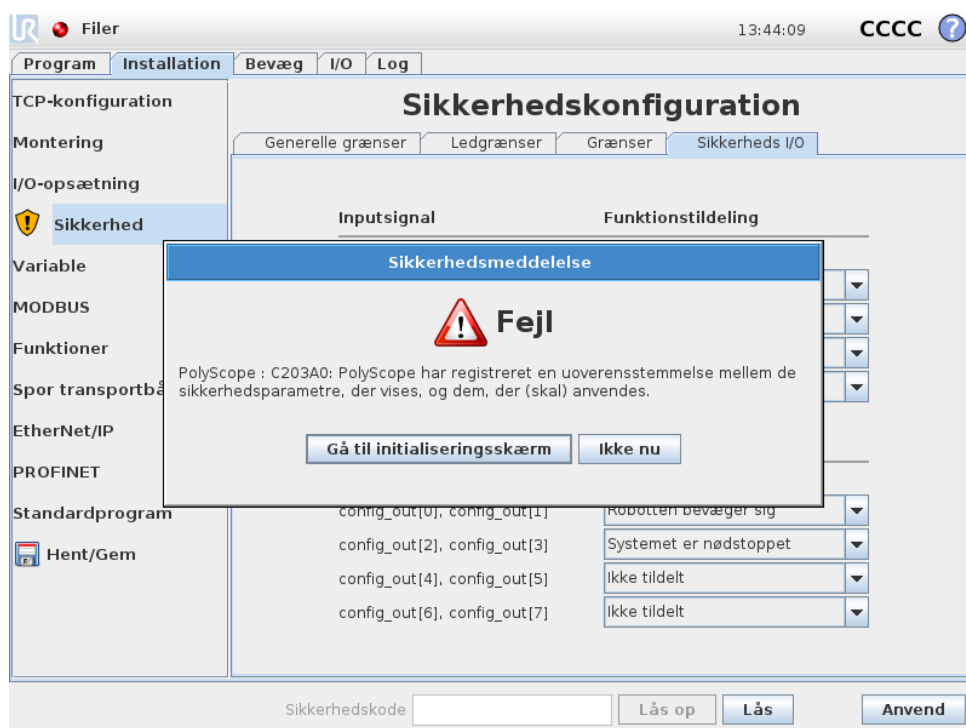
Sikkerhedstilstand I rullemenuen til højre i panelet *Egenskaber* for værktøjsgrænser vælges *sikkerhedstilstanden* for grænserne for værktøjsretningen. De tilgængelige indstillinger er følgende:

 Deaktiveret	Værktøjsgrænsen er aldrig aktiv.
 Normal	Når sikkerhedssystemet er i <i>normal</i> tilstand, er værktøjets områdebegrænsning aktiv.
 Reduceret	Når sikkerhedssystemet er i <i>reduceret</i> tilstand, er værktøjets områdebegrænsning aktiv.
 Normalt og reduceret	Når sikkerhedssystemet er i <i>normal</i> eller <i>reduceret</i> tilstand, er værktøjets områdebegrænsning aktiv.

Den valgte *sikkerhedstilstand* vises med et ikon og den tilsvarende post i panelet *Sikkerhedsgrænser*. Hvis *sikkerhedstilstand* indstilles til *deaktiveret*, vises der ikke noget ikon.

Virkning Programafviklingen afbrydes, når afvigelsen på værktøjets retning er ved at overskride den indtastede maksimale afvigelse minus tolerancen (se 10.4), hvis det fortsætter med at bevæge sig i den forventede bane. Bemærk, at minustegnet, der vises med toleranceværdien, kun er der for at vise, at tolerancen fratrækkes den faktiske indtastede værdi. Sikkerhedssystemet udfører et kategori 0-stop, hvis afvigelsen på værktøjsretningen overskrider grænsen (uden tolerance).

10.13 Sikkerheds I/O



I dette skærm billede defineres *sikkerhedsfunktionerne* for konfigurerbare indgange og udgange (I/O'er). I/O'erne er opdelt mellem indgange og udgange og sammensat i par, så hver funktion får en Kategori ² 3 og PLd I/O.

Hver *sikkerhedsfunktion* kan kun styre ét par I/O'er. Ved at prøve at vælge den samme sikkerhedsfunktion en gang mere fjernes den fra det første par I/O'er, der blev defineret før. Der er 5 *sikkerhedsfunktioner* til indgangssignaler og 4 til udgangssignaler.

10.13.1 Indgangssignal

Som indgangssignaler kan følgende *sikkerhedsfunktioner* vælges: Systemnødstop, Reduceret tilstand, Nulstilling af beskyttelse, 3-positions kontakt og Driftstilstand.

Systemnødstop Når den er konfigureret, giver den mulighed for at have en ekstra Nødstop-knap ud over Nødstopknap på programmeringskonsollen. Denne funktion kræver, at en enhed, der overholder ISO 13850, anvendes.

Reduceret tilstand Alle sikkerhedsgrænser har to tilstande, de kan anvendes i: *Normal* tilstand, der angiver standard sikkerhedskonfigurationen og *reduceret* tilstand (se flere oplysninger i 10.6). Når denne indgangssikkerhedsfunktion vælges, får et lavt signal, der afgives til indgangene, sikkerhedssystemet til at overgå til *reduceret* tilstand. Om nødvendigt decelererer robotarmen derefter for at opfylde det indstillede grænsesæt for *reduceret* tilstand. Hvis robotarmen stadig overtræder nogen af grænserne i *reduceret* tilstand, udfører den et kategori 0 stop. Overgangen tilbage til *normal* tilstand sker på samme måde. Bemærk, at sikkerhedsplanerne også kan udløse en overgang til *reduceret* tilstand (se flere oplysninger i 10.12.3).

Nulstilling af beskyttelse Hvis Beskyttelsesstop er ledningsforbundet i sikkerheds I/O'erne, anvendes denne indgang til at sikre, at sikkerhedsstop-tilstanden fortsætter, til der udløses en nulstilling. Robotarmen bevæger sig ikke i sikkerhedsstop-tilstanden.



ADVARSEL:

Som standard er funktionen Nulstilling af beskyttelse konfigureret til indgangsben 0 og 1. Fuldkommen deaktivering betyder, at robotarmen standser med at være sikkerhedsstoppet, så snart input Beskyttelsesstop bliver højt. Med andre ord er det sådan, at uden Nulstilling af beskyttelse bestemmer Beskyttelsesstop-input SI0 og SI1 (se Installationsvejledning til hardware) fuldt ud, om tilstanden sikkerhedsstoppet er aktiv eller ej.

²i henhold til ISO 13849-1, se ordliste for yderligere oplysninger.

3-positions kontakt og Driftstilstand Disse giver mulighed for at vælge en 3-positions kontakt som yderligere beskyttende foranstaltning under opsætning og programmering af robotten. Med 3-positions kontakt-indgangen konfigureret vil robotten enten være i "kørselstilstand" eller i "programmeringstilstand". Et ikon fremkommer i øverste højre hjørne, der viser den aktuelle driftstilstand:



Kørselstilstand: Robotten kan kun udføre foruddefinerede opgaver. Fanen Bevæg og tilstanden Frakørsel er utilgængelige.



Programmeringstilstand: Restriktionerne, der er tilstede i *Kørselstilstand*, fjernes. Men når 3-positions kontakt-indgangen er lav, går robotten i sikkerhedsstop-tilstand. Hastighedsskyderen sættes også til en startværdi, der svarer til 250 mm/s, som trinvist kan øges for at opnå en højere hastighed. Hastighedsskyderen nulstilles til den lave værdi, når 3-positions kontakt-indgangen går fra lav til høj.

Der findes to metoder til konfiguration af valg af driftstilstand:

1. For at vælge driftstilstand via en ekstern tilstandsvælger konfigureres Driftstilstand-indgangen. Konfigurationsmuligheden findes i rullemenuen, efter 3-positions kontakt-indgangen er konfigureret. Robotten er i *kørselstilstand*, når Driftstilstand-indgangen er lav, og i *programmeringstilstand*, når den er høj.
2. For at vælge driftstilstanden fra Polyscope må kun 3-positions kontakt-indgangen være konfigureret og anvendt i sikkerhedskonfigurationen. Standardtilstanden i dette tilfælde er *Kører*. For at skifte til *Programmeringstilstand* vælges knappen "Programmér robot" på velkomstskærmen. For at skifte tilbage til *Kørselstilstand* afsluttes blot skærmen "Programmér robot".



BEMÆRK:

- Efter konfigurationen af sikkerheds-I/O med aktivering af 3-positions kontakt er bekræftet, vises velkomstskærmen automatisk. Velkomstskærmen vises desuden automatisk, når driftstilstanden skifter fra tilstanden *Programmering* til *Kører*.
- Hvis den fysiske tilstandsvælger anvendes, skal den være i fuld overensstemmelse med ISO 10218-1: artikel 5.7.1 for valg.
- 3-positionskontakten, sammen med dens adfærd, funktions-egenskaber og drift, skal være i fuld overensstemmelse med ISO 10218-1: artikel 5.8.3 for en aktiverende enhed.

10.13.2 Udgangssignaler

Som udgangssignaler kan følgende *sikkerhedsfunktioner* vælges. Alle signaler vender tilbage til lav, når den tilstand, der udløste det høje signal, afsluttes:

Systemnødstop Lavt signal gives, når sikkerhedssystemet er udløst i en nødstoppet tilstand af Robotnødstop-indgangen eller Nødstopknap. Lavt signal gives ikke, hvis nødstoppet-tilstanden udløses af Systemnødstop-indgangen, for at undgå fastlåsning.


BEMÆRK:

Andre maskiner, som får nødstop-tilstanden fra robottoen gennem udgangen Systemnødstop, skal overholde ISO 13850. Dette er særlig nødvendigt i opsætninger, hvor Robotnødstop-indgangen er sluttet til et eksternt nødstop. I sådanne tilfælde bliver Systemnødstop-udgangen høj, når det eksterne nødstop udløses. Dette betyder, at nødstop-tilstanden i den eksterne maskine nulstilles uden behov for indblanding fra robotens operatør. For at overholde sikkerhedsstandarderne er det derfor et krav, at der skal en manuel indblanding til, for at den eksterne maskine kan genoptage arbejde.

Robotten bevæger sig Der gives et lavt signal, når robotarmen er i mobil tilstand. Når robotarmen er i en fikseret position, gives et højt signal.

Robotten standser ikke Når robotarmen har fået en stop-kommando, vil der gå noget tid fra kommandoen til armen stopper. I dette tidsrum er signalet højt. Når robotarmen bevæger sig og ikke har fået en stopkommando, eller hvis robotarmen er i en standset position, vil signalet være lavt.

Reduceret tilstand Sender et lavt signal, når robotarmen er sat i *reduceret* tilstand, eller hvis sikkerhedsindgangen er konfigureret med et *reduceret tilstand*-input, og signalet er i øjeblikket lavt. Ellers er signalet højt.

Ikke reduceret tilstand Dette er det modsatte af den *reducerede tilstand*, som er defineret ovenfor.

11 Begynd programmering

11.1 Introduktion

Universal Robot-armen består af rør og led. Leddene med deres sædvanlige benævnelser vises i figur 11.1. **Basen** er der, hvor robotten monteres, og i den anden ende (**Håndled 3**) sidder robotens værktøj. Ved at koordinere bevægelserne af hvert led kan robotten bevæge sit værktøj frit omkring med undtagelse af området direkte over og under basen.

PolyScope er den grafiske brugerflade (GUI) hvormed du kan styre robotarmen og kontrollerskabet, udføre robotprogrammer og nemt laver nye programmer.

Med de følgende afsnit kommer du i gang med robotten. Derefter beskrives skærm-billeder og funktionalitet i PolyScope nærmere.

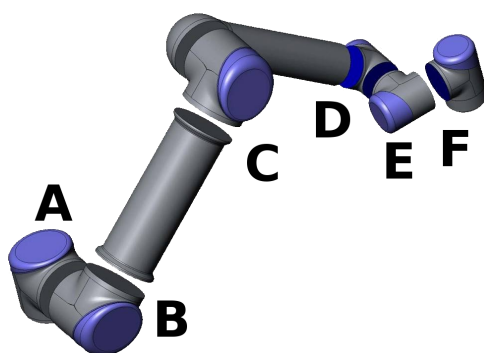


FARE:

1. Installationsvejledning til hardware indeholder vigtige sikkerhedsoplysninger, som skal læses og forstås af integratoren af UR robotter, før robotten tændes første gang.
2. Integratoren skal opsætte sikkerhedskonfigurationsparametrene som defineret i risikovurderingen, før robotarmen tændes for første gang. Se kapitel 10.

11.2 Kom godt i gang

Før du bruger PolyScope, skal robotarmen og kontrollerskabet installeres og kontrollerskabet tændes.



Figur 11.1: Robottens led. A: Base, B: Skulder, C: Albue og D, E, F: Håndled 1, 2, 3

11.2.1 Installation af robotarmen og kontrollerskabet

Sådan installeres robotarmen og kontrollerskabet:

1. Pak robotarmen og kontrollerskabet ud.
2. Monter robotten på et solidt og vibrationsfrit underlag.
3. Placer kontrollerskabet på sin fod.
4. Forbind robotkablet mellem robotten og kontrollerskabet.
5. Sæt kontrollerskabets ledning i stikkontakten.



ADVARSEL:

Væltefare. Hvis robotten ikke er sikkert placeret på et solidt underlag, kan robotten vælte og give personskader.

En nærmere installationsvejledning kan findes i Installationsvejledning til hardware. Bemærk, at der kræves en risikovurdering, før robotarmen sættes i drift.

11.2.2 Tænde og slukke kontrollerskabet

Kontrollerskabet tændes ved at trykke på ON-knappen på panelets forside med trykskærmen. Dette panel benævnes normalt *programmeringskonsollen*. Når kontrollerskabet tændes, vises teksten fra det underliggende operativsystem på trykskærmen. Efter cirka et minut vises nogle få knapper på skærmen, og en pop-up leder brugeren til initialiseringsskærmen (se 11.5).

Kontrollerskabet slukkes ved at holde på den grønne power-knap på skærmen eller ved at bruge *Sluk*-knappen på velkomst-skærmen (se 11.4).



ADVARSEL:

Hvis man lukker ned ved at trække strømkablet ud af stikkontakten, kan man ødelægge robottens filsystem, hvilket kan resultere i funktionsfejl på robotten.

11.2.3 Tænde og slukke robotarmen

Robotarmen kan tændes, hvis kontrollerskabet er tændt, og ingen nødstopknapper er aktiveret. Robotten tændes fra initialiseringsskærmen (se 11.5) ved at trykke på knappen *ON* på skærmen og derefter på *Start Start*. Når en robot startes, afgiver den en lyd og bevæger sig lidt for at frigøre bremsene.

Strømmen til robotten kan slukkes ved at trykke på *OFF*-knappen på initialiseringsskærmen. Robotarmen lukkes også automatisk ned, når kontrollerskabet lukkes ned.

11.2.4 Quick Start

Når den er blevet installeret, kan robotten startes hurtigt op ved at gennemføre følgende trin:

1. Tryk på nødstopknappen på forsiden af programmeringskonsollen.
2. Tryk på programmeringskonsollens power-knap.
3. Vent et øjeblik, mens systemet starter op og viser tekst på skærmen.
4. Når systemet er klar, vises en pop op på skærmen, der meddeler, at robotten skal initialiseres.
5. Berør knappen på pop op-menuen. Du bliver taget til initialiseringsskærmen.
6. Vent på dialogboksen `Bekræftelse af anvendt sikkerhedskonfiguration`, og tryk på knappen `Bekræft sikkerhedskonfiguration`. Dermed anvendes et startsæt af sikkerhedskonfigurationer, der skal tilpasses på grundlag af en risikovurdering.
7. Lås nødstopknappen op. Robottens status ændres fra `nødstoppet` til `slukket`.
8. Gå uden for robottens rækkevidde (arbejdsområde).
9. Berør `On`-knappen på berøringsskærmen. Vent nogle sekunder, til robottens status ændres til `tomgang`.
10. Kontroller, at nyttelastens masse og valgte montering er korrekt. Du får besked, hvis den detekterede montering ud fra sensordata ikke passer til den valgte montering.
11. Berør `Start`-knappen på berøringsskærmen. Robotten laver en lyd og bevæger sig lidt, mens bremserne låses op.
12. Et tryk på `OK`-knappen frembringer `Velkomst`-skærmen.

11.2.5 Det første program

Et program er en liste af kommandoer, der fortæller robotten, hvad den skal gøre. Med PolyScope kan personer med begrænset programmeringserfaring programmere robotten. For de fleste opgaver kan programmeringen udføres udelukkende ved hjælp af touch-panelet, uden at indtaste nogen kryptiske kommandoer.

Da værktøjets bevægelse en vigtig del af et robot-program, er måden på at vise robotten, hvordan den skal bevæge sig, afgørende. I PolyScope gives værktøjets bevægelser ved hjælp af en serie af **viapunkter**, dvs. punkter i robottens arbejdsområde. Et viapunkt kan angives ved at flytte robotten til en bestemt position eller kan beregnes ved hjælp af software. Robotarmen flyttes til en bestemt position med fanen `Bevæg` (se 13.1), eller flyt simpelthen robotarmen på plads ved at holde **friløbs**-knappen nede på programmeringskonsollens bagside.

Ud over at bevæge sig gennem viapunkter kan programmet sende I/O-signaler til andre maskiner på visse punkter i robottens bane og udføre kommandoer som **hvis...så** og **gentag** baseret på variable og I/O-signaler.

Gør følgende for at lave et simpelt program på en robot, der er startet op:

1. Berør knappen `Programmer robot` og vælg `Tomt program`.

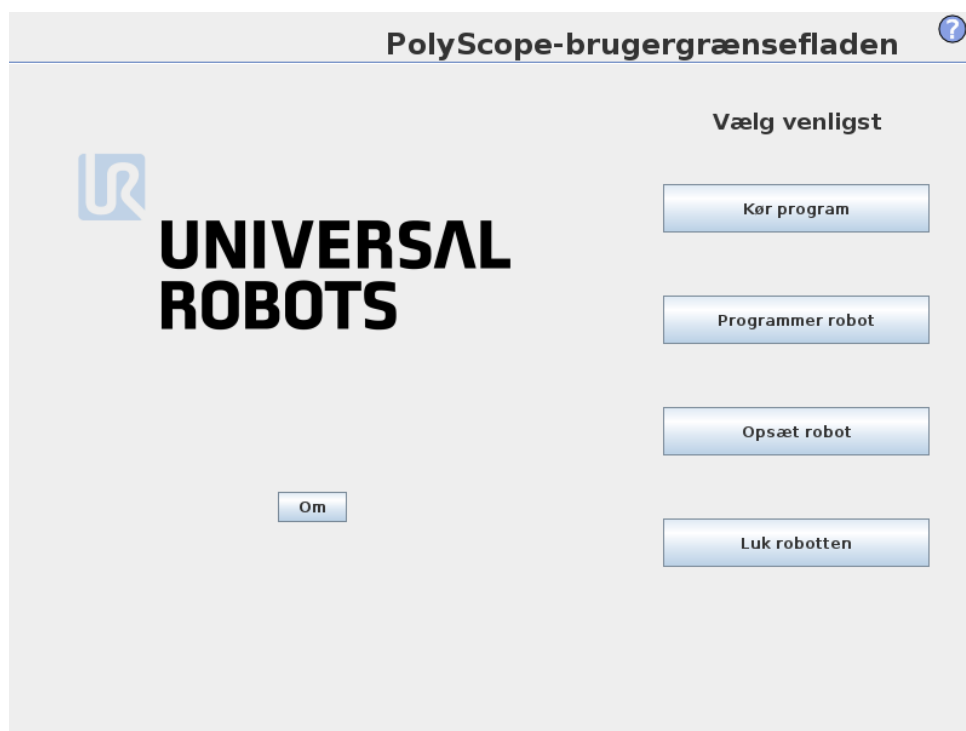
2. Tryk på knappen *Næste* (nederst til højre), så linjen `<empty>` vælges i træstrukturen på venstre side af skærmen.
3. Gå til fanen *Struktur*.
4. Berør knappen *Bevæg*.
5. Gå til fanen *Kommando*.
6. Tryk på knappen *Næste* for at gå til indstillingerne for Viapunkt.
7. Tryk på knappen *Sæt dette viapunkt ved siden af billedet “?”*.
8. På *Bevæg*-skærmen kan du flytte robotten ved at trykke på de forskellige blå pile eller ved at holde *friløbsknappen* bag på programmeringskonsollen nede, mens du trækker robotarmen.
9. Tryk på *OK*.
10. Tryk på *Tilføj viapunkt før*.
11. Tryk på knappen *Sæt dette viapunkt ved siden af billedet “?”*.
12. På *Bevæg*-skærmen kan du flytte robotten ved at trykke på de forskellige blå pile eller ved at holde *friløbsknappen* nede, mens du trækker robotarmen.
13. Tryk på *OK*.
14. Dit program er klar. Robotten vil bevæge sig mellem de to punkter, når du trykker på “*Afspil*”-symbolet. Stå fri af robotens arbejdsområde, vær klar til at trykke på *nødstopknappen*, og tryk på “*Afspil*”.
15. Tillykke! Du har nu produceret dit første robotprogram, der flytter robotten mellem to givne viapunkter.

**ADVARSEL:**

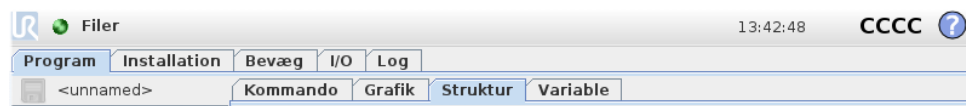
1. Undlad at køre robotten ind i sig selv, da dette kan give skader på robotten.
2. Hold hovedet og kroppen uden for robotens rækkevidde (arbejdsområde). Undlad at placere fingrene, hvor de kan blive klemte.
3. Dette er kun en lynstartsvejledning, der skal vise, hvor nemt det er at bruge en UR-robot. Den skal bruge et uskadeligt miljø og en meget forsigtig og omhyggelig bruger. Undlad at øge hastigheden eller accelerationen over standardværdierne. Udfør altid en risikovurdering, før robotten sættes i drift.

11.3 PolyScope programmeringsgrænseflade

PolyScope kører på den trykfølsomme skærm, der er forbundet med kontrollereskabet.



Billedet ovenfor viser velkomstskræmen. De blålige områder på skærmen er knapper, du kan trykke på med en finger eller med bagenden af en pen. PolyScope har en hierarkisk skærmstruktur. I programområdet er skærmene arrangeret i *faneblade*, der giver nem adgang på skærbillederne.

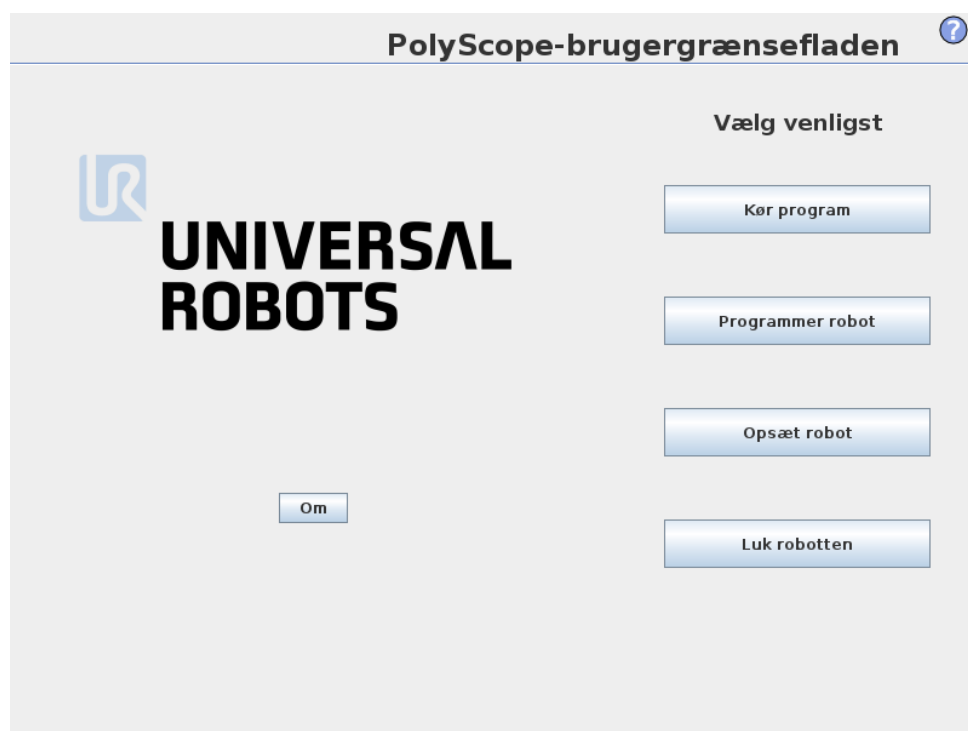


I dette eksempel, er **Program**-fanen på øverste niveau valgt, og herunder er **Struktur**-fanen valgt. Program-fanebladet indeholder information relateret til det aktuelt indlæste program. Hvis fanen **Bevæg** vælges, skifter skærmen til **Bevæg**-skærmen, hvorfra robotten kan flyttes. På samme måde kan du ved at vælge **I/O**-fanebladet se og ændre tilstanden for elektriske I/O.

Det er muligt at forbinde en mus og et tastatur til kontrollerskabet eller programmeringskonsollen, men det er ikke nødvendigt. Næsten alle tekstfelter er trykfølsomme, så når man rører ved dem, vises et tastatur eller et numerisk tastatur på skærmen.

PolyScopes forskellige skærbilleder vises i de følgende afsnit.

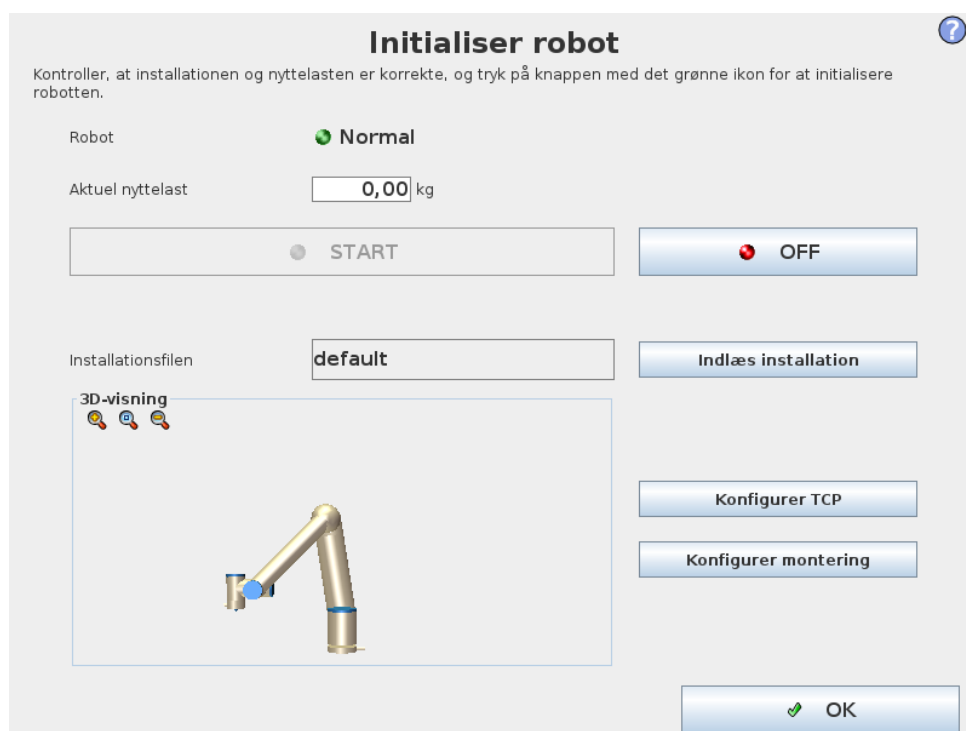
11.4 Velkomstkærm



Når controller-pc'en startes, vises velkomstkærmen. Skærmen giver følgende muligheder:

- **Kør program:** Vælg og kørs et eksisterende program. Dette er den enkleste måde at køre robotarmen og kontrollerskabet på.
- **Programmer robot:** Skift program, eller lav et nyt program.
- **Opsæt robot:** Skift sprog, vælg adgangskode, opgradér software, osv.
- **Luk robotten:** Slukker robotarmen og slukker kontrollerskabet.
- **Om:** Viser oplysninger om softwareversioner, værtsnavn, IP-adresse, serienummer og juridiske oplysninger.

11.5 Initialiseringsskærm



På denne skærm kontrollerer du robotarmens initialisering.

Robotarmens tilstandsindikator

Status-LED'en viser robotarmens driftstilstand:

- En klar rød LED viser, at robotarmen i øjeblikket er standset, og der kan være flere årsager til det.
- En klar gul LED viser, at robotarmen er tændt men ikke klar til normal drift.
- En klar grøn LED viser, at robotarmen er tændt og klar til normal drift.

Teksten ved siden af LED'en angiver den nærmere årsag til robotarmens tilstand.

Aktiv nyttelast og installation

Når robotarmen er tændt, vises den nyttelastvægt, der bruges af kontrolleren ved kørsel af robotarmen, i det lille hvide tekstfelt. Denne værdi kan ændres ved at trykke på det tilsvarende tekstfelt og indtaste en ny værdi.

Bemærk: Ved at indstille denne værdi ændres nyttelasten ikke i robotens installation (se 13.6). Den indstiller kun den nyttelastvægt, der skal anvendes af kontrolleren.

På samme måde vises navnet på den installationsfil, der i øjeblikket er åben, i det grå tekstfelt. En anden installation kan åbnes ved at berøre tekstfeltet eller med **Åbn**-knappen ved siden af den. Alternativt kan den indlæste installation tilpasses med knapperne ved siden af 3D-visningen nederst på skærmen.

Før robotarmen startes, er det meget vigtigt at sikre, at både den aktive nyttelast og den aktive installation svarer til den faktiske situation, robotarmen i øjeblikket befinder sig i.

Initialisering af robotarmen



FARE:

Kontroller altid, at den faktiske nyttelast og installationen er korrekt, for du starter robotarmen. Hvis disse indstillinger er forkerte, vil robotarmen og kontrollerskabet ikke fungere korrekt og kan blive til fare for personer og udstyr omkring dem.



FORSIGTIG:

Udvis stor forsigtighed, hvis robotarmen rammer en forhindring eller et bord, da det kan ødelægge en led-gearkasse.

Den store knap med det grønne ikon er til at udføre den faktiske initialisering af robotarmen. Teksten på den og de handlinger, den udfører, afhænger af robotarmens aktuelle tilstand.

- Når kontroller-pc'en starter op, skal knappen berøres én gang for at starte robotarmen op. Robotarmens status går så over til **tændt** og derefter til **Ledig**. Bemærk, at når et nødstop er sat ind, kan robotarmen ikke tændes, så knappen deaktiveres.
- Når robotarmens status er **Ledig** skal knappen berøres én gang mere for at starte robotarmen op. På dette punkt kontrolleres sensordataene i forhold til robotarmens konfigurerede montering. Hvis der konstateres en uoverensstemmelse (med en tolerance på 30°), deaktiveres knappen, og der vises en fejlmeddelelse under den.

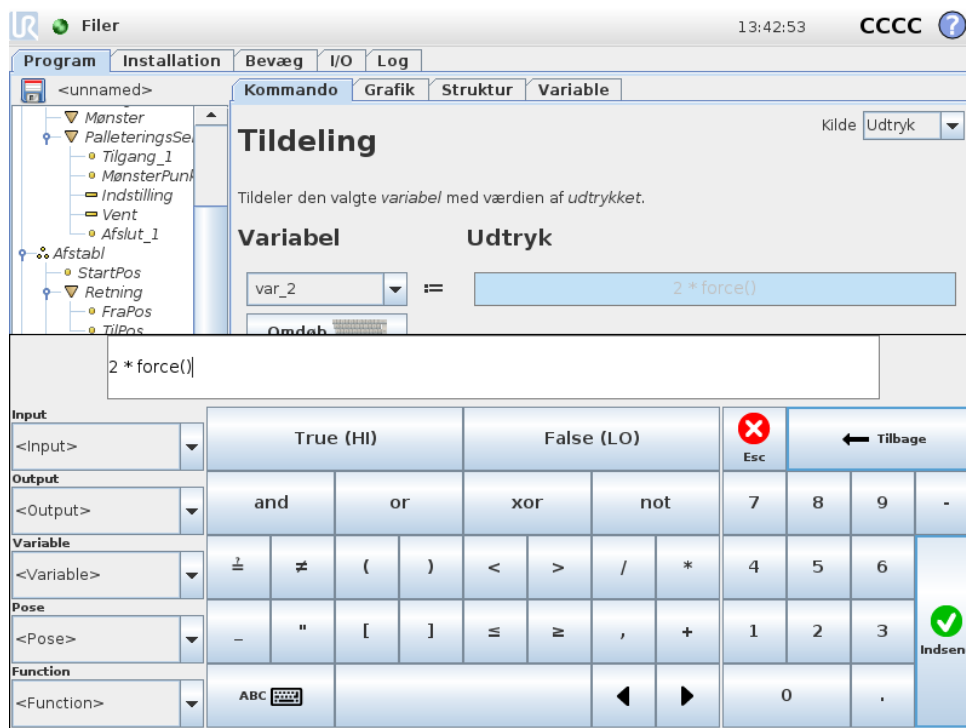
Hvis monteringskontrollen godkendes, vil en berøring af knappen frigøre alle ledbremseser, og robotarmen er klar til normal drift. Bemærk, at roboten laver en lyd og bevæger sig lidt, mens bremseserne låses op.

- Hvis robotarmen overtræder en af sikkerhedsgrænserne efter opstart, kører den i en speciel **gendannelsesstilstand**. I denne tilstand vil en berøring af knappen skifte til et gendannelsesskærm-billede, hvor robotarmen kan bevæges tilbage inden for sikkerhedsgrænserne.
- Hvis der opstår en fejl, kan kontrolleren genstartes med knappen.
- Hvis kontroller i øjeblikket ikke kører, kan den startes med et tryk på knappen.

Til sidst bruges den lille knap med det røde ikon til at slukke for robotarmen.

