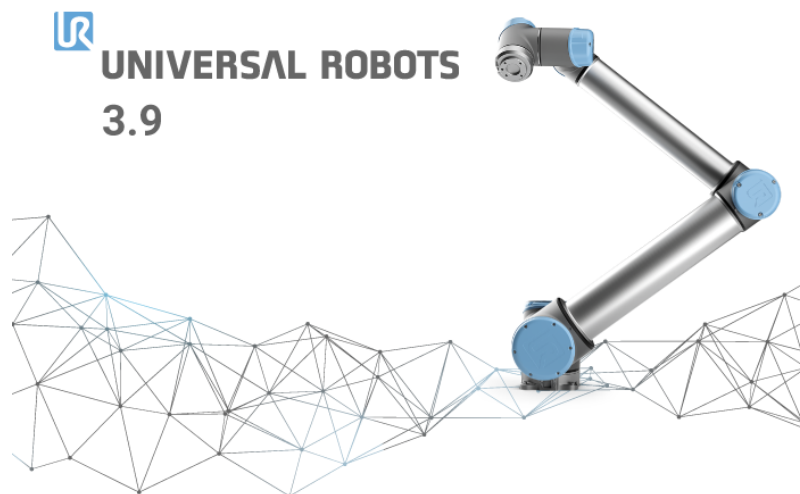




UNIVERSAL ROBOTS

PolyScope-manual



Version 3.9

Oversættelse af den originale vejledning (da)

Oplysningerne her er ejendom tilhørende Universal Robots A/S og må ikke reproduceres, 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 © 2009–2019 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-4
10.3 Sikkerhedssynkronisering og fejl	II-5
10.4 Tolerancer	II-6
10.5 Sikkerhedskontrolsum	II-6
10.6 Sikkerhedstilstande	II-6
10.7 Friløbstilstand	II-7
10.7.1 Tilbageløb	II-7
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-12
10.12.1 Valg af en grænse til konfigurering	II-13
10.12.2 3D-visning	II-13
10.12.3 Konfiguration af sikkerhedsplan	II-14
10.12.4 Konfiguration af værktøjsgrænser	II-17
10.13 Sikkerheds I/O	II-18
10.13.1 Indgangssignal	II-19
10.13.2 Udgangssignaler	II-20
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-24
11.2.5 Det første program	II-25
11.3 PolyScope programmeringsgrænseflade	II-26
11.4 Velkomstkærm	II-28
11.5 Initialiseringskærm	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	II-38
13.4 Fanen AutoMove	II-38
13.5 Installation → Indlæs/Gem	II-40
13.6 Installation → TCP-konfiguration	II-41
13.6.1 Tilføjelse, omdøbning, ændring og fjernelse af TCP'er	II-41
13.6.2 Standard- og aktivt TCP	II-41
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-45
13.8.2 Tildeling af brugerdefinerede navne	II-45
13.8.3 I/O-handlinger og I/O-fanekontrol	II-46
13.9 Installations→sikkerhed	II-46
13.10 Installations→variabler	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-52
13.12.2 Nyt punkt	II-53
13.12.3 Ny linje	II-53
13.12.4 Planfunktion	II-54
13.12.5 Eksempel: Manuel opdatering af en funktion for at tilpasse et program	II-55
13.12.6 Eksempel: Dynamisk opdatering af en funktionspositur	II-56
13.13 Opsætning af transportbåndssporing	II-56
13.14 Glidende overgang mellem sikkerhedstilstande	II-58
13.14.1 Justering af indstillinger for acceleration/deceleration	II-58
13.15 Installation → Standardprogram	II-59
13.16 Fanen Log	II-60
13.16.1 Gemmer fejlrapporter	II-61
13.17 Indlæsningskærm	II-61
13.18 Fanen Kør	II-63
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 programeksekvering	II-67

14.2.3	Søgeknap	II-67
14.2.4	Knapperne Fortryd/Annuller fortryd	II-67
14.2.5	Instrumentbræt til programmer	II-68
14.3	Variabler	II-68
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-78
14.8	Kommando: Variabelt viapunkt	II-79
14.9	Kommando: Vent	II-80
14.10	Kommando: Indstil	II-80
14.11	Kommando: Pop op	II-81
14.12	Kommando: Stop	II-82
14.13	Kommando: Kommentar	II-82
14.14	Kommando: Mappe	II-83
14.15	Kommando: Gentag	II-83
14.16	Kommando: UnderProgram	II-84
14.17	Kommando: Tildeling	II-85
14.18	Kommando: Hvis	II-86
14.19	Kommando: Script	II-87
14.20	Kommando: Hændelse	II-88
14.21	Kommando: Tråd	II-89
14.22	Kommando: Switch	II-89
14.22.1	Timer	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-99
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	Opsætningskærm	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

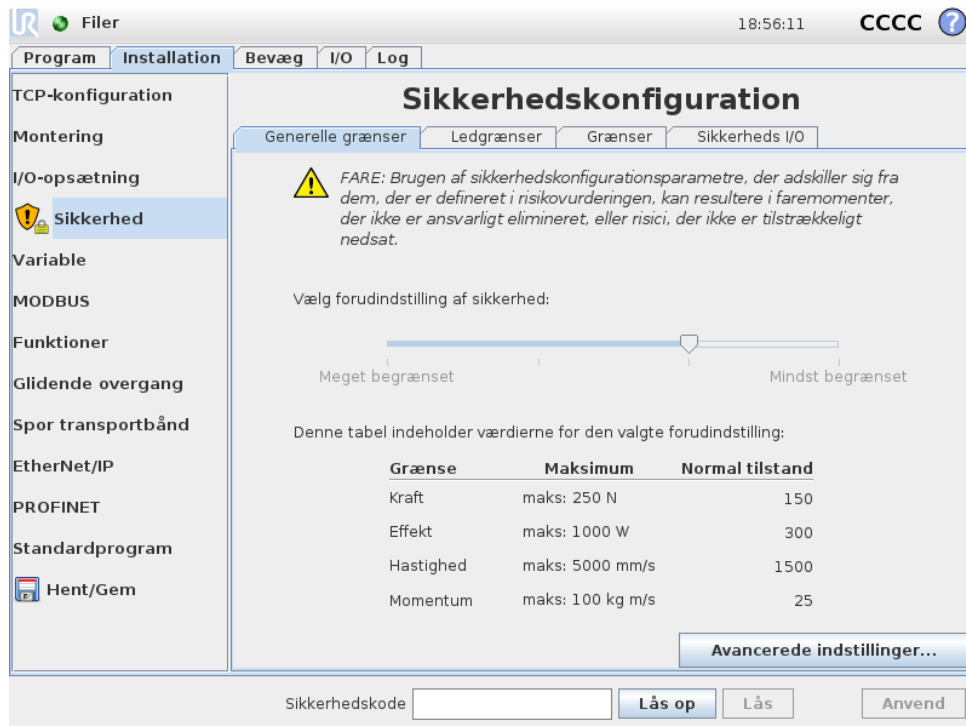
Robotten er udstyret med et avanceret sikkerhedssystem. Afhængigt af robotarbejdsområdets særlige egenskaber skal sikkerhedssystemet konfigureres til at garantere sikkerhed for alt personale og udstyr omkring robotten. Integratorens første opgave er at anvende de indstillinger, der er defineret af risikovurderingen. 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 Velkomstskeærbilledet (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 kolliderede med en del af sit miljø er særligt høj, skal disse indstillinger sættes på lave værdier. Hvis risikoen er lav, får højere generelle grænser roboten 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 led funktionsområde). 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 udløser til aktivering af *Reduceret* tilstandens sikkerhedsgrænser (se 10.6)). Grænsen for værktøjsretning sætter en hård 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:

10.3 Sikkerhedssynkronisering og fejl

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 skærmbilledets 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.



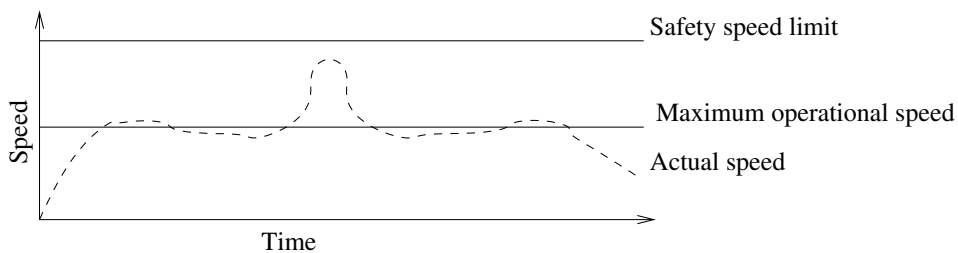
ADVARSEL:

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-stop ¹, starter robotarmen op i **gendannelsestilstand**. Denne tilstand gør det muligt for robotten at gå langsomt tilbage til det tilladte område ved hjælp af **fanen Bevæg** eller **Friløb**. Der kan ikke køres programmer til robotten 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 skærmbilledet *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 robotten i at overtræde denne grænse. Men hvis der lægges tilstrækkelig kraft på robotarmen af 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 bremsene er sluppet. Under initialisering af robotarmen vil man se mindre vibrationer, når robotbremsene slippes. I nogle situationer - såsom når robotarmen er tæt på at kollideres - er disse rystelser u hensigtsmæssige. Her kan funktionen *Tilbageløb* anvendes til at tvinge visse led i en ønsket position, uden at alle robotarmens bremses slippes.

Sådan aktiveres *tilbageløb*:

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

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

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 sikkerhedskonfigurations-skærmen. 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 sikkerhedskonfigurations-skærbilledet 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.

Bekræftelse af anvendt sikkerhedskonfiguration				
Generelle grænser	Ledgrænser	Grænser	Sikkerheds I/O	Diverse
Grænse	Normal tilstand	Reduceret tilstand		
Kraft	150.00	120.00 N		
Effekt	300.00	200.00 W		
Hastighed	1.50	0.75 m/s		
Momentum	25.00	10.00 kg m/s		

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 sikkerhedsgrænser 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 sikkerhedsgrænser i installationen. *Grundindstillinger* og *avancerede indstillinger*, der beskrives mere udtømmende i det følgende.

Definering af de generelle sikkerhedsgrænser 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.

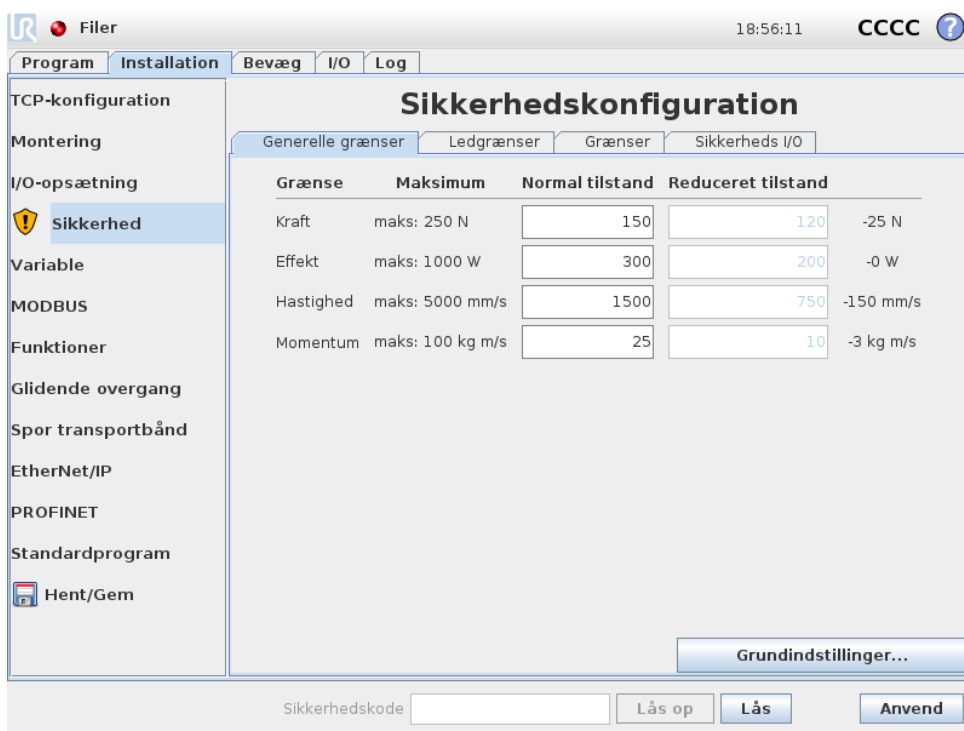
I *friløbstilstand* (se 13.1.5), og når den aktuelle hastighed for robotens TCP er tæt på *hastighedsgrænsen*, vil brugeren kunne mærke en modstandskraft, der øges i styrke, i takt med at leddet nærmer sig grænsen. Kraften genereres, når den aktuelle hastighed er inden for cirka 250 mm/s fra grænsen.

Grundindstillinger Det første underpanel for generelle grænser, der vises som standard-skærmbilledet, 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 skærmbilledet med avancerede generelle indstillinger.

Avancerede indstillinger



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).

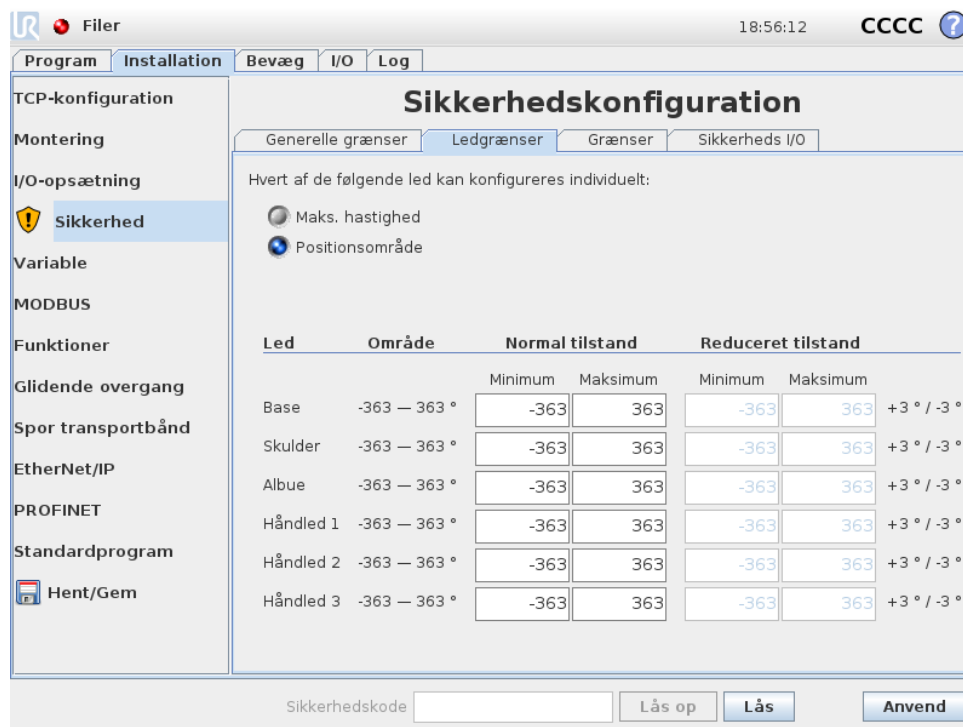


ADVARSEL:

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 leds 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.

Håndled 3-positionsområdet er som standard ubegrænset. Hvis du bruger kabler, som er fastgjort til robotten, skal du først deaktivere Afkrydsningsfeltet *Ubegrænset område for Håndled 3* for at undgå kabelspænding og beskyttelsesstop.

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 robotten 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.

10.12 Grænser

Når robotten 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'et 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 normal-side, der angiver den side af planet, hvor robot TCP'en må placeres. Udløserplanene vises i blå og grønt. 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.

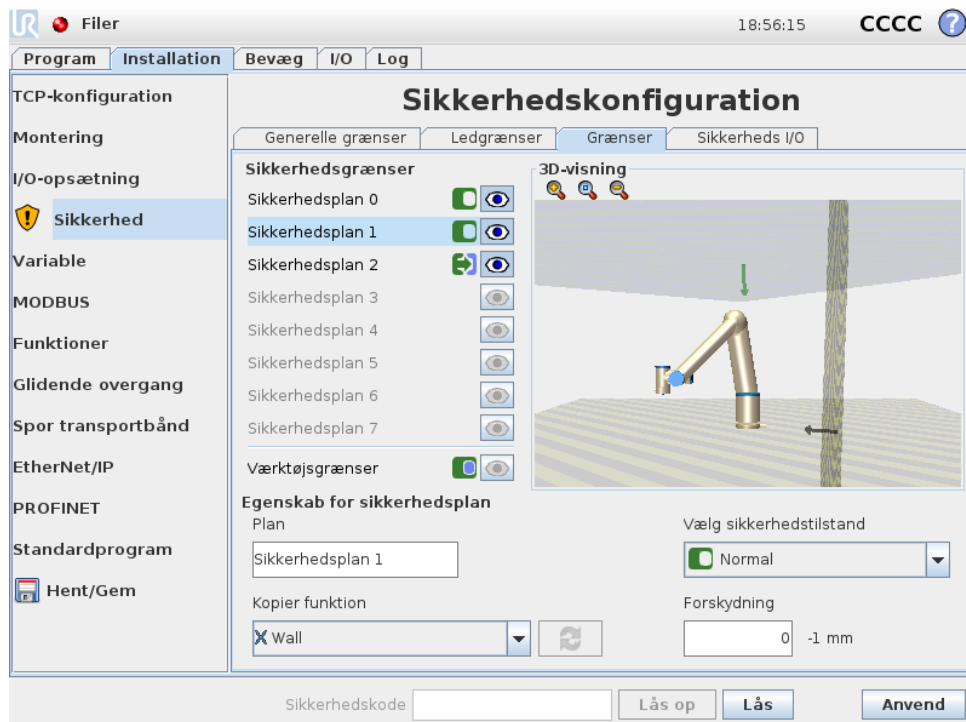
Værktøjets retningsgrænse vises med en sfærisk kegle sammen med en vektor, der viser robotværktøjets nuværende retning. Kegleens inderside gengiver det tilladte område for værktøjets retning (vektor).

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 der 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.

Copyright © 2009–2019 ved Universal Robots A/S. Alle rettigheder forbeholdes.

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.
 Normal & Reduceret	Når sikkerhedssystemet er i <i>normal</i> eller <i>reduceret</i> tilstand, er et normalt & reduceret tilstandsplan <i>aktivt</i> , og det fungerer som en <i>stiv grænse</i> på positionen for robotens TCP.
 Udløs reduceret 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 Sikkerhedsgrænser. 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 inputsignalerne er lave (se 10.13 for flere oplysninger).

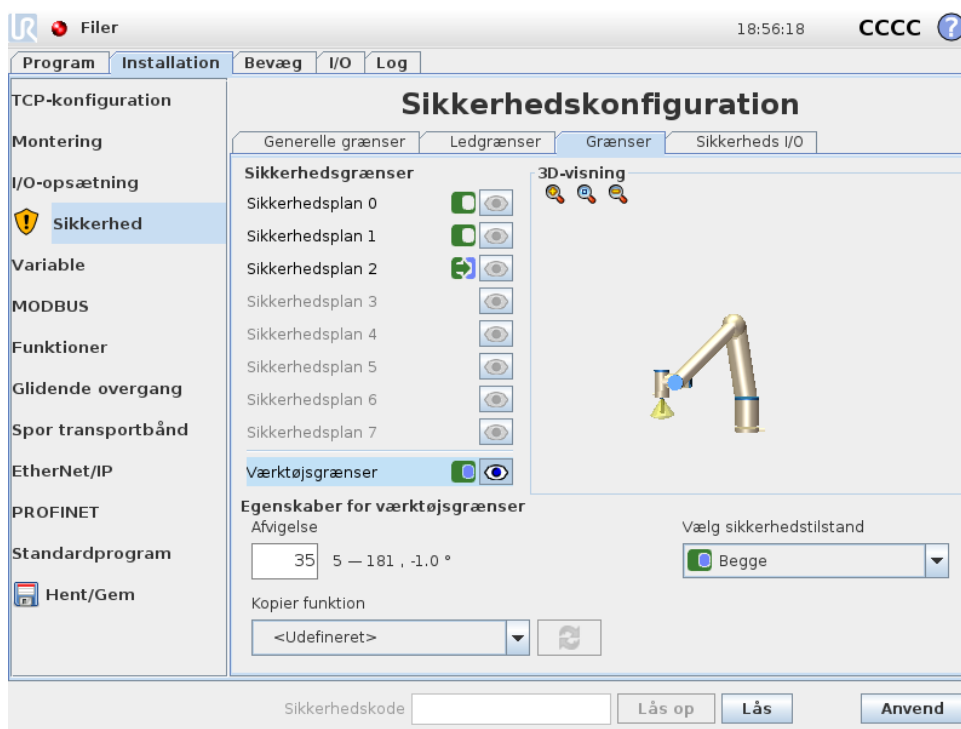
Når intet af ovenstående længere er tilfældet, går sikkerhedssystemet tilbage til *normaltilstand*.

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 tilstand* 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 panelet.

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.

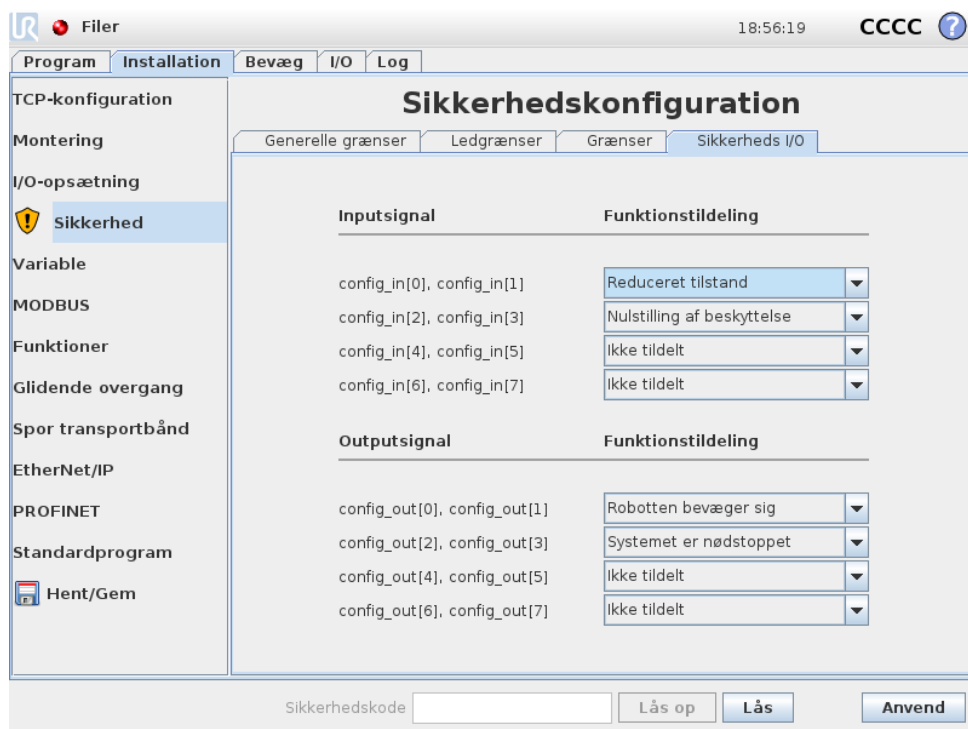
Sikkerhedstilstand I rullemenuen til højre i panelet *Egenskaber for værktøjsgrænser* vælges *sikkerhedstilstanden* for grænserne for værktøjsretningen. De tilgængelige indstillinger er følgende:

<input type="checkbox"/> Deaktiveret	Værktøjsgrænsen er aldrig aktiv.
<input checked="" type="checkbox"/> Normal	Når sikkerhedssystemet er i <i>normal</i> tilstand, er værktøjets områdebegrænsning aktiv.
<input type="checkbox"/> Reduceret	Når sikkerhedssystemet er i <i>reduceret</i> tilstand, er værktøjets områdebegrænsning aktiv.
<input checked="" type="checkbox"/> Normal & 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 skærmbillede 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.

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

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 5 til udgangssignaler.

Bemærk: Anvendelse af en sikkerhedsfunktion på et sæt ben tilsidesætter alle angivne I/O-handlinger for ben i I/O-opsætningen (se 13.8).

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 udover 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 *Installationvejledning* til hardware) fuldt ud, om tilstanden sikkerhedsstoppet er aktiv eller ej.

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

 *Kørselstilstand*: Roboten 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 velkomstskræmen. For at skifte tilbage til *Kørselstilstand* afsluttes blot skræmen "Programmér robot".



BEMÆRK:

- Efter konfigurationen af sikkerheds-I/O med aktivering af 3-positions kontakt er bekræftet, vises velkomstskræmen automatisk. Velkomstskræmen 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 Nødstopknop. 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 Signalet er højt, når robotten er standset eller er i gang med at standse pga. aktivering af nødstop eller beskyttelsesstop. Ellers er signalet logisk 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 kontrollereskabet, udføre robotprogrammer og nemt laver nye programmer.

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

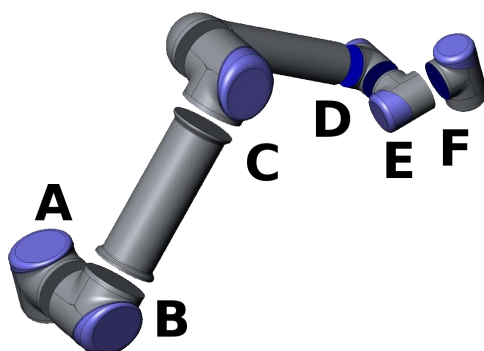


FARE:

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 kontrollereskabet installeres og kontrollereskabet 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 robotens 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 bremserne.

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 initialiseringskærmen.
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. Robotens status ændres fra *nødstoppet* til *slukket*.
8. Gå uden for robotens rækkevidde (arbejdsområde).
9. Berør *On*-knappen på berøringsskærmen. Vent nogle sekunder, til robotens 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 *Velkomstskærmen*.

11.2.5 Det første program

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

Værktøjets bevægelse er den del af et robotprogram, som lærer robotten at bevæge sig. I PolyScope indstilles værktøjets bevægelser med en serie **viapunkter**. De kombinerede viapunkter danner en sti, som robotarmen følger. Et viapunkt angives ved at bruge fanen *Flyt*, bevæge (lære) robotten til en bestemt position, eller beregnes ved hjælp af software. Brug fanen *Flyt* (se 13.1) til at bevæge robotarmen til den ønskede position, eller lær robotten positionen ved at trække robotarmen på plads mens knappen *Friløb* holdes bag programmeringskonsollen.

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

Det følgende er et simpelt program, som får en robotarm, som er blevet startet, til at flytte sig imellem viapunkter.

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*.

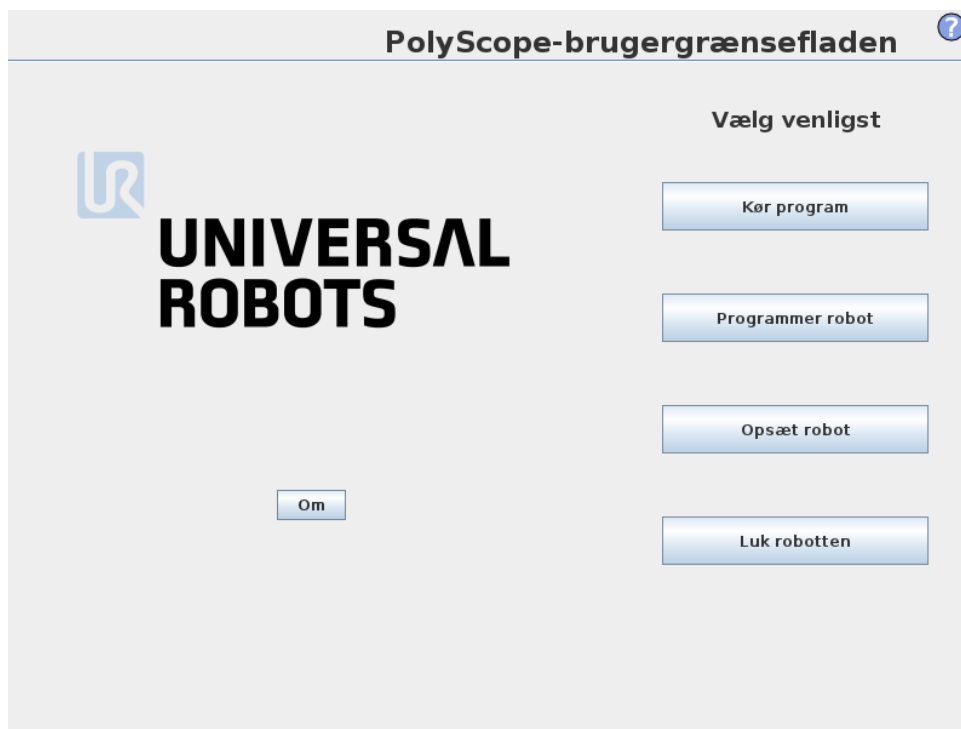
7. Tryk på knappen **Sæt dette viapunkt** ved siden af billedet “?”.
8. På **Bevæg**-skærmen kan du flytte robotten ved at trykke på de forskellige blå pile eller ved at holde **friløbsknappen** bag på programmeringskonsollen nede, mens du trækker robotarmen.
9. Tryk på **OK**.
10. Tryk på **Tilføj viapunkt 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:**

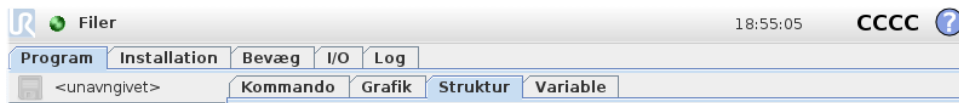
1. Undlad at køre robotten ind i sig selv, da dette kan give skader på robotten.
2. Hold hovedet og kroppen uden for robotens rækkevidde (arbejdsområde). Undlad at placere fingrene, hvor de kan blive klemt.
3. Dette er kun en lynstartsvejledning, der skal vise, hvor nemt det er at bruge en UR-robot. 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 kontrollerskabet.



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 skærmbillederne.

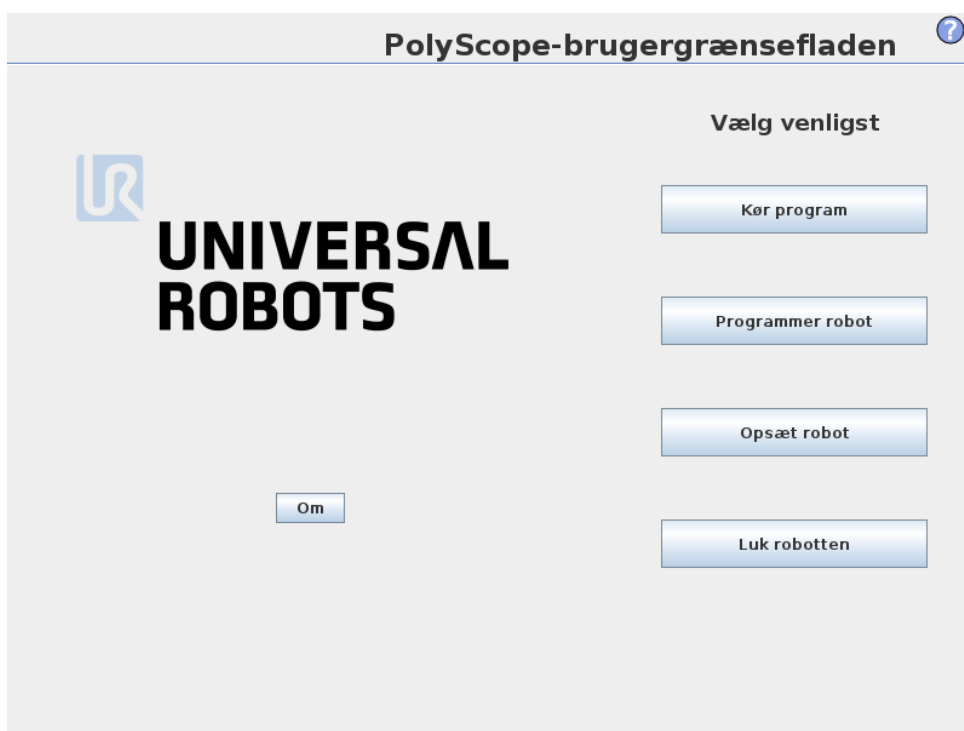


I dette eksempel, er **Program**-fanen på øverste niveau valgt, og herunder er **Struktur**-fanen valgt. **Program**-fanebladet indeholder information relateret til det aktuelt indlæste program. Hvis fanen **Bevæg** vælges, skifter skærmen til **Bevæg**-skærmen, hvorfra robotten kan flyttes. På samme 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.

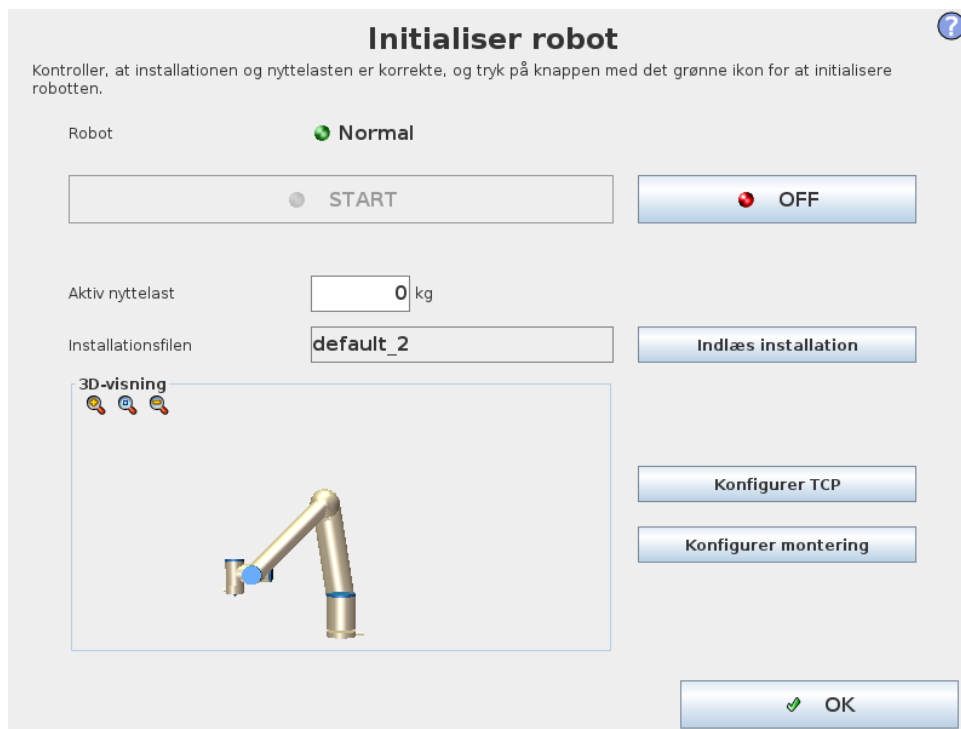
11.4 Velkomstkærm



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

- **Kør program:** Vælg og kør 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 Initialiserings-skærm



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.

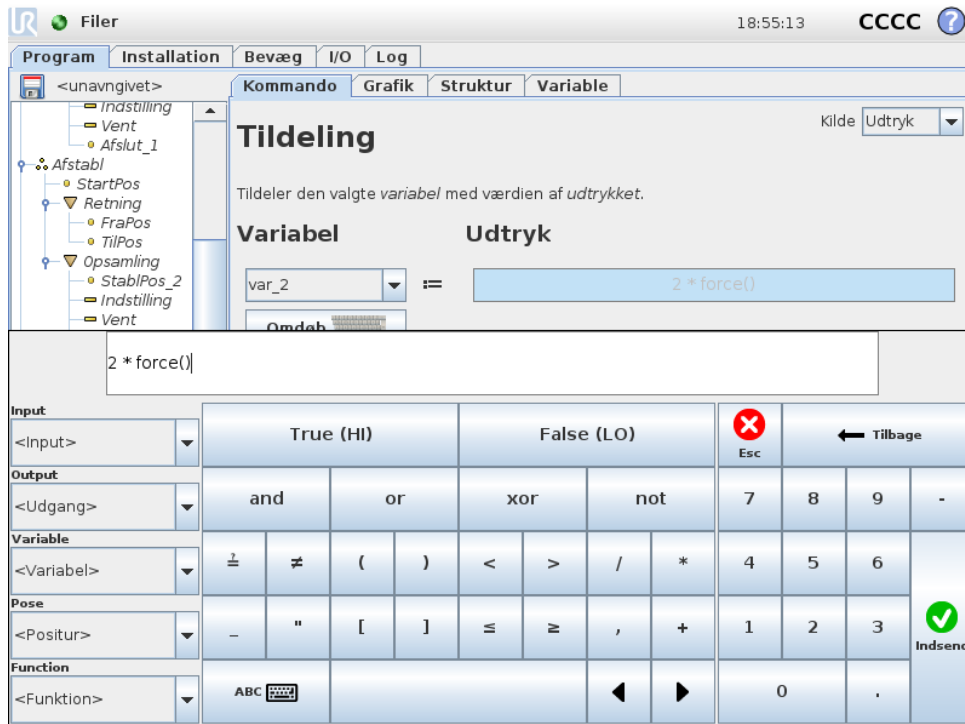
Den store knap med det grønne ikon er til at udføre den faktiske initialisering af robotarmen. Teksten på den og de handlinger, den udfører, afhænger af robotarmens aktuelle tilstand.

- 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 ledbremser, og robotarmen er klar til normal drift. Bemærk, at roboten laver en lyd og bevæger sig lidt, mens bremsene låses op.
- Hvis robotarmen overtræder en af sikkerhedsgrænserne efter opstart, kører den i en speciel **gendannelsetilstand**. I denne tilstand vil en berøring af knappen skifte til et gendannelseskærbillede, 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.

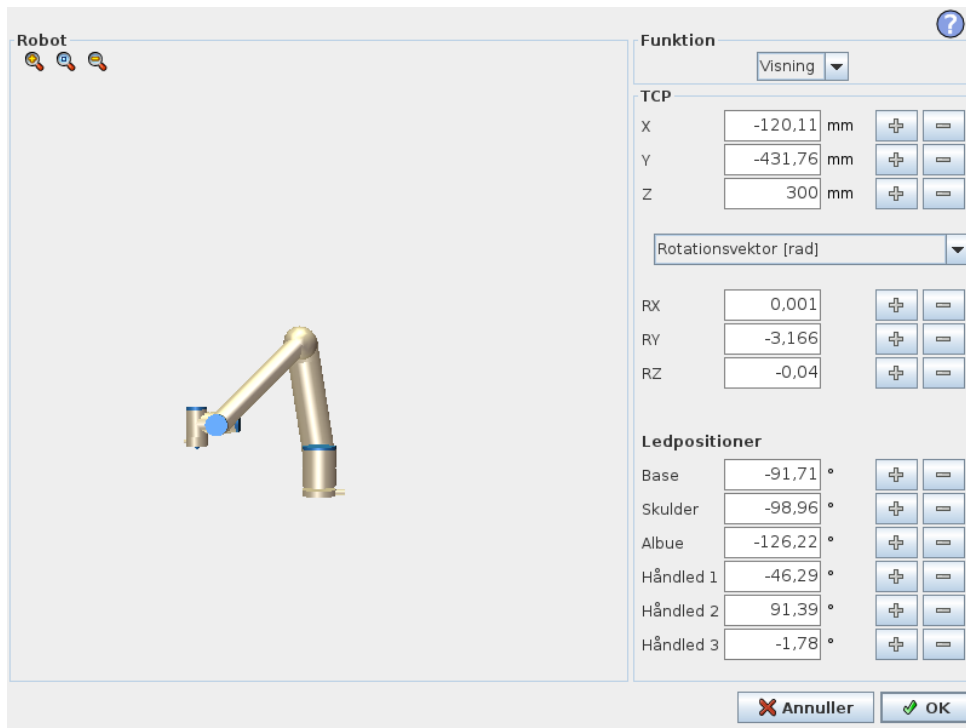
Udtrykket tjekkes for grammatiske fejl, når der trykkes på Ok-knappen. Annuller-knappen forlader skærmen og kasserer alle ændringer.

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

Under funktionsvælgeren vise 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.

12.2 Skærbilledet for positurredigering

Med rullemenuen over felterne RX, RY og RZ vælges retningsgængivelsen. 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 *leddenes 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

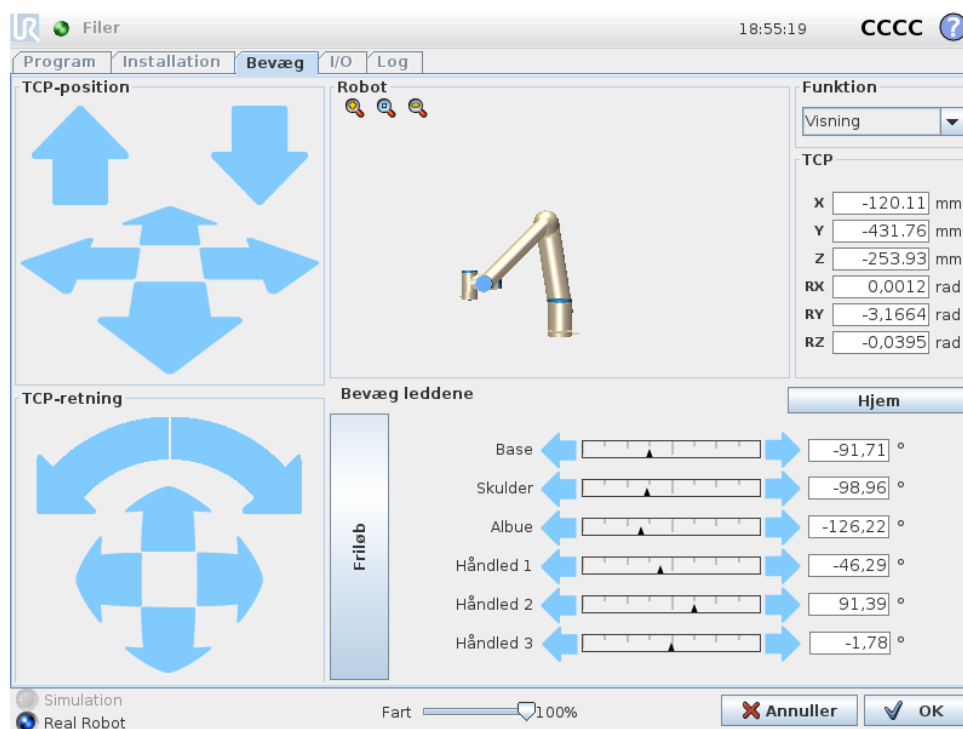
Et klik på Annuller-knappen forlader skærmen og kasserer alle ændringer.