12 Skærmredigering

12.1 Udtryksredigering på skærm



Mens selve udtrykket er redigeret som tekst, har skærmen for udtryksredigering en række knapper og funktioner til indsættelse af særlige udtrykssymboler, som f.eks. * for multiplikation og $\leq$ for mindre end eller lig med. Med keyboardknappen øverst til venstre på skærmen kan du skifte til tekstredigering af udtrykket. Alle definerede variable findes i Variabelvælgeren, mens navnene på ind- og udgangsporte findes i Indgangs- og udgangsvælgeren. Visse specialfunktioner findes i Funktion.

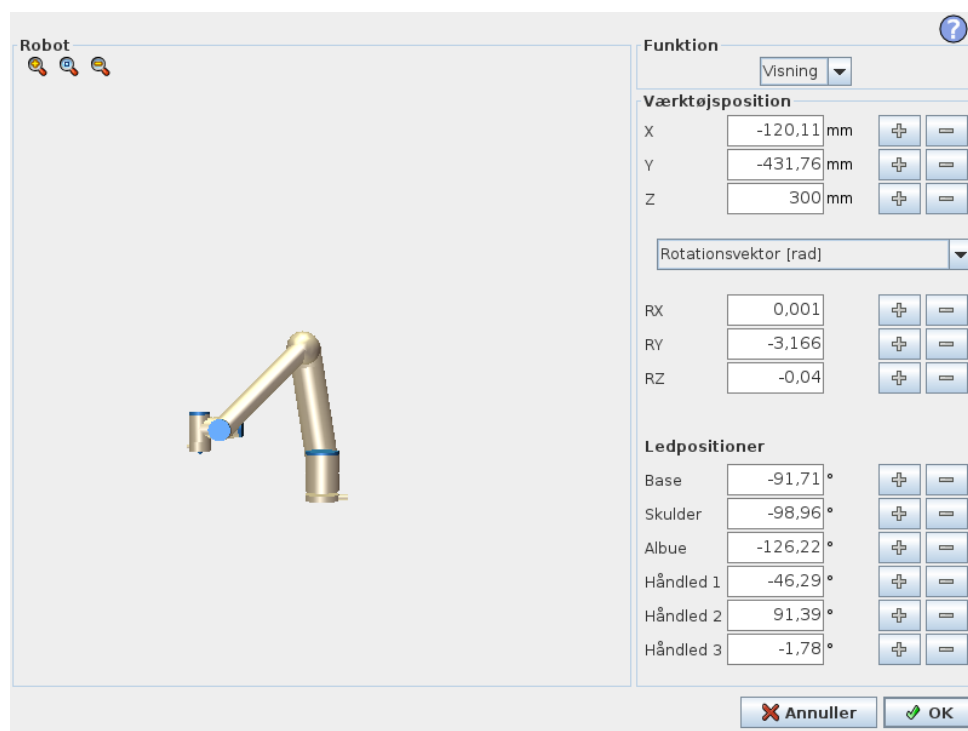
Udtrykket tjekkes for grammatiske fejl, når der trykkes på Ok-knappen. Annuller-knappen forlader skærmen og kasserer alle ændringer.

Et udtryk kan se sådan ud:

```
digital.in[1]?=True and analog.in[0]<0,5
```

12.2 Skærbilledet for positurredigering

I dette skærbillede kan du angive leddenes målpositioner eller en målpositur (position og retning) for robotværktøjet. Dette skærbillede er "offline" og styrer ikke robotarmen direkte.



Robot

Robotarmens nuværende position og den angivne nye målposition vises i 3D-grafik. 3D-tegningen af robotarmen viser den nuværende robotposition og "skyggen" af robotarmen viser robotarmens målposition, som styres af de angivne værdier på højre side af skærmen. Tryk på forstørrelsesglasikonet for at zoome ind/ud eller træk med en finger for at ændre visningen.

Hvis robot-TCP'ens angivne målposition er tæt på et sikkerheds- eller udløserplan, er robotværktøjets retning tæt på værktøjets retningsgrænse (se 10.12), vises en 3D-gengivelse af den nærmeste grænse.

Sikkerhedsplaner vises i gult og sort med en lille pil, der gengiver planvektoren, der angiver den side af planet, hvor robot TCP'en må placeres. Udløserplaner vises i blå og grønt og en lille pil, der peger på den side af planet, hvor *Normaltilstandsgrænserne* (se 10.6) er aktive. Værktøjets retningsgrænse vises med en sfærisk kegle sammen med en vektor, der viser robotværktøjets nuværende retning. Keglens inderside gengiver det tilladte område for værktøjets retning (vektor).

Når robotens mål-TCP ikke længere er i nærheden af grænsen, forsvinder 3D-gengivelsen. Hvis mål-TCP overtræder eller er meget tæt på at overtræde en grænse, bliver gengivelsen af grænsen rød.

Funktion og værktøjsposition

I skærmens øverste højre hjørne findes funktionsvælgeren. Funktionsvælgeren definerer, hvilken funktion, robotarmen skal styres i forhold til.

Under funktionsvælgeren vises navnet på det aktuelt aktive værktøjscentrum (TCP). Yderligere oplysninger om konfigurerings af flere navngivne TCP'er findes i 13.6. Tekstfelterne viser de fulde koordinatværdier af denne TCP i forhold til den valgte

funktion. X, Y og Z kontrollerer værktøjets position, mens RX, RY og RZ kontrollerer værktøjets retning.

Med rullemenuen over felterne RX, RY og RZ vælges retningsgengivelsen. Tilgængelige typer er:

- **Rotationsvektor [rad]** retningen gives som en *rotationsvektor*. Længden på akse er den vinkel, der skal drejes i radianer, og vektoren selv er den akse, der roteres om. Dette er standardindstillingen.
- **Rotationsvektor [°]** Retningen gives som en *rotationsvektor*, hvor vektorens længde er den vinkel, der skal roteres, i grader.
- **RPY [rad]** Vinklerne *Roll*, *Pitch* og *Yaw* (RPY), hvor vinklerne er i radianer. RPY-rotationsmatrixen (X, Y', Z''-rotation) defineres af:

$$R_{rpy}(\gamma, \beta, \alpha) = R_Z(\alpha) \cdot R_Y(\beta) \cdot R_X(\gamma)$$

- **RPY [°]** *Roll*, *Pitch* og *Yaw* (RPY)-vinklerne, hvor vinklerne er i grader.

Værdierne kan redigeres ved at klikke på koordinaten. Ved at klikke på knapperne + eller – lige til højre for en boks kan du lægge til eller trække fra den aktuelle værdi. Ved at trykke på en knap og holde den nede hæves/sænkes værdien direkte. Jo længere knappen holdes, jo større bliver forøgelsen/formindskelsen.

Ledpositioner

Giver mulighed for at angive de enkelte led direkte. Hver ledposition kan have en værdi i området fra -360° til $+360^\circ$, hvilket er *ledenes grænser*. Værdierne kan redigeres ved at klikke på ledpositionen. Ved at klikke på knapperne + eller – lige til højre for en boks kan du lægge til eller trække fra den aktuelle værdi. Ved at trykke på en knap og holde den nede hæves/sænkes værdien direkte. Jo længere knappen holdes, jo større bliver forøgelsen/formindskelsen.

OK-knappen

Hvis dette skærbillede er aktiveret i fanen *Bevæg* (se 13.1), vil et klik på OK-knappen vende tilbage til fanen *Bevæg*, hvor robotarmen flytter til det angivne mål. Hvis den sidst angivne værdi var en værktøjskoordinat, flytter robotarmen til målpositionen med bevægelsestypen *MoveL*, men robotarmen flytter til målpositionen med bevægelsestypen *MoveJ*, hvis en ledposition blev angivet sidst. De forskellige bevægelsestyper beskrives i 14.5.

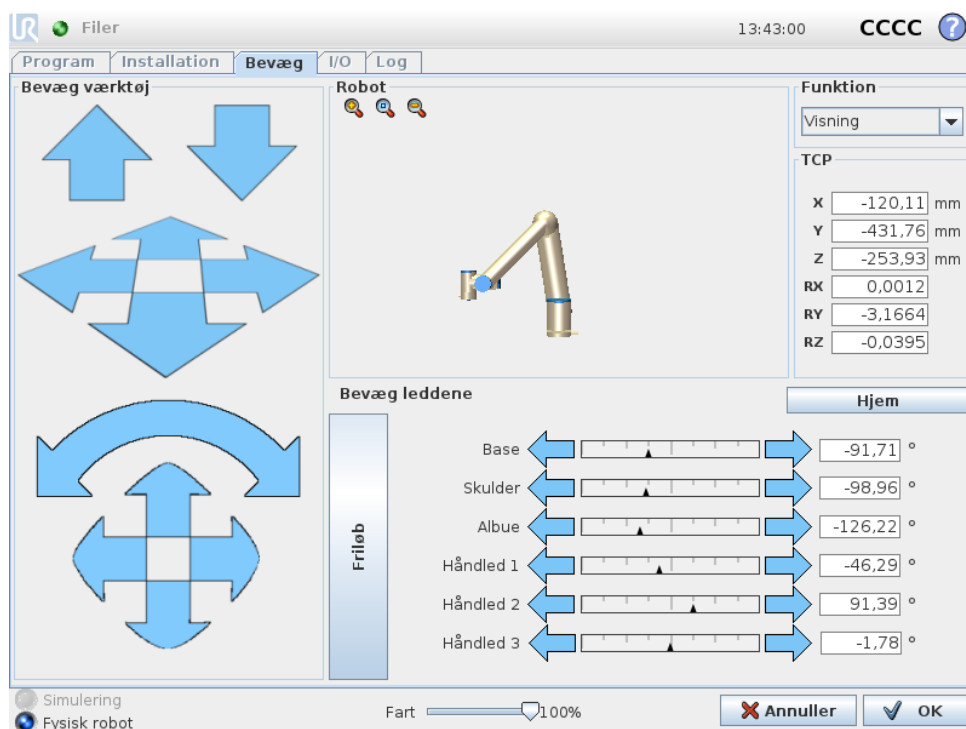
Annuller

Et klik på Annuller-knappen forlader skærmen og kasserer alle ændringer.

13 Robotstyring

13.1 Bevæg-faneblad

På denne skærm kan du altid bevæge (jog) robotarmen direkte, enten ved at forskyde/dreje robotværktøjet eller flytte robotleddene individuelt.



13.1.1 Robot

Robotarmens aktuelle position vises i 3D grafik. Tryk på forstørrelsesglasikonet for at zoome ind/ud eller træk med en finger for at ændre visningen. For at få den bedste fornemmelse af styringen af robotarmen vælger du funktionen **Vis** og roterer visningsvinklen på 3D tegningen, så den svarer til den vinkel, du ser den rigtige robotarm fra.

Hvis robot-TCP'ens aktuelle målposition er tæt på et sikkerheds- eller udløserplan, er robotværktøjets retning tæt på værktøjets retningsgrænse (se 10.12), vises en 3D-gengivelse af den nærmeste grænse. Bemærk, at når robotten kører et program, deaktiveres visningen af områdebegrænsningerne.

Sikkerhedsplaner vises i gult og sort med en lille pil, der gengiver planvektoren, der angiver den side af planet, hvor robot TCP'en må placeres. Udløserplaner vises i blå og grønt og en lille pil, der peger på den side af planet, hvor **Normal**tilstandsgrænserne (se 10.6) er aktive. Værktøjets retningsgrænse vises med en sfærisk kegle sammen med en vektor, der viser robotværktøjets nuværende retning. Keglen inderside gengiver det tilladte område for værktøjets retning (vektor).

Når robotens TCP ikke længere er i nærheden af grænsen, forsvinder 3D-gengivelsen. Hvis TCP overtræder eller er meget tæt på at overtræde en grænse, bliver gengivelsen af grænsen rød.

13.1.2 Funktion og værktøjsposition

I skærmen øverste højre hjørne findes funktionsvælgeren. Den definerer, hvilken funktion, robotarmen skal styres i forhold til.

Navnet på det aktuelt aktive værktøjscentrum (TCP) vises under funktionsvælgeren. Tekstfelterne viser de fulde koordinatværdier af denne TCP i forhold til den valgte funktion. Yderligere oplysninger om konfigurerings af flere navngivne TCP'er, (se 13.6).

Værdier kan redigeres manuelt ved at klikke på koordinat- eller ledpositionen. Dermed kommer du til skærbilledet for positurregning (se 12.2), hvor du kan angive en målposition og retning på værktøjet eller målpositioner på leddene.

13.1.3 Bevæg værktøj

- Ved at trykke på en forskydningspil (øverst) bevæges robotens værktøjsdel i den viste retning.
- Ved at trykke på en roteringspil (øverst) bevæges robotens værktøjsdel i den viste retning. Omdrejningspunktet er TCP (værktøjscenterpunktet) dvs. punktet i enden af robotarmen, der udgør et karakteristisk punkt på robotværktøjet. TCP'en, vises som en lille blå kugle.

Bemærk: Du kan altid stoppe bevægelsen ved at slippe knappen

13.1.4 Bevæg leddene

Giver mulighed for at kontrollere de enkelte led direkte. Hvert led kan bevæge sig fra -360° til $+360^\circ$, hvilket er *ledgrænserne* illustreret ved den vandrette linje for hvert led. Hvis et led når sin ledgrænse, kan det ikke flyttes længere. Hvis grænserne for et led er konfigureret med et positionsområde, der er forskelligt fra standardindstillingen (se 10.11). Dette område vises med rødt på den vandrette linje.

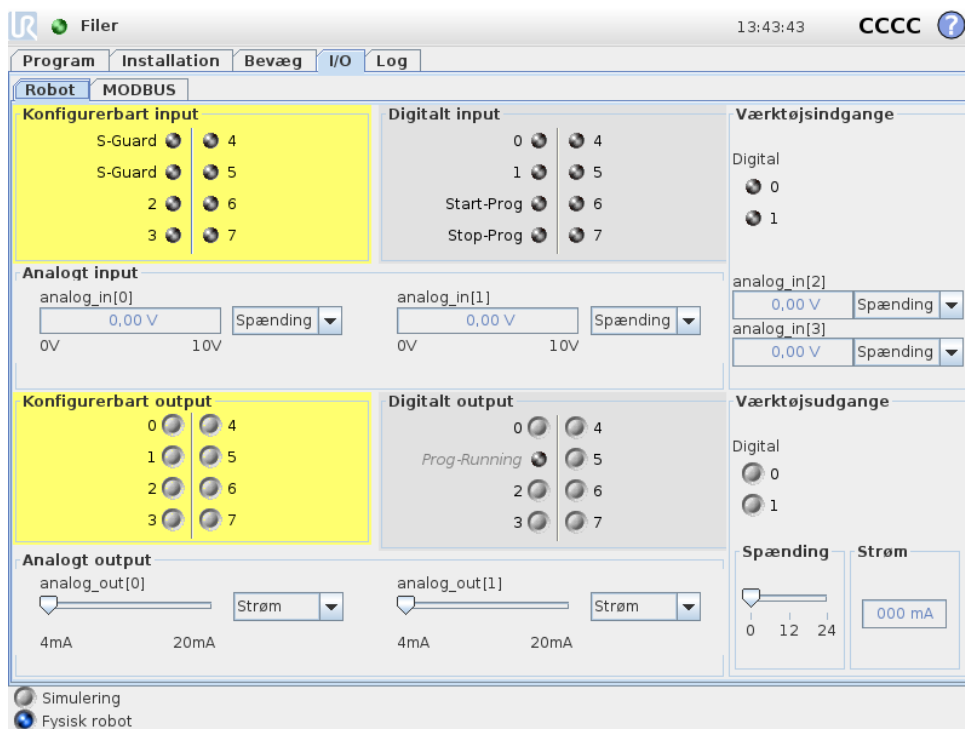
13.1.5 Friløb

Når *friløbs*knappen holdes nede, er det muligt at tage fysisk fat i roboten og trække den derhen hvor man vil have den. Hvis tyngdekraftindstillingerne (se 13.7) i fanebladet **Opsætning** er forkert, eller roboten bærer en tung belastning, kan roboten begynde at bevæge sig (faldende) når der trykkes på *friløbs*knappen. Hvis det er tilfældet, så bare slip *friløbs*knappen igen.

**ADVARSEL:**

1. Sørg for at bruge de korrekte installationsindstillinger (f.eks. robotens monteringsvinkel, vægt i TCP, TCP-forskydning). Gem og indlæs installationsfilerne sammen med programmet.
2. Sørg for, at TCP-indstillingerne og robotens monteringsindstillinger er indstillet korrekt, før **knappen** betjenes. Hvis disse indstillinger ikke er korrekte, bevæger robotarmen sig, når **friløbsknappen** aktiveres.
3. Friløbsfunktionen (**modstand/tilbageløb**) må kun anvendes i installationer, hvor risikovurderingen tillader det. Værktøjer og forhindringer må ikke have skarpe kanter eller klemmepunkter. Sørg for, at alt personale holdes uden for robotarmens rækkevidde.

13.2 I/O-faneblad



På denne skærm kan du altid se og indstille I/O-signalerne fra/til robotens kontrollerskab. Skærmen viser den aktuelle tilstand for I/O, herunder I/O under programafviklingen. Hvis noget ændres under programafviklingen, stopper programmet. Ved programstop vil alle outputsignaler bevare deres tilstand. Skærmen er kun opdateret til 10 Hz, så et meget hurtigt signal vil muligvis ikke kunne vises ordentligt.

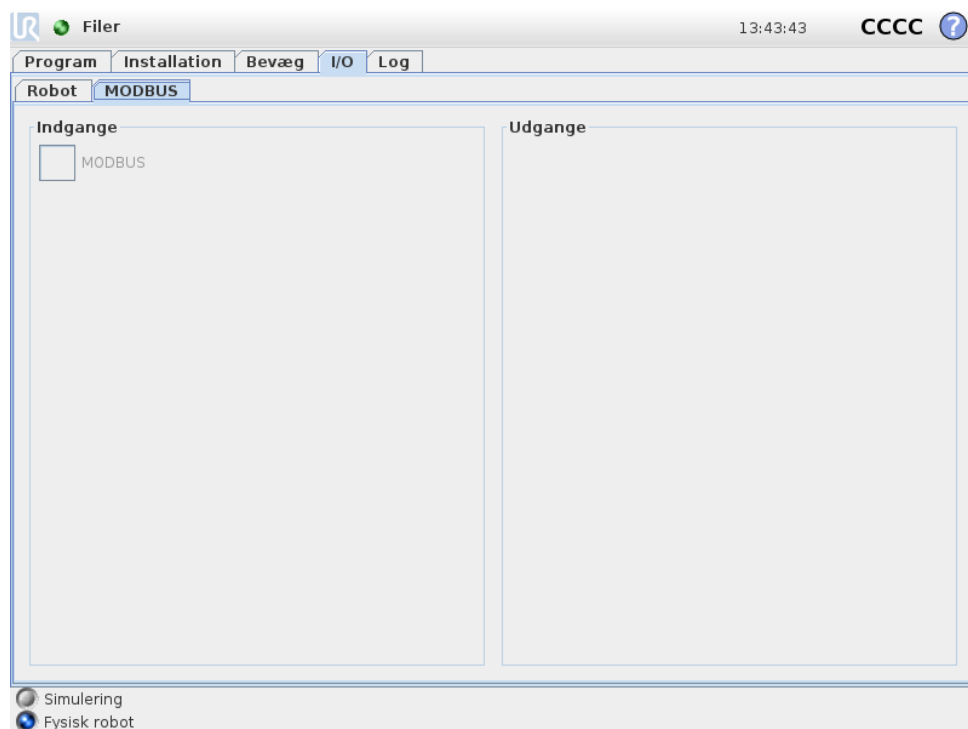
Konfigurerbare I/O'er kan reserveres til specielle sikkerhedsindstillinger, der defineres i installationens sikkerhedskonfiguration af I/O (se 10.13). De, der reserveres, får navnet på sikkerhedsfunktionen i stedet for standardnavnet eller et brugerdefineret navn. Konfigurerbare output, der er reserveret til sikkerhedsindstillinger, kan ikke slås til og fra og vises kun som LED'er.

Signalernes elektriske detaljer er beskrevet i kapitel ??.

Indstilling af analogt område De analoge I/O'er kan indstilles til enten det nuværende strøm- [4-20mA] eller spændingsoutput [0-10V]. Indstillingerne huskes for en eventuel senere genstart af robotkontrolleren, når et program gemmes.

13.3 MODBUS-klient I/O

Her vises de digitale MODBUS-klient-I/O-signaler, der er oprettet i installationen som vist. Hvis signalforbindelsen er tabt, er det tilsvarende punkt på denne skærm deaktiveret.



Indgange

Vis status på digitale MODBUS-klient-indgange.

Udgange

Vis og skift status på digitale MODBUS-udgange. Et signal kan kun skiftes, hvis valget for I/O-fanebladsstyringen (se 13.8) tillader det.

13.4 Fanen AutoMove

Fanen AutoMove bruges, når robotarmen skal flyttes til en specifik position i dens arbejdsrum. Det kan for eksempel være, når robotarmen skal gå til startpositionen i et program, før det køres, eller når den bevæger sig til et vipunkt, mens programmet ændres.



Animation

Animationen viser den bevægelse, robotten skal til at udføre.

**FORSIGTIG:**

Sammenhold animationen med positionen på den virkelige robotarm, og kontroller, at robotarmen kan udføre bevægelsen sikkert uden at ramme nogen forhindringer.

**FORSIGTIG:**

Autoflyt-funktionen følger med robotten i skyggebanen. En kollision kan beskadige robotten eller andet udstyr.

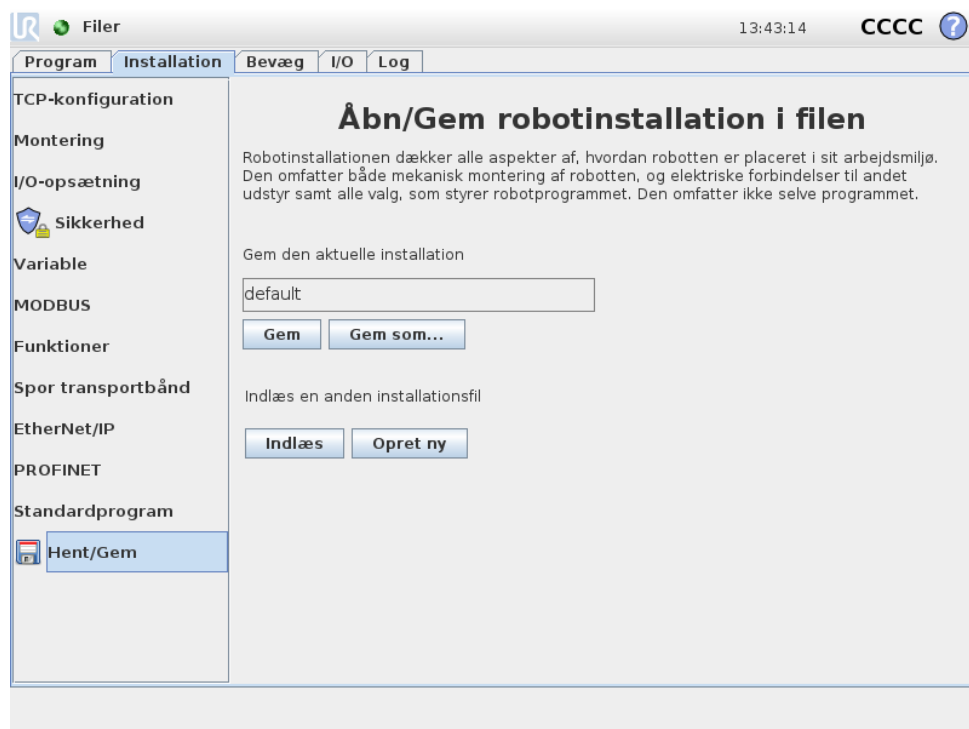
Auto

Hold **Auto**-knappen nede for at flytte robotten som vist i animationen. Bemærk: Du kan altid stoppe bevægelsen ved at slippe knappen.

Manuel

Ved at trykke på **Manuel**-knappen kommer du til fanen **Bevæg**, hvor robotarmen kan bevæges manuelt. Dette er kun nødvendigt, hvis bevægelsen i animationen ikke er at foretrække.

13.5 Installation → Indlæs/Gem



Robotinstallationen dækker alle aspekter af, hvordan robotarmen og kontrolleret er placeret i arbejdsmiljøet. Den omfatter både mekanisk montering af robotarmen, og elektriske forbindelser til andet udstyr samt alle valg, som styrer robotprogrammet. Den omfatter ikke selve programmet.

Disse indstillinger kan sættes op i de forskellige skærbilleder i fanen **Installation**, undtagen for de I/O-områder, der er opsat i fanen **I/O** (se 13.2).

Det er muligt at have mere end en installationsfil til roboten. De oprettede programmer vil bruge den aktive installation og vil indlæse installationen automatisk, når de anvendes.

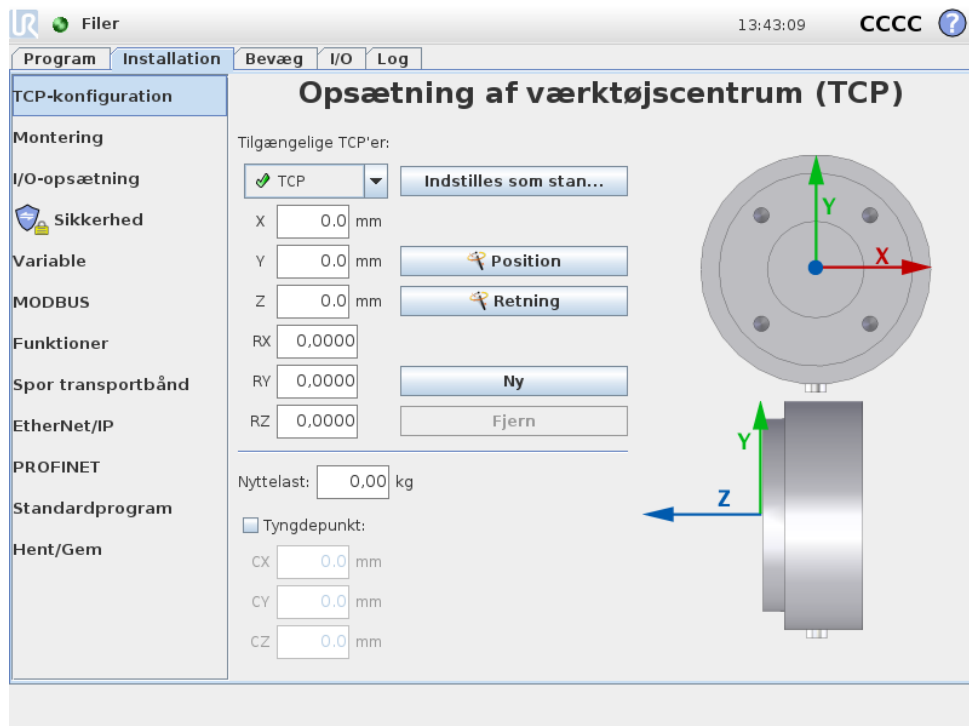
Enhver ændring af en installation skal gemmes for at blive bevaret, efter at roboten slukkes. Hvis der er ændringer, der ikke er gemt, i installationen, vises et disketteikon ved siden af teksten **Åbn/Gem** til venstre for fanen **Installation**.

Installationen kan gemmes ved at trykke på knappen **Gem** eller **Gem som...**. Alternativt gemmes den aktive installation også, hvis et program gemmes. En anden installationsfil kan åbnes med **Åbn**-knappen. Med knappen **Opret ny** nulstilles alle indstillinger i robotinstallationen som deres standardfabriksindstillinger.

**FORSIGTIG:**

Det frarådes at anvende robotten med en installation, der er åbnet fra et USB-drev. Hvis der skal bruges en installation, der er gemt på et USB-drev, skal det først indlæses og derefter gemmes i mappen med lokale **programmer** med knappen **Gem som...**

13.6 Installation → TCP-konfiguration



Et **værktøjscenterpunkt** (TCP) er et karakteristisk punkt på robottens værktøj. Der kan defineres flere TCP'er i dette skærm billede. Hver TCP har en forskydning og en rotation i forhold til centrum på værktøjsoutputflangen, som angivet på skærmens grafik. Positionskoordinaterne, X, Y og Z, angiver positionen på TCP, mens RX, RY og RZ angiver retningen. Når alle angivne værdier er nul, er der sammenfald mellem TCP og centrum på værktøjsoutputflangen og antager det koordinatsystem, der er afbildet i skærm billedets højre side.

13.6.1 Tilføjelse, ændring og fjernelse af TCP'er

Et nyt TCP defineres ved at trykke på knappen **Ny**. Det oprettede TCP får derefter automatisk et unikt navn og markeres i rullemenuen.

Forskydning og rotation af det markerede TCP kan ændres ved at klikke på de respektive hvide tekstfelter og indtaste nye værdier.

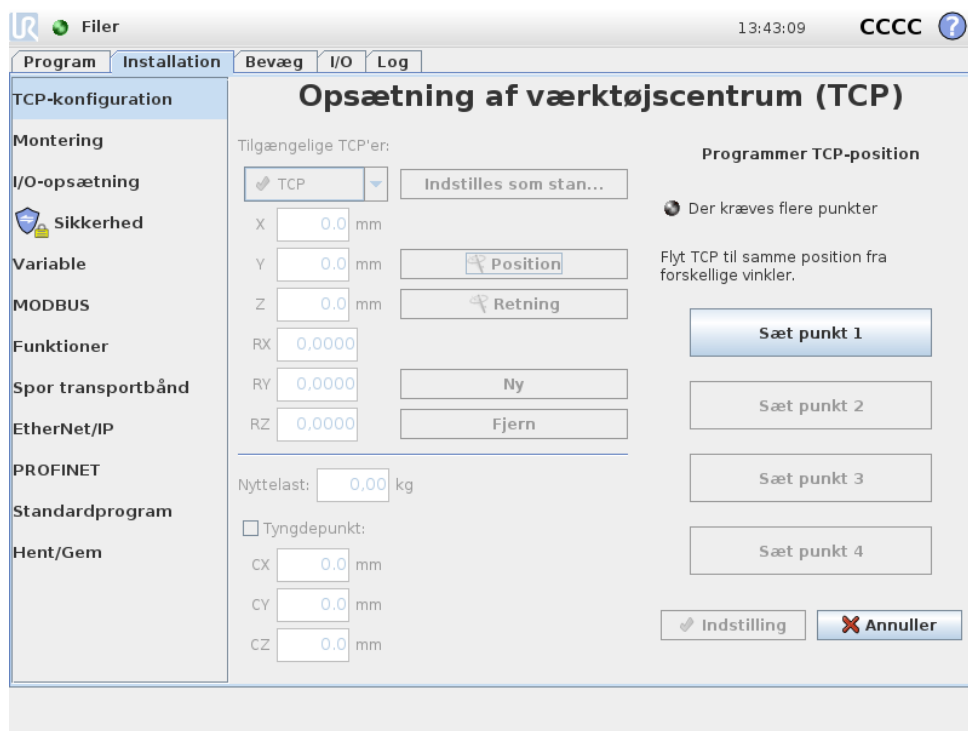
Det markerede TCP fjernes helt enkelt ved at klikke på knappen **Fjern**. Det sidste tilbageværende TCP kan ikke slettes.

13.6.2 Standard- og aktivt TCP

Præcist ét af de konfigurerede TCP'er er *standard*-TCP. Standard-TCP er markeret med et grønt ikon til venstre for navnet på TCP rullemenuen. Indstil det aktuelt valgte TCP som standard, tryk på knappen **Indstil som standard**.

Ét TCP anvendes altid som det *aktive* for at bestemme alle lineære bevægelser i det kartesianske rum. Det er også bevægelsen på det aktive TCP, der vises under fanebladet Grafik (se 14.29). Før et program køres, og før start på et program, indstilles standard TCP som det aktive. I et program kan ethvert af de angivne TCP'er indstilles som det aktive for en bestemt bevægelse af robotten (se 14.5 og 14.10).

13.6.3 Programmering af TCP-position



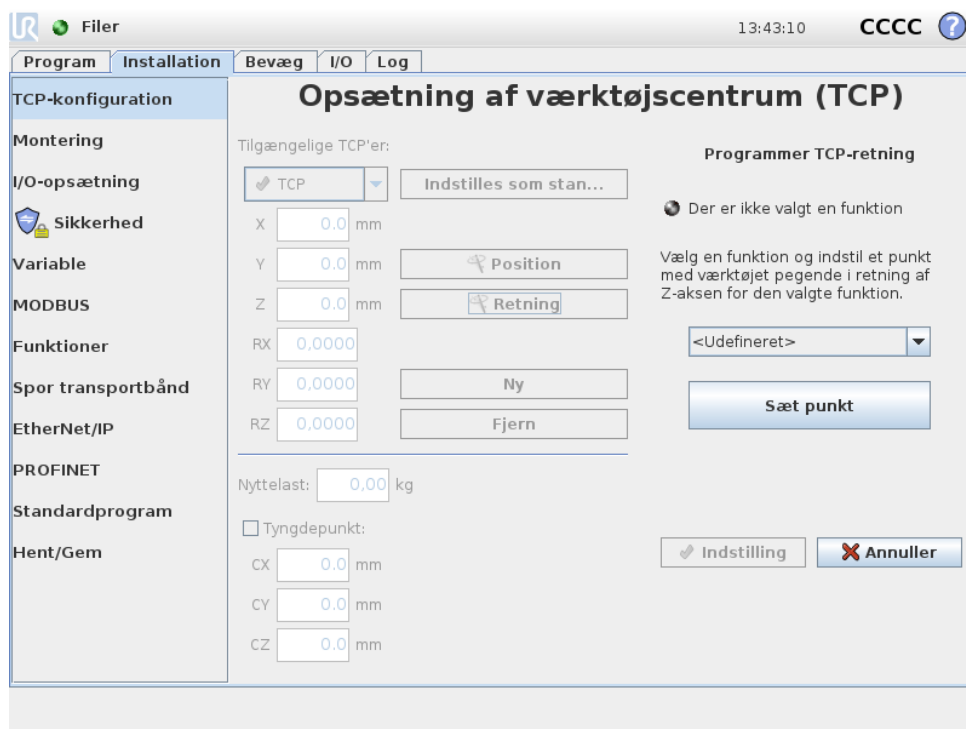
TCP-positionens koordinater kan beregnes automatisk som følger:

1. Klik på knappen  **Position**.
2. Vælg et fast punkt i robotens arbejdsområde.
3. Flyt TCP'en med knapperne i skærbilledets højre side til det valgte punkt fra mindst tre forskellige vinkler og gem med knapperne de tilsvarende positioner for værktøjsflangen.
4. Kontroller de beregnede TCP-koordinater og indstil dem på den markerede TCP med knappen **Set**.