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 **Normaltilstandsgrænserne** (se 10.6) er aktive. Værktøjets retningsgrænse vises med en sfærisk kegle sammen med en vektor, der viser robotværktøjets nuværende retning. Kegle's 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.

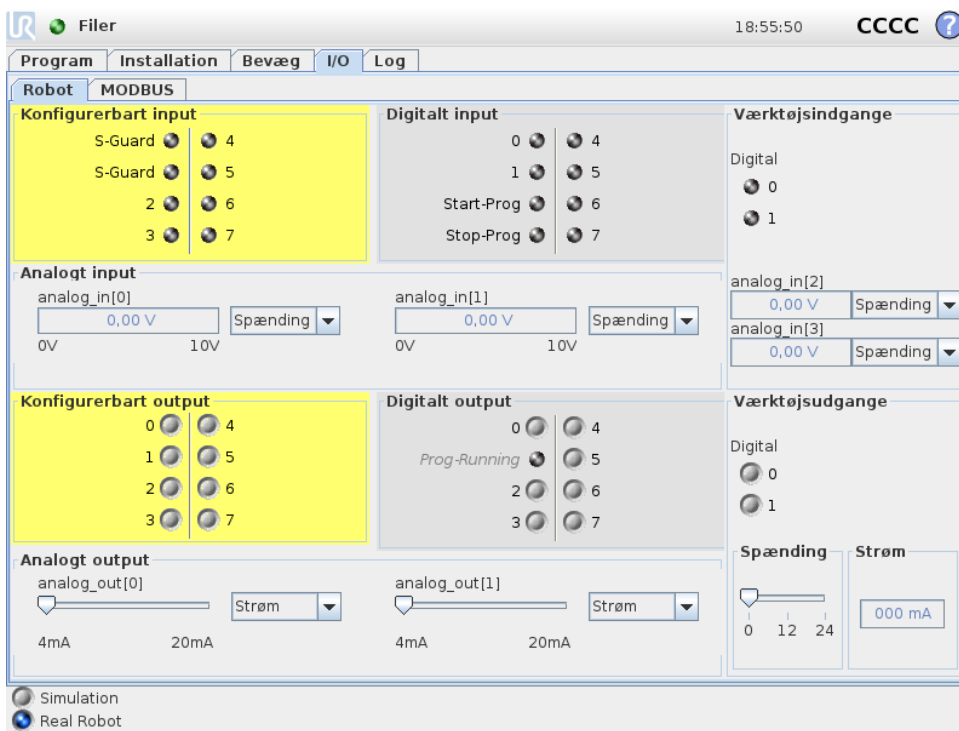
13.1.5 Friløb

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

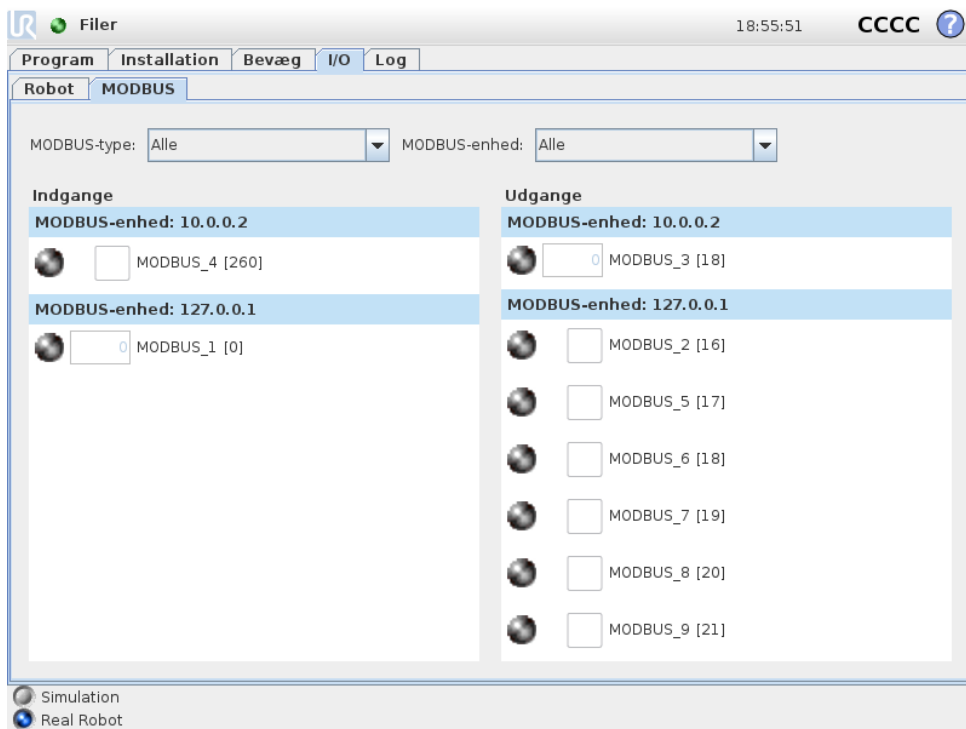
kerhedsfunktionen i stedet for standardnavnet eller et brugerdefineret navn. Konfigurerbare output, der er reserveret til sikkerhedsindstillinger, kan ikke slås til og fra og vises kun som LED'er.

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

Skærbilledet nedenfor viser MODBUS-klient I/O-signaler, som de er konfigureret i installationen. Du kan bruge rullemenuerne øverst på skærmen til at ændre det viste indhold baseret på signaltypen og MODBUS-enheden, hvis mere end én er konfigureret. Hvert signal på listerne indeholder dets forbindelsesstatus, værdi, navn, adresse og signaladresse. Udgangssignalerne kan skiftes, hvis forbindelsesstatus og valget af I/O-fanekontrol tillader det (se 13.8).



Copyright © 2009–2019 ved Universal Robots A/S. Alle rettigheder forbeholdes.

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 viapunkt, 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

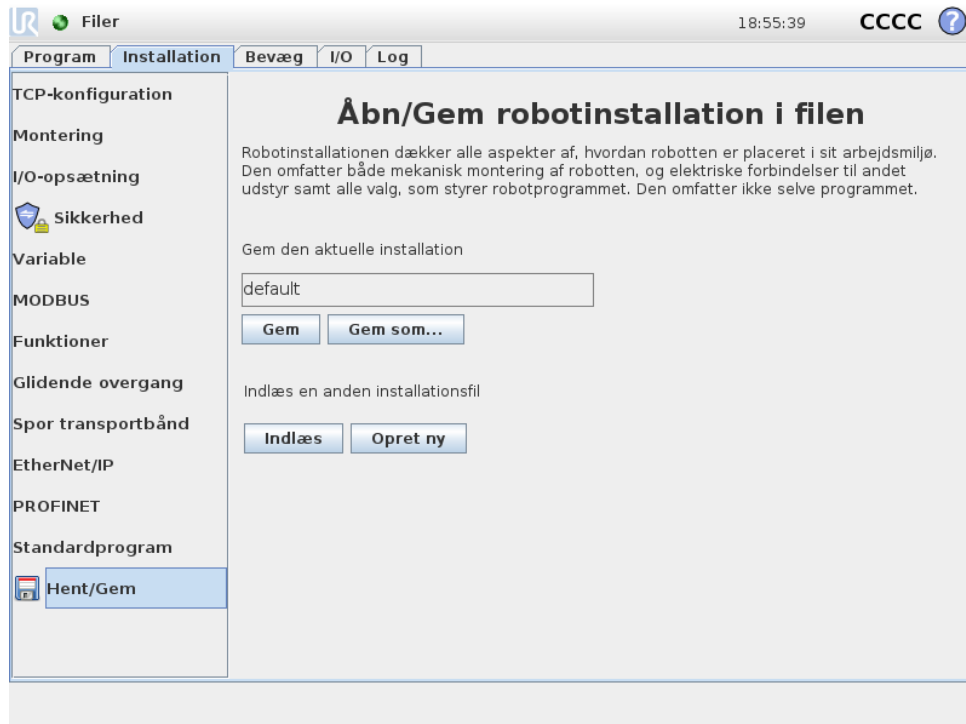
Hold **Auto**-knappen nede for at flytte robotten som vist i animationen.

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 kontrollerskabet 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 robotten. 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 robotten 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**.

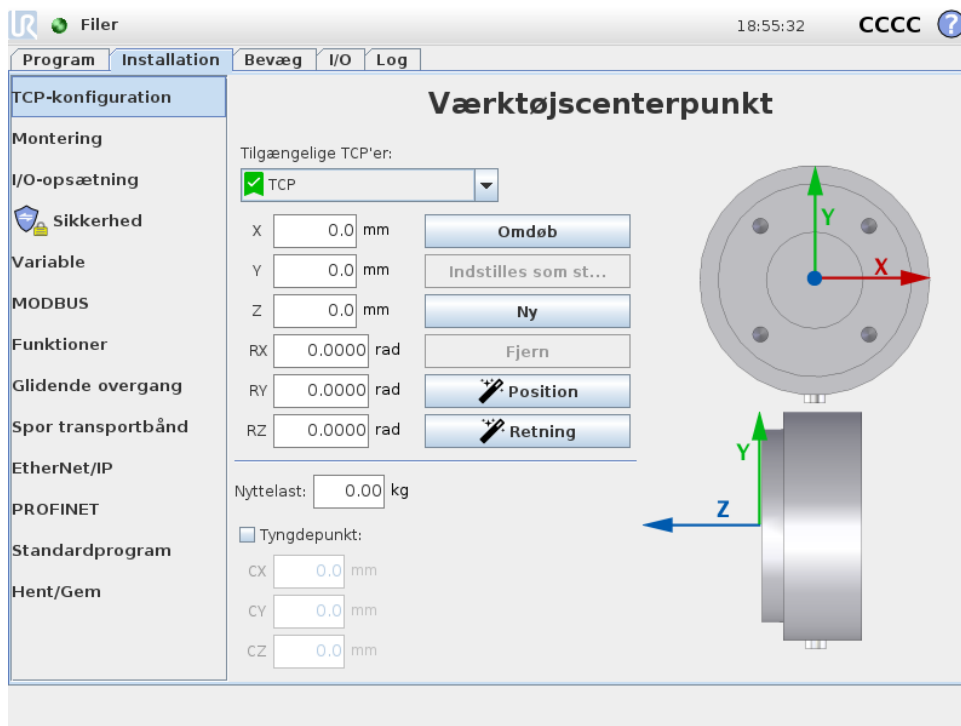
Installationen kan gemmes ved at trykke på knappen **Gem** eller **Gem som...** Alternativt gemmes den aktive installation også, hvis et program gemmes. En anden installationsfil kan åbnes med **Åbn**-knappen. Med knappen **Opret ny** nulstilles alle indstillinger i robotinstallationen som deres standardfabriksindstillinger.



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 punkt på robotens værktøj. Værktøjscenterpunktet (TCP) er defineret og navngivet i skærmen med fanen Installation **Opsætning af værktøjscentrum** (vist ovenfor). Hver TCP har en forskydning og en rotation i forhold til centrum på værktøjsoutputflange. Når en robot er programmeret til at vende tilbage til et tidligere lagret viapunkt, flytter roboten TCP til positionen og retningen, som er lagret i viapunktet. Ved programmering til lineær bevægelse, flyttes TCP lineært.

Koordinaterne X , Y og Z angiver positionen på TCP, mens koordinaterne RX , RY og RZ angiver retningen. Når alle værdier er nul, er der sammenfald mellem TCP og centrum på værktøjsoutputflanger og antager det koordinatsystem, der er afbildet på skærmen.

13.6.1 Tilføjelse, omdøbning, ændring og fjernelse af TCP'er

Et nyt TCP defineres ved at trykke på knappen **Ny**. Det oprettede TCP får automatisk et unikt navn og bliver markérbart i rullemenuen. Et TCP omdøbes ved at trykke på knappen **Omdøb**. Det markerede TCP fjernes ved at trykke på knappen **Fjern**. Det sidste TCP kan ikke fjernes. Forskydning og rotation af det markerede TCP kan ændres ved at klikke på de respektive hvide tekstfelter og indtaste nye værdier.

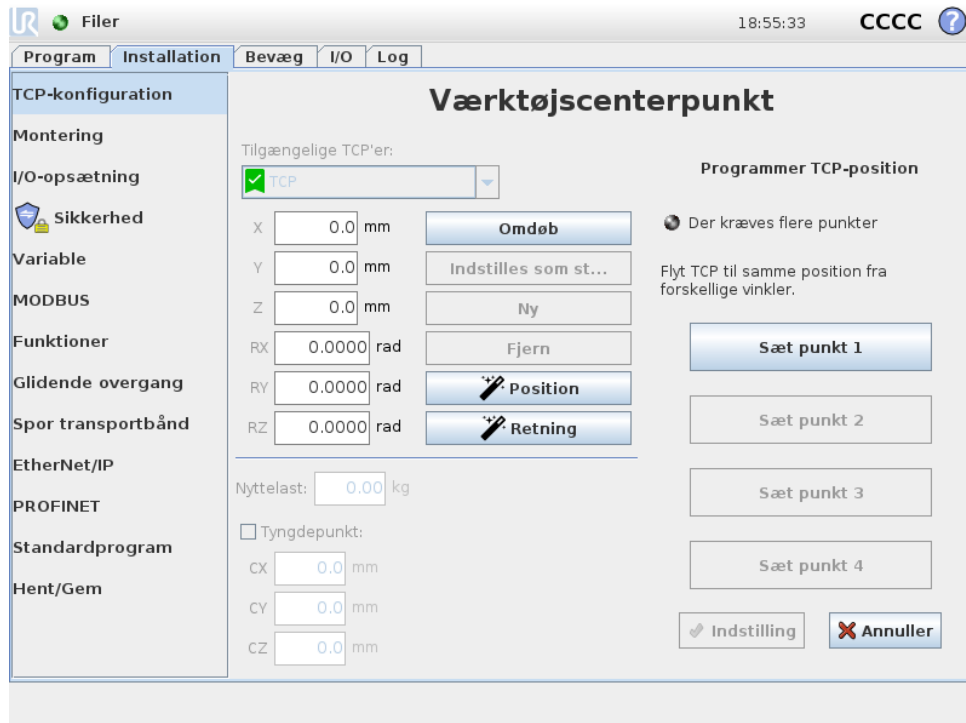
13.6.2 Standard- og aktivt TCP

Der er én standardkonfigureret TCP, som er markeret med et grønt afkrydsningsikon til venstre for navnet i **Rullemenuen for tilgængelige TCP'er**. En TCP indstilles som standard ved at vælge den ønskede TCP og trykke på **Indstil som standard**.

En TCP offset er angivet som *aktiv* for at bestemme alle lineære bevægelser i det kartesiske koordinatsystem. Bevægelsen på det aktive TCP vises under fanebladet **Grafik** (se 14.29).

Før et program kører, angives standard TCP'en som den aktive TCP. I et program kan ethvert af de angivne TCP'er indstilles som *aktiv* for en bestemt bevægelse af robotten (se 14.5 og 14.10).

13.6.3 Programmering af TCP-position

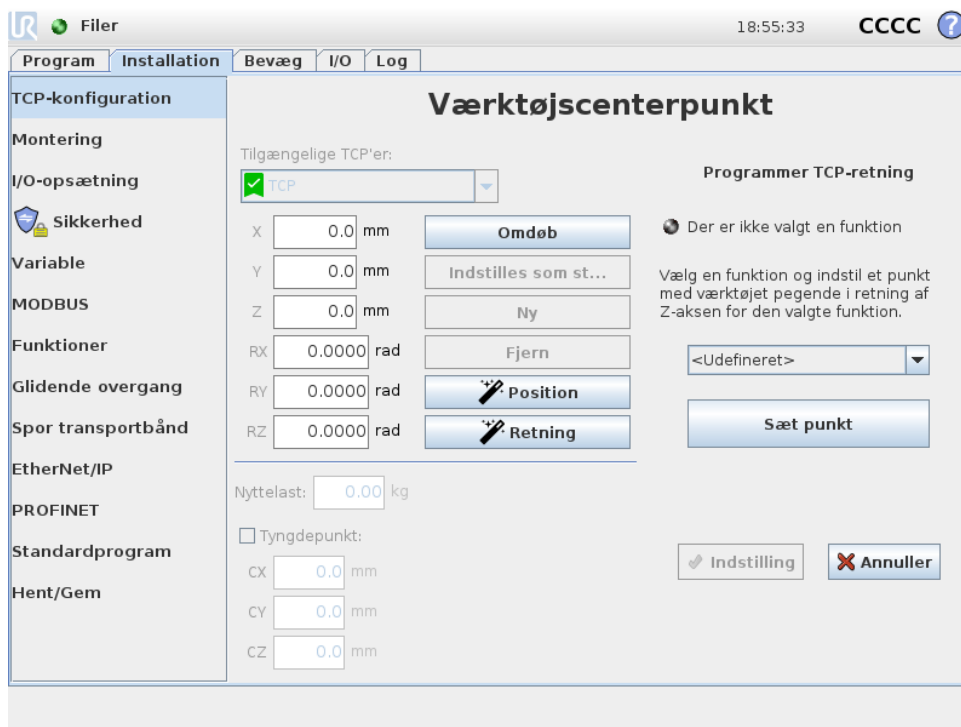


TCP-positionens koordinater kan beregnes automatisk som følger:

1. Tryk på **TCP positionsguide**.
2. Vælg et fast punkt i robotens arbejdsområde.
3. Flyt TCP'en med positionspilene i skærbilledets højre side fra mindst tre forskellige vinkler og gem med knapperne de tilsvarende positioner for værktøjsflangen.
4. Brug knappen **Indstil** til at anvende de bekræftede koordinater på den relevante TCP. Positionerne skal være tilstrækkeligt forskellige til, at beregningen kan fungere korrekt. Hvis de ikke er tilstrækkeligt forskellige, bliver status-LED'en over knapperne rød.

Selvom tre positioner er nok til at bestemme TCP'en, kan den fjerde position anvendes til yderligere bekræftelse af, at beregningen er korrekt. Kvaliteten af hvert gemt punkt med hensyn til den beregnede TCP vises med en grøn, gul eller rød LED på den tilsvarende knap.

13.6.4 Programmering af TCP-retning



1. Tryk på **TCP retningsguide**.
2. Vælg en funktion på rullelisten. (se 13.12) for yderligere oplysninger om definering af nye funktioner
3. Tryk på **Vælg punkt** og brug **Pile til bevægelse af værktøj** til en position, hvor der er sammenfald mellem værktøjets retning, den tilsvarende TCP og den valgte funktions koordinatsystem .
4. Kontroller den beregnede TCP-retning og anvend den på den markerede TCP ved at trykke på **Indstil**.

13.6.5 Nyttelast

Robotværktøjets vægt er angivet på den nederste del af skærmen. Denne indstilling ændres ved at trykke 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

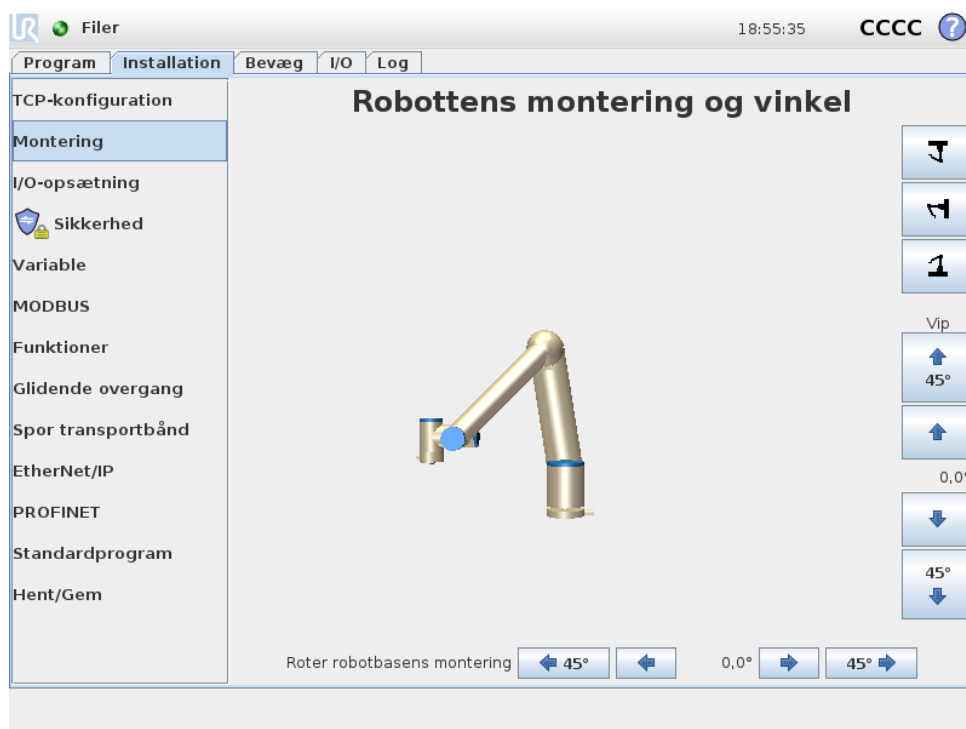
Værktøjets tyngdepunkt angives ved brug af felterne CX, CY og CZ. Indstillingerne gælder alle definerede TCP'er. Installationer oprettet før version 3.8 understøtter, at tyngdepunktet indstilles til TCP'en, hvis de tidligere var indstillet. Hvis tyngdepunktet er indstillet manuelt, i 3.8 eller højere, er muligheden for at indstille tyngdepunktet for TCP'et fjernet permanent.



ADVARSEL:

Brug de korrekte installationsindstillinger. Gem og indlæs installationsfilerne med programmet.

13.7 Installation → Montering



Angivelse af monteringen af robotarmen tjener to formål:

1. Det får robotarmen til at se korrekt ud på skærmen.
2. Det fortæller kontrolleren om tyngdekraftens retning.

En avanceret dynamisk model giver robotarmen en glidende og præcis bevægelse og lader robotarmen holde sig selv i **tilstanden Freedrive**. Af denne grund er det vigtigt at montere robotarmen korrekt.



ADVARSEL:

Hvis robotarmen ikke monteres korrekt, kan det resultere i hyppige sikkerhedsstop, og/eller robotarmen at bevæger sig, når der trykkes på knappen **Friløb**.

Hvis robotarmen er monteret på et fladt bord eller gulv, er der ikke brug for at ændre på dette skærbillede. Men hvis robotarmen er **loftmonteret**, **vægmonteret** eller **monteret i en vinkel**, skal dette justeres ved hjælp af knapperne.

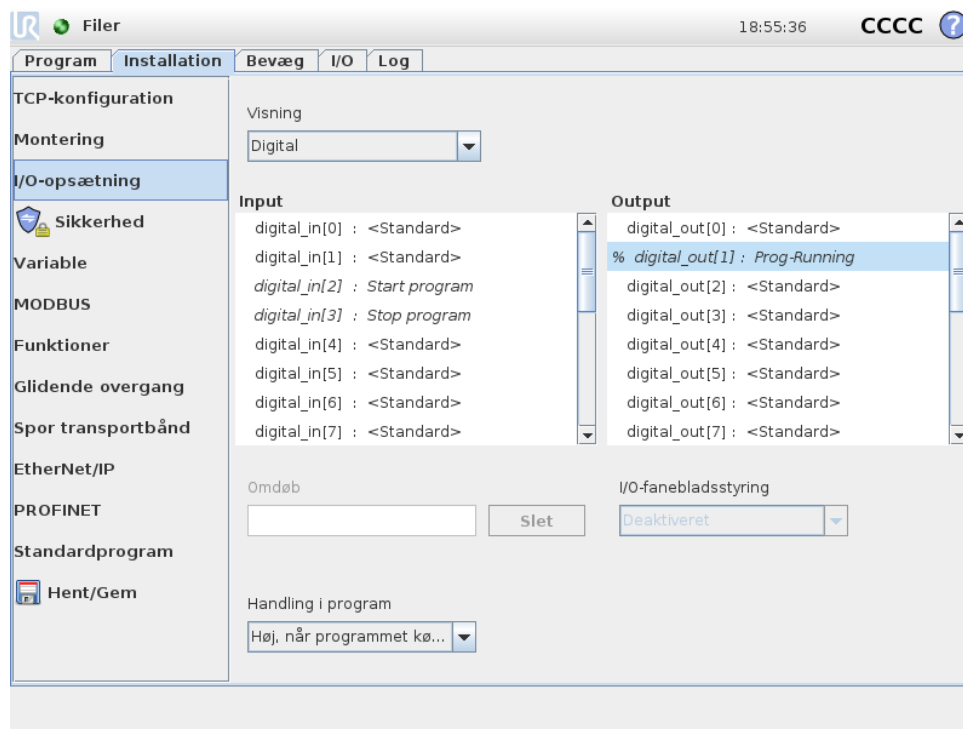
Knapperne i højre side af skærmen er til indstilling af vinklen for robotarmens montering. De tre knapper øverst til højre sætter vinklen for **loft** (180°), **væg** (90°), **gulv** (0°). **Vip**-knapperne indstiller en vilkårlig vinkel.

Knapperne på den nederste del af skærmen bruges til at dreje monteringen af robotarmen, så den svarer til den faktiske montering.

**ADVARSEL:**

Brug de korrekte installationsindstillinger. Gem og indlæs installationsfilerne med programmet.

13.8 Installation → I/O opsætning



På I/O-opsætningskærmen kan brugere definere I/O-signaler og konfigurere handlinger med I/O-fanekontrol.

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

- Digital standard til generelle formål, konfigurerbar og værktøj
- Analog standard til generelle formål og værktøj
- MODBUS
- Registre for generelle formål (boolsk, heltal og flydende) De generelle registre kan åbnes via 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

Under arbejde med robotten kan brugere forbinde navne til input- og output-signaler for at huske, hvad signalerne gør.

1. Vælg det ønskede signal
2. Tryk på tekstfeltet i den nederste del af skærmen for at angive navnet.
3. Tryk på **Ryd** for at nulstille navnet til standard.

Et generelt register skal have et brugerdefineret navn for at det er tilgængeligt i programmet (f.eks. for en **Vent**-kommando eller det betingede udtryk for en **If** kommando). Kommandoerne **Vent** og **Hvis** beskrives i hhv. (14.9) og (14.18). Navngivne registre for generelle formål kan findes i vælgeren **Input** eller **Output** i skærbilledet **Udtryksredigering**.

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

Indgangs- og udgangshandlinger: Fysiske og Feltbus digitale I/O'er kan bruges til at udløse handlinger eller reagere på status for et program.

Tilgængelige indgangshandlinger:

- **Start:** starter eller genoptager det nuværende program på en stigende kant.
- **Stop:** Stopper det nuværende program på en stigende kant.
- **Pause:** Sætter det nuværende program på pause på en stigende kant.
- **Friløb:** Når indgangen er høj, er robotten i friløb (svarer til friløbsknappen). Indgangen ignoreres, hvis et program kører, eller andre betingelser ikke tillader friløb.



ADVARSEL:

Hvis robotten standses under brug af handlingen **Start input**, bevæges robotten langsomt til det første viapunkt i programmet, før dette program udføres. Hvis robotten sættes på pause under brug af handlingen **Start input**, bevæges robotten langsomt til positionen, hvor den var blevet sat på pause, før den genoptager dette program.

Tilgængelige udgangshandlinger:

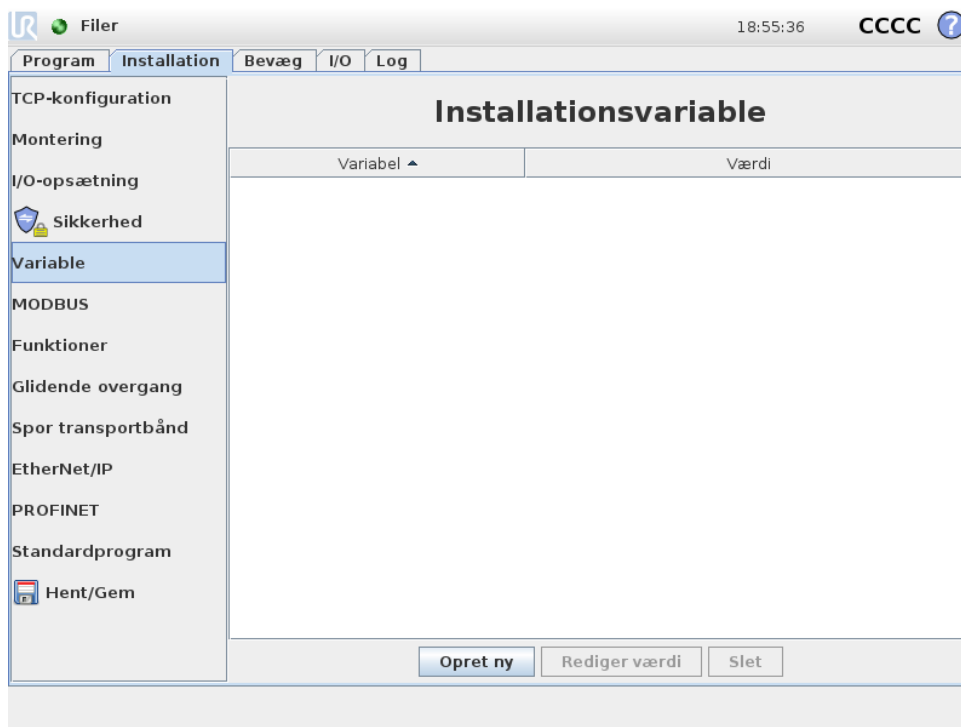
- **Lav** når programmet ikke kører: Output er lavt, når programtilstanden er "stoppet" eller "sat på pause".
- **Høj**, når programmet ikke kører: Output er højt, når programtilstanden er "stoppet" eller "sat på pause".
- **Høj**, når programmet ikke kører, lav, når programmet er stoppet: Output er lavt, når programtilstanden er "stoppet" eller "sat på pause" og højt, når det kører.
- **Kontinuerlig impuls:** Udgangen skifter mellem høj og lav i et angivet antal sekunder, mens programmet kører. Stop programmet eller sæt det på pause for at opretholde impulstilstanden.

I/O-fanestyling: Angiv, om en udgang styres på I/O-fanebladet (enten af programmører eller både operatører og programmører), eller om det styres af robotprogrammerne.

13.9 Installations → sikkerhed

Se kapitel 10.

13.10 Installations → variable



Variable, der er oprettet på skærmen Variable, kaldes installationsvariable og kan bruges nøjagtigt som normale programvariable. Installationsvariable er specielle, fordi de beholder deres værdi, også selvom et program stopper og derefter startes igen, og når robotarmen og/eller kontrollerskabet slukkes og startes igen. Deres navne og værdier gemmes med installationen, så derfor er det 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. Der kan kun trykkes på knappen **OK**, 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**.

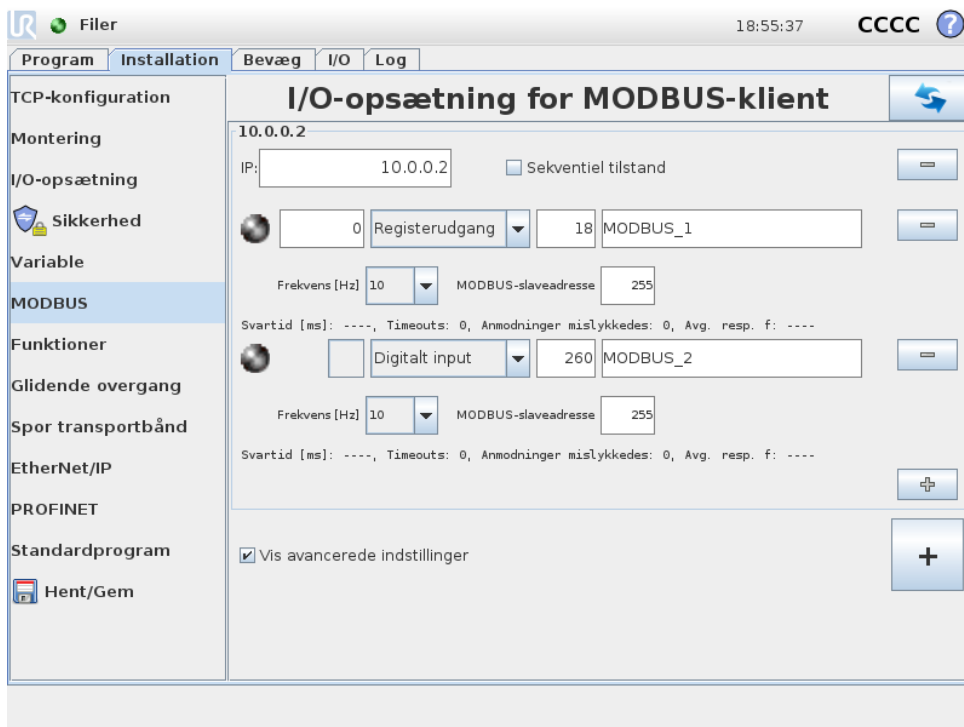
En variabel slettes ved at vælge den og trykke på **Slet**.

Efter konfigurationen af installationsvariablen skal selve installationen gemmes for at bevare konfigurationen.

Installationsvariablerne og deres værdier gemmes 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 valg mellem enten at løse problemet ved at bruge installationsvariablerne af samme navn i stedet for programvariablerne eller løse problemet ved at få variable 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 signalafbrydelser. 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 signaltyp

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-undtagelsesvar, vises svar-koden. MODBUS-TCP-undtagelsesvarerne er:

- E1: ILLEGAL FUNCTION (ULOVLIG FUNKTION) (0x01) Den modtagne funktionskode i forespørgslen er ikke en tilladt handling for serveren (eller slaven).
- E2: ILLEGAL DATA ADDRESS (ULOVLIG DATAADRESSE) (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 (ULOVLIG 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 (SLAVEENHEDSVEJL) (0x04) Der er opstået en uoprettelig fejl, mens serveren (eller slaven) forsøgte at udføre den anmodede handling.
- E5: ACKNOWLEDGE (BEKRÆFT) (0x05) Specialiseret brug i forbindelse med programmeringskommandoer, der sendes til MODBUS fjernenheden.
- E6: SLAVE DEVICE BUSY (SLAVEENHED 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).

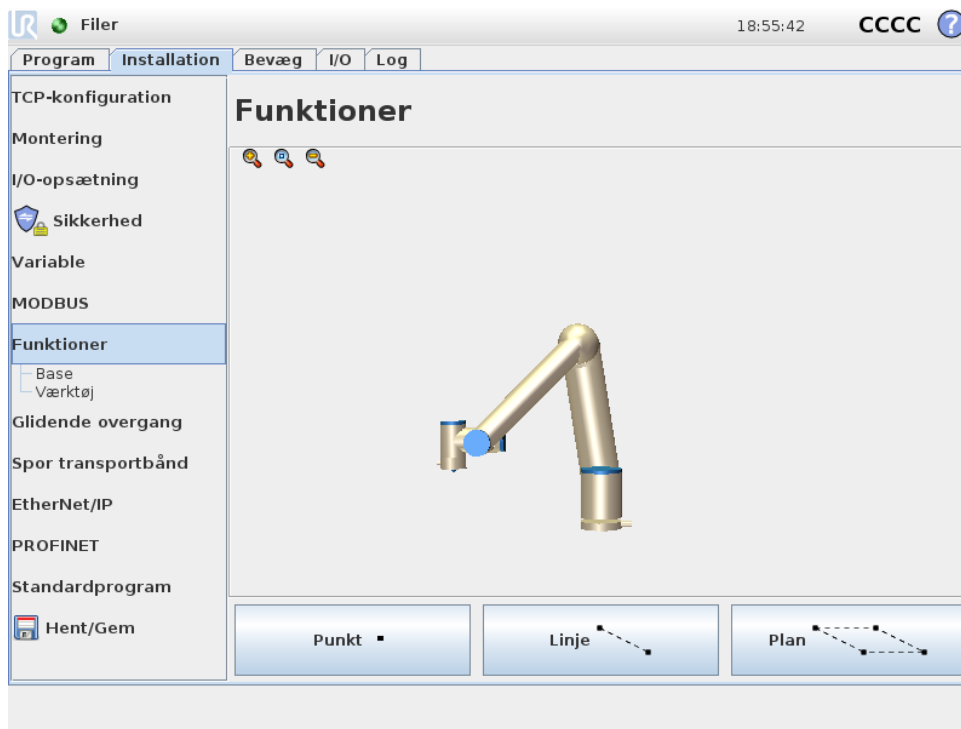
Timeouts: Antal modbus-anmodninger, der ikke fik svar.

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

Faktisk frekvo.: 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



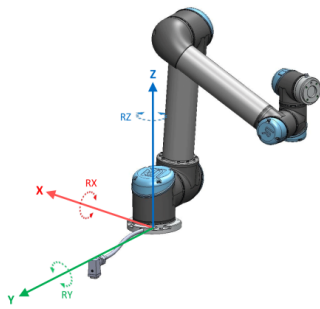
Funktionen er grundlæggende en repræsentation af en genstand, som er defineret med et navn til fremtidig reference og en seksdimensionel positur (position og retning) i forhold til robotbasen.

Nogle underdele af et robotprogram består af bevægelser, som udføres i forhold til andre specifikke genstande end robotarmens base. Sådanne genstande kan være borde, andre maskiner, arbejdsemner, transportbånd, paller, kamerasystemer, emner eller grænser, som findes i robotarmens omgivelser. Der eksisterer altid to foruddefinerede funktioner for robotten. Hver funktion har sin positur defineret af konfigurationen af selve robotarmen:

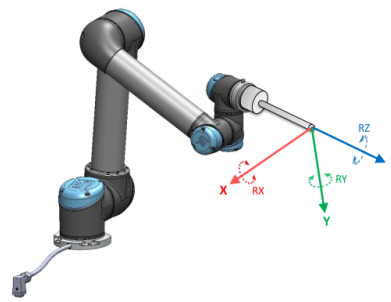
- Basefunktionen er placeret med oprindelsessted inde i midten af robotbasen (se figur 13.1)
- Værktøjsfunktionen er placeret med oprindelsessted inde i midten af det aktuelle TCP (se figur 13.2)

Brugerdefinerede funktioner er positioneret med en metode, som bruger TCP'ens nuværende positur på arbejdsområdet. Det betyder, at brugerne kan programmere funktioners placering ved hjælp af tilstanden eller "jogging" for at flytte robotten til den ønskede positur.

Der er tre forskellige strategier (**Punkt**, **Linje** og **Plan**) til definition af en funktionspositur. Den bedste strategi for en given applikation afhænger af den objekttype, som bruges og kravene til præcision. Generelt foretrækkes en funktion, som er baseret på flere inputpunkter (**Linje** og



Figur 13.1: Funktionen Base



Figur 13.2: Funktionen Værktøj (TCP)

Plan foretrækkes, hvis det gælder det specifikke objekt.

Opnå en nøjagtig retningen af et lineær bånd ved at definere to punkter for en Linje-funktion med så stor fysisk adskillelse som muligt. Punktfunktionen kan også bruges til at definere et lineære bånd, men brugeren skal pege TCP'en i retning med båndbevægelsen.

Brug af flere punkter til definition af posituren for et bord gør, at retningen baseres på placeringer i stedet for retningen af et enkelt TCP, og retningen af et enkelt TCP. En enkelt TCP-retning er sværere at konfigurere med høj præcision.

Se (afsnit: 13.12.2), (13.12.3) og (13.12.4) for at lære mere om de forskellige metoder til at definere en funktion.

13.12.1 Brug af en funktion

Når en funktion er defineret i installationen, kan du henvise til den fra robotprogrammet for at relatere robotbevægelser (f.eks. kommandoerne **BevægL** og **BevægP**) til funktionen (se afsnit 14.5). Det muliggør nem tilpasning af et robotprogram (f.eks. når der er flere robotstationer, når en genstand flyttes i programmets programkørsel eller når en genstand permanent flyttes i scenen). Ved at justere et objekts funktion flyttes alle bevægelser for det program, som er i forhold til genstanden, i overensstemmelse hermed. Se (afsnit 13.12.5) og (13.12.6) for yderligere eksempler.

Funktioner, der er konfigureret som joggable er også nyttige redskaber ved manuel flytning af robotten på fanen Flyt (afsnit 13.1) eller skærbilledet **Positurredigering** (se 12.2). Når en funktion vælges som en reference, betjenes knapperne Bevæg værktøj til translation og rotation i det valgte funktionsområde (se 13.1.2) og (13.1.3), udlæsning af TCP-koordinater. Eksempel: Hvis et bord defineres som en funktion og vælges som en henvisning i fanen bevæg, flytter translationspilene (dvs. Op/ned, venstre/højre, fremad/bagud) robotten i disse retninger i forhold til bordet. Og derudover vil TCP-koordinaterne være i bordet ramme.

Omdøb

Denne knap omdøber en funktion.

Slet

Denne knap sletter en valgt funktion og alle eventuelle underfunktioner.

Vis akser

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

Ændring af punktet

Brug knappen **Foretag ændring af punkt** til at indstille eller ændre den valgte funktion. Fanen **Bevæg** (afsnit 13.1) vises, og en ny position for funktionen kan angives.