Bemærk: Positionerne skal være tilstrækkeligt forskellige til, at beregningen kan fungere korrekt. Hvis de ikke er det, bliver status-LED'en over knapperne rød.

Selv om tre positioner desuden normalt er nok til at bestemme den korrekte TCP-information, kan den fjerde position anvendes til yderligere kontrol af, at beregningen er korrekt. Kvaliteten af hvert gemte punkt med hensyn til den beregnede TCP, vises med en grøn, gul eller rød LED på den respektive knap.

13.6.4 Programmering af TCP-retning



TCP-orientering kan beregnes automatisk som følger:

1. Klik på knappen  **Retning**.
2. Vælg en funktion på rullelisten. Yderligere oplysninger om, hvordan nye funktioner kan defineres, (se 13.12).
3. Brug knappen nedenfor til at flytte til en position, hvor værktøjsretningen svarer til TCP'en falder sammen med koordinatsystemet for den valgte funktion.
4. Kontroller den beregnede TCP-retning og indstil den på den markerede TCP med knappen **Indstil**.

13.6.5 Nyttelast

Vægten på robotens værktøj er angivet i skærmens nederste del. Skift denne indstilling ved blot at klikke på det hvide tekstfelt og indtaste en ny vægt. Indstillingen gælder for alle definerede TCP'er. Se installationsvejledningen for hardware for yderligere oplysninger om den maksimalt tilladte nyttelast.

13.6.6 Tyngdepunkt

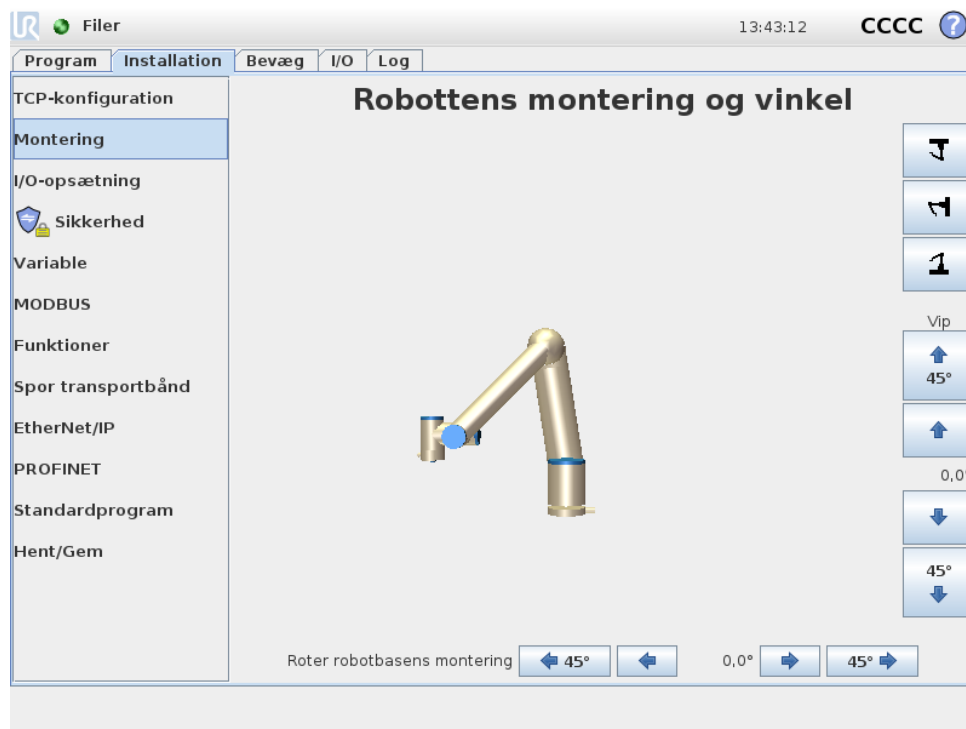
Værktøjets tyngdepunkt kan valgfrit specificeres i felterne CX, CY og CZ. Værktøjets centerpunkt (TCP) antages at være værktøjets tyngdepunkt, hvis andet ikke er angivet. Indstillingen gælder for alle definerede TCP'er.



ADVARSEL:

Sørg for at bruge de korrekte installationsindstillinger. Gem og indlæs installationsfilerne sammen med programmet.

13.7 Installation → Montering



Her kan monteringen af robotarmen specificeres. Dette tjener to formål:

1. Få robotarmen til at se korrekt ud på skærmen.
2. Fortælle kontrolleren om tyngdekraftens retning.

Kontrolleren bruger en avanceret dynamisk model til at give robotarmen jævne og præcise bevægelser og til at få robotarmen til at holde sig selv, når den er i **friløb**stilstand. Af denne grund er det vigtigt, at monteringen af robotarmen indstilles korrekt.



ADVARSEL:

Hvis robotarmens montering angives forkert i installationen, kan det medføre hyppige sikkerhedsstop og/eller en risiko for, at robotarmen bevæger sig, når **friløb**sknappen trykkes.

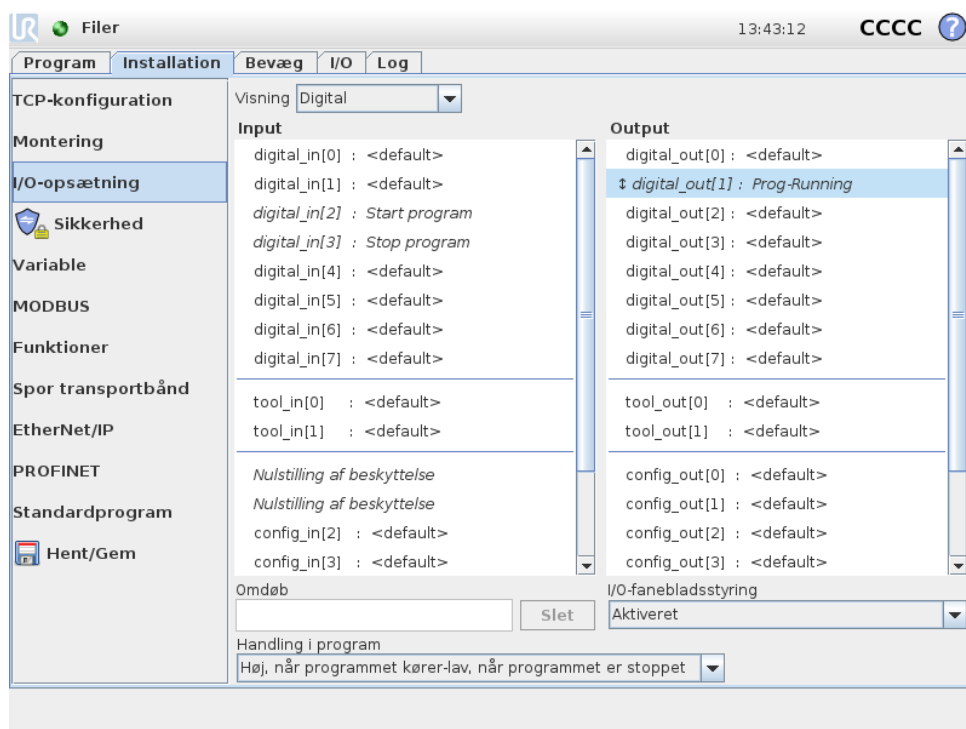
Standard er, at robotten er monteret på et fladt bord eller gulv, og i så tilfælde er der ikke brug for at ændre på dette skærbillede. Men hvis robotten er **loftmonteret**,

vægmonteret eller monteret i en vinkel, skal dette justeres ved hjælp af trykknapperne. Knapperne i højre side af skærmen er til indstilling af vinklen for robotarmens montering. De tre knapper øverst til højre sætter vinklen for **loft** (180°), **væg** (90°), **gulv** (0°). **Vip**-knapperne kan bruges til at sætte en vilkårlig vinkel. Knapperne på den nederste del af skærmen bruges til at dreje monteringen af robotarmen, så den svarer til den faktiske montering.

**ADVARSEL:**

Sørg for at bruge de korrekte installationsindstillinger. Gem og indlæs installationsfilerne sammen med programmet.

13.8 Installation → I/O opsætning



På dette skærbillede kan de I/O-signaler, som er til rådighed for robotten, tildeles brugerdefinerede navne samt konfigureres med handlinger og I/O-fanekontrol.

Afsnit **Input** og **Output** angiver I/O-signaltyperne såsom:

Digital: (standard for generelle formål, konfigurerbar og værktøj)

Analog: (standard for generelle formål og værktøj)

MODBUS:

Generelle: registre (boolsk, heltal og flydende)

De generelle registre kan åbnes via f.eks. en feltbus (f.eks. Profinet eller EtherNet/IP).

13.8.1 I/O-signaltype

Antallet af signaler, der angives i afsnit **Input** og **Output**, kan begrænses ved at bruge menuen **Vis** øverst på skærmen til at ændre det viste indhold baseret på signaltype.

13.8.2 Tildeling af brugerdefinerede navne

Det er muligt at forbinde navne med input- og output-signaler. Det gør det lettere at huske, hvad signalerne gør, når man arbejder med robotten. Vælg et signal ved at klikke på det, og klik derefter på tekstfeltet nederst på skærmen for at angive navnet. Navnet kan nulstilles til standardindstillingen ved at rydde det (brug knappen **Ryd**).

Det er muligt at gøre et register for generelle formål tilgængeligt i programmet (f.eks. til en **Vent**-kommando eller det betingede udtryk for en **Hvis**-kommando) ved at give registeret et brugerdefineret navn. Kommandoerne **Vent** og **Hvis** beskrives i hhv. (14.9) og (14.18). De navngivne registre for generelle formål kan findes i vælgeren **Input** eller **Output** på skærbilledet **Udtryksredigering**.

13.8.3 I/O-handlinger og I/O-fanekontrol

Input-handlinger: De otte digitale standardinput for generelle formål og de to digitale værktøjsinput samt standardregistre for generelle formål af typen *boolsk* kan udløse en handling. De tilgængelige handlinger omfatter muligheden for at aktivere en stigende kant:

- Start det aktuelle program
- Stop det aktuelle program
- Sæt det aktuelle program på pause

Herudover kan en handling konfigureres, som enten åbner/lukker tilstanden **Friløb**, når inputtet er højt/lavt (som knappen **Friløb** bag på programmeringskonsollen).

Output-handlinger og I/O-fanekontrol: Stand for output er, at deres værdier bevares, når et program er standset. Det er også muligt at konfigurere et output med en standardværdi, der anvendes, når der ikke køres et program.

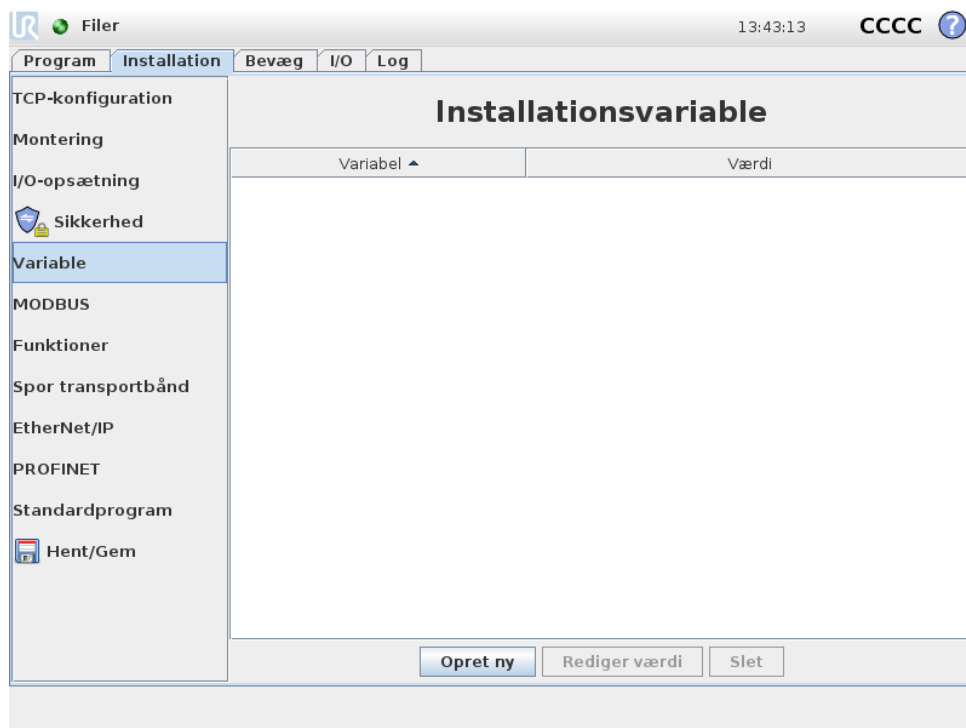
De otte digitale standardoutput for generelle formål og de to digitale værktøjsoutput kan endvidere konfigureres til at afspejle, om et program kører i øjeblikket, således at outputtet er højt, når et program kører, men ellers er lavt. Outputregistre for generelle formål af typen *boolsk* og digitale MODBUS-outputsignaler understøtter også dette.

Endelig er det også muligt at specificere, om en udgang kan styres på I/O-fanebladet (enten af programmører eller både operatører og programmører), eller om det kun er robotprogrammer, der kan ændre udgangsværdien.

13.9 Installations→sikkerhed

Se kapitel 10.

13.10 Installations→variable



Variable, der er oprettet her, kaldes og kan bruges nøjagtigt som normale programvariable. Installationsvariabler er specielle, fordi de beholder deres værdi, også selvom et program standses og derefter startes igen, og når robotarmen og/eller kontrollerskabet slukkes og startes igen. Deres navne og værdier gemmes med installationen, så det er muligt at bruge den samme variabel i flere programmer.



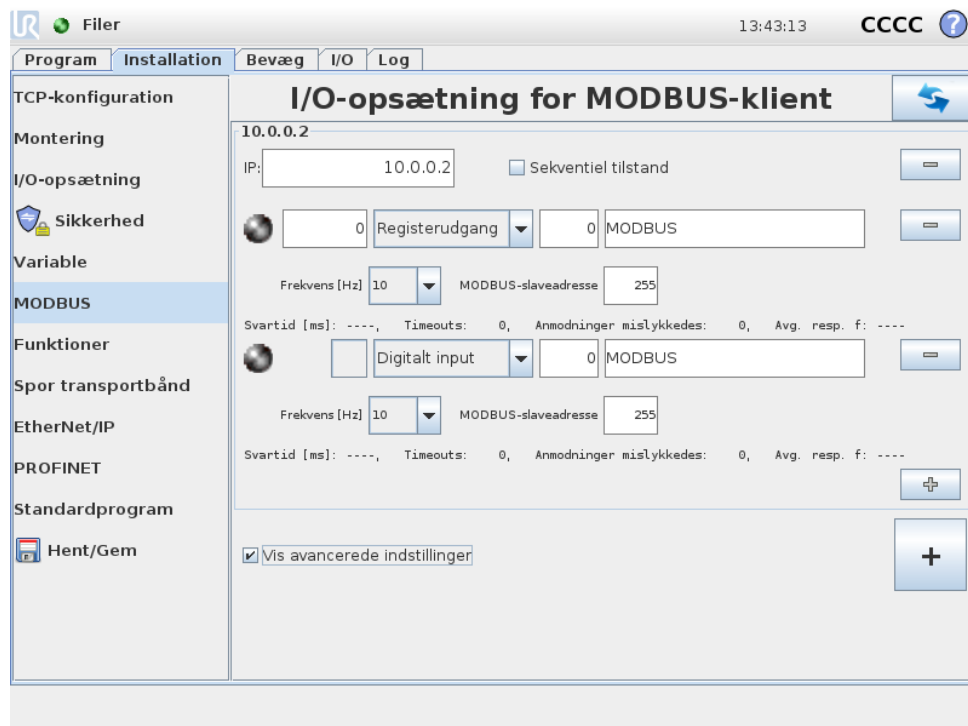
Et tryk på **Opret ny** bringer et panel frem med et navneforslag til den nye variabel. Navnet kan ændres, og dets værdi kan indsættes ved at berøre et af tekstfelterne. **OK**-knappen kan kun klikkes, hvis det nye navn ikke er brugt i denne installation. Det er muligt at ændre værdien på en installationsvariabel ved at fremhæve variabelen på listen og derefter klikke på **Rediger værdi**.

En variabel slettes ved at vælge den på listen og klikke på **Slet**.

Efter konfigurationen af installationsvariablen skal selve installationen gemmes for at bevare denne konfiguration, (se 13.5). Installationsvariablerne og deres værdier gemmes også automatisk for hvert 10. minut.

Hvis et program eller en installation åbnes, og et eller flere af programvariablerne har samme navn som installationsvariablerne, får brugeren to valg til at løse problemet: Enten bruge installationsvariablerne af samme navn i stedet for programvariabler eller få variabler i konflikt omdøbt automatisk.

13.11 Installation → MODBUS-klient I/O-opsætning



Her kan MODBUS-klientens (master) signaler indstilles. Forbindelser til MODBUS-servere (eller slaver) på angivne IP-adresser kan oprettes med indgangs-/udgangssignaler (registre eller digitale). Hvert signal har et unikt navn, så det kan bruges i programmering.

Opdater

Tryk på denne knap for at opdatere alle MODBUS-forbindelser. Opdatering afbryder alle modbus-enheder og opretter forbindelse til dem igen. Al statistik ryddes.

Tilføj enhed

Tryk på denne knap for at tilføje en ny MODBUS-enhed.

Slet enhed

Tryk på denne knap for at slette MODBUS-enheden og alle signaler på denne enhed.

Indstil IP-enhed

Her vises IP-adressen for MODBUS-enheden. Tryk på knappen for at ændre den.

Sekventiel tilstand

Kun tilgængelig, når Vis avancerede indstillinger (se 13.11) er valgt. Markering af dette afkrydsningsfelt tvinger modbus-klienten til at vente på et svar, før næste anmodning sendes. Denne tilstand kræves af visse feltbus-enheder. Aktivering af denne indstilling kan hjælpe, hvis der er flere signaler, og en forøget anmodningsfrekvens medfører signalfrekvens. Bemærk, at den faktiske signalfrekvens kan være lavere end anmodet, når der er defineret flere signaler i sekventiel tilstand. Den faktiske signalfrekvens kan observeres i signalstatistik (se afsnit 13.11). Signalindikatoren bliver gul, hvis den faktiske signalfrekvens er mindre end halvdelen af den valgte værdi fra rullelisten "Frekvens".

Tilføj signal

Tryk på denne knap for at tilføje et signal til den tilsvarende MODBUS-enhed.

Slet signal

Tryk på denne knap for at slette et signal på den tilsvarende MODBUS-enhed.

Indstil signaltype

Brug denne drop-down-menu til at vælge signaltypen. Tilgængelige typer er:

Digital indgang: En digital indgang (spole) er en 1 bit-mængde, som læses fra MODBUS-enheden på den spole, der er angivet i signalets adressefelt. Funktionskode 0x02 (læs diskrete indgange) bruges.

Digital udgang: En digital udgang (spole) er en 1 bit-mængde, der kan indstilles til enten høj eller lav. Før værdien af denne udgang indstilles af brugeren, læses værdien fra MODBUS fjernenheden. Det vil sige, at funktionskoden 0x01 (Læs spoler) anvendes. Når udgangen er indstillet af et robotprogram eller ved at trykke på knappen **indstil signalværdi**, anvendes funktionskoden 0x05 (Skriv enkelt spole) derefter.

Registerindgang: En registerindgang er en 16 bit-mængde, der læses fra adressen i adressefeltet. Funktionskoden 0x04 (Læs indgangsregistre) bruges.

Registerudgang: En registerudgang er en 16 bit-mængde, der kan indstilles af brugeren. Før værdien af registret er blevet indstillet, læses dets værdi fra MODBUS fjernenheden. Det vil sige, at funktionskoden 0x03 (Read Holding Registers) (Læs holderegistre) anvendes. Når udgangen er indstillet af et robotprogram eller ved at trykke på knappen **indstil signalværdi** anvendes funktionskoden 0x06 (Skriv enkelt register) til at indstille værdien på MODBUS fjernenheden.

Sæt signaladresse

Dette felt viser adressen på MODBUS fjernserveren. Brug tastaturet på skærmen for at vælge en anden adresse. Gyldige adresser afhænger af producent og konfiguration af MODBUS-enheden.

Indstil signalnavn

Med tastaturet på skærmen kan brugeren give et signal et meningsfuldt navn. Dette navn anvendes, når signalerne bruges i programmering.

Signalværdi

Her vises den aktuelle værdi af signalet. For registersignaler udtrykkes værdien som et heltal uden fortegn. Til udgangssignaler kan den ønskede signalværdi indstilles ved hjælp af knappen. Igen, for en registerudgang, skal værdien, der skrives til enheden, være et heltal uden fortegn.

Signalforbindelsesstatus

Dette ikon viser om signalet kan læses/skrives korrekt (grønt), eller om enheden reagerer uventet eller ikke er tilgængelig (gråt). Hvis der modtages et MODBUS-undtagelsessvar, vises svarkoden. MODBUS-TCP-undtagelsessvarene er:

- E1: ILLEGAL FUNCTION (ULOV LIG FUNKTION) (0x01) Den modtagne funktionskode i forespørgslen er ikke en tilladt handling for serveren (eller slaven).
- E2: ILLEGAL DATA ADDRESS (ULOV LIG DATADRESSE) (0x02) Den modtagne funktionskode i forespørgslen er ikke en tilladt handling for serveren (eller slaven), kontroller, at den indtastede signaladresse passer med opsætningen af MODBUS-fjernserveren.
- E3: ILLEGAL DATA VALUE (ULOV LIG DATAVÆRDI) (0x03) En værdi i feltet med forespørgselsdata er ikke en tilladt værdi for serveren (eller slaven), kontroller, at den indtastede signalværdi er gyldig til den angivne adresse på MODBUS fjernserveren.
- E4: SLAVE DEVICE FAILURE (SLAVEENHEDSFEJL) (0x04) Der er opstået en uoprettelig fejl, mens serveren (eller slaven) forsøgte at udføre den anmodede handling.
- E5: ACKNOWLEDGE (KVITTER) (0x05) Specialiseret brug i forbindelse med programmeringskommandoer, der sendes til MODBUS fjernenheden.
- E6: SLAVE DEVICE BUSY (SLAVEENHEDEN ER OPTAGET) (0x06) Specialiseret brug i forbindelse med programmeringskommandoer, der sendes til MODBUS fjernenheden. Slaveenheden (serveren) kan ikke svare nu.

Vis avancerede indstillinger

Dette afkrydsningsfelt viser/skjuler de avancerede indstillinger for hvert signal.

Avancerede indstillinger

Opdateringsfrekvens: Denne menu kan bruges til at ændre signalets opdateringsfrekvens. Dette betyder den frekvens, hvormed anmodninger sendes til MODBUS-enheden for enten læsning eller skrivning af signalværdien. Når frekvensen er indstillet til 0, aktiveres modbus-anmodningerne efter behov ved brug af scriptfunktionerne *modbus_get_signal_status*, *modbus_set_output_register*, and *modbus_set_output_signal*.

Slaveadresse: Dette tekstfelt kan bruges til at indstille en specifik slaveadresse for de anmodninger, der svarer til et specifikt signal. Værdien skal være i intervallet 0-255, begge inklusive, og standard er 255. Hvis du vil ændre denne værdi, anbefales det, at du ser i manualen for dine MODBUS-enheder for at undersøge deres funktionalitet med en ændret slaveadresse.

Antal genoptagne forbindelser: Antal gange en TCP-forbindelse blev lukket og forbundet igen.

Forbindelsesstatus: TCP-forbindelsesstatus.

Svartid [ms]: Tid mellem afsendelse af modbus-anmodning og modtagelse af svar - dette opdateres kun, når kommunikation er aktiv.

Modbus-pakkefejl: Antal modtagne pakker, der indeholdt fejl (dvs. ugyldig længde, manglende data, TCP socket-fejl).

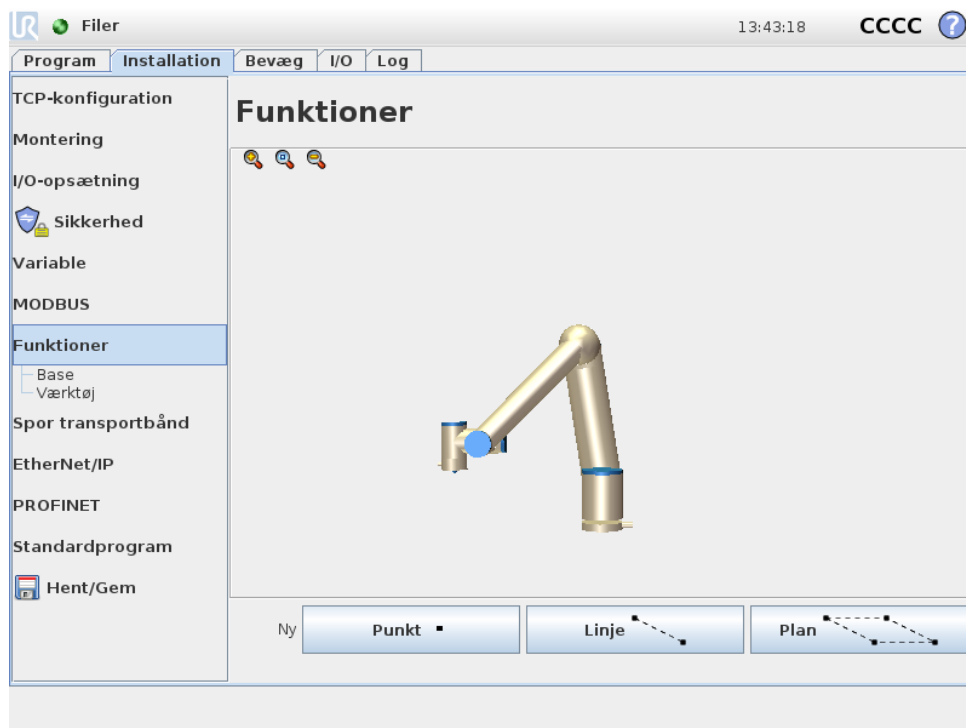
Timeouts: Antal modbus-anmodninger, der ikke fik svar.

Anmodninger mislykkedes: Antal pakker, som ikke kunne sendes på grund af ugyldig socket-status.

Faktisk frekv.: Den gennemsnitlige frekvens af klient (master) signal-statusopdateringer. Denne værdi genberegnes, hver gang signalet modtager et svar fra serveren (eller slaven).

Alle tællere tæller op til 65535 og starter derefter forfra fra 0.

13.12 Installations → funktioner



Det er en almindelig situation, at underdele af et robotprogram består af bevægelser, som skal udføres i forhold til andre specifikke genstande end robotarmens base. Sådanne genstande kan være borde, andre maskiner, arbejdssemner, transportbånd,

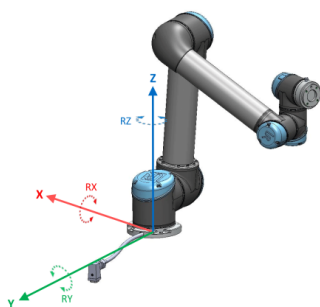
paller, kamerasystemer, emner eller grænser, som typisk findes i robotarmens omgivelser.

Funktionen som et koncept er grundlæggende en repræsentation af en sådan genstand, som er blevet defineret med et navn til fremtidig reference og en seksdimensionel positur (position og retning) i forhold til robotbasen.

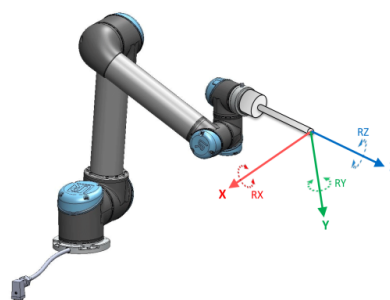
Der findes altid to foruddefinerede funktioner for robotten, hvor posituren for begge defineres af selve robotarmens konfiguration:

Base: funktionen er placeret med oprindelsessted inde i midten af robotbasen (se figur 13.1)

Værktøj: funktionen er placeret med oprindelsessted inde i midten af det aktuelle TCP (se figur 13.2)



Figur 13.1: Funktionen Base



Figur 13.2: Funktionen Værktøj (TCP)

Brugerdefinerede funktioners positur defineres af brugeren via en unik og intuitiv metode, som bruger den aktuelle positur for værktøjet (TCP) til at definere placeringer i arbejdsområdet. Det betyder, at brugeren kan programmere funktioners placering ved hjælp af f.eks. tilstanden **Friløb** eller jogging for at flytte robotten til den ønskede positur.

Der er tre forskellige strategier (**Punkt**, **Linje** og **Plan**) til definition af funktionsposituren. Den bedste strategi til et givent program afhænger af genstandstypen og præcisionskravene, men generelt er en funktion, som er baseret på flere inputpunkter (**Linje** og **Plan**), at foretrække, hvis det er relevant for den pågældende genstand.

Definition af f.eks. retningen for et lineært transportbånd er muligt ved hjælp af kun funktionen **Punkt**, men generelt vil konceptet bevægelse i en lineær retning være mere nøjagtigt og bedre repræsenteret med funktionen **Linje**. Brug af funktionen **Punkt** til definition af et transportbåndets retning er nødvendigt for at pege TCP'en i retning af transportbåndets bevægelse. Der opnås bedre nøjagtighed for retningen ved i stedet at definere to punkter for en **Linje**-funktion med så stor fysisk adskillelse som muligt.

Brug af flere punkter til definition af posituren for f.eks. et bord gør, at retningen baseres på placeringer i stedet for retningen af et enkelt TCP, og retningen af et enkelt TCP er generelt sværere at konfigurere med stor nøjagtighed. Der findes en forklaring på, hvordan man anvender de forskellige metoder til definition af en funktion i (afsnit: 13.12.2), (13.12.3) og (13.12.4).

13.12.1 Brug af en funktion

Når der er defineret en funktion i installationen, er det muligt at henvise til den fra robotprogrammet for at forbinde robotbevægelser (kommandoerne **BevægL** og **BevægP**) til funktionen (se afsnit 14.5). Det muliggør nem tilpasning af et robotprogram, f.eks. hvis man har flere robotstationer eller hvis en genstand dynamisk flyttes i programmets programkørsel eller permanent flyttes i scenen. Ved blot at justere den funktion, der henvises til, for en bestemt genstand flyttes alle bevægelser for det program, som bør være i forhold til genstanden, i overensstemmelse hermed. Eksempler findes i (afsnit 13.12.5) og (13.12.6).

Funktioner, der er konfigureret som joggable, er også et nyttigt redskab ved manuel flytning af robotten på fanen **Flyt** (afsnit 13.1) eller skærbilledet **Posituredigering** (se 12.2). Når en funktion vælges som en referenceramme, betjenes knapperne **Bevæg værktøj** til translationer og rotationer i det valgte funktionsområde (se 13.1.2) og (13.1.3), og den aktuelle udlæsning af TCP-koordinater vises i TCP-afsnittet på skærmen. Hvis der f.eks. er defineret et bord som en funktion, og det vælges som reference på fanen **Bevæg**, flytter pileknapperne til op/ned, venstre/højre, fremad/baglæns translation robotten i disse retninger i forhold til bordet, og de viste koordinater for TCP vil også være i bordets ramme.

Omdøb

Denne knap gør det muligt at omdøbe en funktion.

Slet

Denne knap sletter de valgte funktioner og alle eventuelle underfunktioner.

Vis akser

Vælg, om koordinatakserne for den valgte funktion skal være synlige på 3D-grafikken. Valget gælder for denne skærm og for Bevæg-fanebladet.

Joggable

Vælg, om den valgte funktion skal være joggable. Dette afgør, om funktionen vil være synlig i funktionsmenuen på Bevæg-fanebladet.

Variabel

Vælg, om den valgte funktion kan bruges som en variabel. Hvis denne mulighed er aktiv, vil en variabel, der har navn efter funktionen og er fulgt af “_var”, være tilgængelig, når robotprogrammer redigeres, og denne variabel kan tildeles en ny værdi i et program, som så kan bruges til at styre viapunkterne, der afhænger af en funktions værdi. Der skal også markeres en funktion som en variabel, hvis bevægelsen for en bevægelseskommando, som afhænger af den, skal opdateres, når funktionen redigeres. Hvis den ikke markeres som en variabel, vil viapunktet være i forhold til posituren på definitionstidspunktet.

Skift dette punkt

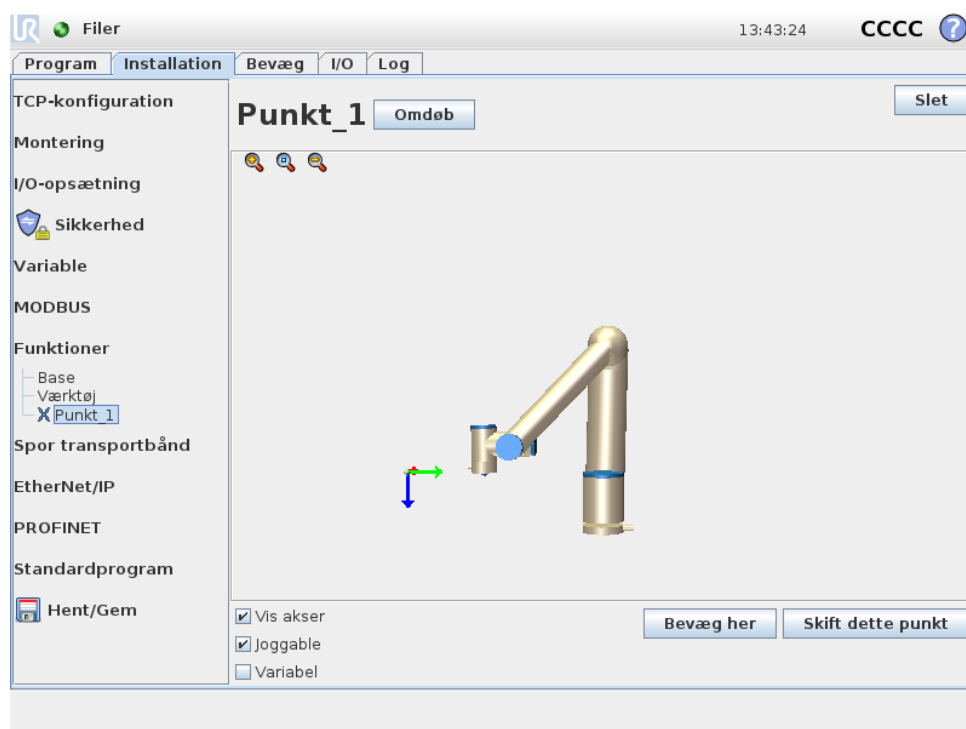
Brug denne knap til at angive eller skifte den valgte funktion. Fanen **Bevæg** (afsnit 13.1) vises, og en ny position for funktionen kan angives.