Joggable

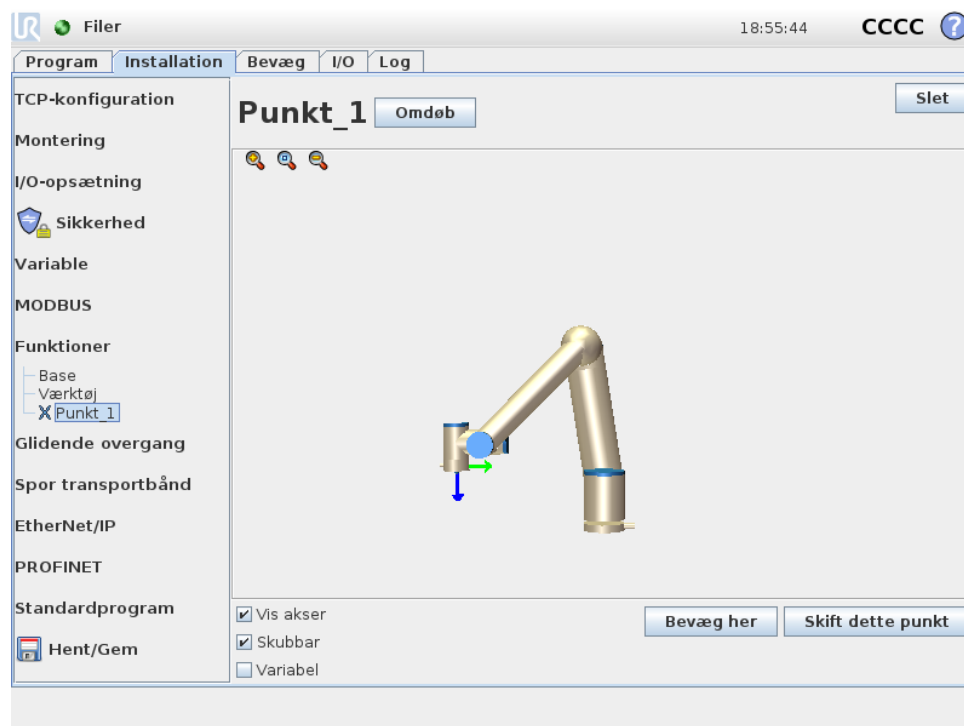
Vælg, om den valgte funktion skal være joggable. Dette afgør, om funktionen vil være synlig i funktionsmenuen på Bevæg-fanebladet.

Brug af Flyt robot her

Tryk på knappen **Flyt robot her** for at flytte robotarmen mod den valgte funktion. Mod slutningen af bevægelsen vil funktionens koordinatsystem og TCP'et falde sammen.

13.12.2 Nyt punkt

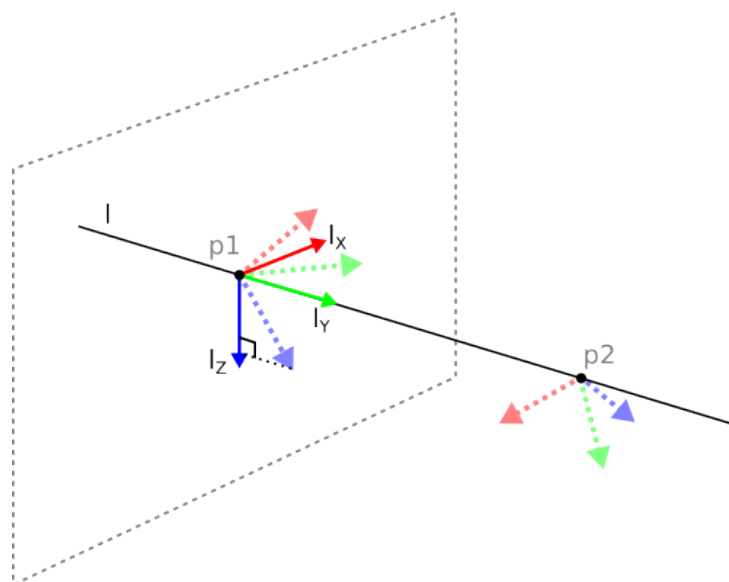
Tryk på knappen **Punkt** for at tilføje en punktfunktion til installationen. Punktfunktionen definerer en sikkerhedsgrænse eller en global hjemkonfiguration for robotarmen. Positur for punktfunktion defineres som TCP'ets position og retning.



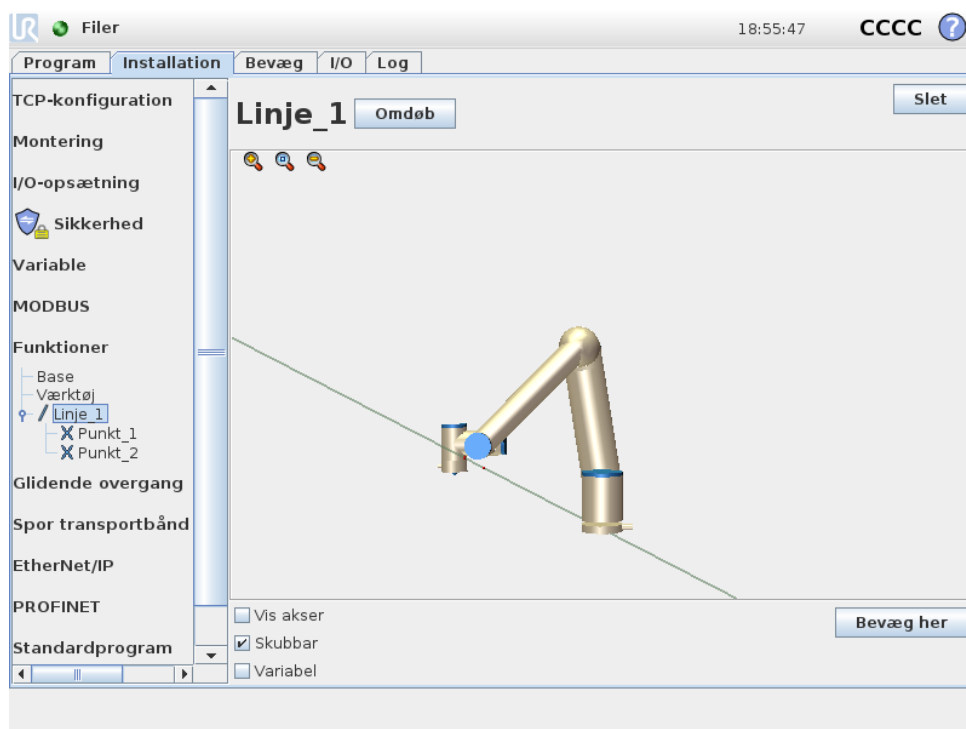
13.12.3 Ny linje

Tryk på knappen **Linje** for at tilføje en linjefunktion til installationen. Linjefunktionen definerer linjer, som robotten skal følge. (f.eks. ved brug af transportbåndssporing) En linje l defineres som en akse mellem to punktfunktioner $p1$ og $p2$ som vist på figur 13.3.

I figur 13.3 udgør akser, som ledt fra det første punkt mod det andet punkt, y -aksen på linjekoordinatsystemet. Z -aksen er defineret 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



Copyright © 2009–2019 ved Universal Robots A/S. Alle rettigheder forbeholdes.

13.12.4 Planfunktion

Vælg planfunktionen, 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.

Tilføjelse af et plan

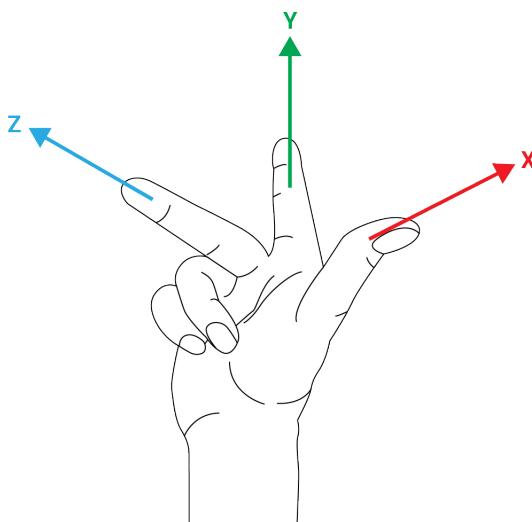
1. Vælg **Funktioner** i Installation.
2. Vælg **Plan** under Funktioner.

Læring af et plan

Når du trykker på knappen Plan for at oprette et ny plan, hjælper guiden på skærmen dig med at oprette et plan.

1. Vælg Origo
2. Flyt robotten for at definere retningen af den positive x-akse på planet
3. Flyt robotten for at definere retningen af den positive y-akse på planet

Planet defineres ved at bruge højrehåndsreglen, så z-aksen er krydsproduktet af x-aksen og y-aksen, som illustreret nedenfor.



BEMÆRK:

Du kan lære planet igen i den modsatte retning af x-aksen, hvis du ønsker at det plan er normalt i den modsatte retning.

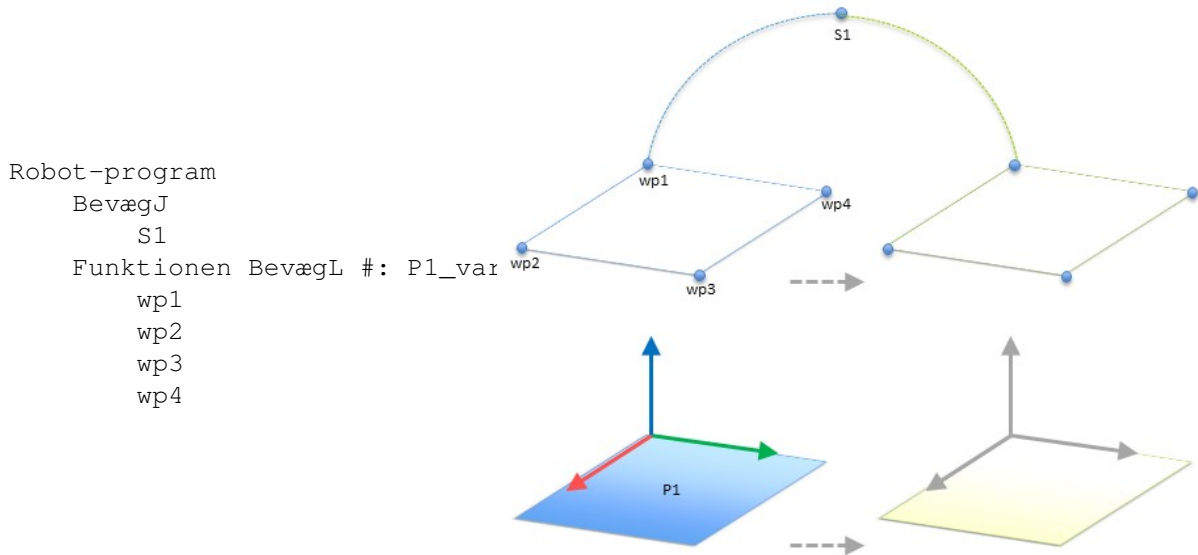
Foretag ændringer i et eksisterende plan ved at vælge Plan og trykke på Foretag ændring i Plan. Du bruger derefter den samme guide som til at lære et nyt plan.

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. Figur 13.4 illustrerer bevægelsen fra viapunkt $wp1$ til viapunkt $wp4$.

Applikationen kræver at programmet skal genbruges til flere robotinstallationer, hvor placeringen af bordet varierer en anelse. Bevægelsen i forhold til bordet er identisk. Ved at definere bordets position som en funktion $P1$ i installationen, kan programmet anvendes med en *BevægL*-kommando, som er konfigureret i forhold til planet, til flere robotter ved blot at opdatere installationen med bordets faktiske position.

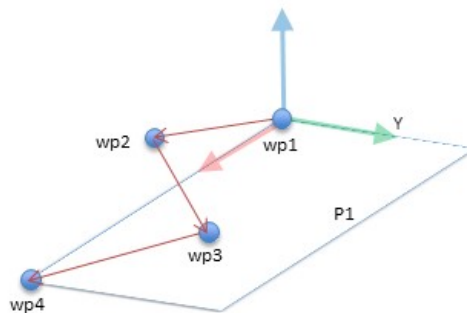
Konceptet anvendes på et antal funktioner i et program til at opnå et fleksibelt program, der kan løse den samme opgave på mange robotter, også selvom andre steder i arbejdsområdet varierer en anelse fra installation til installation.



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

13.12.6 Eksempel: Dynamisk opdatering af en funktionspositur

Overvej et lignende program, hvor robotten skal bevæge sig i et bestemt mønster oven på et bord for at løse en bestemt opgave (se 13.5).



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

Bevægelsen, som er relativ for *P1* gentages et par gange, hver gang ved en forskydning *o*. I dette eksempel er forskydningen sat til 10 cm i Y-retningen (se figur 13.6, forskydninger *O1* og *O2*). Dette opnås ved hjælp af script-funktionerne *positur_tilføj()* eller *positur_trans()* for at manipulere variabelen.

Det er muligt at skifte til en anden funktion, mens programmet kører, i stedet for 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*.

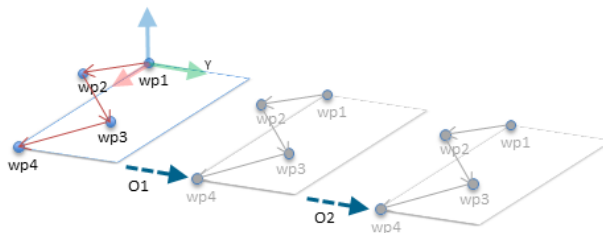
13.13 Opsætning af transportbåndssporing

Opsætning af transportbåndssporing tillader konfiguration af op til to separate transportbånd. Opsætningen af transportbåndssporing giver mulighed for at konfigurere robotten til at arbejde

Robot-program

```

BevægJ
  wp1
y = 0,01
o = p[0,y,0,0,0,0]
P1_var = positur_trans(P1_var,
Funktioner BevægL #: P1_var
  wp1
  wp2
  wp3
  wp4
    
```

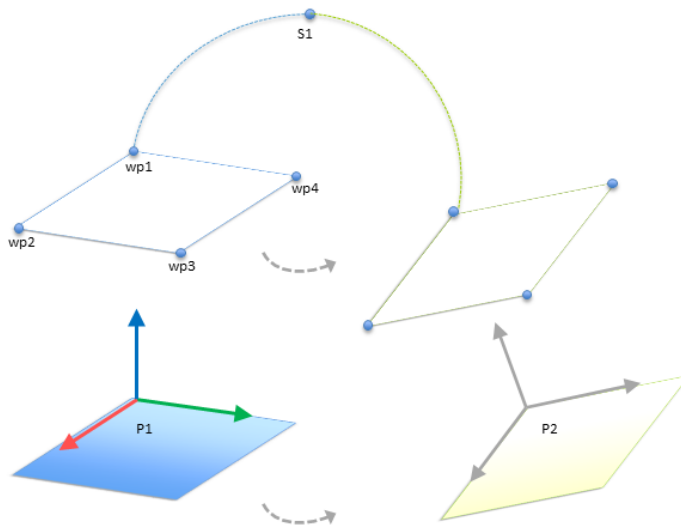


Figur 13.6: Anvendelse af en forskydning på planfunktionen

Robot-program

```

BevægJ
  S1
hvis (digitalt_input[0]) s1
  P1_var = P1
ellers
  P1_var = P2
Funktioner BevægL #: P1_var
  wp1
  wp2
  wp3
  wp4
    
```



Figur 13.7: Skift fra en planfunktion til en anden planfunktion

med absolutte eller trinvisse indkodere samt lineære eller 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 båndretnings hastighed og retning. Hvis båndretningen er konstant, kan man nøjes med en enkelt indgang, der registrerer *stigende*, *faldende* eller *stig* og *fald*-kanter for at afgøre båndhastigheden.

Absolut: indkodere kan anvendes gennem et MODBUS-signal. Dette kræver, at en digital MODBUS-udgangsregistrering forudkonfigureres i (afsnit 13.11).

Springsparametre

Lineære transportbånd: Hvis et lineært bånd vælges, skal en linjefunktion konfigureres i delen **Funktioner** i installationen for at bestemme båndretningen. Garanter nøjagtigheden ved at placere linjefunktionen parallelt med transportbåndets retning med stor afstand mellem de to punkter, der definerer linjefunktionen. Konfigurér 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** viser det antal mærker, som indkoderen genererer, når båndet har kørt én meter.

Cirkulære transportbånd: Når et cirkulært transportbånd spores, skal transportbåndets midterpunkt defineres.

1. Definér midterpunktet i installationsdelen **Funktioner**. Værdien af feltet **Mærker per omgang** skal være det antal mærker, som indkoderen genererer, når båndet har kørt en fuld omgang.
2. Marker afkrydsningsfeltet **Roter værktøj med transportbånd** for værktøjsretningen for at spore transportbåndsrotation.

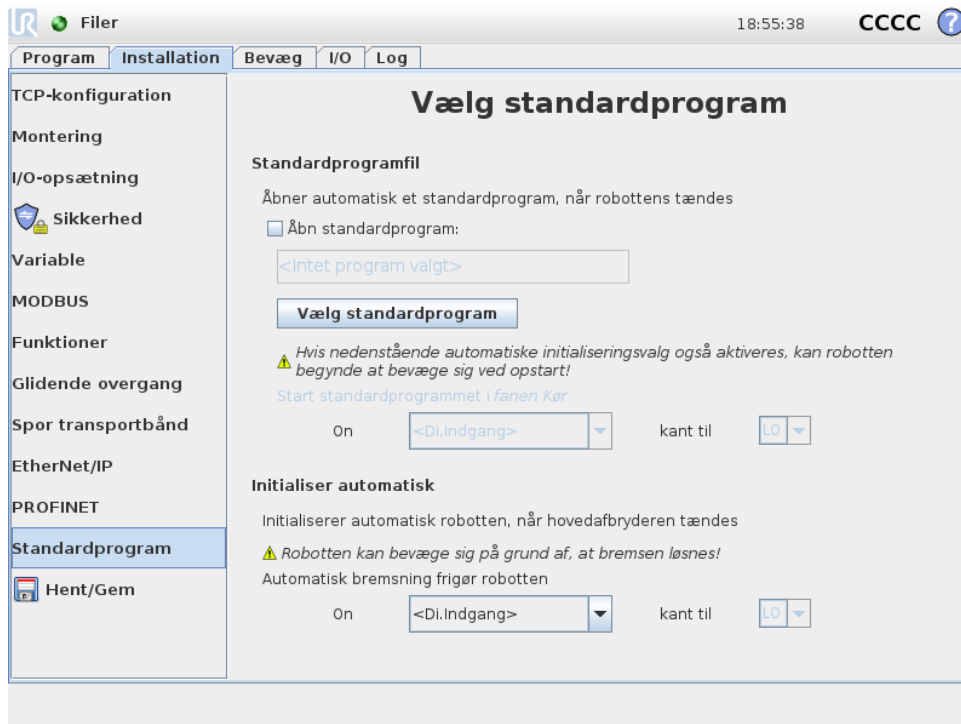
13.14 Glidende overgang mellem sikkerhedstilstande

Når der skiftes mellem sikkerhedstilstande under hændelser (f.eks. input for reduceret tilstand, udløserplan for reduceret tilstand, sikkerhedsstop, og 3-positionskontakt-indgang), forsøger robotarmen at bruge 0,4 s til at danne en blød overgang. Eksisterende programmer har uændret adfærd, som svarer til den "hårde" indstilling. Nye installationsfiler har som standard den "bløde" indstilling.

13.14.1 Justering af indstillinger for acceleration/deceleration

- Tryk på fanen Installation.
- Vælg Glidende overgang i menuen til venstre.
- Vælg Hård for at få større acceleration/deceleration, eller vælg Blød for en jævnere indstilling af standardovergang.

13.15 Installation → Standardprogram



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



ADVARSEL:

1. Når automatisk indlæsning, start og initialisering er aktiveret, kører robotten programmet, lige så snart kontrollerskabet tændes, hvis inputsignalet passer til det valgte signalniveau. Eksempel: Kantovergangen for det valgte signal er ikke påkrævet i dette tilfælde.
2. Vær forsigtig, når signalniveauet er sat til LAV. Inputsignaler er som standard lave, så programmet kører automatisk uden at blive startet af et eksternt signal.

Indlæsning af et standardprogram

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

Indlæsning af et standardprogram

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

Ved Opstart er det nuværende inputsignal ikke defineret. Valg af en overgang, som passer til signalniveauet ved opstart starter programmet øjeblikkeligt. Desuden vil forladelse af skærm-billedet **Kør program** eller tryk på knappen Stop i instrumentbrættet deaktivere den automati-ske startfunktion, indtil der trykkes på knappen Kør igen.

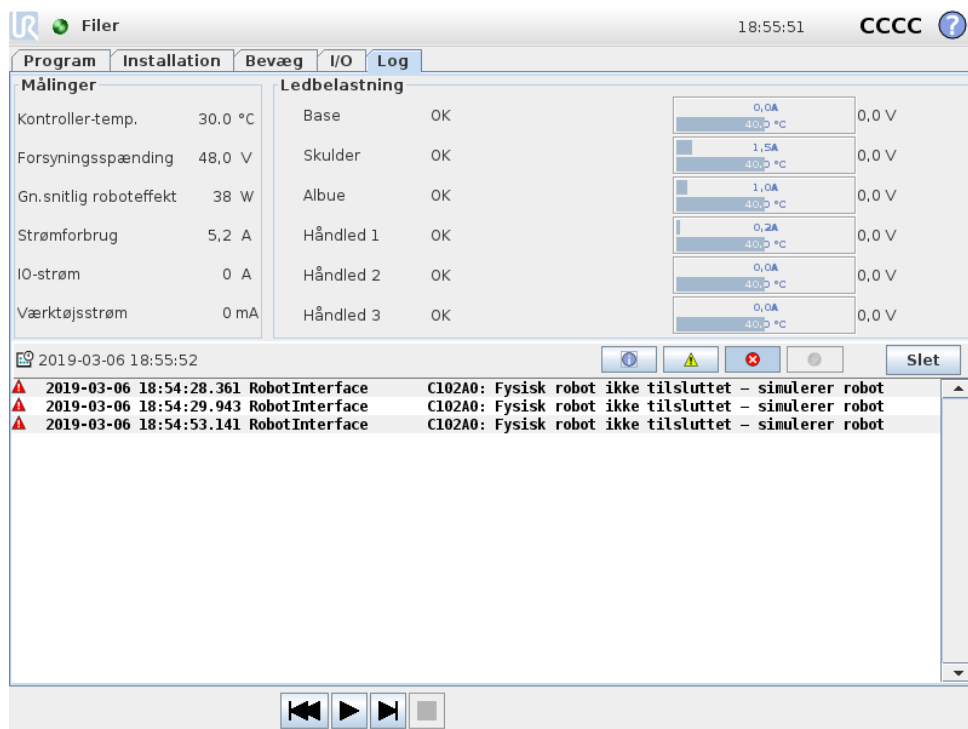
Auto-initialisering

Robotarmen initialiseres automatisk. Ved det angivne eksterne indgangssignals kantovergang bliver robotarmen fuldkommen initialiseret uanset den synlige skærm.

Bremseudløsning er den sidste initialiseringsfase. Under bremseudløsning udfører robotarmen en lille bevægelse og en kliklyd. Desuden kan bremserne ikke frigøres automatisk, hvis den konfigurerede montering ikke svarer til den montering, der er detekteret (baseret på sensordata). I dette tilfælde skal robotten initialiseres manuelt i initialiseringsskærm-billedet (se 11.5). Ved Opstart er det nuværende inputsignal ikke defineret. Valg af en overgang, som passer til signalniveauet ved opstart initialiserer robotarmen øjeblikkeligt.

Auto-initialiseringsfunktionen fungerer kun, når robotarmen er slukket.

13.16 Fanen Log



Robottilstand Den øverste halvdel af skærmen viser robotarmens og kontrollerskabets "til-stand".

Venstre side af skærmen viser information i forbindelse med kontrollerskabet, mens højre side af skærmen viser information om robotled. Hvert robotled viser oplysninger om motoren og elektronikkens temperatur, belastningen af og spændingen på ledet.

Robottens log Meddelelser vises på nederste halvdel af skærmen. Første kolonne kategori-ser alvorsgraden i logposten. Den anden kolonne viser meddelelsernes ankomsttid. Næste

13.17 Indlæsnings-skærm

kolonne viser beskedens afsender. Den sidste kolonne viser selve beskeden. Meddelelserne kan filtreres ved at vælge de skifteknapper, der svarer til logpostens alvorsgrad. Ovenstående figur viser, at fejl bliver vist, mens informations- og advarselsmeddelelser bliver filtreret. Visse logmeddelelser er beregnet til at give flere oplysninger, som kan nås ved at vælge logposten.

13.16.1 Gemmer fejlrapporter

Når der opstår en fejl i PolyScope, genereres der en log over fejlen. I fanen Log kan du spore og/eller eksportere genererede rapporter til et USB-drev (se 13.16). Følgende liste over fejl kan spores og eksporteres:

- Fejl
- Interne PolyScope-undtagelser
- Beskyttelsesstop
- Ikke håndteret undtagelse i URCap
- Overtrædelse

Den eksporterede rapport indeholder: Et brugerprogram, en historiklog, en installation og en liste over kørende services.

Fejlrapport Der vises en detaljeret statusrapport, når der vises et ikon med en papirklips på loglinjen.

- Vælg en loglinje, og tryk på knappen Gem rapport for at gemme rapporten på et USB-drev.
- Rapporten kan gemmes, mens et program kører.



BEMÆRK:

Den ældste rapport slettes, når der oprettes en ny. Kun de seneste fem rapporter gemmes.

13.17 Indlæsnings-skærm

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



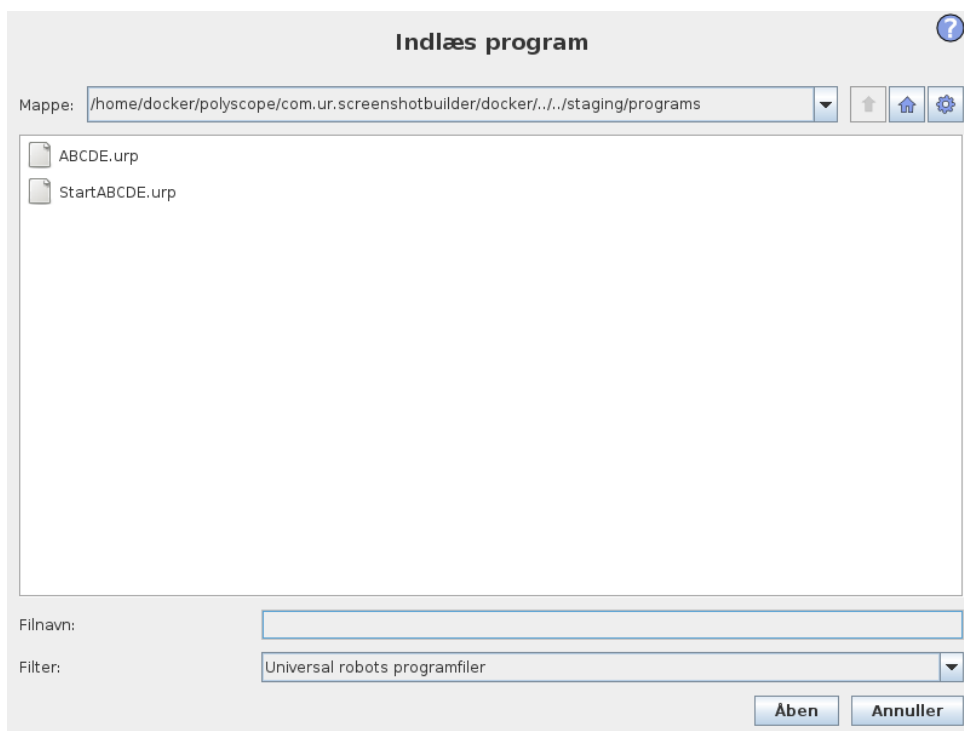
BEMÆRK:

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 indlæsnings-skærbillede 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 indlæsnings-skærm. 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 13.17).

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.

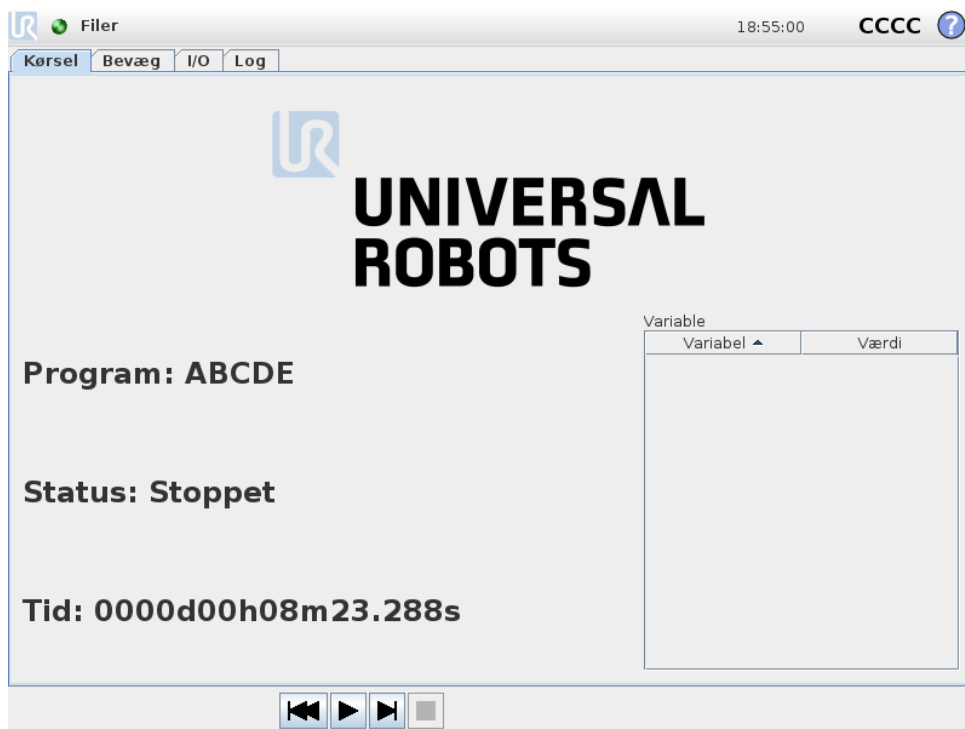
Åbn Ved klik på knappen Åbn, åbnes den aktuelt valgte fil, og der vendes tilbage til det foregående skærbillede.

Annuller Ved at klikke på Annuller-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 fil-dialogboks. 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.

13.18 Fanen Kør

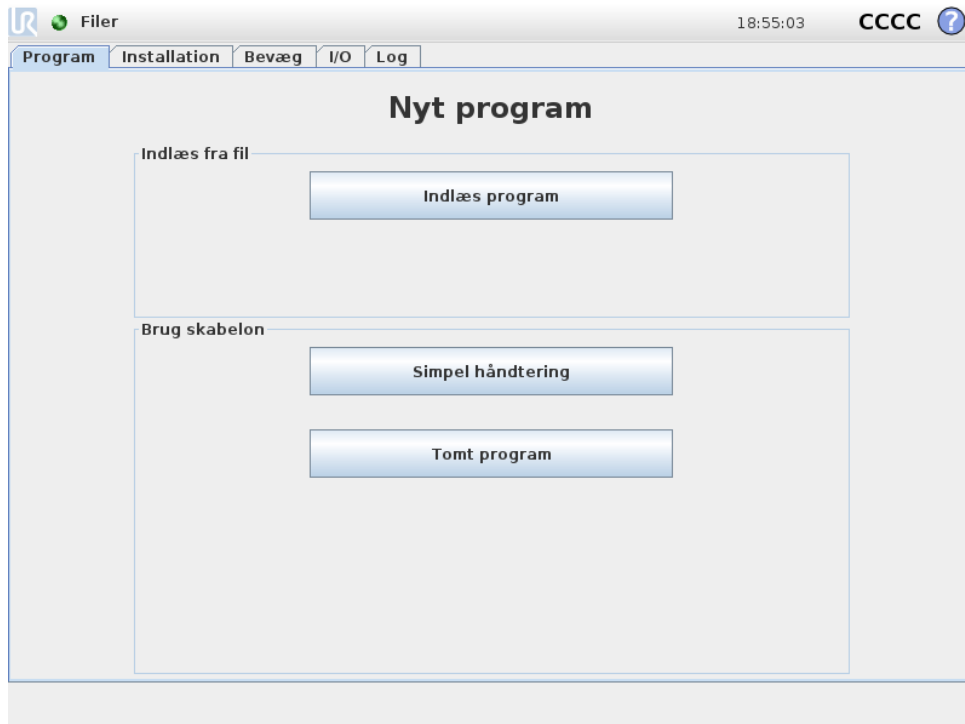


Dette faneblad er en meget enkel måde at betjene robotarmen og kontrollerskabet på med så få knapper og indstillinger som muligt. Dette kan være nyttigt kombineret med adgangskodebeskyttelse af PolyScopes programmeringsdel (se 15.3) for at gøre robotten til et værktøj, der udelukkende kan køre forprogrammerede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

I denne fane kan et standardprogram desuden åbnes automatisk og startes baseret på en ekstern indgangssignal-kantovergang (se 13.15). 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.

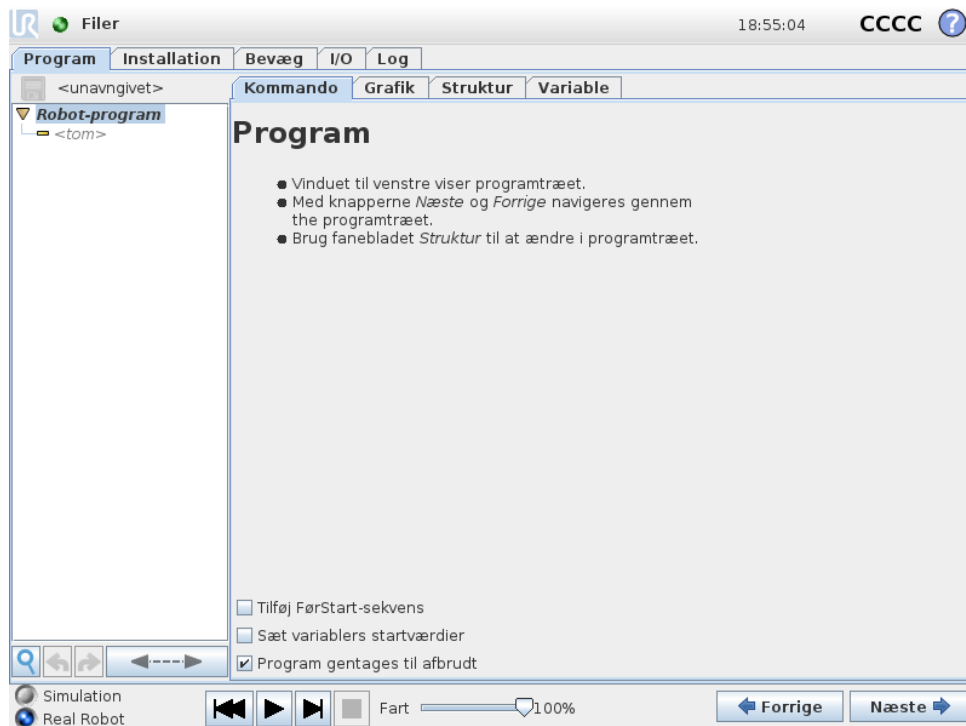
14 Programmering

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.

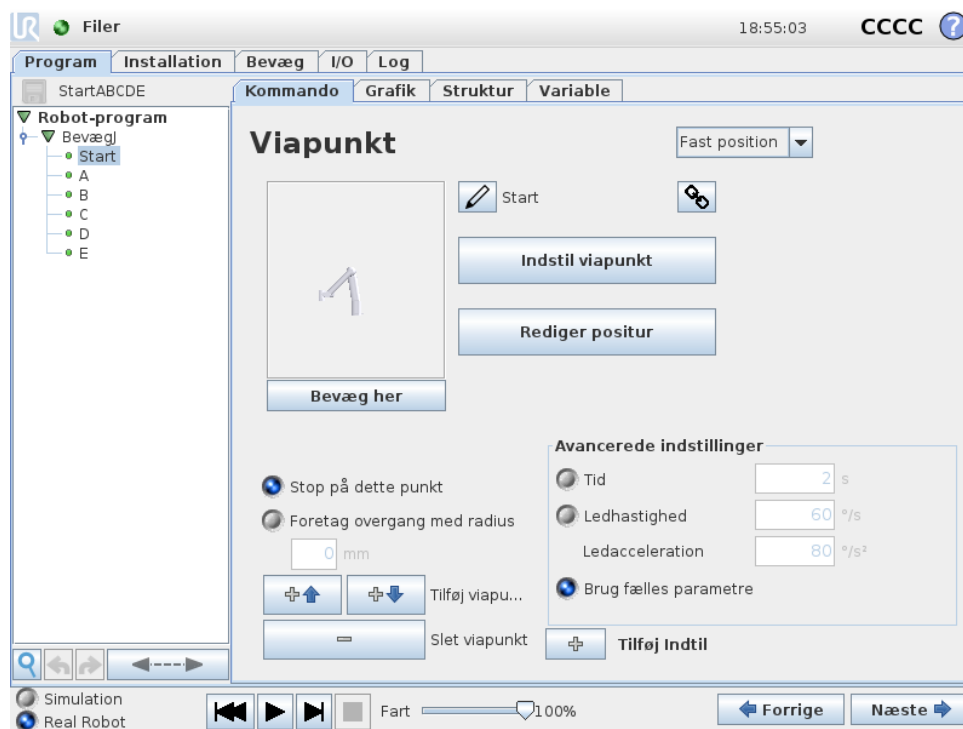
14.2.1 Programtræ







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 diskikon, 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 programeksekvring





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, hvoraf 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 programeksekvring 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 Søgknapp

Tryk på  for at søge i programtræet. Når der klikkes på knappen, kan man indtaste en søgning, hvorefter matchende programknuder fremhæves i gult. Derudover er navigationsknapper gjort tilgængelige til navigering igennem matchene. Tryk på ikonet  for at afslutte søgning. Bemærk: Programtræet skal være udvidet for adgang til yderligere navigationsknapper.

14.2.4 Knapperne Fortryd/Annuller fortryd

Med knapperne med ikonerne  og  i værktøjslinjen ved programtræets base kan man fortryde og annullere fortrydelse af ændringer foretaget 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 kolliderer 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 robotens arbejdsområde, når *Afspil*-knappen trykkes. Den programmerede bevægelse kan være anderledes end tilsigtet.
2. Brug kun knappen *Trin*, hvis det er absolut nødvendigt. Sørg for at være uden for robotens arbejdsområde, når *Step*-knappen trykkes.
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 roboten 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 Variabler

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

14.4 Kommando: Tom

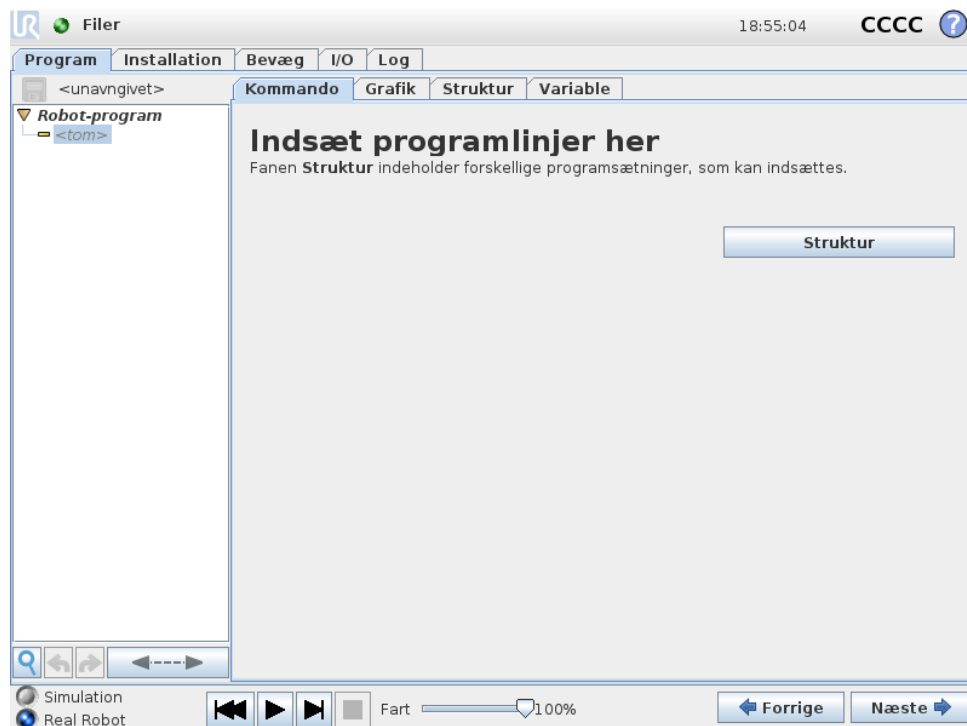
Installationsvariable: Disse kan bruges af flere programmer, og deres navne og værdier hører sammen med robotinstallationen (se 13.10). Installationsvariable bibeholder deres data, efter robotten samt kontrollerskabet er genstartet.