Kør hertil

Ved tryk på denne knap flyttes robotarmen mod den valgte funktion. Mod slutningen af bevægelsen vil funktionens koordinatsystem og TCP'et falde sammen.

13.12.2 Nyt punkt

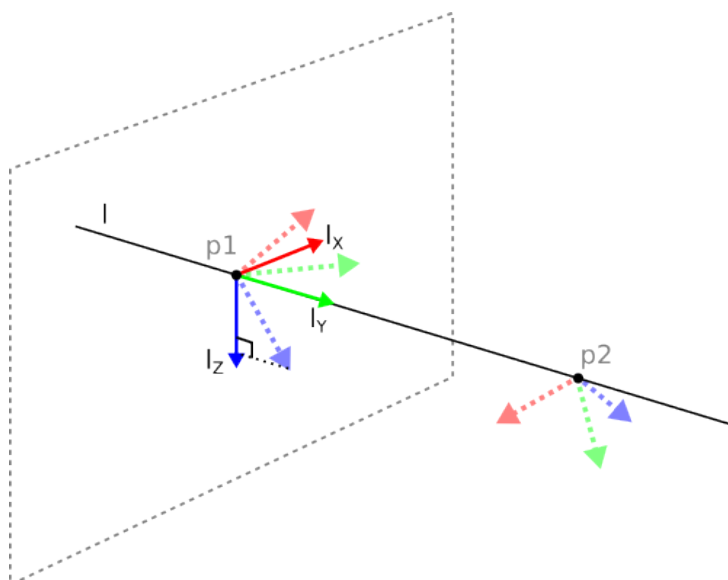
Tryk på denne knap for at tilføje en punktfunktion til installationen. Punktfunktionen vælges typisk ved definition af en sikkerhedsgrænse eller en global hjemkonfiguration for robotarmen. Posituren for en punktfunktion defineres som TCP'ets position og retning på det punkt.



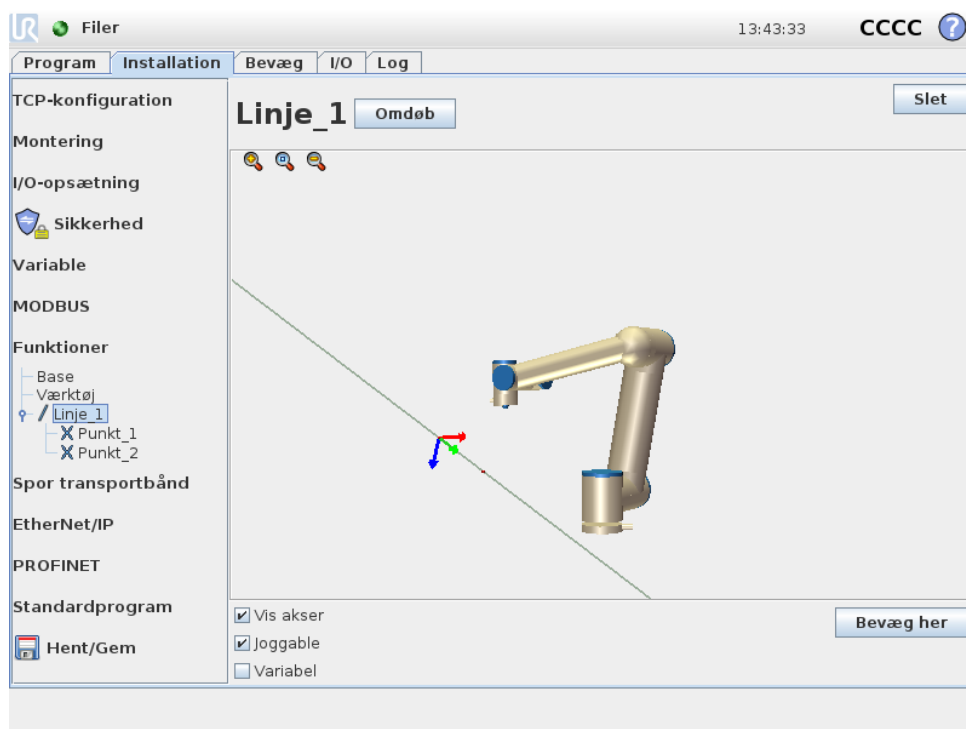
13.12.3 Ny linje

Tryk på denne knap for at tilføje en linjefunktion til installationen. Linjefunktionen vælges typisk til definition af linjer, som roboten skal følge, f.eks. ved brug af transportbåndsporing. En linje l defineres som en akse mellem to punktfunktioner $p1$ og $p2$ som vist på figur 13.3.

Denne akse, ledt fra det første punkt mod det andet punkt, vil udgøre y-aksen på linjekoordinatsystemet. Z-aksen defineres ved projektionen af z-aksen for $p1$ på planet, som er vinkelret på linjen. Linjekoordinatsystemets position er den samme som positionen for $p1$.

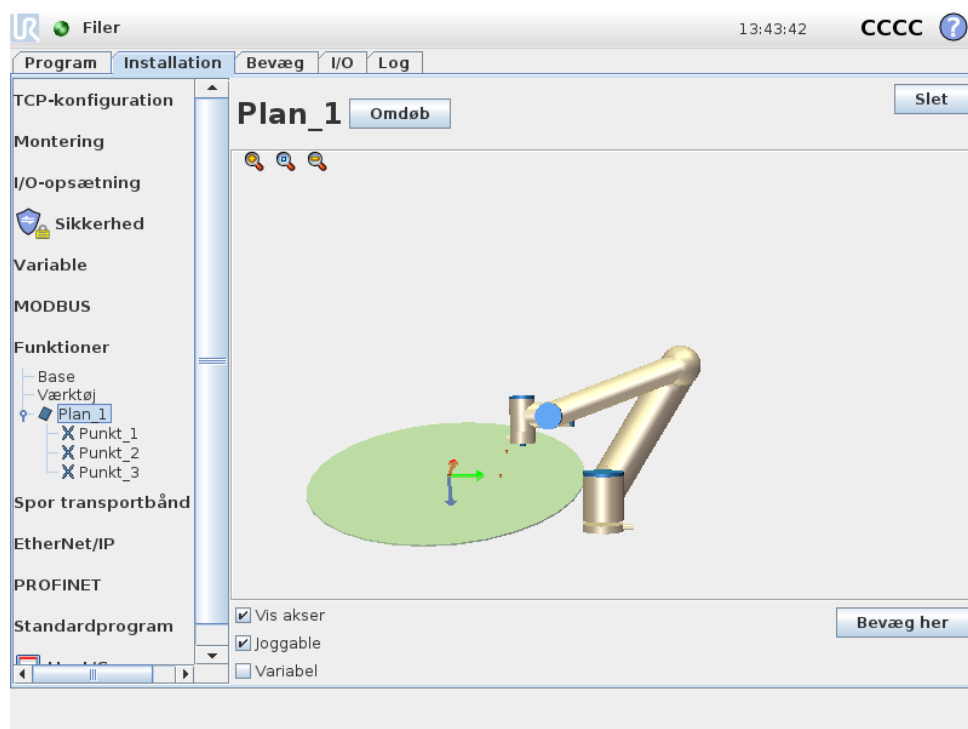


Figur 13.3: Definition af en linjefunktion



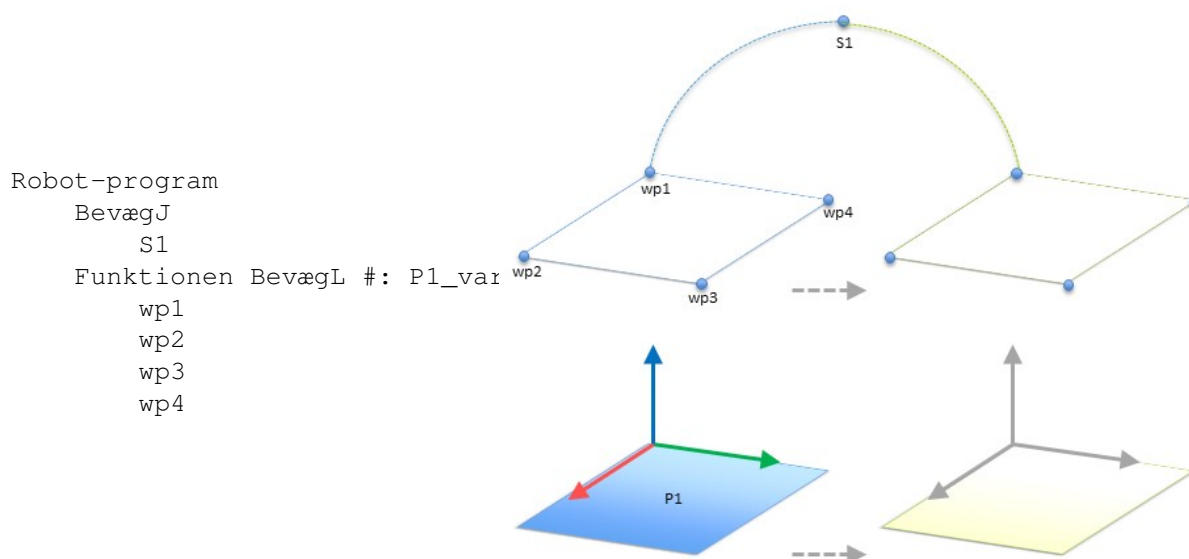
13.12.4 Nyt plan

Tryk på denne knap for at tilføje en planfunktion til installationen. Planfunktionen vælges typisk, når der er brug for en ramme med stor nøjagtighed, f.eks. ved arbejde med et visionssystem eller ved udførelse af bevægelser i forhold til et bord. Et niveau defineres ved tre underpunktfunktioner. Koordinatsystemets position er den samme som positionen for det første underpunkt. Z-aksen er det normale niveau, og y-aksen ledes fra det første punkt mod det andet. Z-aksens positive retning er indstillet på en sådan måde, at vinklen mellem niveauets z-akse og det første punkts z-akse er mindre end 180 grader.



13.12.5 Eksempel: Manuel opdatering af en funktion for at tilpasse et program

Overvej et program, hvor flere dele af et robotprogram er i forhold til et bord. På figur 13.4 illustreres dette som bevægelsen fra viapunkt wp1 til viapunkt wp4.



Figur 13.4: Enkelt program med fire viapunkter i forhold til et funktionsplan, der opdateres manuelt ved at ændre funktionen

Det er et krav for programmet, at det skal genbruges til flere robotinstallationer, hvor kun placeringen for bordet kan variere en anelse. Bevægelsen i forhold til bordet er identisk.

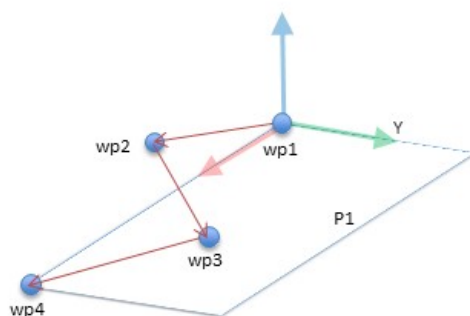
Ved at definere bordets position som en funktion *P1* i installationen samt sikre, at det vælges som en **Variabel**, er det nemt at anvende programmet med en *BevægL*-

kommando, som er konfigureret i forhold til planet, til flere robotter ved blot at opdatere installationen med bordets faktiske position.

Konceptet anvendes på et antal funktioner i et program til at opnå et fleksibelt program, der kan løse den samme opgave på mange robotter, også selvom f.eks. et opsamlings-, afleverings- eller et andet kritisk sted i arbejdsområdet kan variere en anelse fra installation til installation.

13.12.6 Eksempel: Dynamisk opdatering af en funktionspositur

Overvej et lignende program, hvor robotten også bevæger sig i et bestemt mønster til toppen af bordet for at løse en bestemt opgave som vist på figur 13.5.

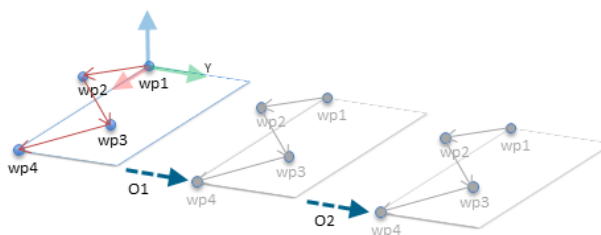


Figur 13.5: En *bevægL*-kommando med fire viapunkter i forhold til en planfunktion

Overvej nu, om bevægelsen i forhold til *P1* skal gentages et antal gange, hver gang med en forskydning *o*, som i dette eksempel er indstillet til 10 cm i Y-retningen (se figur 13.6, forskydning *O1* og *O2*). Det kan opnås f.eks. ved hjælp af script-funktionerne *positur_tilføj()* eller *positur_trans()* for at manipulere den variable funktion.

Robot-program

```
BevægJ
    wp1\texttt{(se~\ref{gui:ins
y = 0,01
o = p[0,y,0,0,0,0]
P1_var = positur_trans(P1_var,
Funktionen BevægL #: P1_var
    wp1
    wp2
    wp3
    wp4
```



Figur 13.6: Anvendelse af en forskydning på planfunktionen

Det er også muligt at skifte til en helt anden funktion, mens programmet kører, i stedet for blot at tilføje en forskydning. Det illustreres i nedenstående eksempel (se figur 13.7), hvor referencefunktionen for kommandoen *BevægL P1_var* kan skifte mellem to planer *P1* og *P2*.

Robot-program

BevægJ

S1

hvis (digitalt_input[0]) så

P1_var = P1

ellers

P1_var = P2

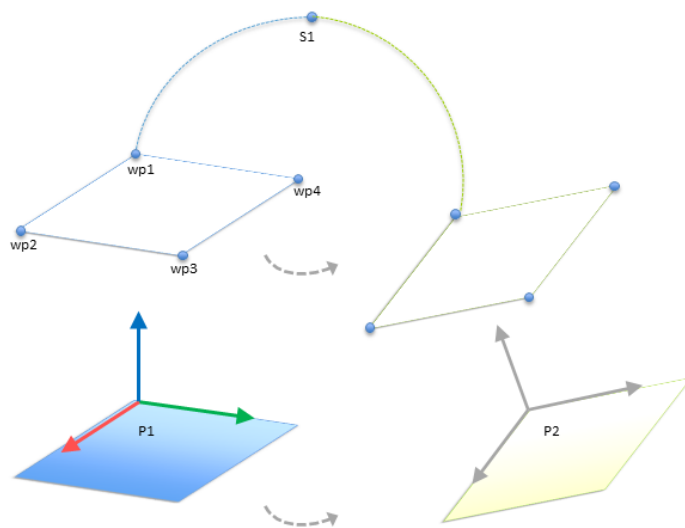
Funktionen BevægL #: P1_var

wp1

wp2

wp3

wp4



Figur 13.7: Skift fra en planfunktion til en anden planfunktion

13.13 Opsætning af transportbåndssporing

Ved brug af et transportbånd kan robotten konfigureres til at spore transportbåndets bevægelse. Opsætningen af transportbåndssporing giver mulighed for at konfigurere robotten til at arbejde med både absolutte og trinvis indkodere samt både lineære og cirkulære transportbånd.

Transportbåndsparmetre

Trinvis: indkodere kan sluttes til de digitale indgange 0 til 3. Den digitale signalafkodning kører ved 40kHz. Robotten kan med en **kvadratur**-indkoder (kræver to indgange) bestemme hastigheden langs med båndretningen. Hvis båndretningen er konstant, kan man nøjes med en enkelt indgang, der registrerer enten stigende, faldende eller stig og fald-kanter for at afgøre båndhastigheden.

Absolutte: indkodere kan anvendes ved tilslutning gennem et MODBUS-signal. Dette kræver, at en digital MODBUS-indgangsregistrering forudkonfigureres i (afsnit 13.11).

Lineære transportbånd

Hvis et lineært bånd vælges, skal en linjefunktion konfigureres i delen **Funktioner** i installationen for at bestemme båndretningen. Linjefunktionen skal være parallel med båndretningen, og der skal være en større afstand mellem de to punkter, der definerer linjefunktionen. Det anbefales at konfigurere linjefunktionen ved at placere værktøjet stramt imod siden af transportbåndet ved programmering af de to punkter. Hvis linjefunktionens retning er modsat båndets bevægelse, skal knappen **Modsat retning** anvendes.

Feltet **Mærker per meter** er det antal mærker, som indkoderen genererer, når båndet

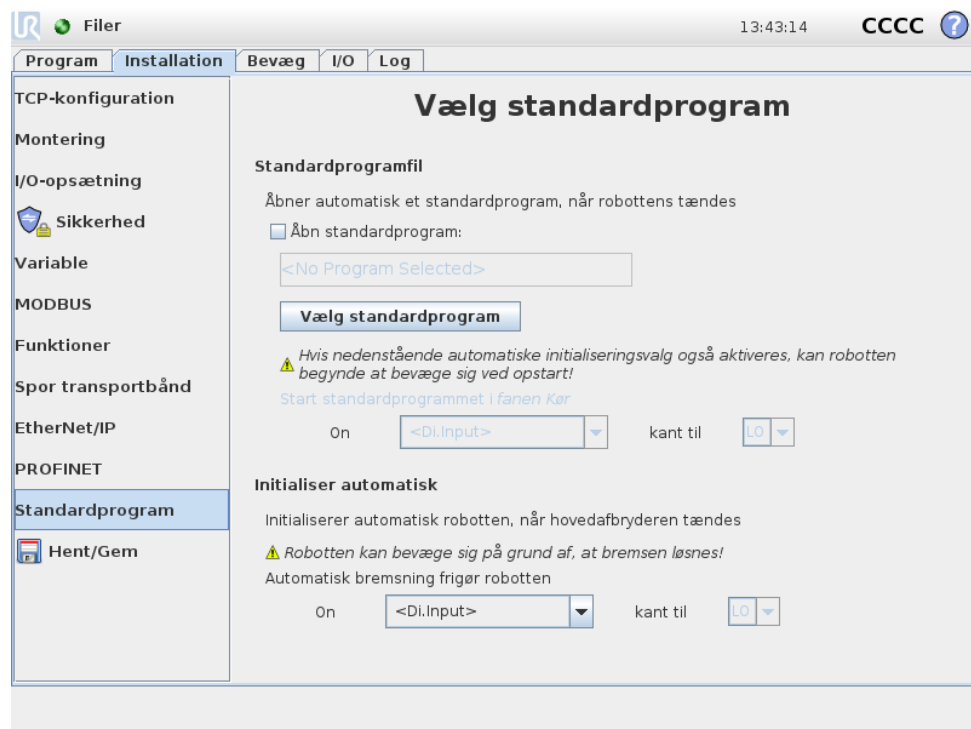
har kørt én meter.

$$\text{Mærker per meter} = \frac{\text{mærker per indkodeomdrejning}}{2\pi \cdot \text{radius af indkoderdisk[m]}} \quad (13.1)$$

Cirkulære transportbånd

Ved et cirkulært bånd skal centerpunktet for båndet (cirklen) defineres. Det gøres under **Funktioner** i installationen ved at definere en punktfunktion. Værdien af feltet **Mærker per omgang** skal være det antal mærker, som indkoderen genererer, når båndet har kørt en fuld omgang. Marker afkrydsningsfeltet **Roter værktøj med transportbånd**, hvis værktøjet skal orienteres i forhold til båndet (hvis værktøjet f.eks. er vinkelret på båndet, forbliver det vinkelret under bevægelsen). Fjern markeringen, hvis orienteringen skal styres af banen.

13.14 Installation → Standardprogram



Dette skærbillede indeholder indstillinger til automatisk indlæsning og start af et standardprogram og til automatisk initialisering af robotarmen ved opstart.



ADVARSEL:

Når automatisk indlæsning, autostart og automatisk initialisering er aktiveret, kører robotten programmet med det samme, når der tændes for kontrolleren, hvis inputsignalet svarer til det valgte signalniveau, dvs. kantovergang til det valgte signalniveau vil ikke være nødvendigt i dette tilfælde. Man skal være mere forsigtig, når signalniveauet er sat til **Lavt**, idet inputsignalet i typiske konfigurationer som standard er lavt. Det betyder, at programmet kører automatisk, uden at det udløses af et eksternt signal.

Indlæsning af et standardprogram

Et standardprogram kan vælges og indlæses, når der tændes for kontrollerskabet. Desuden vil standardprogrammet også blive indlæst automatisk, når skærm billedet **Kør program** (se 11.4) åbnes, og der ikke er indlæst noget program.

Indlæsning af et standardprogram

Standardprogrammet kan startes automatisk i skærm billedet **Kør program**. Når standardprogrammet er indlæst, og det angivne eksterne indgangssignals kantovergang er detekteret, startes programmet automatisk.

Bemærk, at ved opstart er det aktuelle inputsignal ikke defineret, og ved at vælge en overgang, der passer til signalstyrken ved opstart, startes programmet øjeblikkeligt. Desuden vil lukning af skærm billedet **Kør program** eller stopknappen i **instrumentbrættet** deaktivere den automatiske startfunktion, til Kør-knappen er trykket igen.

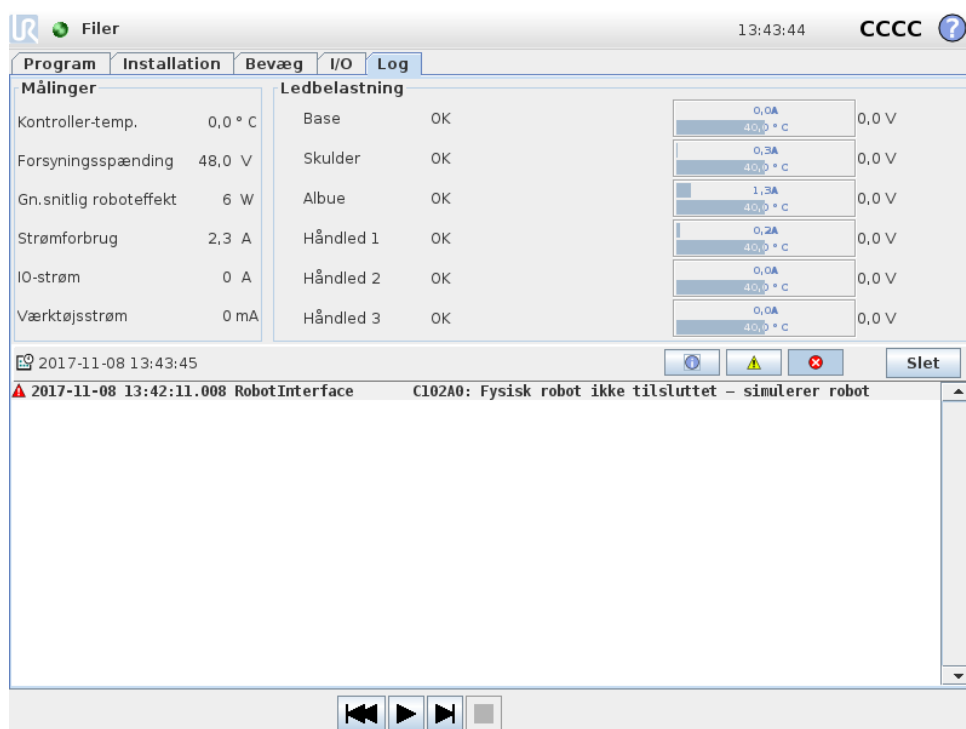
Auto-initialisering

Robotarmen kan initialiseres automatisk, for eksempel når kontrolarmen er tændt. Ved det angivne eksterne indgangssignals kantovergang bliver robotarmen fuldkommen initialiseret uanset den synlige skærm.

Det sidste initialiseringstrin er *frigørelse af bremsen*. Når roboten frigør bremsen, bevæger den sig lidt og afgiver en lyd. Desuden kan bremsen ikke frigøres automatisk, hvis den konfigurerede montering ikke svarer til den montering, der er detekteret ved hjælp af sensordata. I så tilfælde skal roboten initialiseres manuelt i initialiseringsskærm billedet (se 11.5).

Bemærk: Ved opstart er det aktuelle inputsignal ikke defineret, og ved at vælge en overgang, der passer til signalstyrken ved opstart, initialiseres programmet øjeblikkeligt.

13.15 Fanen Log



Robottilstand Den øverste halvdel af skærmen viser robotarmens og kontroller-skabets tilstand.

Den venstre del viser oplysninger i forbindelse med robotens kontrollerskab, mens den højre del viser oplysninger om hvert robotled. Hvert robotled viser oplysninger om temperaturen for motoren og elektronikken, belastningen af og spændingen på leddet.

Robottens log På den nederste halvdel af skærmen vises log-beskeder. Første kolonne kategoriserer alvorsgraden i logposten. Anden kolonne viser tidspunkt for beskedens ankomst. Næste kolonne viser beskedens afsender. Mens den sidste kolonne viser selve beskeden. Meddelelserne kan filtreres ved at vælge de skifteknapper, der svarer til alvorsgraden. Ovenstående figur viser nu, at fejlene vises, mens informations- og advarselsmeddelelser bliver filtreret. Visse logmeddelelser er beregnet til at give flere oplysninger. Den kan nås ved at vælge logposten.

13.16 Indlæsningsskærm

På denne skærm kan du vælge, hvilket program der skal indlæses. Der er to versioner af dette skærm billede: Et, der anvendes, når du vil åbne et program og afvikle det, og et, der anvendes, når du vil redigere et program.

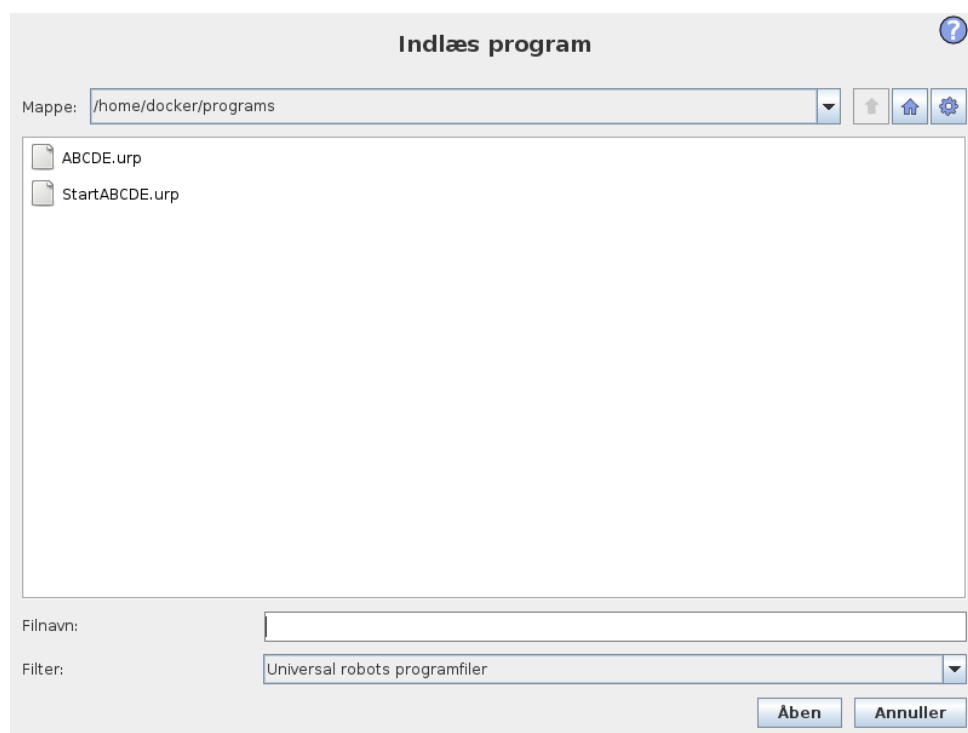

BEMÆRK:

Det frarådes at køre et program fra et USB-drev. Hvis der skal køres et program, der er gemt på et USB-drev, skal det først indlæses og derefter gemmes i mappen med lokale programmer med valget **Gem som...** i menuen **Filer**.

Hovedforskellen ligger i hvilke handlinger, der er til rådighed for brugeren. I det grundlæggende indlæsningsskærm-billede kan brugeren kun åbne filerne - ikke ændre eller slette dem. Desuden kan brugeren ikke forlade den mappestruktur, der ligger under mappen `programmer`. Brugeren kan tilgå en undermappe, men ikke et højere niveau end mappen `programmer`.

Derfor bør alle programmer placeres i mappen `programmer` og/eller undermapper under programmappen.

Skærmlayout



Dette billede viser den faktiske indlæsningsskærm. Den består af følgende vigtige områder og knapper:

Stihistorik Stihistorikken viser en liste over de baner, der fører til den nuværende placering. Det betyder at alle overordnede mapper op til roden af computeren vises. Her vil du bemærke, at du ikke vil kunne tilgå alle mapperne over programmappen.

Ved at vælge et mappenavn på listen ændres indlæsningsdialogboksen til den pågældende mappe og viser den i området til filmarkering (se 13.16).

Filmarkeringsområde I dette område af dialogboksen vises det aktuelle områdes indhold. Det giver brugeren mulighed for at vælge en file ved at enkeltklikke på dens navn eller åbne filen ved at dobbeltklikke på dens navn.

Mappe vælges ved et langt tryk på ca. 0,5 s. Få adgang til en mappe og dens indhold ved at klikke på den én gang.

Filfilter Ved at bruge filfilteret kan man begrænse de viste filer til kun at omfatte den ønskede type filer. Ved at vælge **Backupfiler** viser filmarkeringsområdet de seneste 10 gemte versioner af hvert program, hvor .old0 er den nyeste, og .old9 er den ældste.

Filfelt Her vises den aktuelt valgte fil. Brugeren har mulighed for at manuelt at indtaste et filnavn ved at klikke på tastaturikonet til højre for feltet. Dermed kommer der en pop op-menu frem, hvor brugeren kan indtaste filnavnet direkte på skærmen.

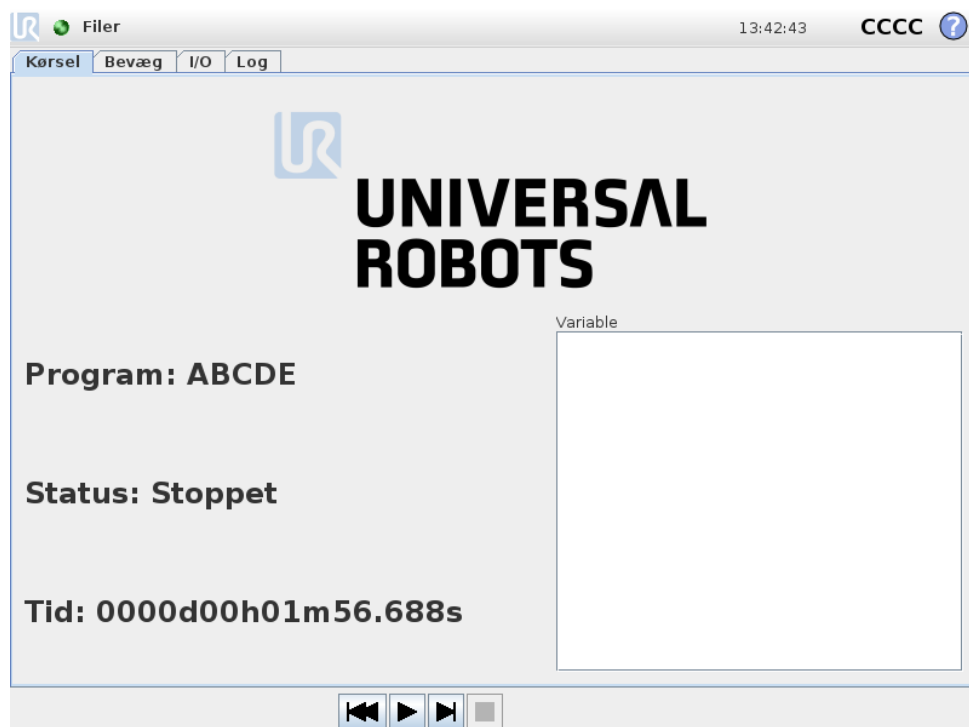
Åbn Ved klik på knappen Åbn, åbnes den aktuelt valgte fil, og der vendes tilbage til det foregående skærmbillede.

Annuler Ved at klikke på Annuler-knappen, afbrydes den aktuelle indlæsning, og skærmen skifter tilbage til det foregående billede.

Handlingsknapper En serie knapper giver brugeren mulighed for at udføre nogle af de handlinger, der normalt ville være tilgængelige ved at højre-klikke på et filnavn i en almindelig fildialogboks. Hertil kommer muligheden for at navigere opad i mappestrukturen og direkte til programmappen.

- Pil op: Gå opad i mappestrukturen. I to tilfælde aktiveres knappen ikke: Når den aktuelle mappe er den øverste mappe, eller hvis skærmen er i begrænset tilstand, og den aktuelle mappe er programmappen.
- Gå til programmappe: Gå til hjem
- Handlinger: Handlinger såsom at oprette mapper, slette filer osv.

13.17 Fanen Kør

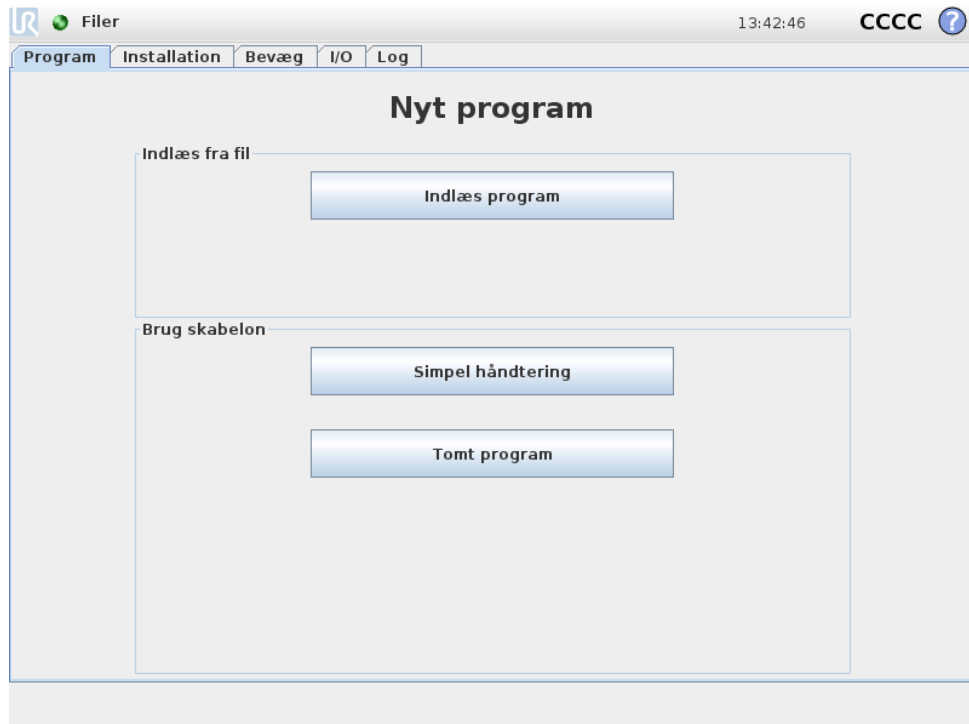


Dette faneblad er en meget enkel måde at betjene robotarmen og kontrollerskabet på med så få knapper og indstillinger som muligt. Dette kan være nyttigt kombineret med adgangskodebeskyttelse af PolyScopes programmeringsdel (se 15.3) for at gøre robotten til et værktøj, der udelukkende kan køre forprogrammerede programmer.

I denne fane kan et standardprogram desuden åbnes automatisk og startes baseret på en ekstern indgangssignal-kantovergang (se 13.14). Kombinationen af automatisk åbning og start af et standardprogram og automatisk initialisering ved opstart kan for eksempel bruges til at integrere robotarmen i andet maskinel.

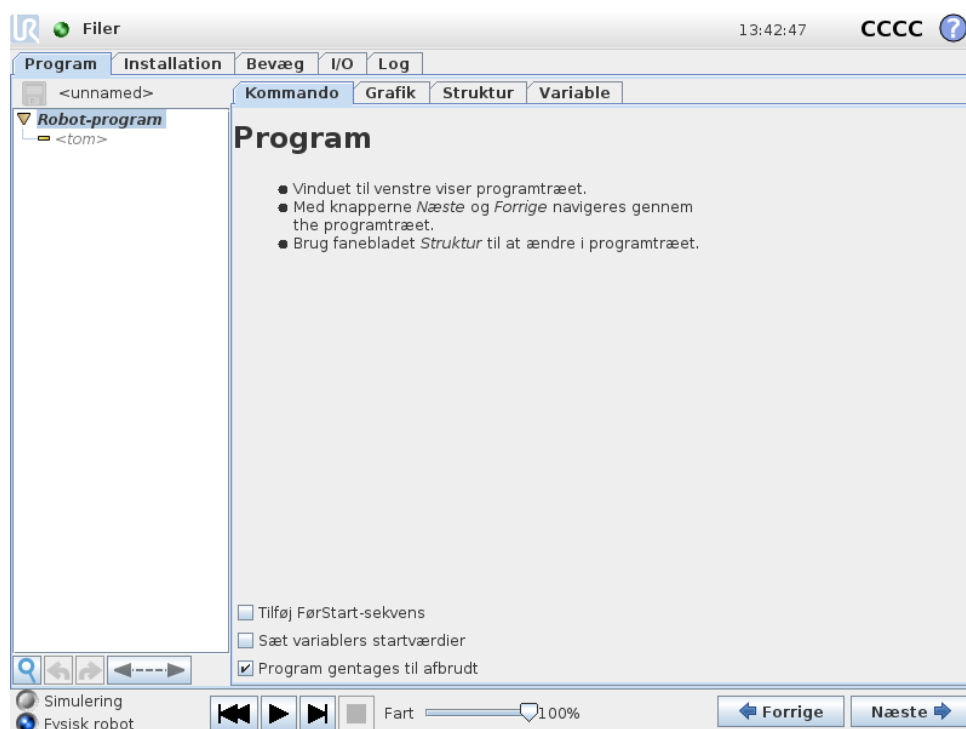
14 Programmering

14.1 Nyt program



Et nyt robotprogram kan begyndes enten fra en *skabelon* eller fra et eksisterende (gemt) robotprogram. En *skabelon* kan levere den overordnede programstruktur, så kun programdetaljerne skal udfyldes.

14.2 Fanen Program



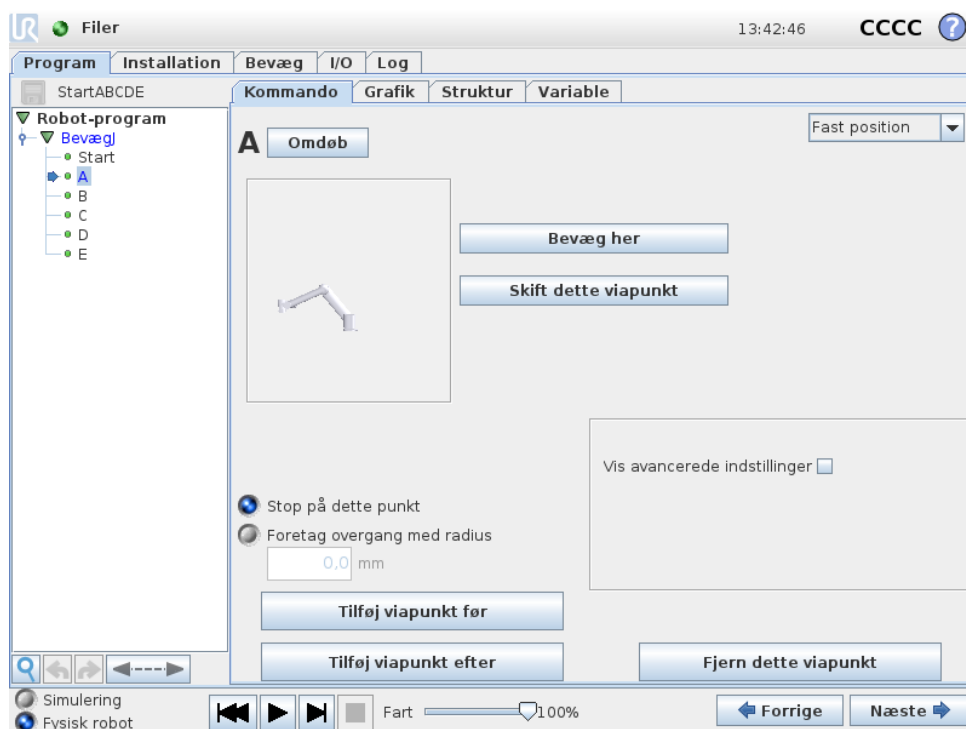
Fanen Program viser det aktuelle program der redigeres.

14.2.1 Programtræ

Programtræet i venstre side af skærmen viser programmet som en liste over kommandoer, mens området i højre side af skærbilledet viser oplysninger om den aktuelle kommando. Den nuværende kommando vælges ved at klikke på kommandolisten, eller ved at bruge knapperne **Forrige** og **Næste** nederst til højre på skærmen. Kommandoerne kan indsættes eller fjernes med fanen **Struktur**. Programnavnet vises direkte over kommandolisten med et lille disk-ikon, der kan klikkes på for hurtigt at gemme programmet.

I programtræet fremhæves den kommando, der i øjeblikket udføres, som beskrevet i 14.2.2.

14.2.2 Indikering af programeksekvierung



Programtræet indeholder visuelle stikord, der informerer om den aktuelt udførte kommando af robotkontrolleren. Et lille  indikatorikon vises til venstre for kommandoikonet, og navnet på den kommando, der udføres, og alle kommandoer, hvorefter denne kommando er en underkommando (typisk angivet med kommandoikonerne  / ) fremhæves i blåt. Dette er en hjælp for brugeren til at finde den eksekverede kommando i træet.

Hvis robotarmen for eksempel bevæger sig mod et viapunkt, mærkes den tilsvarende viapunkt-underkommando med ikonet , og dens navn vises i blåt sammen med navnet på bevægelseskommandoen (se 14.5), som den tilhører.

Hvis programmet sættes på pause, markerer indikatoren for programeksekvierung den sidste kommando, der var under eksekvering.

Ved at klikke på knappen med  ikonet under programtræet springes til den aktuelt eksekverede eller sidst eksekverede kommando i træet. Hvis der klikkes på en kommando, mens et program kører, viser fanen **Kommando** fortsat de oplysninger, der er knyttet til den valgte kommando. Ved at trykke på  knappen viser fanen **Kommando** igen løbende oplysninger om den aktuelt eksekverede kommando.

14.2.3 Søgeknap

Knappen med ikonet  kan bruges til at udføre en tekstsøgning i programtræet. Når der klikkes på knappen, kan man indtaste en søgning, hvorefter matchende programknuder fremhæves i gult. Tryk på ikonet  for at afslutte søgetilstanden.

14.2.4 Knapperne Fortryd/Annuller fortryd

Med knapperne med ikonerne  og  under programtræet kan man fortryde og annullere fortrydelse af de ændringer, der foretages i programtræet og de kommandoer, det indeholder.

14.2.5 Instrumentbræt til programmer

Den nederste del af skærmen er et *Instrumentbræt*. *Instrumentbrættet* indeholder et sæt knapper svarende til en gammeldags båndoptager, hvorfra programmer kan startes og stoppes, single-intensiveres og genstartes. Med *skydekontakten til hastighed* kan du til hver en tid justere programhastigheden, hvilket direkte påvirker den hastighed, robotarmen bevæger sig med. Desuden viser *skydekontakten til hastighed* i realtid den relative hastighed, hvormed robotarmen bevæger sig, idet der tages højde for sikkerhedsindstillingerne. Den angivne procentdel er den største opnåelige hastighed for det igangværende program uden at overtræde sikkerhedsbegrænsningerne.

Til venstre for *Instrumentbræt* kan du med knapperne *Simulering* og *Fysisk robot* skifte mellem at køre programmet i en simulering, eller køre det på den virkelige robot. Når du kører en simulering, er robotarmen ikke i bevægelse og kan dermed ikke skade sig selv eller kollidere med andet udstyr i nærheden. Brug simulation til at teste programmer, hvis der er usikkerhed om, hvad robotarmen vil gøre.



FARE:

1. Sørg for at være uden for robottens arbejdsområde, når Afspil-knappen trykkes. Den programmerede bevægelse kan være anderledes end tilsigtet.
2. Sørg for at være uden for robottens arbejdsområde, når Step-knappen trykkes. Step-knappens funktion kan være vanskelig at forstå. Brug den kun, hvis det er absolut nødvendigt.
3. Sørg for altid at teste programmet ved at reducere farten med skydeknappen til hastighed. Logiske programmeringsfejl, der er lavet af integratoren, kan forårsage utilsigtede bevægelser af robotarmen.
4. Når der forekommer et nød- eller sikkerhedsstop, standser robotprogrammet. Programmet kan genoptages, så længe intet led har bevæget sig mere end 10°. Når der trykkes på Afspil, bevæger robotten sig langsomt tilbage til i sin bane, hvorefter programudførelsen genoptages.

Mens programmet skrives, illustreres robotarmens resulterende bevægelse ved hjælp af en 3D-tegning på fanen *Grafik*, der er beskrevet i 14.29.

Ud for hver programkommando er et lille ikon, som er enten rødt, gult eller grønt.

Et rødt ikon betyder, at der er en fejl i denne kommando, gult betyder, at kommandoen ikke er færdig, og grønt betyder, at alt er OK. Et program kan kun køres når alle kommandoer er grønne.

14.3 Variable

Et robotprogram kan bruge variabler til at lagre og opdatere forskellige værdier under kørslen. Der er to slags variabler:

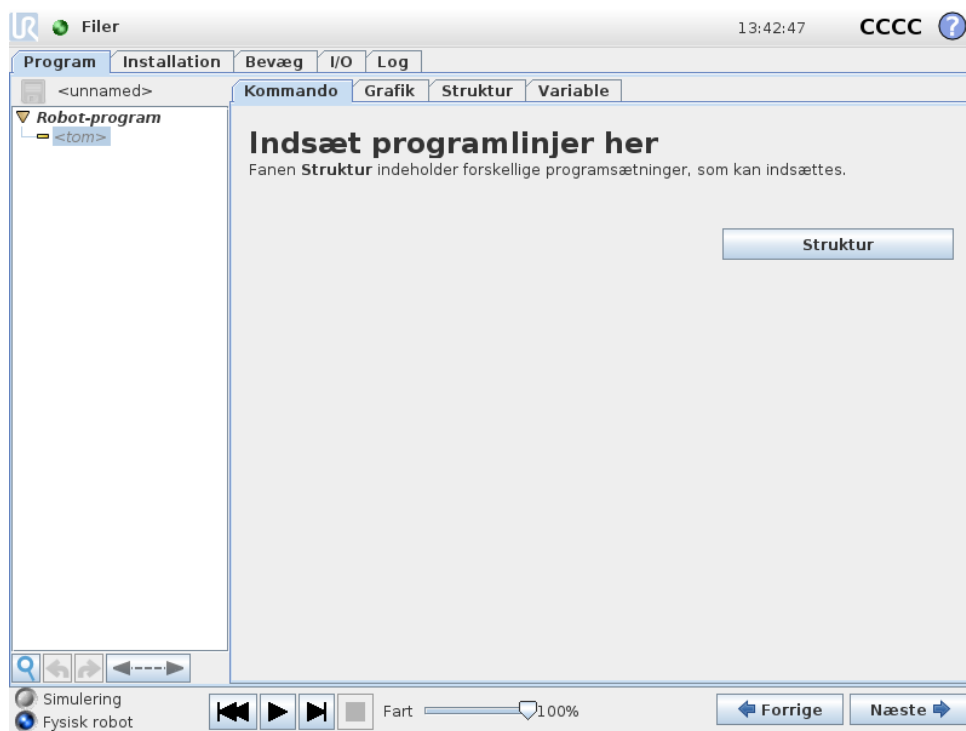
Installationsvariable: Disse kan bruges af flere programmer, og deres navne og værdier hører sammen med robotinstallationen (se 13.10). Installationsvariabler bibeholder deres data, efter roboten samt kontrollerskabet er genstartet.

Almindelige programvariable: Disse er kun tilgængelige for det program, der skal køres, og går tabt, når maskinen standses.

Følgende variabeltyper er tilgængelige:

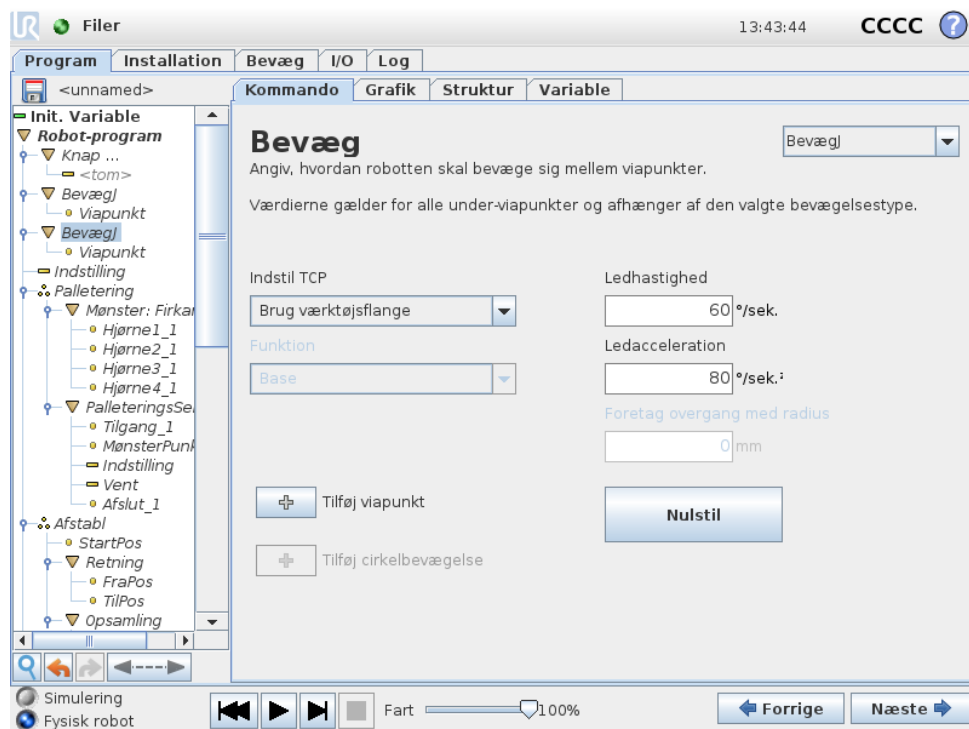
<i>bool</i>	En boolsk variabel, hvis værdi er enten Sand eller Falsk.
<i>int</i>	Et heltal i området fra -2147483648 til 2147483647 (32 bit).
<i>flydende</i>	Et kommatotal (decimal) (32-bit).
<i>streng</i>	En sekvens af tegn.
<i>positur</i>	En vektor, der beskriver placering og retning i et kartesisk rum. Det er en kombination af en positionsvektor (x, y, z) og en rotationsvektor (rx, ry, rz), der gengiver retningen, der skrives $p[x, y, z, rx, ry, rz]$.
<i>liste</i>	En sekvens af variabler.

14.4 Kommando: Tom



Program-kommandoer skal indsættes her. Tryk på **Struktur**-knappen for at gå til struktur-fanebladet, hvorfra de forskellige programlinjer kan vælges. Et program kan ikke køre, før alle linjer er specificerede og afgrænsede.

14.5 Kommando: Bevæg



Kommandoen **Bevæg** styrer robotens bevægelser gennem de underliggende viapunkter. Viapunkterne skal ligge under en Bevæg-kommando. Kommandoen Bevæg definerer den acceleration og hastighed, hvorved robotarmen bevæger sig mellem disse viapunkter.

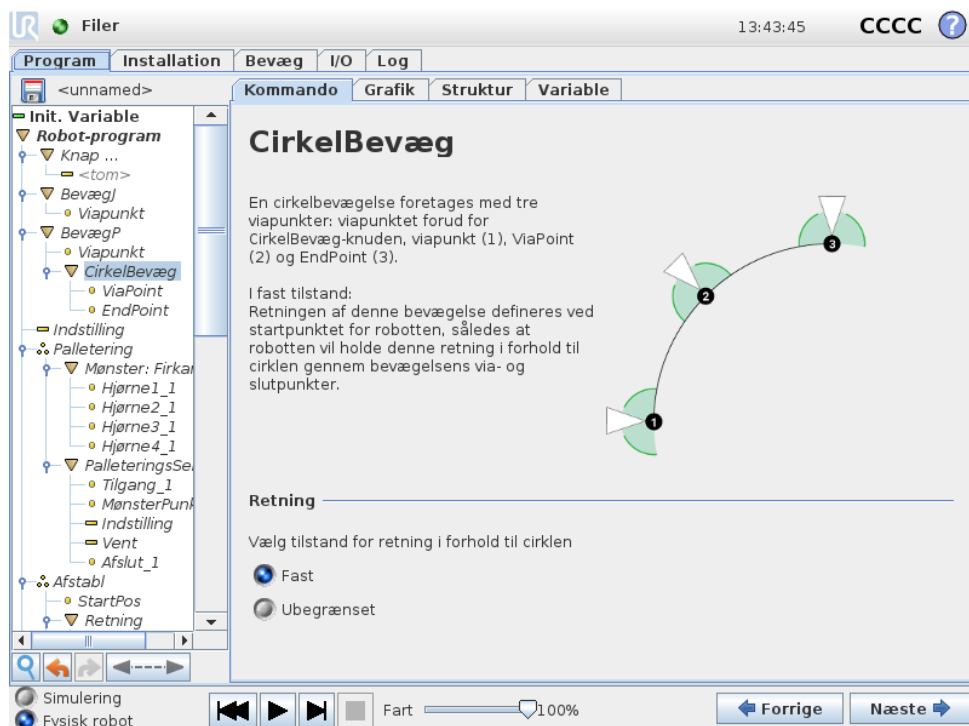
Bevægelsestyper

Det er muligt at vælge en af tre bevægelsestyper: **BevægJ**, **BevægL** og **BevægP** beskrives i det følgende.

- **bevægJ** laver bevægelser, der beregnes i robotarmens **ledrum**. Hvert led styres, så de når den ønskede slutposition på samme tid. Denne bevægelsestype resulterer i en kurvet bane for værktøjet. De fælles parametre, der anvendes til denne bevægelsestype, er den maksimale ledhastighed og ledacceleration til brug for bevægelsesberegningerne, der er specificeret i hhv. deg/s og deg/s^2 . Hvis det ønskes, at robotarmen skal bevæges hurtigt mellem viapunkterne under tilsidesættelse af værktøjsbanen mellem de viapunkter, kan denne bevægelsestype med fordel vælges.
- **bevægL** bevæger værktøjet lineært mellem viapunkter. Dette betyder, at hvert led udfører en mere kompliceret bevægelse for at holde værktøjet på en lige banelinje. De fælles parametre, som kan indstilles for denne bevægelsestype, er den ønskede værktøjshastighed og værktøjsacceleration, der er specificeret

i hhv. mm/s og mm/s^2 , og også en funktion. Den valgte funktion bestemmer, i hvilket funktionsområde viapunkternes værktøjspositioner er repræsenteret. Af specifik interesse ang. funktionsområder er variable funktioner og variable viapunkter. Variable funktioner kan bruges, når værktøjspositionen for et viapunkt skal fastlægges af den relevante værdi for den variable funktion, når robotprogrammet kører.

- **bevægP** bevæger værktøjet lineært ved konstant hastighed med cirkulære overgange og er beregnet til visse former for procesdrift såsom limning eller dosering. Overgangsradiens størrelse er som standard en fælles værdi mellem alle viapunkterne. En mindre værdi vil gøre banens drejning skarpere, hvorimod en højere værdi vil gøre banen fladere. Mens robotarmen bevæger sig gennem viapunkterne ved konstant hastighed, kan robotens kontrollerskab ikke vente på enten I/O-drift eller operatørhandling. Dette kan evt. stoppe robotarmens bevægelse eller forårsage et sikkerhedsstop.
- **Cirkelbevæg** kan føjes til en **bevægP** for at lave en cirkulær bevægelse. Robotten starter bevægelsen fra sin nuværende position eller startpunktet, bevæger sig gennem et **viapoint** specificeret på den cirkulære bue og et **slutpunkt**, der fuldender den cirkulære bevægelse.
En tilstand bruges til at beregne værktøjsretning gennem den cirkulære bue. Tilstanden kan være:
 - Fast: Kun startpositionen bruges til at definere værktøjsretningen
 - Ubegrænset: Startpunktet ændres til **slutpunkt** for at definere værktøjsretningen



Fælles parametre

De fælles parametre i nederste højre hjørne af bevægelsesskærm-billedet gælder for robotarmens bevægelse fra foregående position til kommandoens første via-

punkt, og derfra til hvert af de efterfølgende viapunkter. Indstillingerne for Bevæg-kommando gælder ikke for banen *fra* det sidste viapunkt under Bevæg-kommandoen.

Valg af TCP

Det TCP, der anvendes til viapunkterne under denne bevægelseskommando, kan vælges i rullemenuen. Det er muligt at vælge blandt brugerdefinerede TCP'er fra installationen, det aktive TCP eller ved blot at bruge værktøjsflangen. Hvis et brugerdefineret TCP eller det aktive TCP vælges, tilpasses bevægelsen under kommandoen Bevæg i overensstemmelse hermed. Hvis Brug værktøjsflange vælges, anvendes intet TCP, og bevægelsen under kommandoen Bevæg vil være i overensstemmelse med værktøjsflange (dvs. ingen tilpasning til bevægelsen).

Hvis det aktive TCP til denne bevægelse er bestemt under afviklingen af programmet, skal det indstilles dynamisk med indstillingskommandoen (se 14.10) eller med scriptkommandoer. Yderligere oplysninger om konfigurerings af navngivne TCP'er (se 13.6).

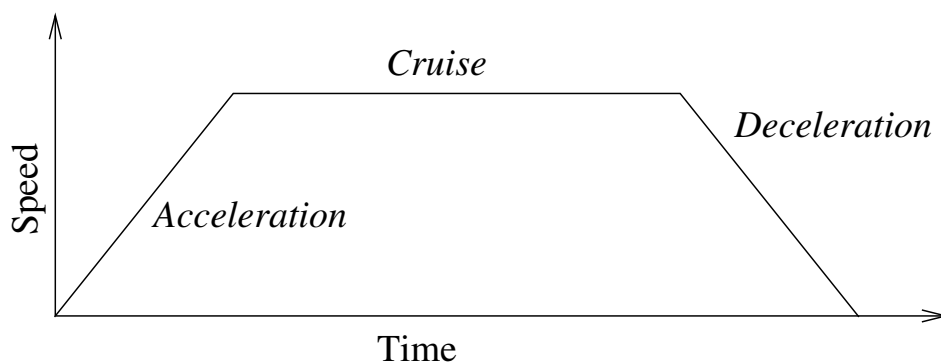
Funktionsvalg

For **BevægL** og **BevægP** er det muligt at vælge, hvilket funktionsområde viapunkterne under kommandoen Bevæg skal repræsenteres, når disse viapunkter specificeres (se afsnit 13.12). Dette betyder, at når der indstilles et viapunkt, vil programmet huske værktøjskoordinaterne i funktionsområdet for den valgte funktion. Nogle få tilfælde kræver detaljeret forklaring:

Relative viapunkter: Den valgte funktion har ingen virkning på relative viapunkter. Den relative bevægelse udføres altid mht. retningen på **basen**.

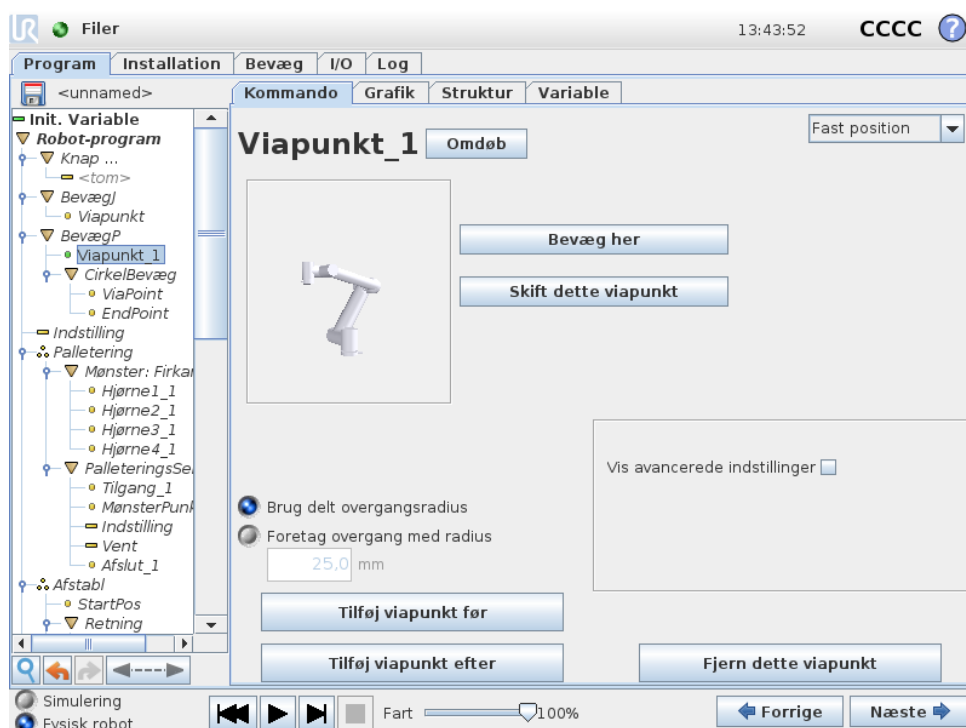
Variable viapunkter: Når robotarmen bevæger sig til et variabelt viapunkt, beregnes værktøjets målposition som koordinaterne for variabelen i området for den valgte funktion. Derfor vil robotarmens bevægelse for et variabelt viapunkt ændre sig, hvis en anden funktion vælges.

Variabel funktion: Hvis nogle af funktionerne i den aktuelt indlæste installation vælges som variabler, kan disse tilsvarende variabler også vælges i menuen for funktionsvalg. Hvis en funktionsvariabel (der har navn efter funktionen og har foranstillet “_var”) er valgt, vil robotarmens bevægelser (undtagen til **relative viapunkter** afhænge af variabelens faktiske værdi, når programmet kører. Startværdien for en funktionsvariabel er værdien for den faktiske funktion som konfigureret i installationen. Hvis denne værdi redigeres, ændres robotens bevægelser.



Figur 14.1: Hastighedsprofil for en bevægelse. Kurven deles i tre segmenter: *acceleration*, *cruise* og *deceleration*. Niveaulet for *cruise*-fasen bestemmes ved indstilling af hastigheden for bevægelsen, mens støjheden i faserne med *acceleration* og *deceleration* bestemmes af accelerationsparameteret.

14.6 Kommando: Fast viapunkt



Et punkt i robotens bane. Viapunkter er den mest centrale del af et robotprogram, idet de fortæller robotarmen, hvor den skal være. En fast viapunkt-position gives ved fysisk at flytte robotarmen til positionen.

Indstilling af viapunktet

Tryk på denne knap for at åbne skærbilledet Bevæg, hvor du kan specificere robotarmens position for dette viapunkt. Hvis viapunktet er placeret under en Bevæg-kommando i lineært område (**bevægL** eller **bevægP**), skal der være en gyldig funktion valgt ved denne Bevæg-kommando, for at der kan trykkes på denne knap.

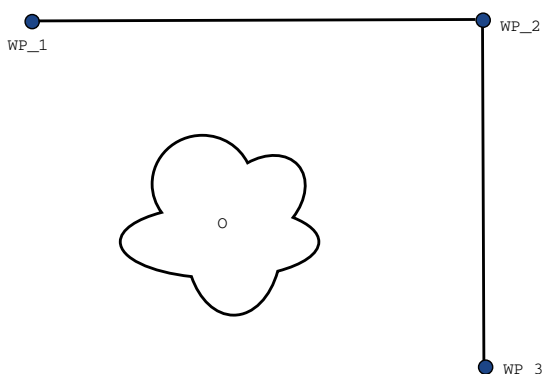
Viapunkt-navne

Viapunkter tildeles automatisk et unikt navn, når de defineres. Dette navn kan ændres af brugeren. Viapunkter med samme navn deler positionsinformationer. Dermed vil en ændring i et viapunkts position påvirke alle andre viapunkter med samme navn. Andre positionsinformationer, såsom overgangsradius og hastighed samt acceleration for værktøjet/led, konfigureres individuelt for viapunkter, selvom de har samme navn.

Overgang

Overgang giver robotten mulighed for at foretage en glidende overgang mellem to baner uden at stoppe ved viapunktet mellem dem.

Eksempel Lad os tage en handling som opsamling og nedsætning som eksempel (se figur 14.2), hvor robotten aktuelt står i viapunkt 1 (WP_1) og skal samle en genstand op ved viapunkt 3 (WP_3). For at undgå en kollidering med genstanden samt andre forhindringer (O), skal robotten nærme sig WP_3 i retningen fra viapunkt 2 (WP_2). Dermed indføres tre viapunkter for at oprette en sti, der opfylder kravene.



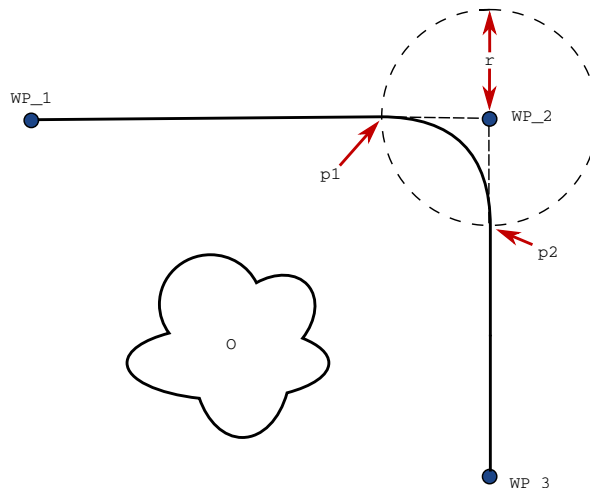
Figur 14.2: WP_1: startposition WP_2: via punkt, WP_3: opsamlingsposition, O: forhindring.

Hvis ikke andre indstillinger konfigureres, standser robotten ved hvert viapunkt, før næste bevægelse foretages. Det er ikke optimalt, at denne opgave standser ved WP_2, da en glidende drejning vil opfylde kravene på samme måde, men tage kortere tid og kræve mindre energi. Det er endda acceptabelt, at robotten ikke præcist når WP_2, så længe overgangen fra den første til den anden bane foretages nær denne position.

Stoppet ved WP_2 kan undgås ved at konfigurere en overgang for viapunktet, som giver robotten mulighed for at beregne en glidende overgang til næste bane. Overgangens primære parameter er en radius. Når robotten er indenfor viapunktets overgangsradius, kan den begynde overgangen og fravige fra den oprindelige sti. Dette giver mulighed for hurtigere og mere glidende bevægelser, da robotten ikke skal decelerere og accelerere igen.

Overgangsparametre Der findes flere parametre - udover viapunkterne - der har indflydelse på overgangsbanen (se figur 14.3):

- overgangsradiussen (r)
- robotens start- og sluthastighed (ved henholdsvis position $p1$ og $p2$)
- bevægelsestiden (hvis der fx indstilles en specifik baneperiode, vil dette påvirke robotens start- og sluthastighed)
- de banetyper, der skal overgås fra og til ($BevægL$, $BevægJ$)

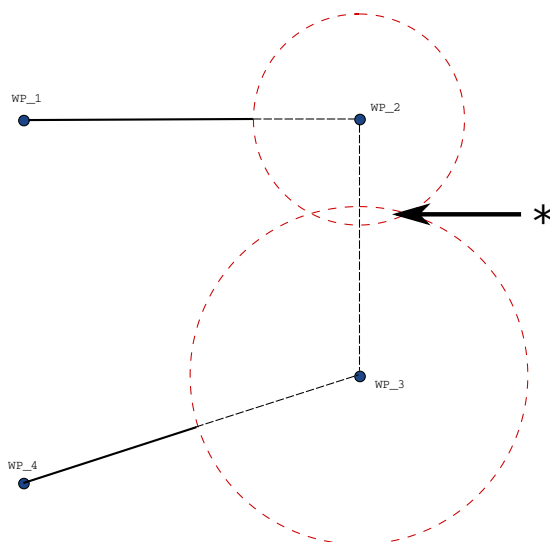


Figur 14.3: Overgang over WP_2 med radius r , første overgangsposition ved $p1$ og endelige overgangsposition ved $p2$. O er en forhindring.