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

Variabeltyper:

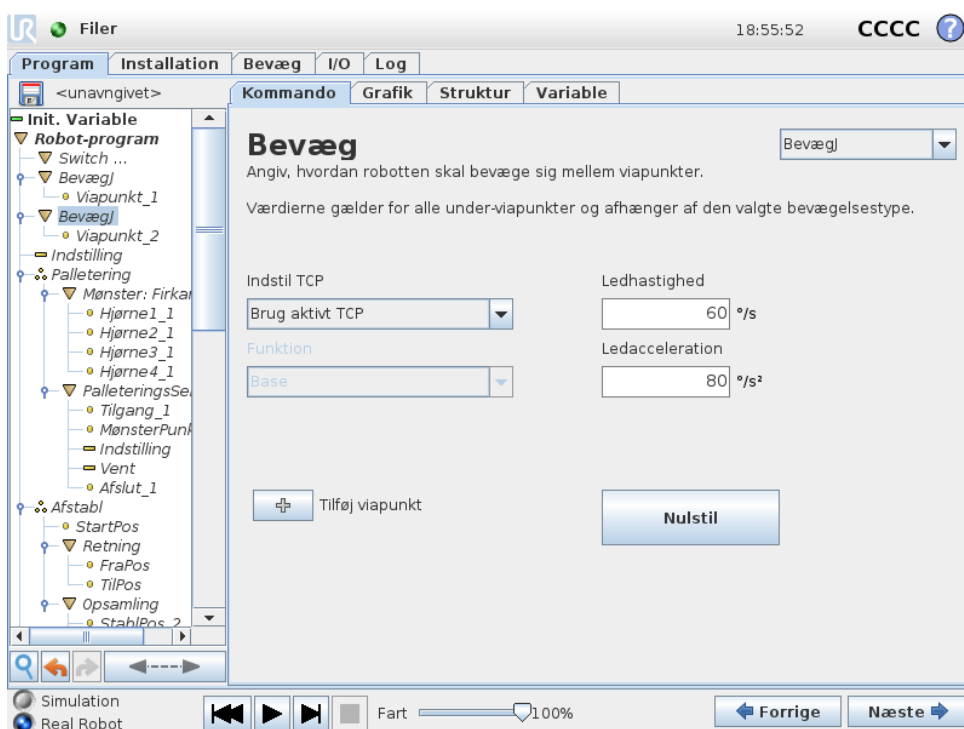
<i>bool</i>	En boolsk variabel, hvis værdi er enten <code>Sand</code> eller <code>Falsk</code> .
<i>int</i>	Et heltal i området fra -2147483648 til 2147483647 (32 bit).
<i>flydende</i>	Et kommatal (decimal) (32-bit).
<i>streng</i>	En sekvens af tegn.
<i>positur</i>	En vektor, der beskriver placering 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 <code>p[x, y, z, rx, ry, rz]</code> .
<i>liste</i>	En sekvens af variable.

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.

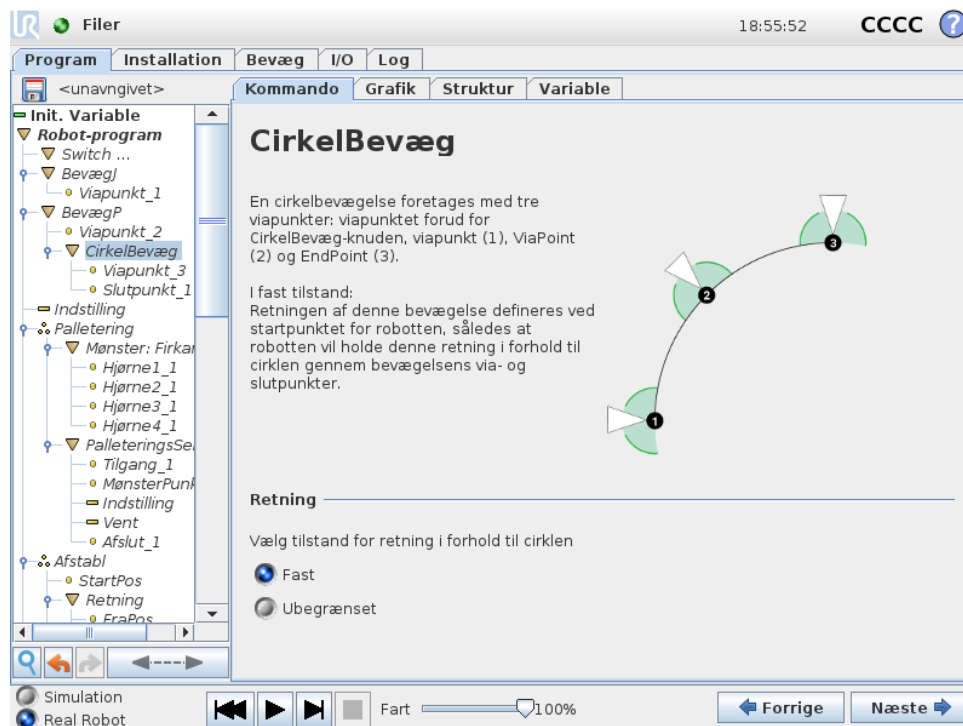
Bevægelsestyper

Du kan vælge en af tre bevægelsestyper: **BevægJ**, **BevægL** og **BevægP**. Hver bevægelsestype forklares nedenfor.

- **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 specificeret i hhv. deg/s og deg/s^2 . Hvis det ønskes, at robotarmen skal bevæges hurtigt mellem viapunkterne under tilsidesættelse af værktøjsbanen mellem disse viapunkter, kan denne bevægelsestype med fordel vælges.
- **bevægL** bevæger værktøjscenterpunktet (TCP) 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 værktøjs-hastighed og værktøjsacceleration, der er specificeret i hhv. mm/s og mm/s^2 , og også en funktion.
- **bevægP** bevæger værktøjet lineært ved konstant hastighed med cirkulære overgange og er beregnet til visse former for procesdrift såsom limning eller dosering. Overgangsradens 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



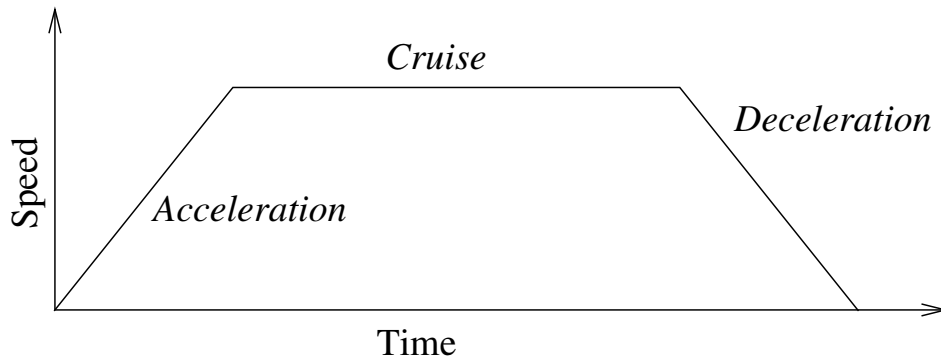
Fælles parametre

De fælles parametre i nederste højre hjørne af bevægelseskærm-billedet gælder for robotarmens bevægelse fra foregående position til kommandoens første viapunkt, 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 forhold til værktøjsflangen (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 konfiguration af navngivne TCP'er (se 13.6).



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

Funktionsvalg

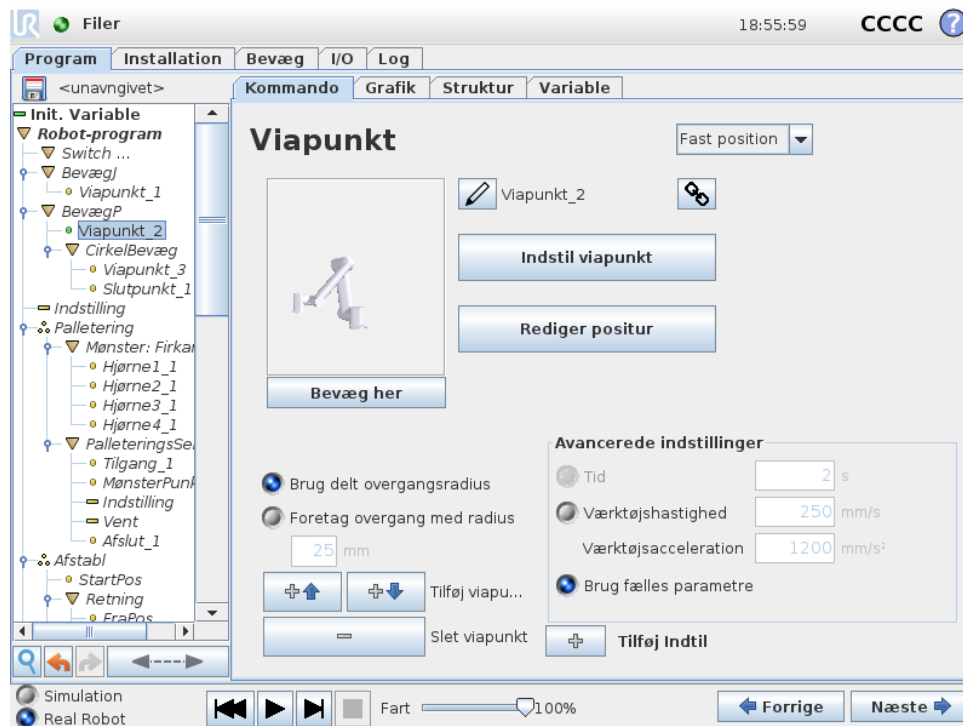
Viapunkter kan defineres relativt til en funktion ved brug af rullemenuen Funktioner (se afsnit 13.12 for oplysninger om funktioner). Dette betyder, at når der indstilles et viapunkt, vil programmet huske værktøjskoordinaterne i funktionsområdet for den valgte funktion. Nogle få tilfælde kræver detaljeret forklaring:

Relative viapunkter: Den valgte funktion har ingen virkning på relative viapunkter. Den relative bevægelse udføres altid med hensyn til retningen af **basen**.

Variable viapunkter: Når robotarmen bevæger sig til et variabelt viapunkt, beregnes TCP (værktøjscenterpunkt) 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 variable, kan disse tilsvarende variable 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.

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 indlæres 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

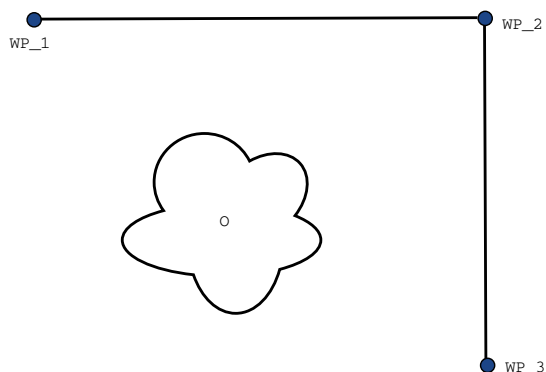
Viapunkter får automatisk et unikt navn. Dette navn kan ændres af brugeren. Viapunkter forbindes og deler positionsoplysninger når linkikonet vælges. Andre positionsinformationer, såsom overgangsradius og hastighed samt acceleration for værktøjet/led, konfigureres individuelt for viapunkter, selvom de kan være forbundne.

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 kollision 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.

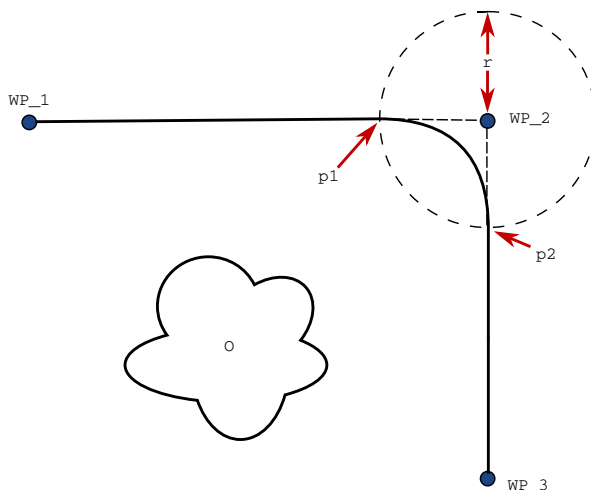
Overgangsparametre Der findes flere parametre - udover viapunkterne - der har indflydelse på overgangsbanen (se figur 14.3):

- overgangsradiussen (r)
- rottens start- og sluthastighed (ved henholdsvis position p_1 og p_2)
- bevægelsestiden (hvis der fx indstilles en specifik baneperiode, vil dette påvirke rottens start- og sluthastighed)
- de banetyper, der skal overgås fra og til (BevægL, BevægJ)

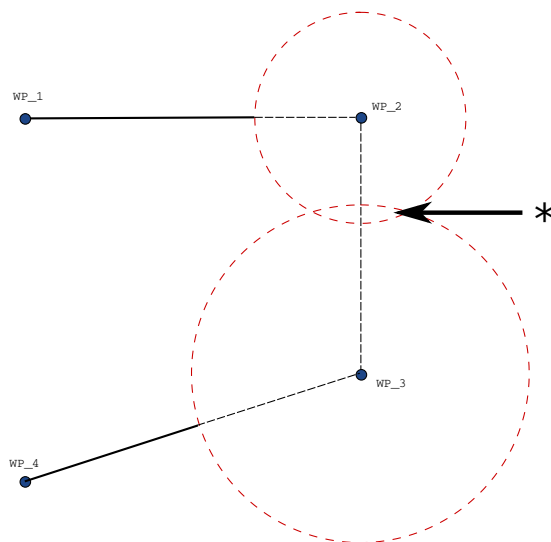
Hvis der indstilles en overgangsradius, vil robotarmens bane lave en overgang afvige fra at køre helt hen til et viapunkt og lade robotarmen undlade at standse ved punktet.

Overgange kan ikke overlappende 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



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



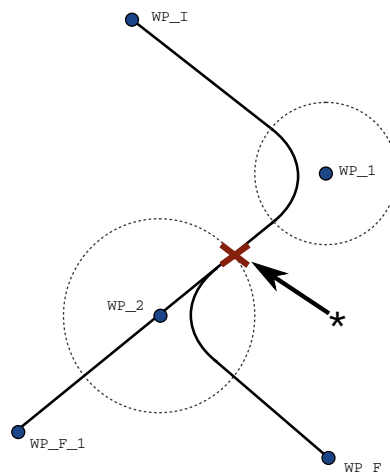
Figur 14.4: Overlapping af overgangsradius ikke tilladt (*).

afgøre, hvilke næste viapunkt der overgås til, skal robotten vurdere den aktuelle læsning af `digitalt_input[1]` allerede fra det tidspunkt, den går ind i overgangsradiusen. 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.

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

```

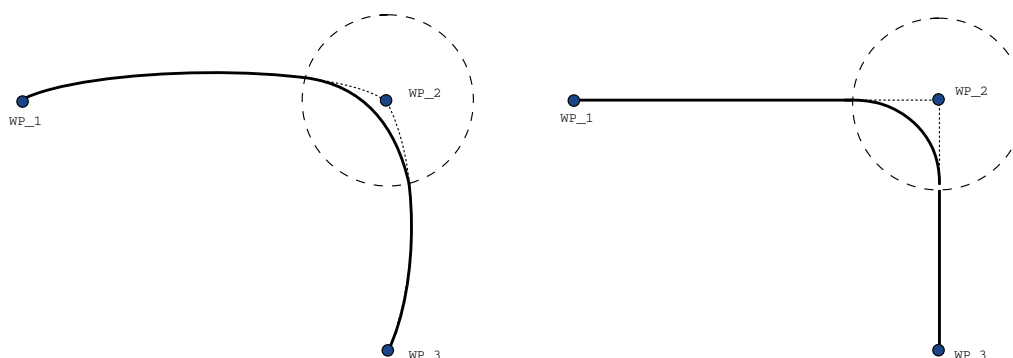
BevægL
  WP_I
  WP_1 (overgang)
  WP_2 (overgang)
  hvis (digitalt_input[1]) så
    WP_F_1
  ellers
    WP_F_2
  
```



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 (*).

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

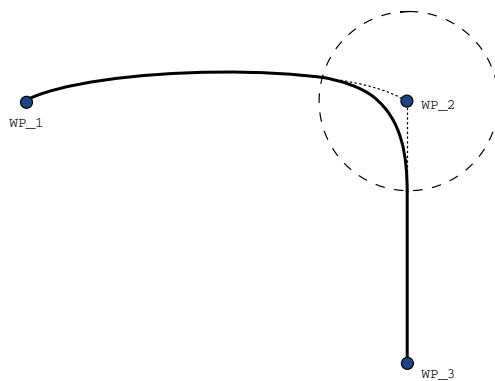
Ren ledfunktionsområdeovergang (punkt 1) vs. ren kartesisk rum-overgang (punkt 3) sammenlignes i figur 14.6. Den viser to potentielle værktøjsbaner for identiske viapunktsæt.



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

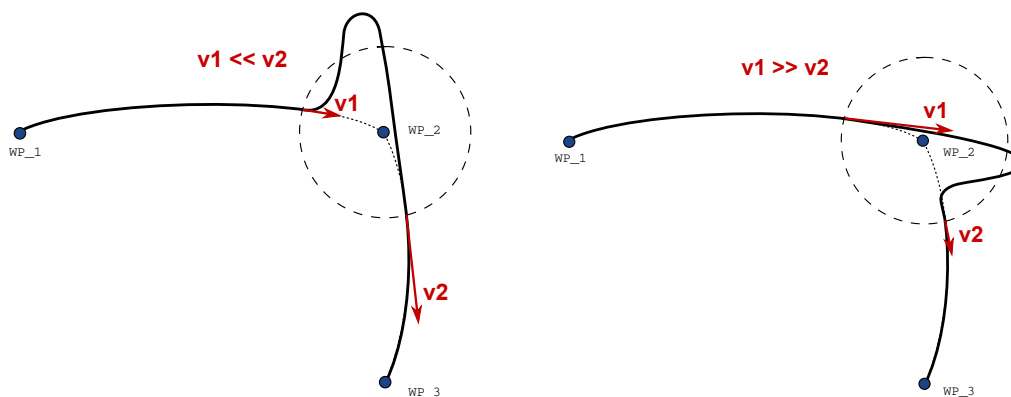
Af de forskellige kombinationer vil punkt 2, 3 og 4 resultere i baner, der holder sig indenfor den originale banes grænser i kartesisk rum. Se figur 14.7 for et eksempel på en overgang mellem forskellige banetyper (punkt 2).

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 ha-



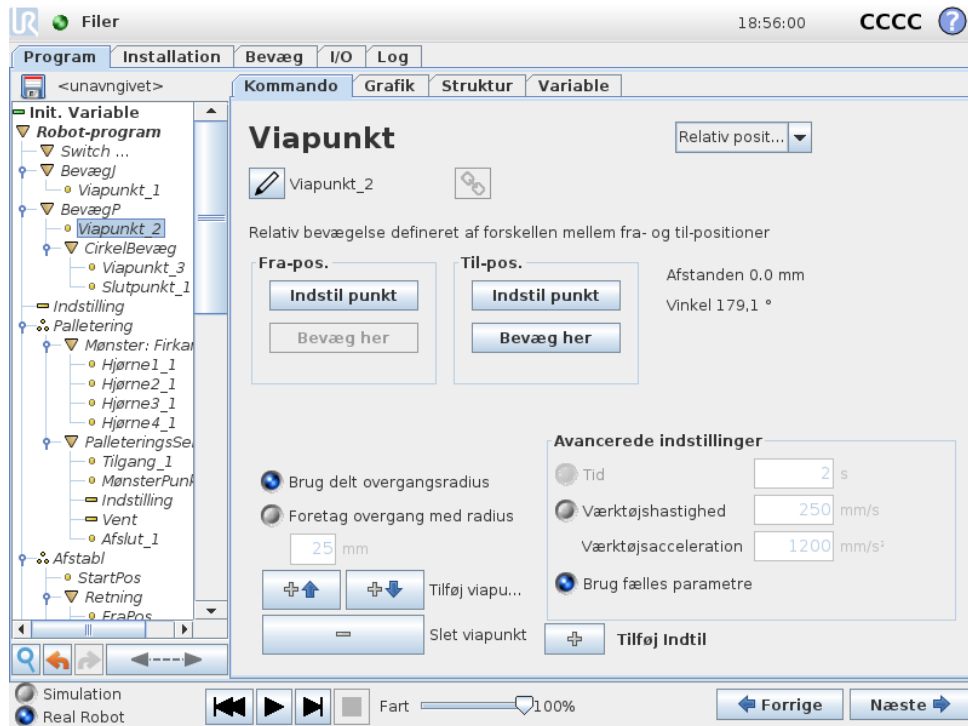
Figur 14.7: Overgang fra en bevægelse i ledfunktionsområde (BevægJ) til linær værktøjsbevægelse (BevægL).

stigheder og tidskrav medtages. De vil på grund af dette vige fra kursen angivet af viapunkterne. Dette gælder særligt, hvis der er betydelige forskelle i ledenes 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 v_1 er betydelig lavere end sluthastighed v_2 eller modsat.