Hvis der indstilles en overgangsradius, vil robotarmens bane lave en overgang afvige fra at køre helt hen til et viapunkt og lade robotarmen undlade at standse ved punktet.

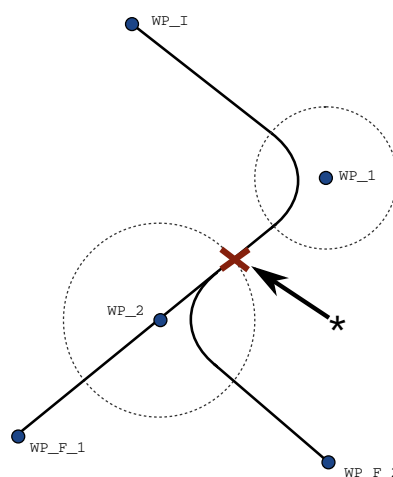
Overgange kan ikke overlappe hinanden, så det er ikke muligt at indstille en overgangsradius, der overlapper en overgangsradius for et tidligere eller følgende viapunkt, som vist i figur 14.4.

Betingede overgangsbaner Overgangsbanen påvirkes både af viapunktet, hvor overgangsradiussen er indstillet til, og det efterfølgende viapunkt i programtræet. I programmet i figur 14.5 er overgangen omkring WP_1 påvirket af WP_2 . Konsekvensen af dette bliver mere tydelig i dette eksempel ved overgang omkring WP_2 . Der er to mulige slutpositioner, og for at afgøre, hvilke næste viapunkt der overgås til, skal roboten vurdere den aktuelle læsning af `digitalt_input[1]` allerede fra det tidspunkt, den går ind i overgangsradiussen. Dette betyder, at udtrykket **hvis...så** (eller andre opsætninger til bestemmelse af efterfølgende viapunkter, såsom variable viapunkter) vurderes, før vi faktisk når til WP_2 , som kan virke lidt ulogisk, når man betragter programsekvensen. Hvis et viapunkt er et stoppunkt, og det følges af betingede udtryk til afslutning af det næste viapunkt (fx I/O-kommandoen) udføres I/O-handlingen, når robotarmen standser ved viapunktet.



Figur 14.4: Overlapning af overgangsradius ikke tilladt (*).

```
BevægL
  WP_I
  WP_1 (overgang)
  WP_2 (overgang)
  hvis (digitalt_input[1]) så
    WP_F_1
  ellers
    WP_F_2
```

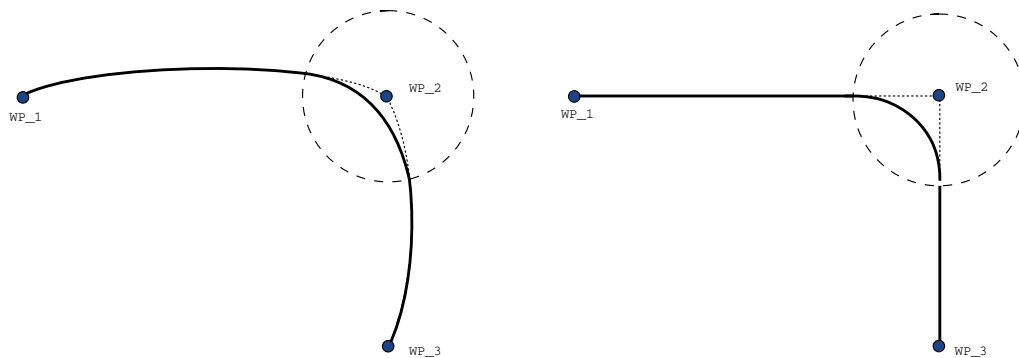


Figur 14.5: WP_I er det første viapunkt, og der er to potentielle endelige viapunkter: WP_F_1 og WP_F_2, afhængigt af et betinget udtryk. Det betingede hvis-udtryk vurderes, når robotarmen går ind i den anden overgang (*).

Overgangstypekombinationer Det er muligt at overgå mellem alle fire overgangstypekombinationer af **BevægJ** og **BevægL**, men den specifikke kombination vil påvirke den beregnede overgangsbane. Der findes 4 mulige kombinationer:

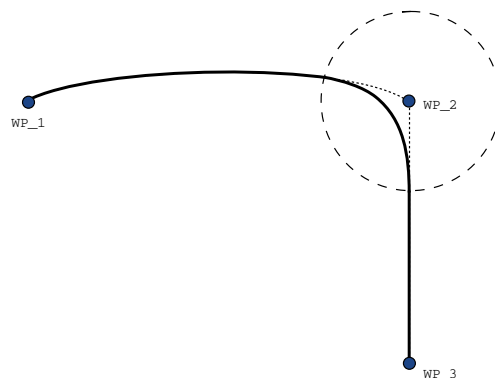
1. **BevægJ** til **BevægJ** (ren ledfunktionsområdeovergang)
2. **BevægJ** til **BevægL**
3. **BevægL** til **BevægJ** (ren kartesisk rum-overgang)
4. **BevægL** to **BevægJ**

Ren ledfunktionsområdeovergang (punkt 1) vs. ren kartesisk rum-overgang (punkt 3) sammenlignes i figur 14.6. Den viser to potentielle værktøjsbaner for identiske viapunktsæt.



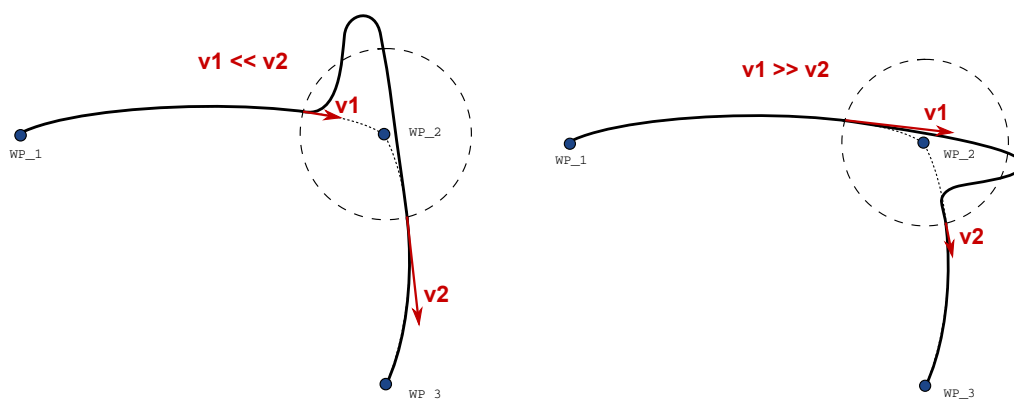
Figur 14.6: Ledfunktionsområde (BevægJ) vs. kartesisk rum (BevægL) bevægelse og overgang.

Af de forskellige kombinationer vil punkt 2, 3 og 4 resultere i baner, der holder sig indenfor den originale banes grænser i kartesisk rum. Se figur 14.7 for et eksempel på en overgang mellem forskellige banetyper (punkt 2).



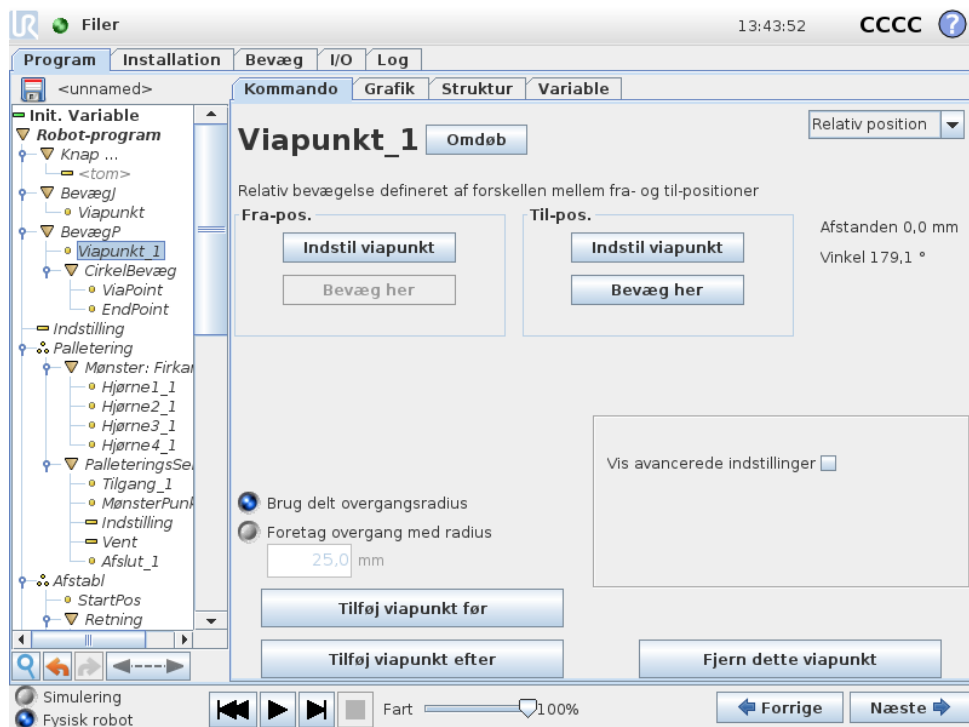
Figur 14.7: Overgang fra en bevægelse i ledfunktionsområde (BevægJ) til linær værktøjsbevægelse (BevægL).

Rene ledfunktionsområdeovergange (punkt 1) kan dog opføre sig på en måde, der er mindre intuitiv, da robotten vil forsøge at opnå den mest glidende bane i ledfunktionsområdet, når hastigheder og tidskrav medtages. De vil på grund af dette vige fra kursen angivet af viapunkterne. Dette gælder særligt, hvis der er betydelige forskelle i leddenes hastighed mellem to baner. *Forsigtig:* Hvis hastighederne er meget forskellige (fx ved angivelse af enten hastighed eller tid i avancerede indstillinger af et specifikt viapunkt), kan dette resultere i en omfattende fravigelse fra den originale bane, som vist i figur 14.8. Hvis der er behov for en overgang mellem forskellige hastigheder, og denne fravigelse ikke kan accepteres, så bør en overgang i kartesisk rum betragtes med **BevægL** i stedet.



Figur 14.8: Ledfunktionsområdeovergang, når starthastighed $v1$ er betydelig lavere end sluthastighed $v2$ eller modsat.

14.7 Kommando: Relativt viapunkt

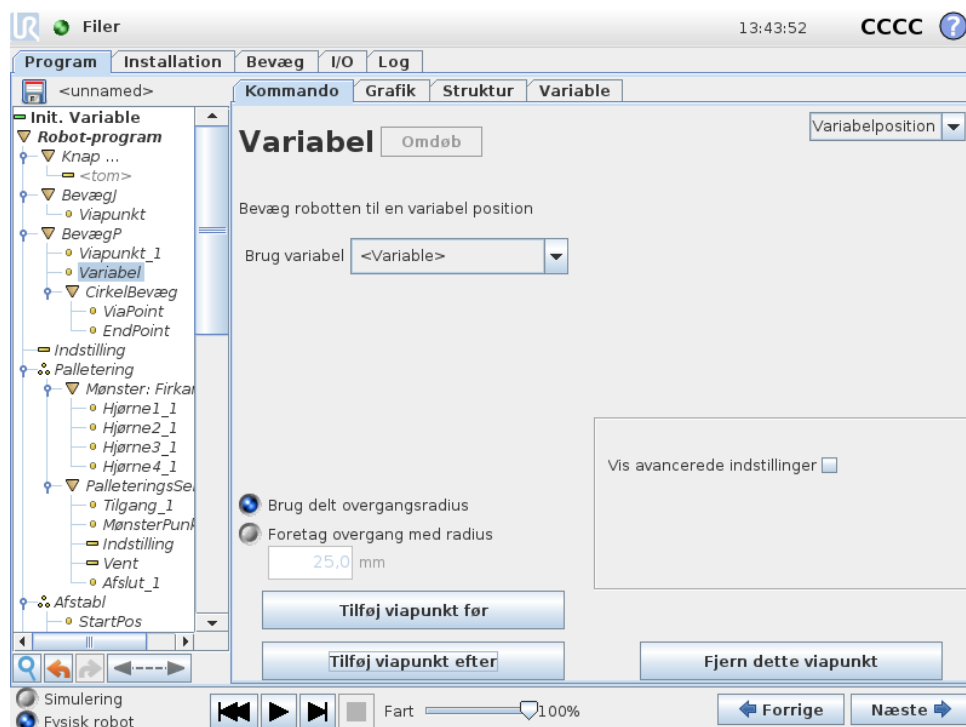


Et viapunkt med positionen givet i forhold til robotarmens tidligere position, som for eksempel "to centimeter til venstre". Den relative position defineres som forskellen mellem de to givne positioner (venstre til højre).

Bemærk: Gentagne relative positioner kan flytte robotarmen ud af sit arbejdsområde.

Afstanden her er den kartesiske afstand mellem TCP i de to positioner. Vinklen angiver, hvor meget TCP-retningen ændrer sig mellem de to positioner. Mere præcist længden af den rotationsvektor, som beskriver retningsændringen.

14.8 Kommando: Variabelt viapunkt



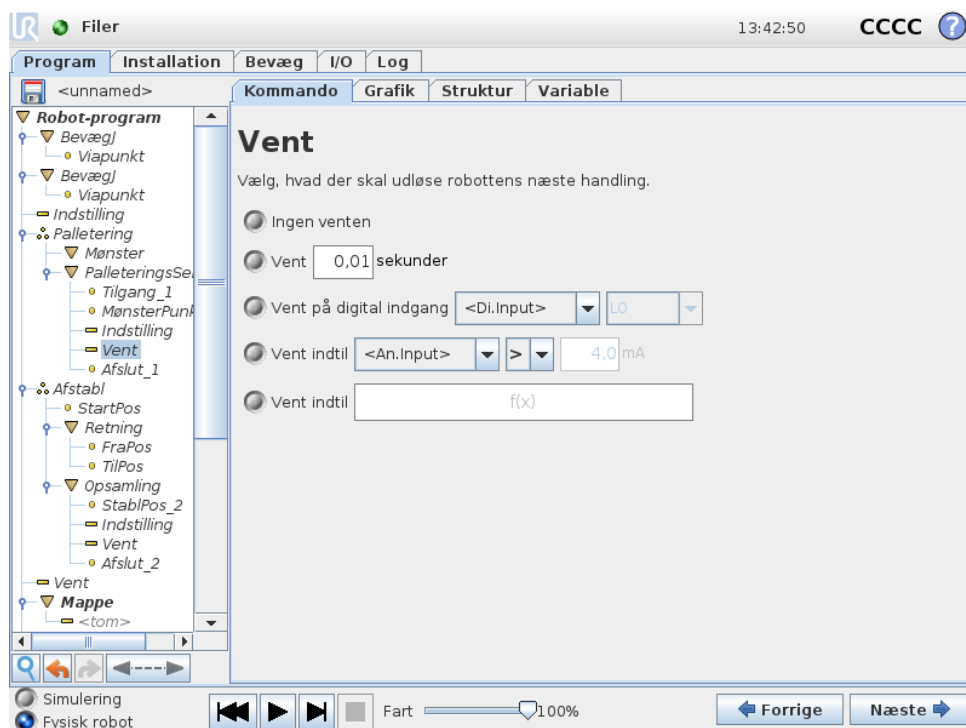
Et viapunkt med en position givet af en variabel, i dette tilfælde `beregnet_pos`. Variablen skal være en *positur* som f.eks.

`var=p[0.5,0.0,0.0,3.14,0.0,0.0]`. De første tre er *x,y,z* og de sidste tre er orienteringen givet som en *rotationsvektor* givet af vektoren *rx,ry,rz*. Længden på akse- sen er den vinkel, der skal drejes i radianer, og vektoren selv er den akse, der roteres om. Positionen opgives altid i forhold til en referenceramme eller et koordinatsys- tem, der er defineret af den valgte funktion. Robotten bevæger sig altid lineært til et variabelt viapunkt. Hvis en overgangsradius er indstillet til et fast viapunkt, og de forudgående og efterfølgende viapunkter er variable, eller hvis overgangsradi- ussen er indstillet til et variabelt viapunkt, vil overgangsradiusen blive kontrolle- ret for overlapning (se 14.6). Hvis overgangsradiusen overlapper et punkt, når programmet køres, vil robotten ignorere det og gå videre til næste punkt.

For eksempel at skulle bevæge robotten 20 mm langs værktøjets z-akse:

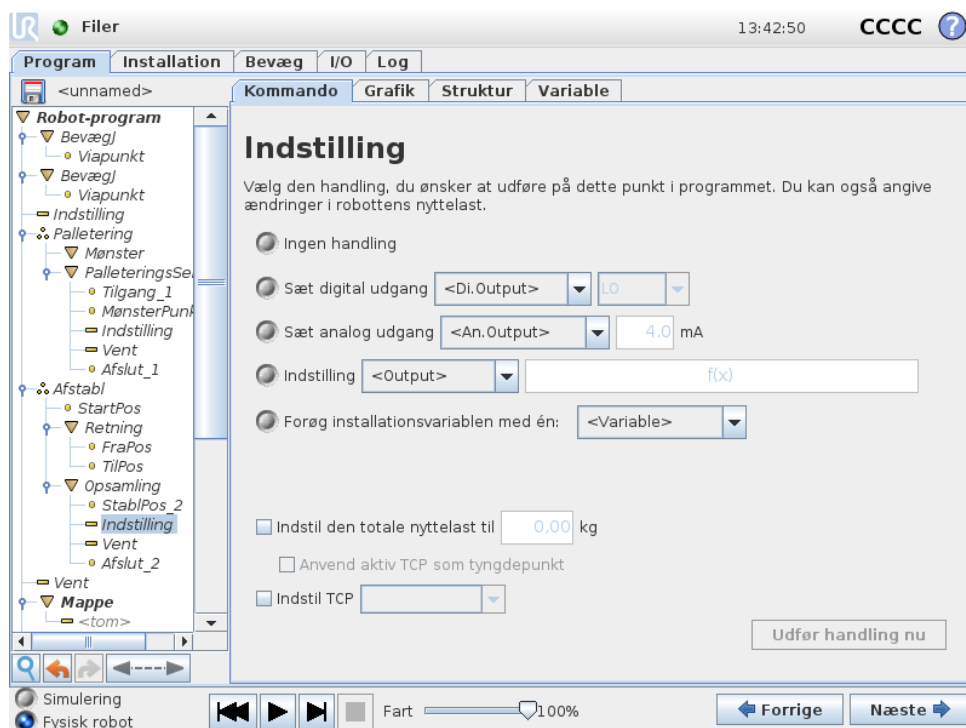
```
var_1=p[0,0,0.02,0,0,0]
BevægL
  Viapunkt_1 (variabel position):
    Brug variabel=var_1, funktion = værktøj
```

14.9 Kommando: Vent



Vent sætter I/O-signalet eller et udtryk på pause i et givent tidsrum. Hvis **Ingen venten** er valgt, gøres intet.

14.10 Kommando: Indstilling

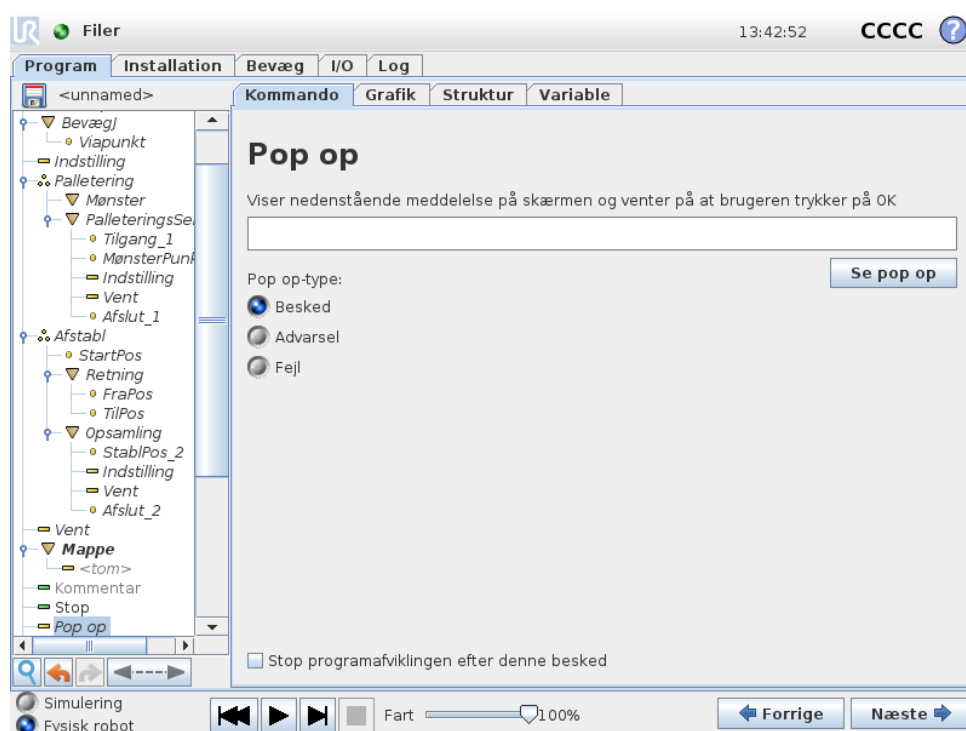


Sætter enten digitale eller analoge outputs til en given værdi.

Kommandoen kan også anvendes til at indstille robotarmens nyttelast. Det kan være nødvendigt at justere vægten for at forhindre robotten i at udløse et sikkerhedsstop, når vægten ved værktøjet er forskellig fra det forventede. Den aktive TCP anvendes som standard også som tyngdepunktet. Fjern markeringen i afkrydsningsfeltet, hvis den aktive TCP ikke skal anvendes som tyngdepunkt.

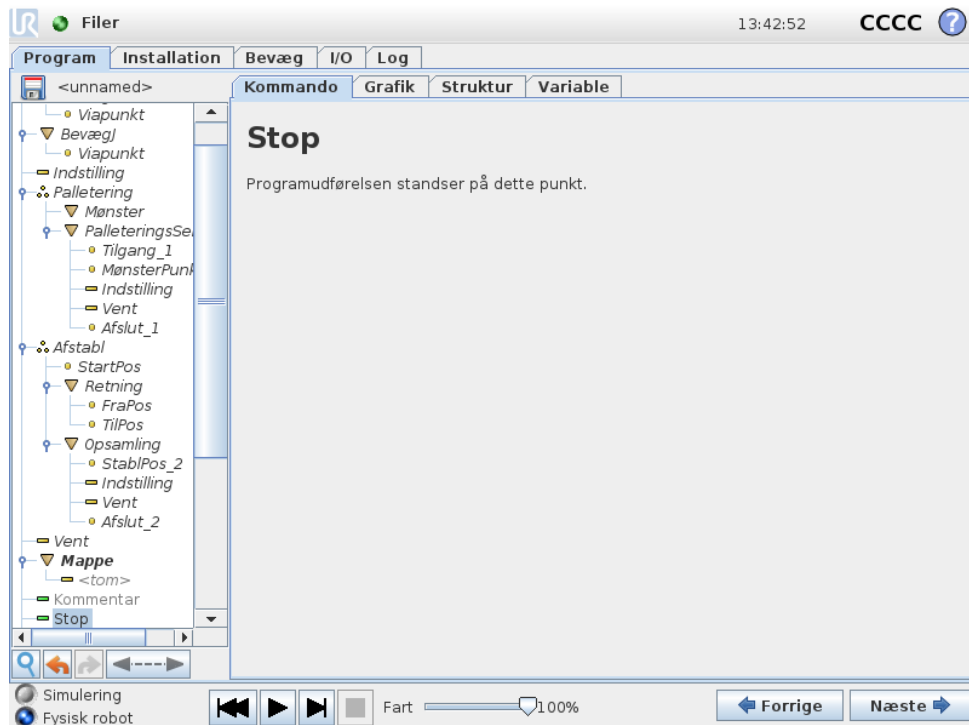
Det aktive TCP kan også ændres med en **indstillingskommando**. Marker blot afkrydsningsfeltet, og vælg en af TCP-forskydningerne på menuen. Hvis det aktive TCP for en bestemt bevægelse er kendt på det tidspunkt, hvor programmet skrives, skal det overvejes i stedet at bruge TCP-valget på **bevægekortet** (se 14.5). Yderligere oplysninger om konfigurerings af navngivne TCP'er (se 13.6).

14.11 Kommando: Pop op



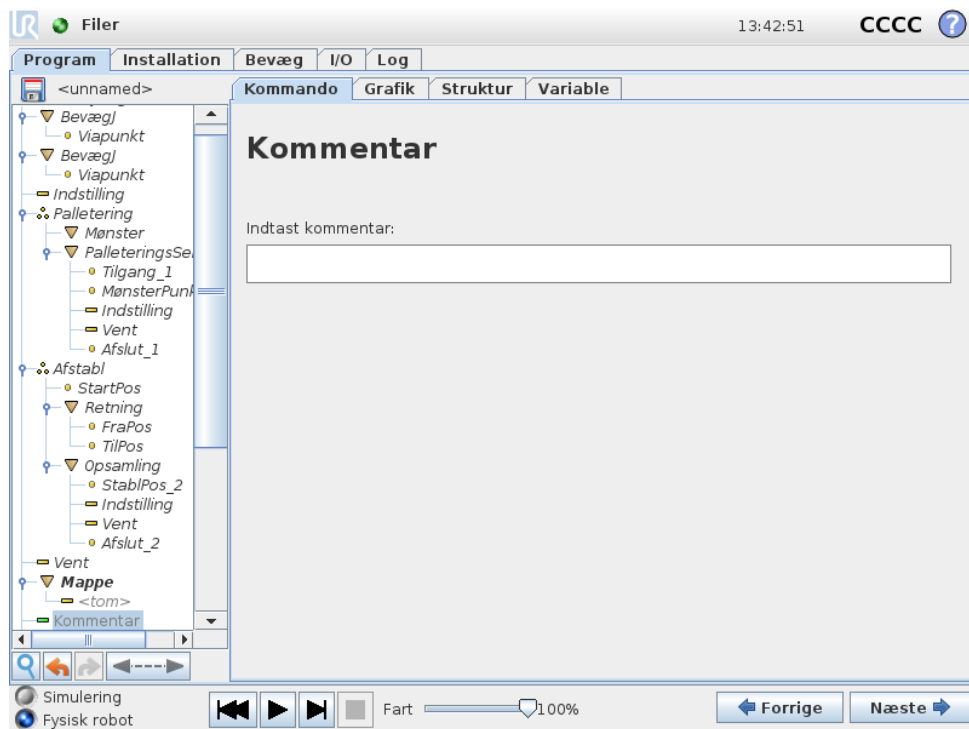
Popup-vinduet er en besked, der vises på skærmen, når programmet når til denne kommando. Beskedens udseende kan vælges, og selve teksten kan bestemmes via tastaturet på skærmen. Robotten venter på, at brugeren/operatøren trykker på "OK"-knappen under popup-menuen, før den kan fortsætte programmet. Hvis du markerer i feltet "Stop afvikling af programmet" stopper robotprogrammet ved denne popup.

14.12 Kommando: Stop



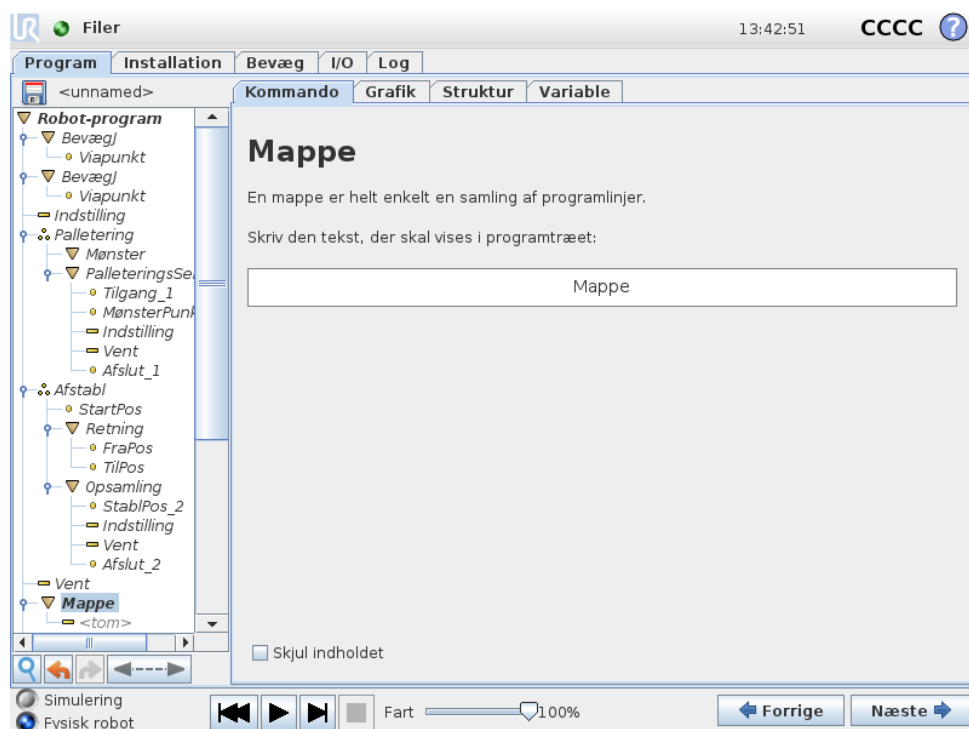
Programafviklingen stopper her.

14.13 Kommando: Kommentar



Giver programmøren mulighed for at føje en tekstlinje til programmet. Denne tekstlinje har ingen betydning for programudførelsen.

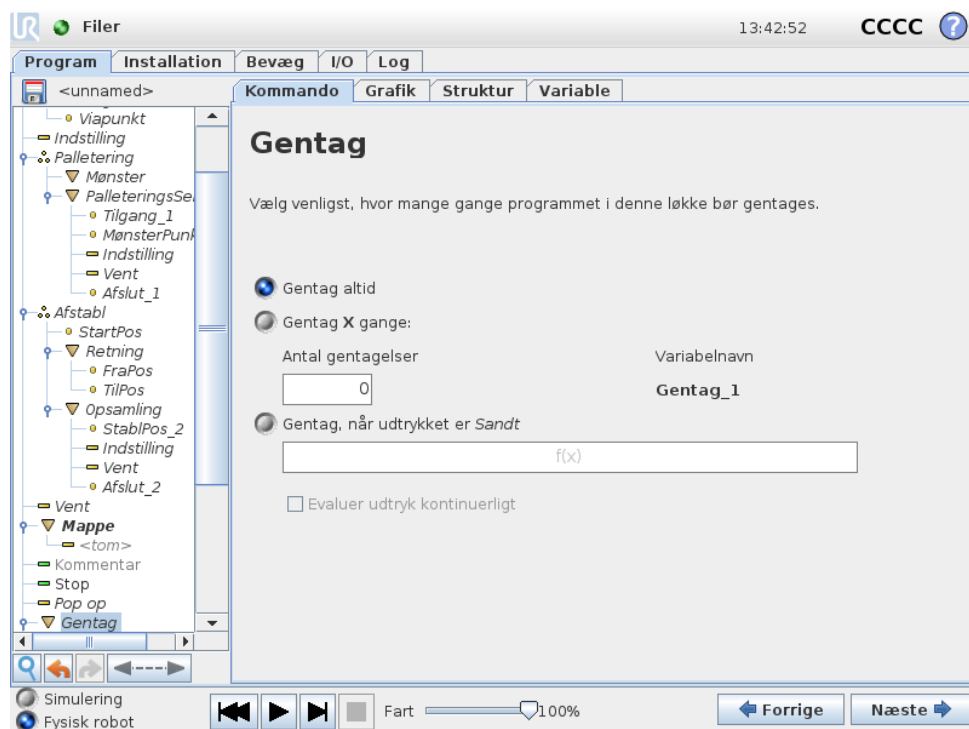
14.14 Kommando: Mappe



En **mappe** bruges til at organisere og mærke specifikke dele af et program, at rydde op i programtræet og gøre programmet lettere at læse og navigere i.

En **mappe** i sig selv gør ingenting.

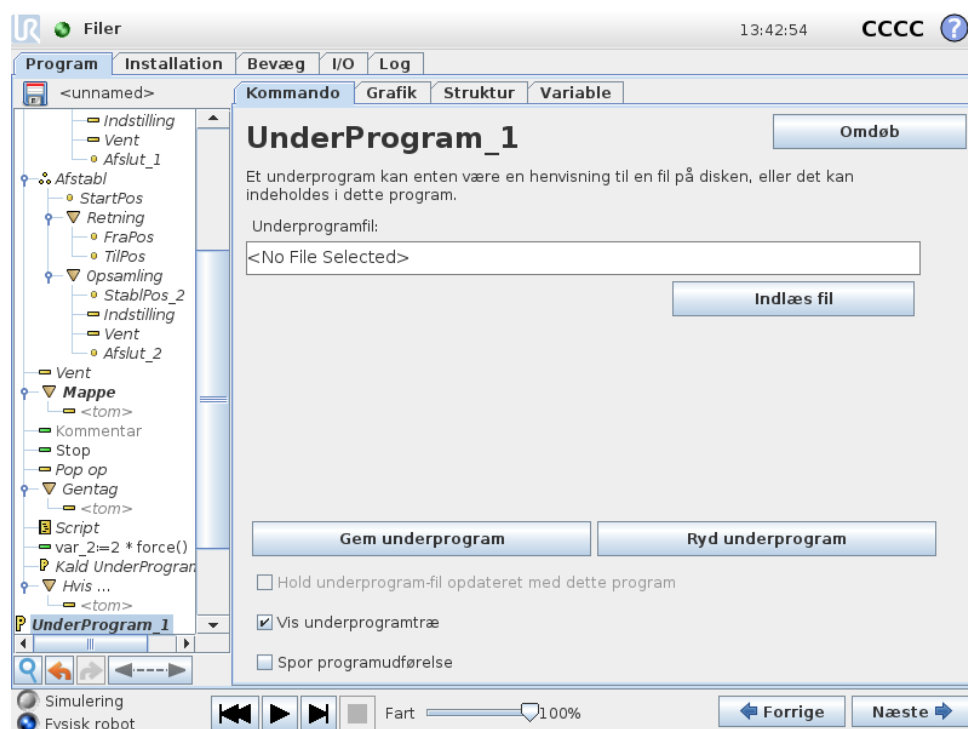
14.15 Kommando: Gentag



Får de underliggende programkommandoer til at gentages. Afhængigt af valget gentages de underliggende programkommandoer uendeligt, enten et vist antal gange, eller så længe en given betingelse er sand. Når der er gentaget et vist antal gange, skabes en dedikeret gentagelsesvariabel (kaldet `gentagelse_1` i skærbilledet ovenfor), som kan bruges til udtryk inden for gentagelsen. Gentagelsesvariablen tæller fra 0 til $N - 1$.

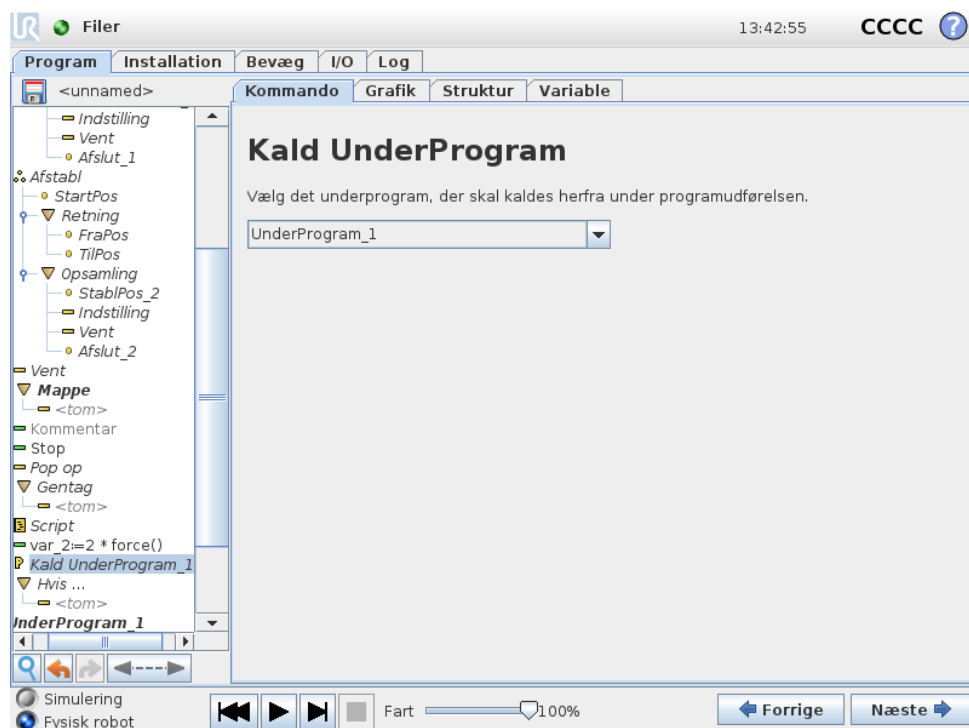
Når du gentager et udtryk som slutbetingelse, muliggør PolyScope en løbende evaluering af udtrykket, således at "gentagelsen" kan afbrydes når som helst under udførelsen og ikke kun efter hver repetition.

14.16 Kommando: Underprogram



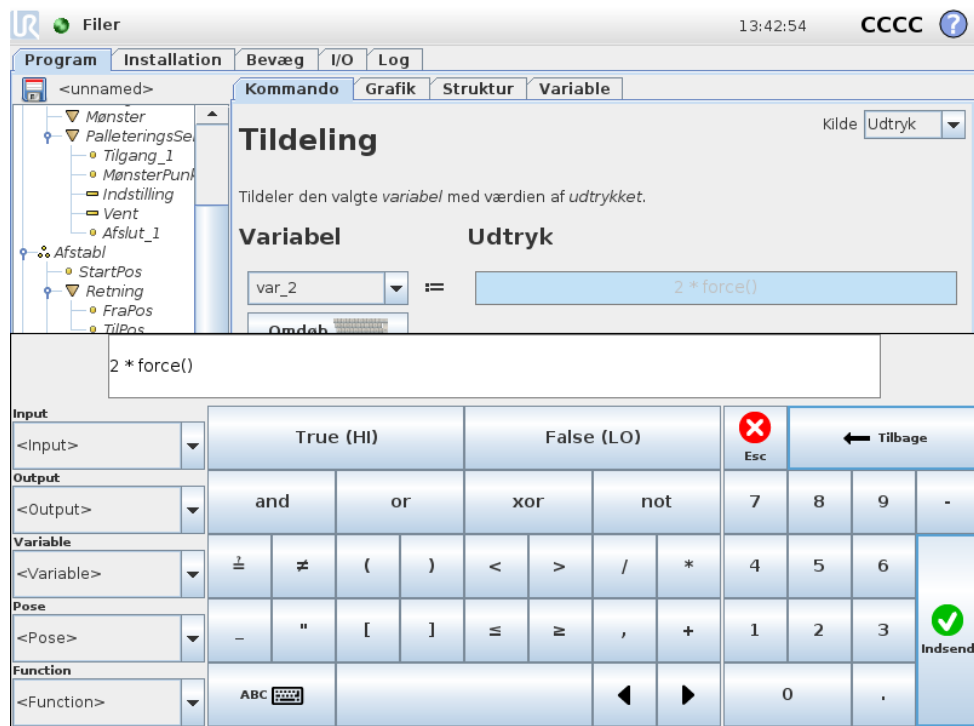
Et underprogram kan indeholde dele, der er behov for flere steder. Et underprogram kan være en separat fil på en disk, og kan også være skjult for at beskytte mod utilsigtede ændringer af underprogrammet.

Kommando: Kald underprogram



Et kald til et underprogram vil køre programlinjerne i underprogrammet og derefter vende tilbage til linjen efter kaldet.

14.17 Kommando: Tildeling



Tildeler værdier til variable. Den beregnede værdi af den højre side sættes ind i variabelen på venstre side. Dette kan være nyttigt i komplekse programmer.

14.18 Kommando: Hvis

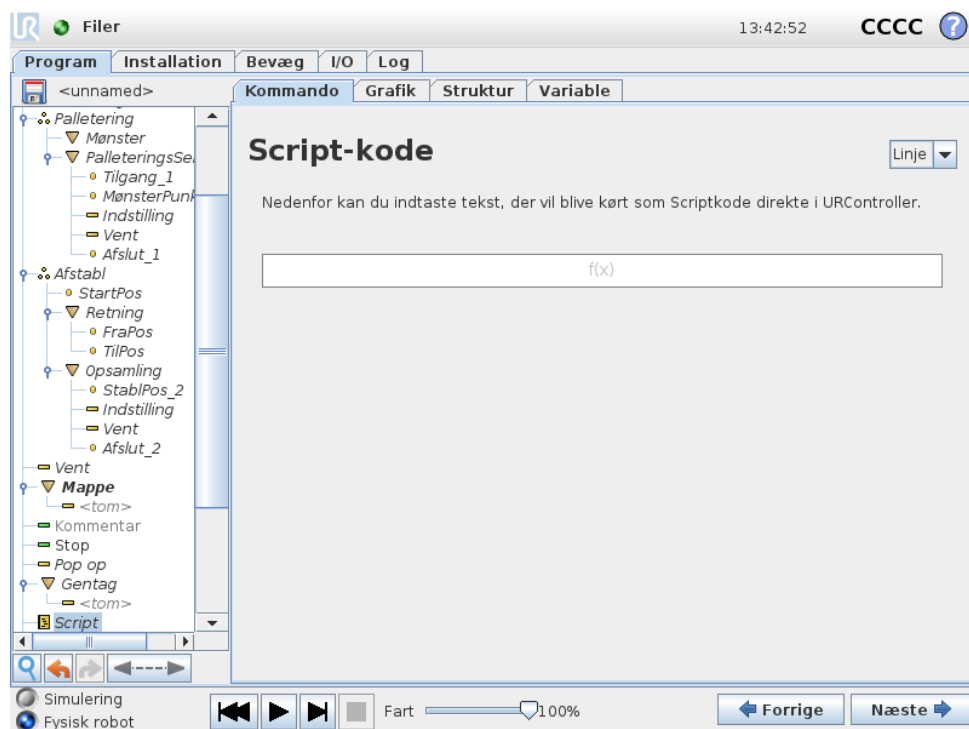


En **hvis...ellers**-programsyntax kan få robotten til at ændre sine bevægelser baseret på sensorindgange eller variable værdier. Brug **Udtrykseditoren** til at beskrive betingelserne for, at robotten skal gå til underkommandoer i denne **Hvis**. Hvis betingelsen vurderes til **Sand**, udføres linjerne inden for dette **Hvis**.

Hvert **Hvis** kan have flere **EllersHvis** og en **Ellers**-kommando. Disse kan tilføjes ved at bruge knapperne på skærmen. En **EllersHvis**-kommando kan fjernes fra skærmen for denne kommando.

Den åbne **Tjek udtryk løbende** tillader, at betingelserne for udsagnene i **Hvis** og **EllersHvis** evalueres, mens de indeholdte linjer udføres. Hvis et udtryk vurderes til **Falsk** i **Hvis**-delen, opnås følgende **EllersHvis**- eller **Ellers**-udsagn.

14.19 Kommando: Script



Denne kommando giver adgang til det underliggende scriptsprog i realtid, som afvikles i kontrolleren. Den bør kun tilgås af avancerede brugere, og vejledning i dens brug findes i script-manualen på supportwebstedet (<http://www.universal-robots.com/support>).

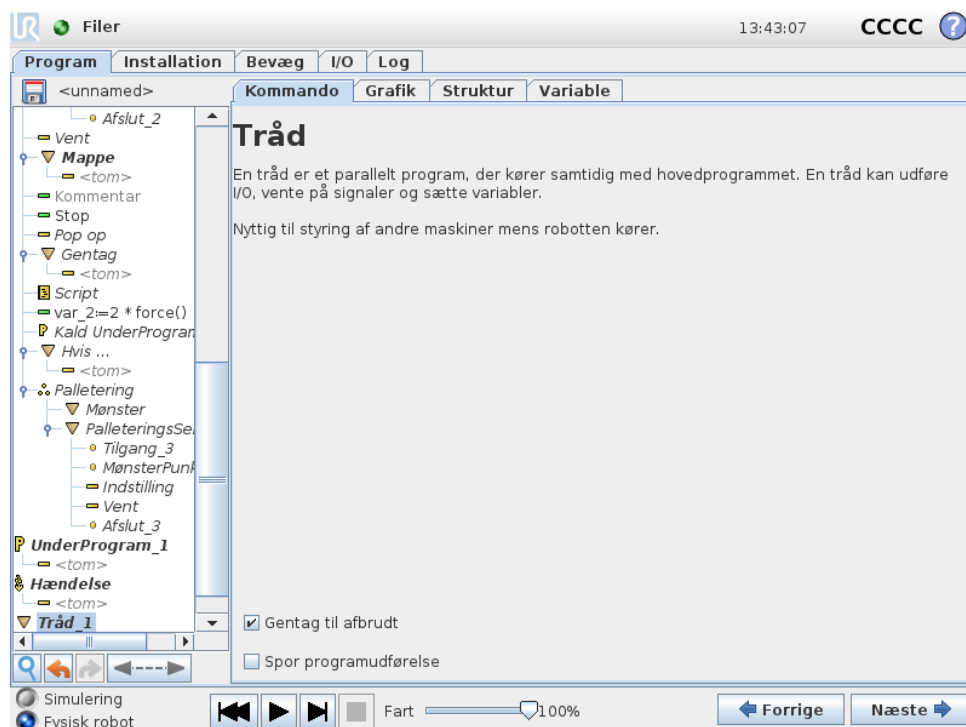
Hvis "Fil" i øverste venstre hjørne vælges, giver det mulighed for at danne og redigere script-programfiler. På denne måde kan lange og komplekse script-programmer anvendes sammen med den operatørvenlige programmering i PolyScope.

14.20 Kommando: Hændelse



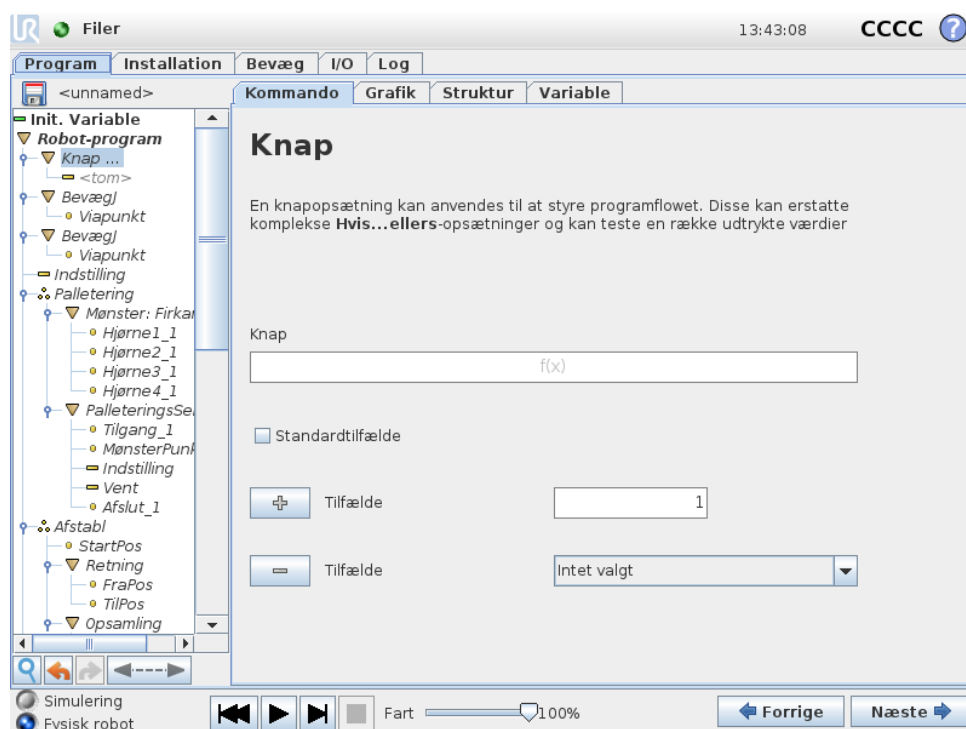
En hændelse kan bruges til at overvåge et indgangssignal, og udføre en handling eller sætte en variabel, når indgangssignalet går højt. For eksempel, i tilfælde af at robotten skal sende et signal til en maskine, hvor signalet skal gå højt i 200 ms og derefter lavt igen. Dette realiseres nemmest ved hjælp af en hændelse. Hændelser kontrolleres én gang for hver kontrolcyklus (8ms).

14.21 Kommando: Tråd



En tråd er en parallel proces til robotprogrammet. En tråd kan anvendes til at styre en ekstern maskine uafhængigt af robotarmen. En tråd kan kommunikere med robotprogrammet med variable og output-signaler.

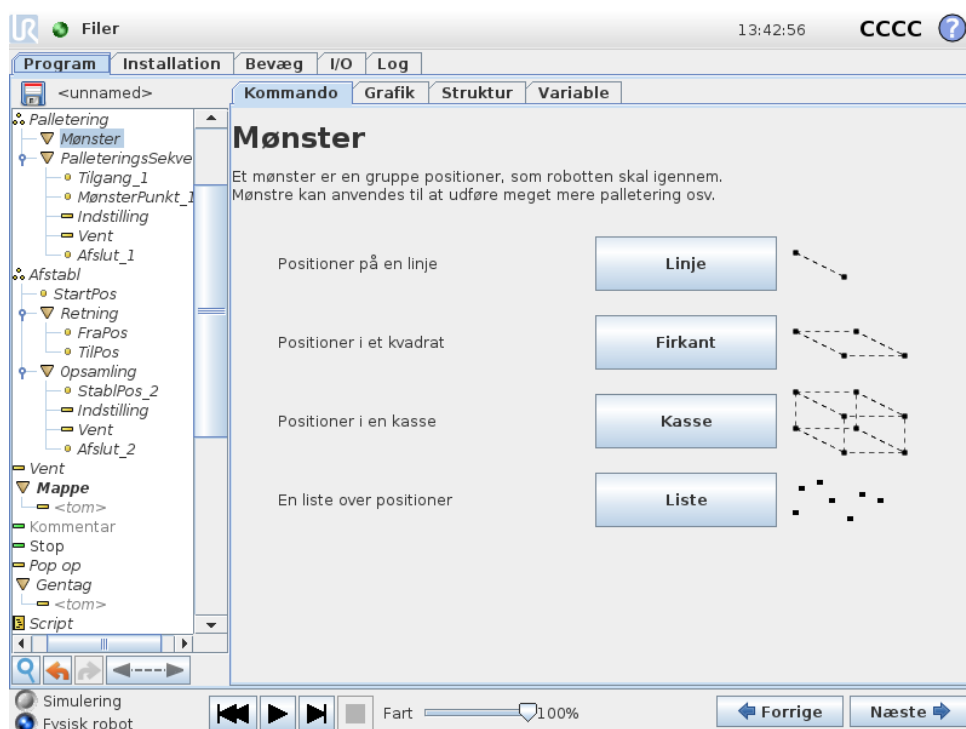
14.22 Kommando: Knap



En **skifttilfælde**-konstruktion kan få robotten til at ændre sine bevægelser baseret på sensorindgange eller variable værdier. Brug **udtrykseditoren** til at beskrive grundbetingelserne samt definere tilfældene hvorunder, at robotten skal gå til underkommandoer i dette skift. Hvis betingelsen vurderes at matche et af tilfældene, udføres linjerne indenfor tilfældet. Hvis et standardtilfælde er angivet, udføres linjerne kun, hvis der ikke blev fundet andre matchende tilfælde.

Hvert skift kan have flere tilfælde og ét standardtilfælde. Skift kan kun have ét eksempel af enhver defineret tilfælde værdi. Tilfælde kan tilføjes ved at bruge knapperne på skærmen. En tilfælde-kommando kan fjernes fra skærmen for det skift.

14.23 Kommando: Mønster



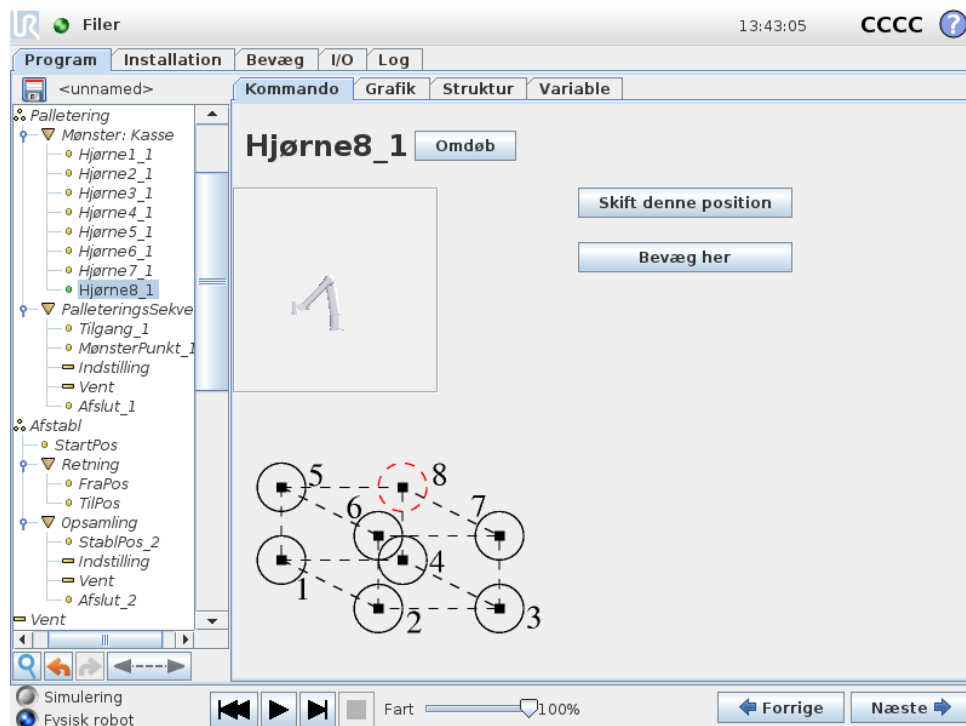
Mønster-kommandoen kan bruges til at skifte mellem positionerne i robotprogrammet. **Mønster**-kommandoen svarer til en position på hver udførelse.

Et mønster kan være et af fire typer. De første tre, **Linje**, **Firkant** eller **Kasse** kan anvendes til positioner i et regelmæssigt mønster. Regelmæssige mønstre defineres ved et antal karakteristiske punkter, hvor punkterne definerer mønstrets hjørner. Ved **Linje** er det de to slutpunkter, ved **Firkant** er det tre af fire hjørnepunkter, mens det ved **Kasse** er fire af otte hjørnepunkter. Antallet af positioner for hvert hjørne i mønstret indtastes. Herefter beregner kontrolleren de enkelte mønsterpositioner ved proportionalt at lægger hjørnevektorerne sammen.

Hvis positionerne, der skal krydses, ikke ligger i et regelmæssigt mønster, kan man vælge **Liste**, hvor man kan indtaste de forskellige positioner. På denne måde kan alle mulige positioner opnås.

Definer mønster

Når mønsteret **Kasse** vælges, ændres skærmen som vist nedenfor.



Et **Kasse**-mønster anvender tre vektorer til at definere siden af kassen. Disse tre vektorer angives som fire punkter, hvor den første vektor går fra punkt et til punkt to, den anden vektor går fra punkt to til punkt tre, og den tredje vektor går fra punkt tre til punkt fire. Hver vektor divideres med antal punkter i det givne interval. En given position i mønsteret beregnes ved blot at addere intervalvektorerne proportionalt.

Mønstrene **Linje** og **Firkant** fungerer på samme måde.

En tællervariabel anvendes til at gennemgå positionerne i mønsteret. Navnet på variabelen kan ses på **Mønster**-kommandoskærmen. Variablen løber gennem tallene fra 0 til $X * Y * Z - 1$ antallet af punkter i mønstret. Man kan manipulere denne variabel ved hjælp af en tildeling og anvende den i udtryk.

14.24 Kommando: Kraft

I robotens arbejdsområde giver **Krafttilstand** mulighed for overholdelse og kraft i valgbare akser. Alle robotarmens bevægelser under en **kraftkommando** er i **krafttilstand**. Når robotarmen bevæger sig i **krafttilstand**, er det muligt at vælge en eller flere akser, som robotarmen er kompatibel med. Robotarmen er kompatibel med omgivelserne langs kompatible akser. Det betyder, at robotarmen automatisk justerer sin position for at opnå den ønskede kraft. Det er også muligt at få robotarmen selv til at påføre dens miljø en kraft, f.eks. et arbejdssemne.

Krafttilstand er velegnet til anvendelser, hvor den faktiske TCP-position langs en foruddefineret akse ikke er vigtig, men hvor der i stedet kræves en bestemt kraft

langs den pågældende akse. Hvis robotens TCP for eksempel ruller mod en buet overflade, skubbes eller trækkes arbejdsområdet. **Krafttilstand** understøtter endvidere påføring af visse momenter omkring foruddefinerede akser.

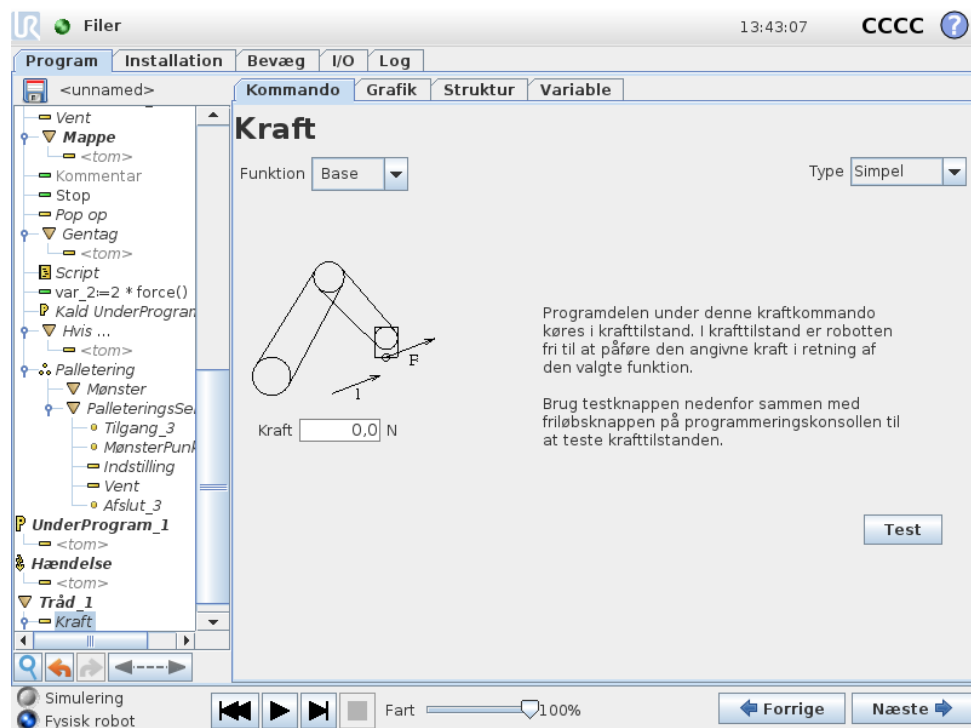
Bemærk: Hvis der ikke stødes på forhindringer i en akse, hvor der er indstillet en ikke-nul-kraft, forsøger robotarmen at accelerere langs denne akse.

Selvom en akse er valgt til at være kompatibel, prøver robotprogrammet stadig at bevæge roboten langs denne akse. Kraftkontrol sikrer imidlertid, at roboten stadig vil nærme sig den angivne kraft.



ADVARSEL:

1. Undgå høj deceleration, lige før der skiftes til krafttilstand.
2. Undgå høj acceleration i krafttilstand, da det mindsker kraftkontrollens nøjagtighed.
3. Undgå bevægelser parallelt med kompatible akser, før der skiftes til krafttilstand.



Funktionsvalg

Funktionsmenuen bruges til at vælge det koordinatsystem (akser), som roboten skal benytte, når den arbejder i krafttilstand. Funktionerne i menuen er dem, som er blevet defineret i installationen (se 13.12).

Krafttilstandstype

Der er fire forskellige typer krafttilstand, som hver især bestemmer den måde, som den valgte funktion fortolkes på.

- **Enkel:** Kun én akse er kompatibel i krafttilstand. Kraften langs denne akse kan justeres. Den ønskede kraft påføres altid langs den valgte funktions z-akse. Men for linjefunktioner er det langs y-aksen.
- **Ramme:** Rammetyper giver mulighed for mere avanceret brug. Her kan der uafhængigt vælges kompatibilitet og kræfter i alle seks frihedsgrader.
- **Punkt:** Når Punkt er valgt, får opgaverammen y-aksen til at pege fra robotens TCP mod den valgte funktions oprindelsessted. Afstanden mellem robotens TCP og den valgte funktions oprindelsessted skal være mindst 10 mm. Vær opmærksom på, at opgaverammen ændres på kørselstidspunktet, når robotens TCP-position ændres. Opgaverammens x- og z-akse er afhængige af den valgte funktions oprindelige retning.
- **Bevægelse:** Bevægelse betyder, at opgaverammen ændres med retningen af TCP-bevægelsen. Opgaverammens x-akse er projektionen af TCP-bevægelsens retning på det plan, der dækkes af den valgte funktions x- og y-akse. Y-aksen vil være vinkelret på robotarmens bevægelse og i den valgte funktions x-y-plan. Det kan være praktisk ved afgratning langs en kompleks bane, hvor der er brug for en kraft vinkelret på TCP-bevægelsen.
Vær opmærksom på følgende, når robotarmen ikke bevæger sig: Hvis krafttilstand aktiveres, mens robotarmen står stille, er der ingen kompatible akser, før TCP-hastigheden er over nul. Hvis robotarmen senere igen står stille og stadig er i krafttilstand, har opgaverammen den samme retning, som sidste gang TCP-hastigheden var højere end nul.

For de sidste tre typer kan den faktiske opgaveramme ses på kørselstidspunktet under fanen Grafik (se 14.29), når robotten arbejder i krafttilstand.

Valg af kraftværdi

- Kraft eller momentværdi kan indstilles for kompatible akser, og robotarmen justerer sin position for at opnå den valgte kraft.
- For ikke-kompatible akser følger robotarmen banen, som er sat af programmet.

For translationsparametre angives kraften i newton [N], og for rotationsparametre angives momentet i newtonmeter [Nm].



BEMÆRK:

Du skal gøre følgende:

- Brug scriptfunktionen `get_tcp_force()` i en separat tråd for at læse faktisk kraft og moment.
- Korrigér nøglevektoren, hvis faktiske kraft og/eller det faktiske moment er lavere end ønsket.

Valg af grænser

Der kan indstilles en grænse for alle akser, men disse har forskellige betydninger, alt efter om akserne er kompatible eller inkompatible.

- **Kompatibel:** Grænsen er den maksimale hastighed, som TCP'en må nå op på langs/omkring akse. Enhederne er [mm/s] og [grader/s].
- **Ikke-kompatibel:** Grænsen er den maksimale afvigelse fra programmets bane, som er tilladt før robotens sikkerhedsstop. Enhederne er [mm] og [grad].

Indstillinger for testkraft

Tænd/sluk-knappen, mærket **Test**, skifter virkemåde for knappen **Friløb** bag på programmeringskonsollen fra normal friløbstilstand til test af kraftkommandoen.

Når **knappen Test** er aktiveret, og der trykkes på knappen **Friløb** bag på programmeringskonsollen, arbejder robotten, som om programmet havde nået denne kraftkommando, og på denne måde kan indstillingerne bekræftes, før hele programmet rent faktisk afvikles. Denne mulighed er især praktisk til at bekræfte, at kompatible akser og kræfter er valgt korrekt. Hold blot robotens TCP med den ene hånd, og tryk på knappen **Friløb** med den anden, og læg mærke til, hvilke retninger robotarmen kan og ikke kan bevæge sig i. Ved afslutning af dette skærbillede deaktiveres knappen **Test** automatisk, hvilket betyder, at knappen **Friløb** bag på programmeringskonsollen igen bruges til almindelig **friløbstilstand**.

Bemærk: Knappen **Friløb** virker kun, når der er valgt en gyldig funktion til kraftkommandoen.

14.25 Kommando: Palletering



En palleteringsfunktion kan udføre en sekvens af bevægelser til en række steder, angivet som et mønster (se 14.23). På hver af positionerne i mønstret, vil rækkefølgen af bevægelser blive kørt i relation til mønsterpositionerne.

Programmering af et palleteringsforløb

Følgende trin skal følges;

1. Definer mønsteret.
2. Lav en **PalleteringsSekvens** til opsamling/placering ved hvert enkelt punkt. Sekvensen beskriver, hvad der skal gøres på hver mønsterposition.
3. Brug vælgeren på sekvens-kommandoskærmen til at definere hvilke viapunkter i sekvensen, der skal korrespondere med mønsterpositionerne.

Palleteringssekvens/ankersekvens

På en **palleteringssekvens**-knode er robotarmens bevægelser relative i forhold til palleteringspositionen. Sekvensmønstret er sådan, at robotarmen vil være i den af mønsteret definerede position i **ankerpositionen/mønsterpunktet**. De resterende positioner flyttes alle, så de passer hertil.

Anvend ikke **Bevæg**-kommandoen inde i en sekvens, da den ikke kan relatere til ankerpositionen.

“FørStart”

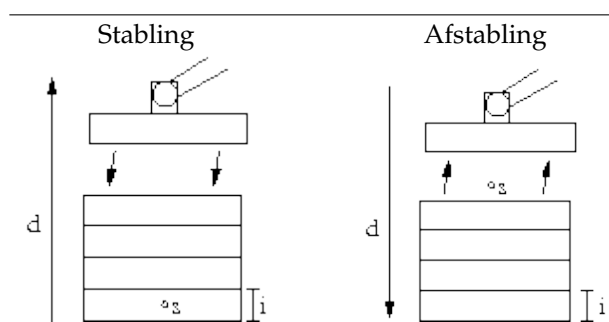
Den valgfri **FørStart**-sekvens kører lige inden, funktionen starter. Den kan bruges til at vente på klarsignaler.

“EfterSlut”

Den valgfri **EfterSlut**-sekvens kører, når funktionen er slut. Den kan bruges til at signalere til transportøren om at forberede den næste palletering.

14.26 Kommando: Søg

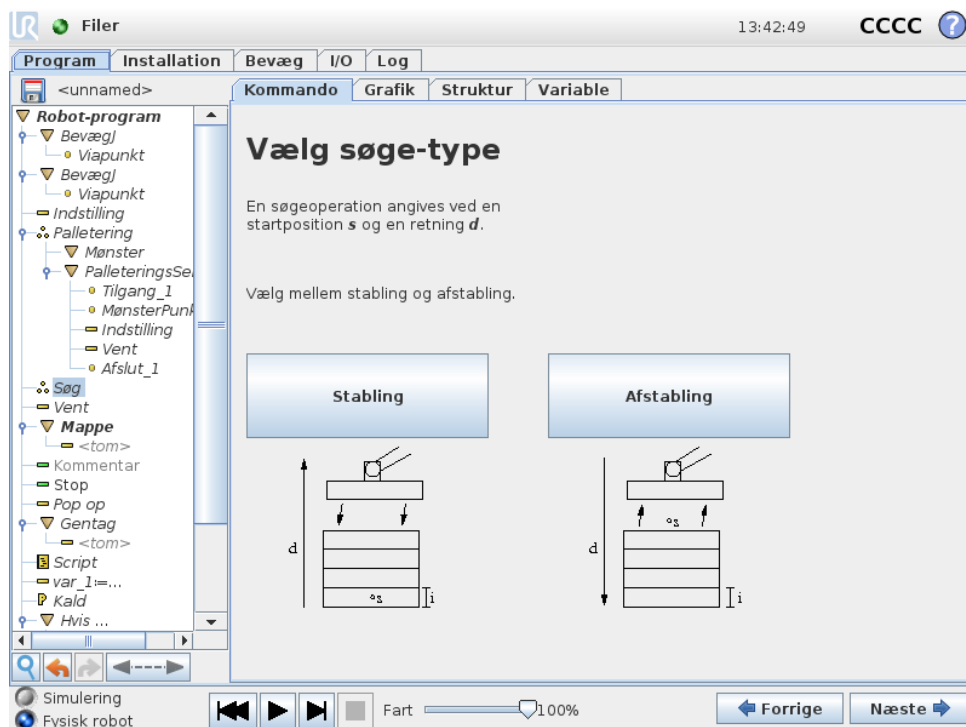
En søgefunktion bruger en sensor til at bedømme, hvornår den korrekte position er nået for at gribe eller slippe et emne. Sensoren kan være en trykknop, en tryksensor eller en kapacitet sensor. Denne funktion er til arbejde på stakke af emner med varierende tykkelse, eller hvor emnernes eksakte position ikke er kendt eller for svære at programmere.



For at programmere en stable-funktion, skal man definere s startpositionen, d stable-retningen og i tykkelsen på de emner der skal stables.

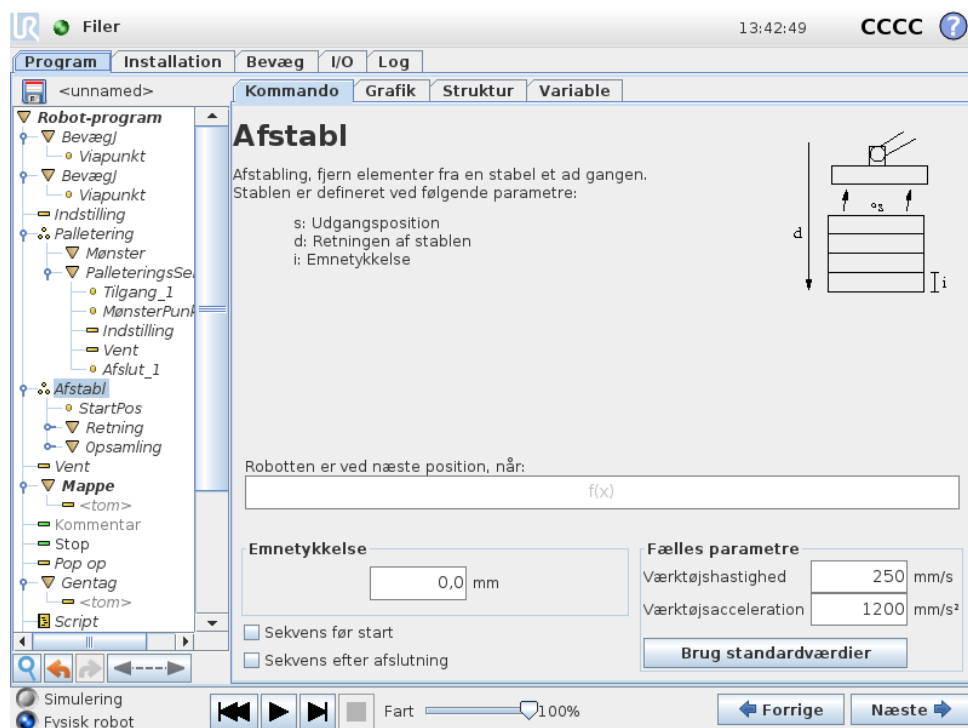
Desuden skal man definere betingelsen for, hvornår den næste stablingsposition er nået, og en særlig programsekvens der skal udføres på hver stabling. Hastighed og acceleration for den bevægelse, der benyttes til stablingen, skal også angives.

Stabling



Ved stabling bevæger robotarmen sig til startpositionen og derefter *modsat* af retningen for at søge efter den næste stableposition. Når det er fundet, husker roboten positionen og udfører den særlige sekvens. Næste gang starter robotten sin søgning fra denne position øget med emnets tykkelse i stable-retningen. Stablingen afsluttes, når stabelhøjden når et nærmere defineret mål, eller når en sensor giver et signal.

Afstabling

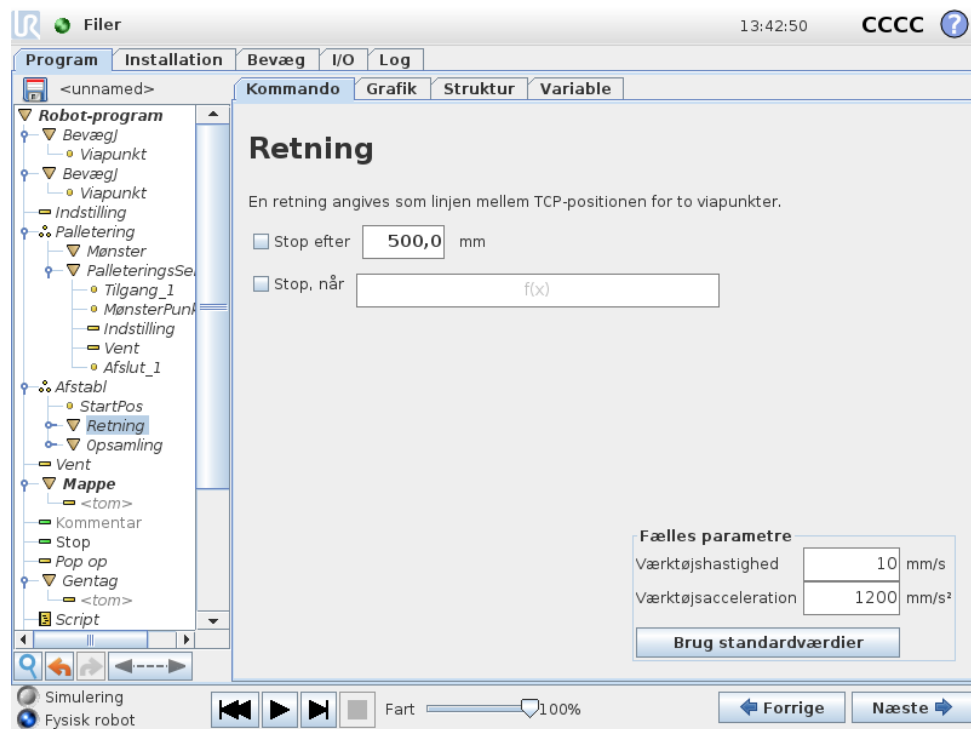


Når man afstabler, bevæges robotarmen fra startpositionen i en given retning for at søge efter det næste emne. Betingelsen på skærmen bestemmer, hvornår næste emne nås. Når betingelsen er opfyldt, husker robotten positionen og udfører den særlige sekvens. Næste gang starter robotten sin søgning fra den huskede position, øget med emnets tykkelse i den angivne retning for afstablingen.

Udgangsposition

Startpositionen er der, hvor stable-funktionen begynder. Hvis startpositionen udelades, begynder stablingen fra robotarmens aktuelle position.

Retning



Retningen angives ved to punkter og beregnes som forskellen fra det første TCP-punkt til det andet TCP-punkt.

Bemærk: En retning tager ikke højde for punkternes orientering.

Udtryk for næste stable-position

Robotarmen flytter sig i den angivne retning, mens den hele tiden vurderer, om den næste stable-position er nået. Når udtrykket vurderes til Sand, er den særlige sekvens for stablen udført.

“FørStart”

Den valgfri FørStart-sekvens kører lige inden, funktionen starter. Den kan bruges til at vente på klarsignaler.

“EfterSlut”

Den valgfri EfterSlut-sekvens kører, når funktionen er slut. Den kan bruges til at signalere til transportøren om at starte en bevægelse og forberede den næste stable.

Pick/place-sekvens

Ligesom i palleteringsfunktionen (14.25) udføres en særlig programsekvens på hver stable-position.

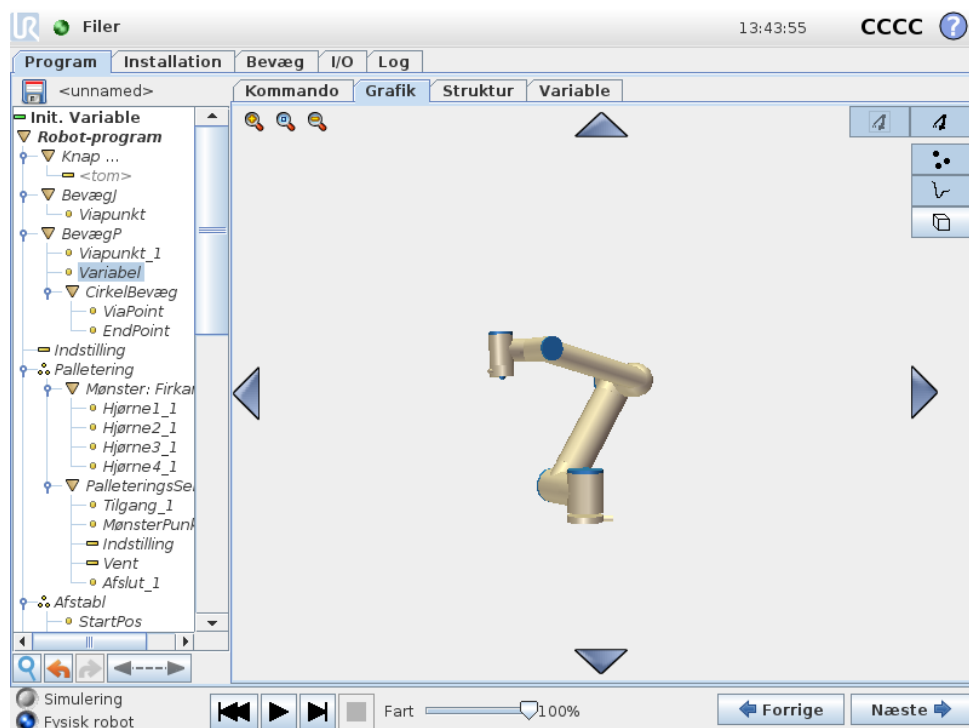
14.27 Kommando: Transportbåndssporing

Ved brug af et transportbånd kan robotten konfigureres til at spore transportbåndets bevægelse. Når **Transportbåndssporing**, som defineres i installationen, er konfigureret korrekt, vil robotten justere sine bevægelser for at følge banen. Programknuden **Transportbåndssporing** er tilgængelig fra fanen **Guider** under fanen **Struktur**. Andre bevægelser under denne knude er tilladt under sporing af båndet, men de er relative i forhold til båndets bevægelse. Opsætningen af **transportbåndssporing** under fanen **Installation** (se afsnit 13.13) giver valgmuligheder for at konfigurere robotten til at arbejde med både absolutte og trinvisse indkodere såvel som lineære og cirkulære transportbånd.

14.28 Kommando: Inaktiver

Undertrykte programlinjer bliver simpelthen sprunget over, når et program kører. En undertrykt linje kan ophæves igen på et senere tidspunkt. Dette er en hurtig måde til at foretage ændringer i et program uden at ødelægge det originale indhold.

14.29 Fanen Grafik



Grafisk fremstilling af det nuværende robotprogram. TCP-stien vises i 3D med bevægelsessegmenter i sort, og overgangssegmenter vist med grønt. De grønne prikker angiver TCP-positionerne for hvert viapunkt i programmet. 3D-tegningen af robotarmen viser den nuværende robotposition og *skyggen* af robotarmen viser, hvordan den vil nå viapunktet valgt i venstre side af skærmen.

Hvis robot-TCP'ens aktuelle målposition er tæt på et sikkerheds- eller udløserplan, er robotværktøjets retning tæt på værktøjets retningsgrænse (se 10.12, vises en 3D-gengivelse af den nærmeste grænse.

Bemærk: Når robotten kører et program, deaktiveres visningen af områdebegrænsningerne.

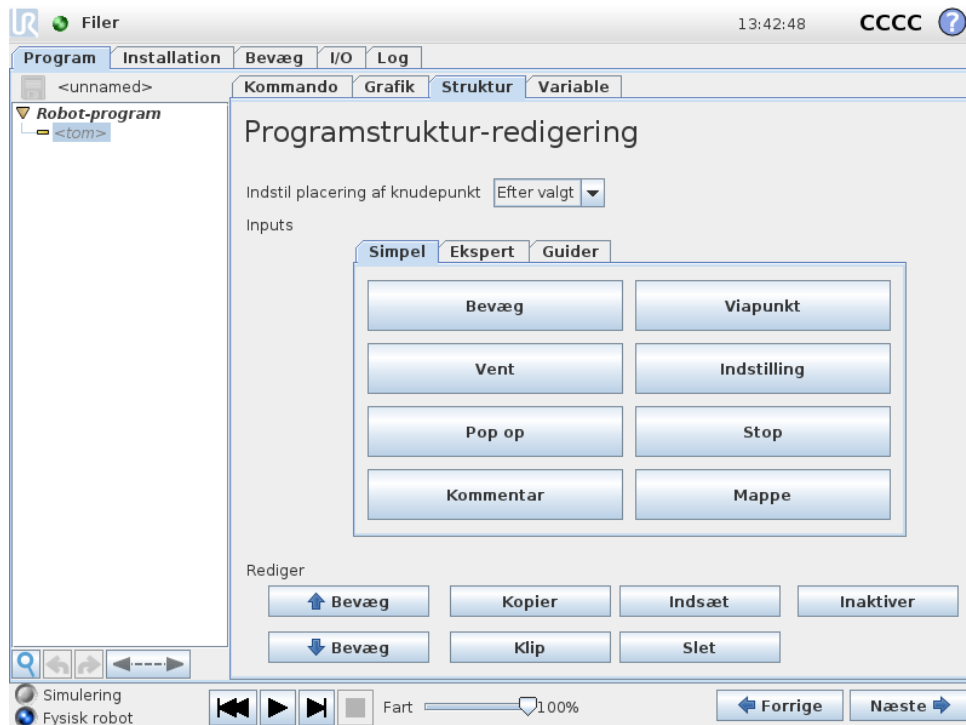
Sikkerhedsplaner vises i gult og sort med en lille pil, der gengiver planvektoren, der angiver den side af planet, hvor robot TCP'en må placeres. Udløserplaner vises i blå og grønt og en lille pil, der peger på den side af planet, hvor **Normaltilstandsgrænserne** (se 10.6) er aktive. Værktøjets retningsgrænse vises med en sfærisk kegle sammen med en vektor, der viser robotværktøjets nuværende retning. Keglens inderside gengiver det tilladte område for værktøjets retning (vektor).

Når robottens mål-TCP ikke længere er i nærheden af grænsen, forsvinder 3D-gengivelsen. Hvis TCP overtræder eller er meget tæt på at overtræde en grænse, bliver gengivelsen af grænsen rød.

3D-visningen kan zoomes og roteres for at få et bedre overblik over robotarmen. Knapperne i øverste højre side af skærmen kan deaktivere de forskellige grafiske elementer i 3D-visning. Nederste knap skifter mellem tændt og slukket for visningen af de nærmeste begrænsninger af arbejdsrummet.

De viste bevægelsessegmenter afhænger af det valgte programknodepunkt. Hvis en Move-knude er valgt, er den viste bane den dermed definerede bevægelse. Hvis knudepunktet **Viapunkt** er valgt, viser displayet følgende ~ 10 trin i bevægelsen.

14.30 Fanen Struktur



Fanen Struktur giver mulighed for at indsætte, flytte, kopiere og fjerne de forskellige kommandotyper.

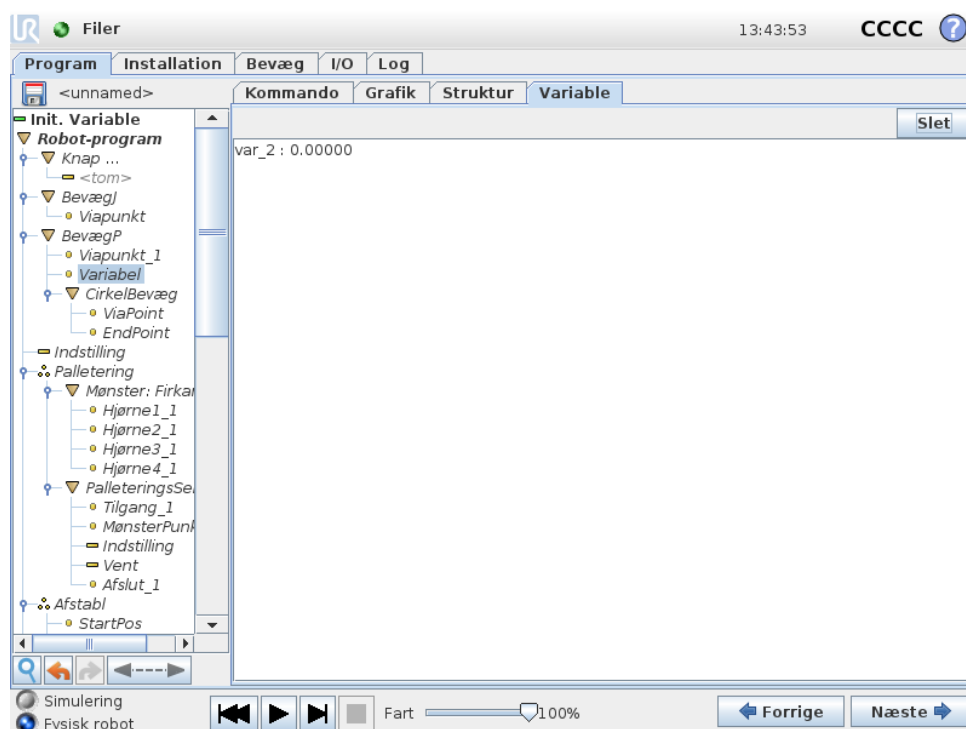
For at indsætte nye kommandoer, skal du udføre følgende trin:

- 1) Vælg en eksisterende programkommando.
- 2) Vælg om den nye kommando skal indsættes over eller under den valgte kommando.
- 3) Tryk på knappen for den kommandotype du ønsker at indsætte. Tilpas detaljerne for den nye kommando ved at gå til fanebladet Kommando.

Kommandoer kan flyttes/klones/fjernes ved at bruge knapperne i redigeringsbilledet. Hvis en kommando har underkommandoer (en trekant ud for kommandoen), flyttes/klones/slettes alle underkommandoer også.

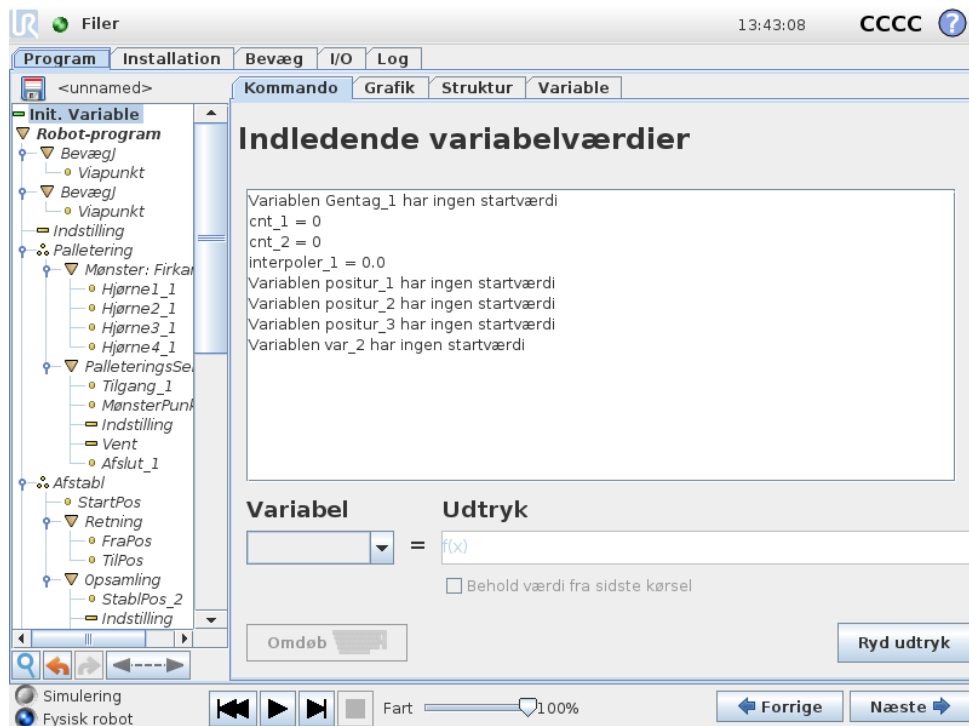
Ikke alle kommandoer passer alle steder i et program. Viapunkter skal være under en Bevæg-kommando (ikke nødvendigvis direkte under). EllersHvis og Ellers-kommandoerne skal komme efter en Hvis. Generelt kan det være besværligt at flytte EllersHvis-kommandoer rundt. Variable skal tildeles værdier, inden de kan bruges.

14.31 Fanen Variable



Fanen **Variabler** viser de eksisterende værdier for variabler i et kørende program og fører en liste over variabler og værdier mellem programkørsler. Fanen Variabler kommer kun frem, når den har information at vise. Variablerne er sat i alfabetisk rækkefølge efter navn. Variabelnavnene på dette skærmbillede er vist med højst 50 tegn, og variabelernes værdier er vist med højst 500 tegn.

14.32 Kommando: Variabelinitialisering



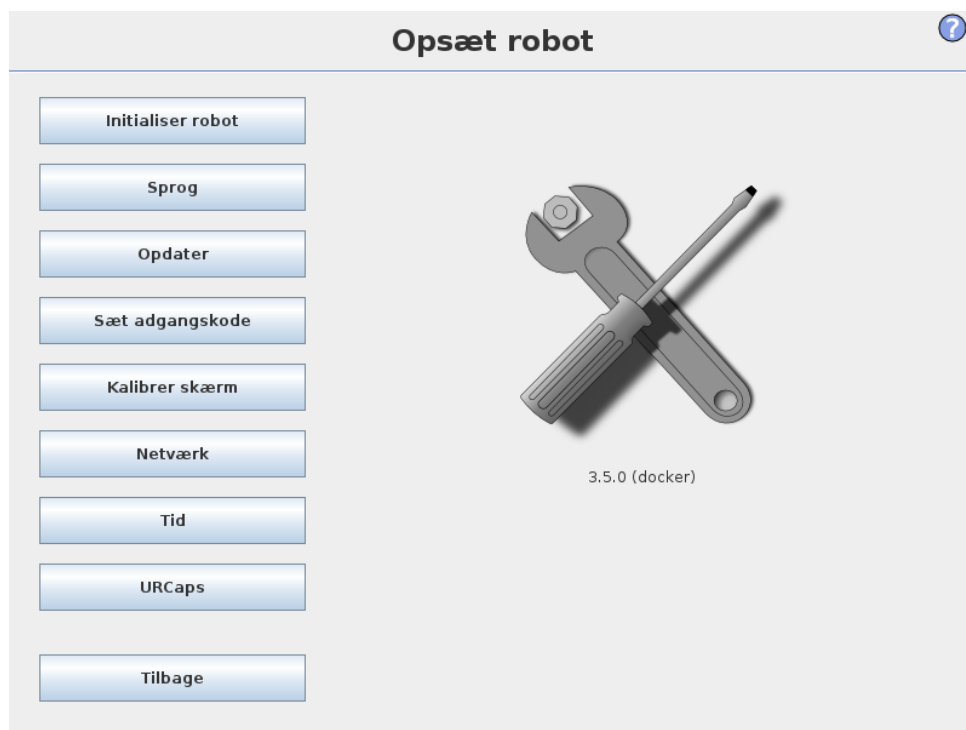
Dette skærbillede giver mulighed for at indstille værdier for variable, inden programmet (og alle tråde) udføres.

Vælg en variabel fra listen over variable ved at klikke på den eller ved at bruge boksen til valg af variable. For en valgt variabel kan et udtryk indsættes, som vil blive brugt til at indstille variabelværdien ved programstart.

Hvis afkrydsningsfeltet "Foretrækker at bevare værdi fra sidste kørsel" er valgt, initialiseres variablen til den værdi, der findes på fanebladet *Variable*, der er beskrevet i 14.31. Sådan kan variable bevare deres værdier mellem programudførelser. Variablen får sin værdi fra udtrykket, hvis programmet køres for første gang, eller hvis indholdet på værdifanebladet er blevet slettet.

En variabel kan slettes fra programmet ved at ændre dens navn til blank.

15 Opsætningsskærm



- **Initialiser robot** Går til initialiseringsskærmen, se 11.5.
- **Sprog og enheder** Konfigurer sproget og måleenhederne i brugerfladen, se 15.1.
- **Opdater robot** Opgraderer robotsoftwaren til en nyere version, se 15.2.
- **Sæt adgangskoden** Gør det muligt at låse programmeringsdelen af robotten for folk uden en adgangskode. Se 15.3.
- **Kalibrer skærm** Kalibrerer trykstyrken på "trykskærmen". Se 15.4.
- **Netværksopsætning** Åbner grænsefladen til at opsætte Ethernet netværket til robottens kontrollerskab. Se 15.5.
- **Indstil tid** Indstilling af dato og klokkeslæt for systemet og konfigurering af visningsformat for uret. Se 15.6.
- **URCaps-opsætning** Oversigt over installerede URCaps samt valgmuligheder for installation og afinstallation, se 15.7.
- **Tilbage** Returnerer til velkomstskærmen.

15.1 Sprog og enheder



Opsæt robot

Vælg sprog

System
Dansk

Tastatur
Int'l English

☐ English programming

Vælg enheder

☒ Metriske måleenheder
☐ Sædvanlige amerikanske måleenheder

Genstart PolyScope for at indføre de nye ændringer

Genstart

Sprog, enheder og tastatursprog i PolyScope kan vælges i dette skærbillede.

Det valgte sprog bliver anvendt til den tekst, der vises på de forskellige skærbilleder i PolyScope og i den integrerede hjælp. Marker "English programming" for at få kommandonavnene i robotprogrammerne skrevet på engelsk. PolyScope skal genstartes, før ændringerne kan træde i kraft.

Det valgte tastatursprog anvendes i alle pop-up-tastaturer i PolyScope.

15.2 Opdater robot



Softwareopdateringer kan installeres fra USB-flashhukommelse. Isæt en USB-nøgle og klik på **Søg** for at vise dens indhold. For at opdatere skal du vælge en fil, klikke på **Opdater** og følge anvisningerne på skærmen.



ADVARSEL:

Kontroller altid programmerne efter en opgradering af softwaren. Opgraderingen kan ændre banerne i dit program. De opdaterede software-specifikationer kan ses ved at trykke på "?"-knappen i brugerfladens øverste højre hjørne. Hardware-specifikationerne forbliver uændrede og findes i den originale vejledning.

15.3 Sæt adgangskode



Initialiser robot

Sprog

Opdater

Sæt adgangskode

Kalibrer skærm

Netværk

Tid

URCaps

Tilbage

Opsæt robot

Adgangskode til system

Ny adgangskode

Bekræft ny adgangskode

Anvend

Sikkerhedskode

Nuværende adgangskode

Ny adgangskode

Bekræft ny adgangskode

Anvend

Der understøttes to adgangskoder. Den første er en *valgfri* systemadgangskode, der forhindrer uautoriserede ændringer i robottens opsætning. Når systemadgangskoden er indstillet, kan programmer indlæses og afvikles uden adgangskoden, men brugeren skal indtaste den korrekte adgangskode til at oprette eller ændre programmer.

Den anden er en *obligatorisk* sikkerhedsadgangskode, der skal indtastes korrekt for at ændre sikkerhedsconfigurationen.



BEMÆRK:

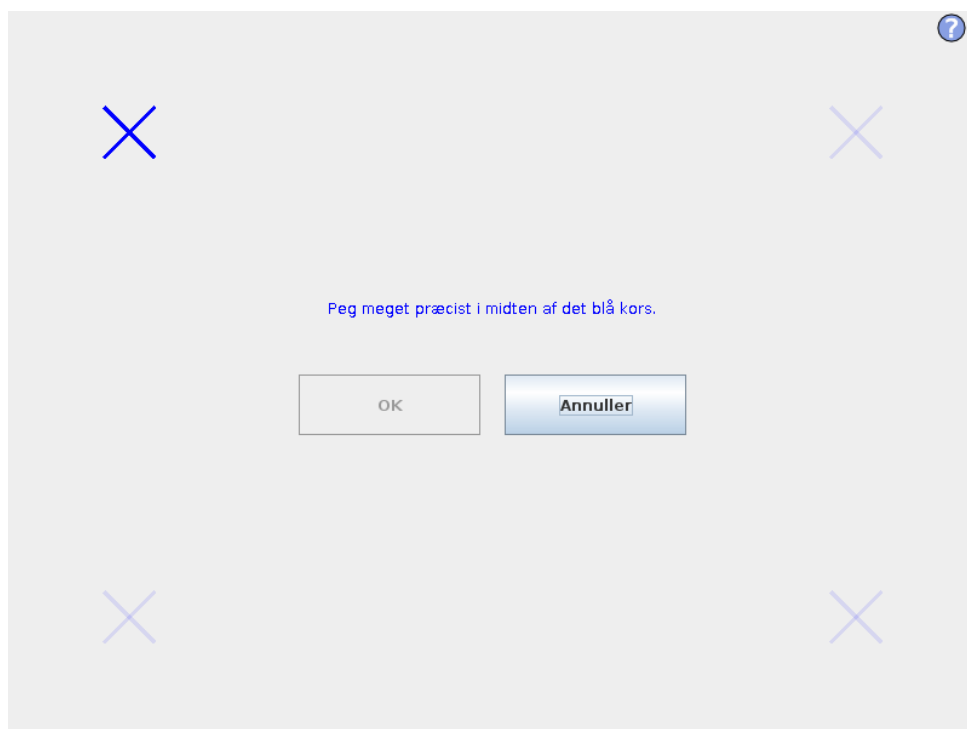
For at kunne ændre sikkerhedsconfigurationen skal der opsættes en sikkerhedsadgangskode.



ADVARSEL:

Tilføj en systemadgangskode for at forhindre uautoriseret personale i at ændre robottens installation.

15.4 Kalibrer skærm



Kalibrering af trykskærmen. Følg instruktionerne på skærmen for at kalibrere trykskærmen. Brug helst en spids genstand (ikke metal), såsom en lukket pen. Tålmodighed og påpasselighed hjælper til at opnå et bedre resultat.

15.5 Opsæt netværk



Panel til indstilling af netværk. En Ethernet-forbindelse er ikke nødvendig for de grundlæggende robotfunktioner og er som standard deaktiveret.

15.6 Indstil tid

Initialiser robot

Sprog

Opdater

Sæt adgangskode

Kalibrer skærm

Netværk

Tid

URCaps

Tilbage

Opsæt robot

Indstil tid

Tidsformat:
☒ 24 timer
☐ 12 timer

Vælg aktuelt klokkeslæt:

+

+

+

13

:

42

:

33

-

-

-

Indstil dato

Vælg dags dato:

8. november 2017

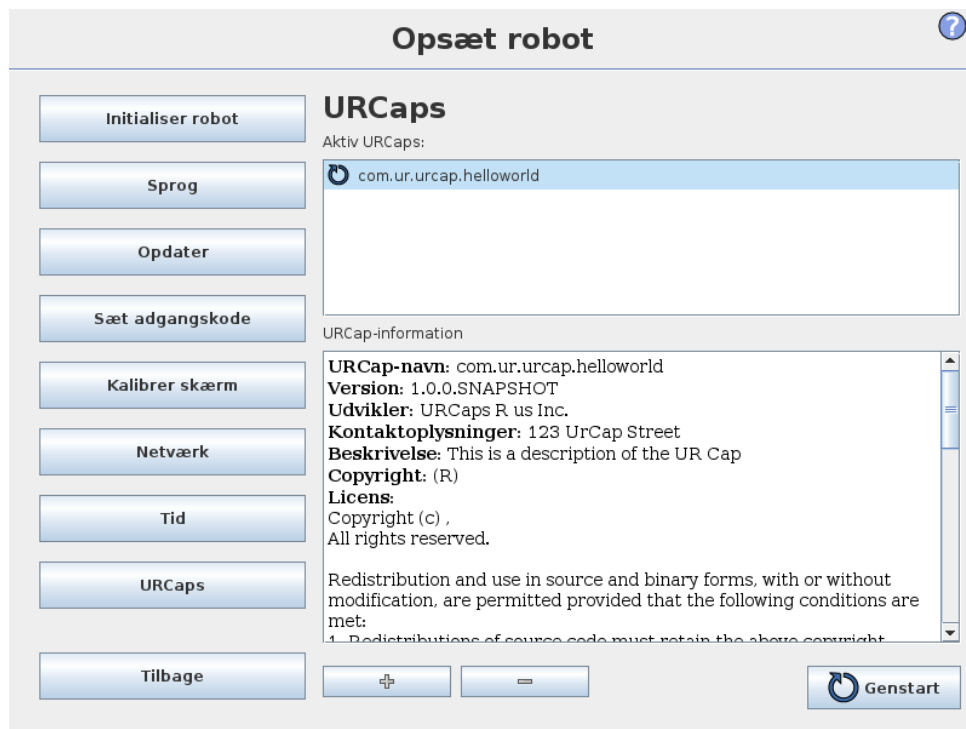
Datoformat:
☒ 8. november 2017
☐ 08-11-2017
☐ 08-11-17

Genstart PolyScope for at indføre de nye ændringer

Genstart

Indstil dato og klokkeslæt for systemet, og konfigurer visningsformat for uret. Uret vises øverst i skærbillederne *Kør program* og *Programmer robot*. Hvis du trykker på det, vises datoen kortvarigt. GUI'en skal genstartes, før ændringerne kan træde i kraft.

15.7 Opsætning af URCaps



I øverste liste vises en oversigt over alle installerede *URCaps*. Ved at klikke på en URCap vises dens metaoplysninger (herunder URCap'ens navn, version, licens osv.) under listen i området URCap-oplysninger.

Klik på knappen + i bunden af skærmen for at installere en ny URCap. Der vises en filvælger, hvor en .urcap-fil kan vælges. Klik på **Open**, hvorefter PolyScope vil vende tilbage til opsætningsskærm billedet. Den valgte URCap vil blive installeret, og en tilsvarende post vises på listen kort derefter. Nyligt installerede URCaps kræver, at PolyScope genstartes, og knappen **Genstart** aktiveres.

For at afinstallere en URCap, skal du blot vælge URCap'en fra listen og klikke på knappen -. URCap'en forsvinder derefter fra listen, dog er en genstart påkrævet.

Ikonet, der vises ved siden af posten i listen, angiver URCap'ens tilstand. De forskellige tilstande er defineret nedenfor:

-  **URCap ok:** URCap'en er installeret og fungerer normalt.
-  **URCap-fejl:** URCap'en er installeret, men kan ikke starte. Kontakt URCap-udvikleren.
-  **URCap-genstart påkrævet:** URCap'en er lige blevet installeret og skal genstartes.