14.7 Kommando: Relativt viapunkt

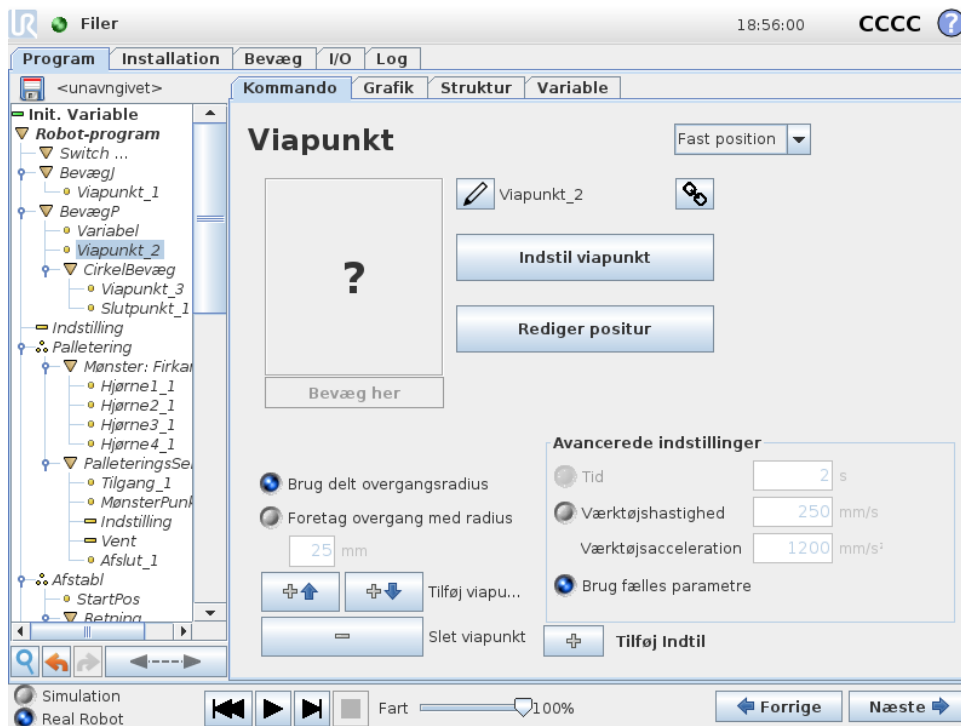


Et viapunkt med positionen givet i forhold til robotarmens tidligere position, som for eksempel "to centimeter til venstre". Den relative position defineres som forskellen mellem de to givne positioner (venstre til højre).

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 akserne 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 koordinatsystem, der er defineret af den valgte funktion. Hvis en overgangsradius er indstillet til et fast viapunkt, og de forudgående og efterfølgende viapunkter er variable, eller hvis overgangsradiusen er indstillet til et variabelt viapunkt, vil overgangsradiusen blive kontrolleret for overlappning (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:

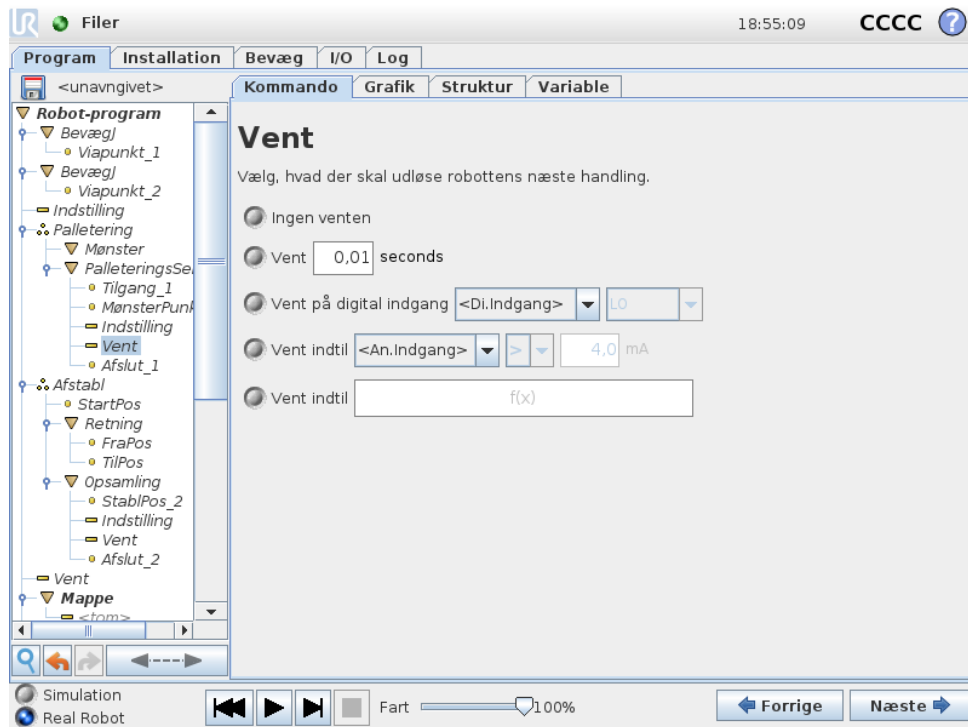
```
var_1=p[0,0,0.02,0,0,0]
```

```
BevægL
```

```
Viapunkt_1 (variabel position):
```

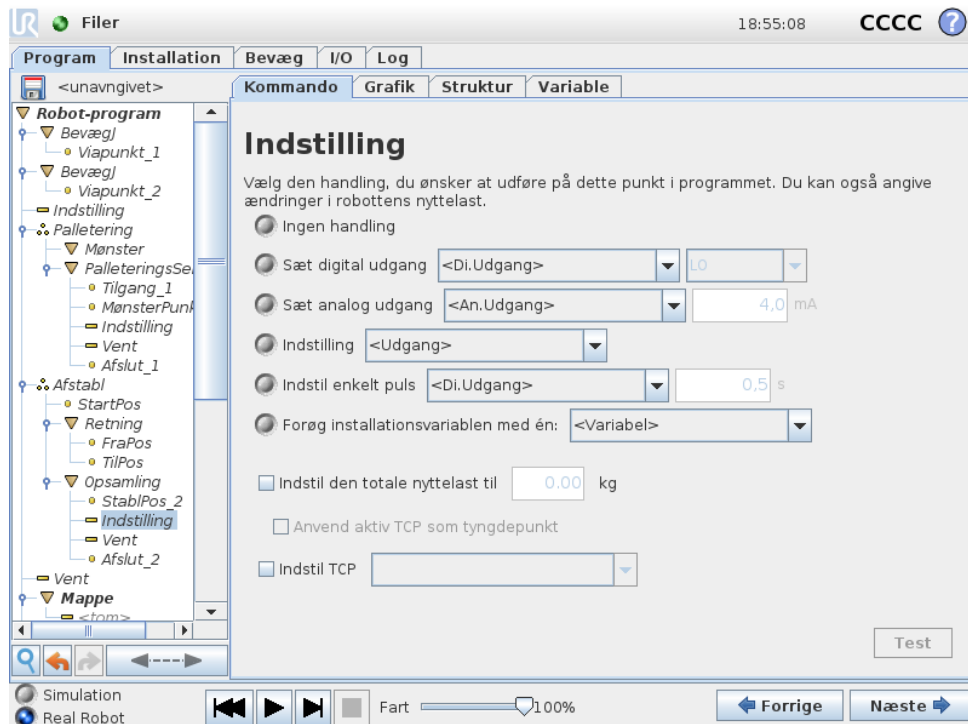
```
Brug variabel=var_1, funktion = værktøj
```

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: Indstil



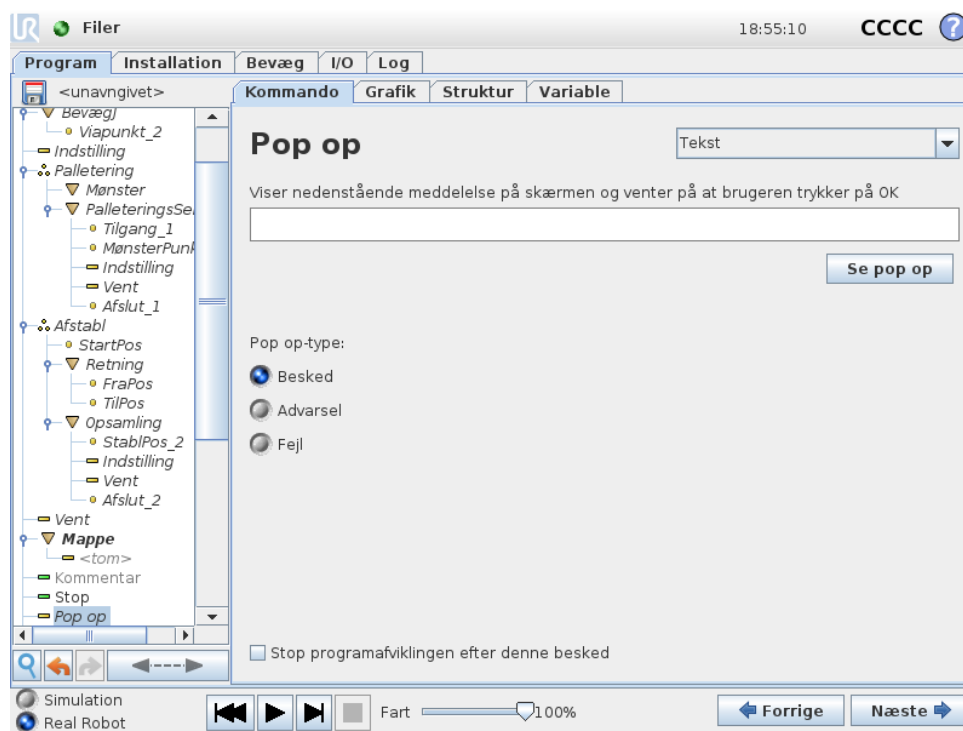
Sætter enten digitale eller analoge outputs til en given værdi. Digitale udgange kan også indstilles til at sende en enkelt impuls.

Brug kommandoen Indstil til at indstille robotarmens nyttelast. Du kan justere nyttelasten for at forhindre robotten i at udløse et sikkerhedsstop, når vægten ved værktøjet er forskellig fra den forventede nyttelast. Du skal fjerne markeringen i afkrydsningsfeltet, hvis den aktive TCP ikke skal anvendes som tyngdepunkt.

Den aktive TCP kan også ændres ved hjælp af en **Indstil**-kommando ved at markere afkrydsningsfeltet og vælge en af TCP-forskydningerne i 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).

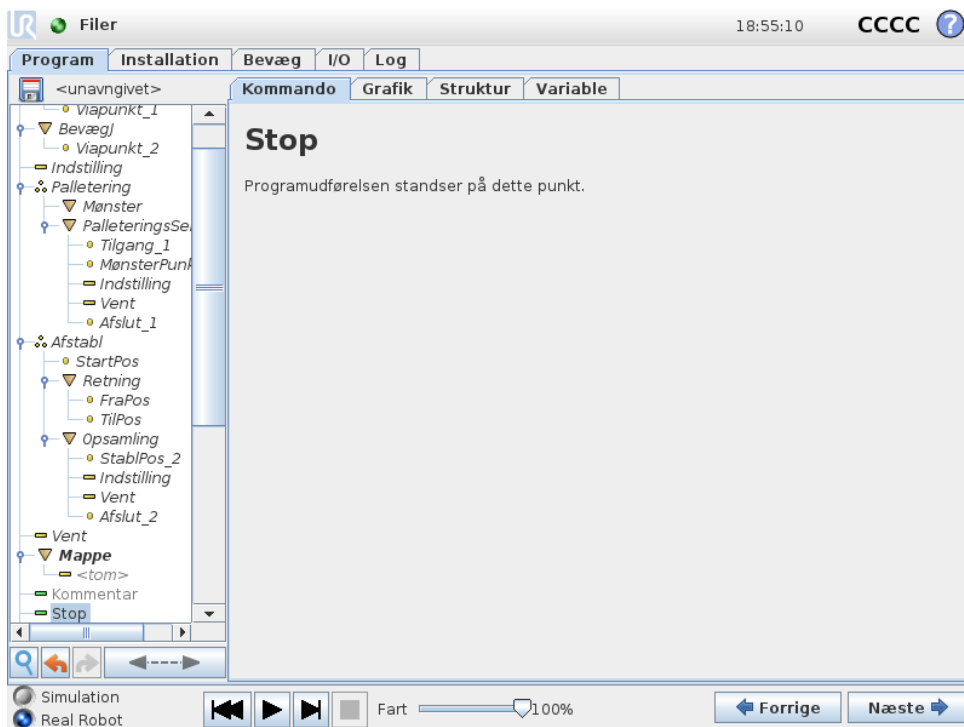
14.11 Kommando: Pop op



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.

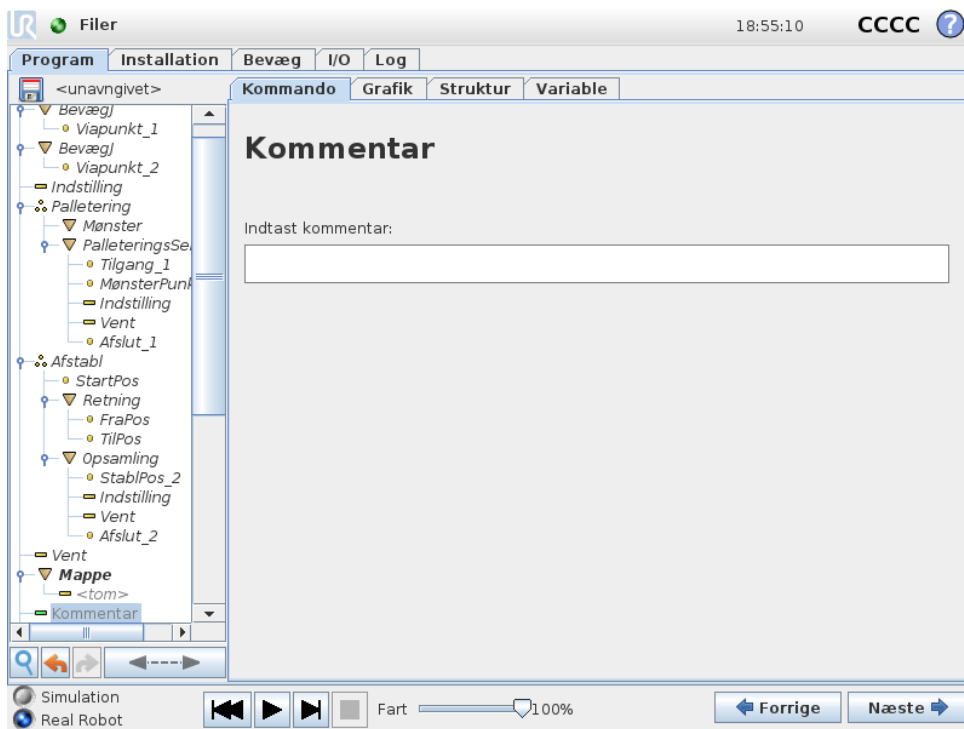
Bemærk: Meddelelser er begrænset til maksimalt 255 tegn.

14.12 Kommando: Stop



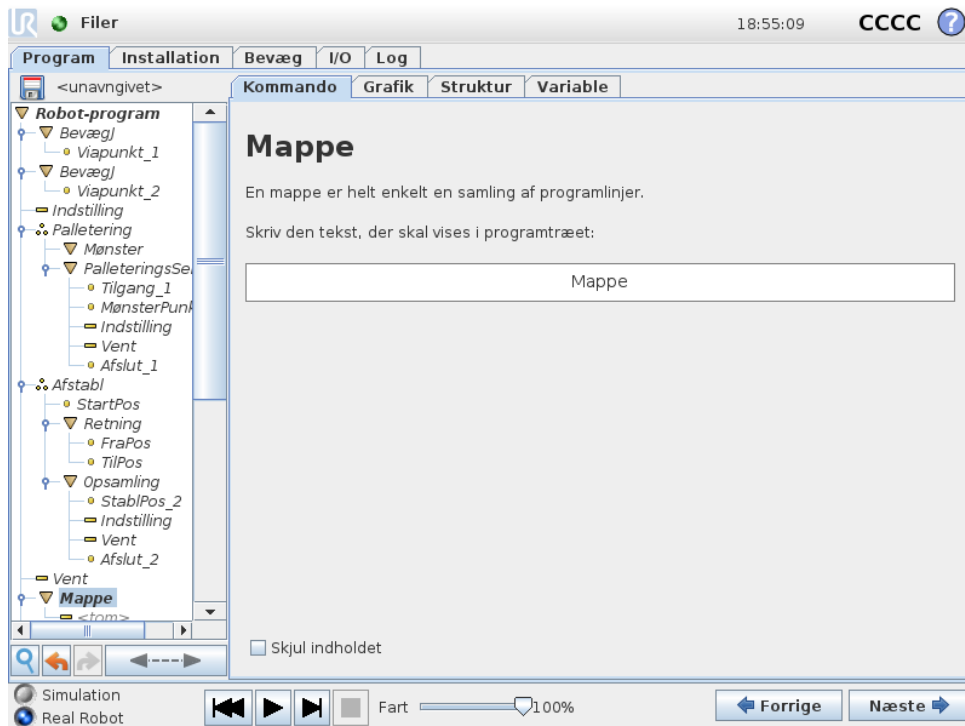
Programafviklingen stopper her.

14.13 Kommando: Kommentar



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

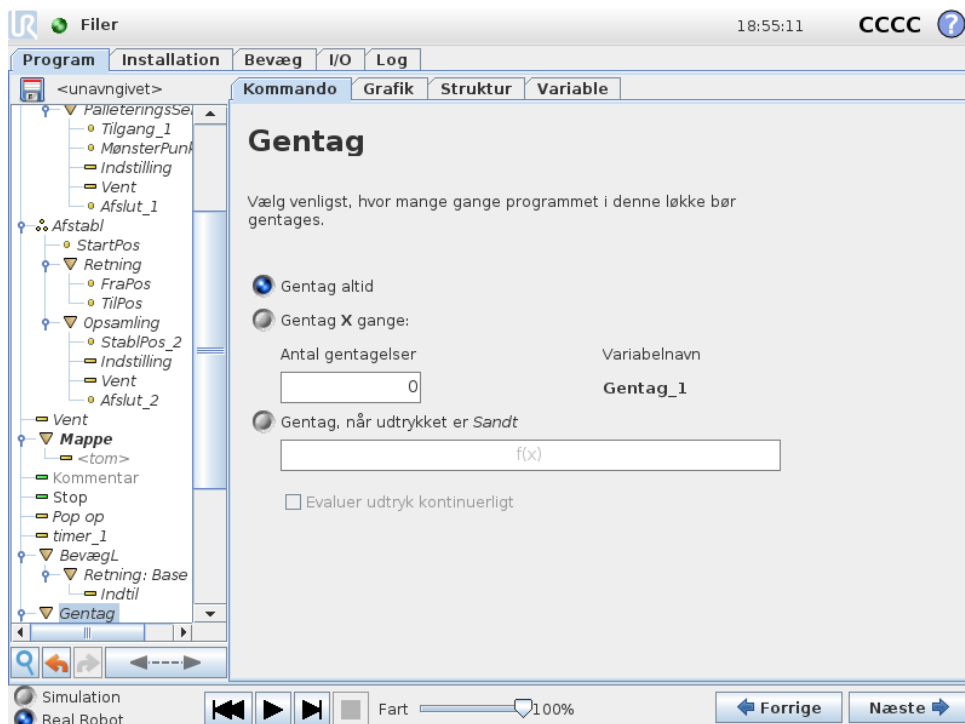
14.14 Kommando: Mappe



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.

Mapper påvirker ikke programmet og dets udførelse.

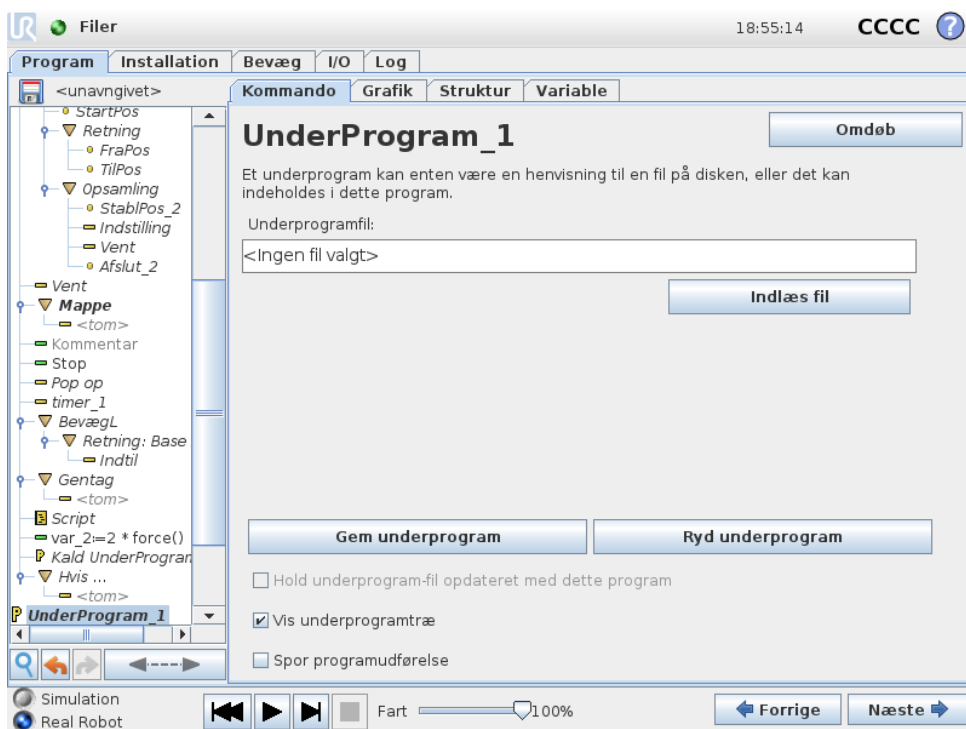
14.15 Kommando: Gentag



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 skærmbilledet ovenfor), som kan bruges til udtryk inden for gentagelsen. Gentagelsesvariablen tæller fra 0 til $N - 1$.

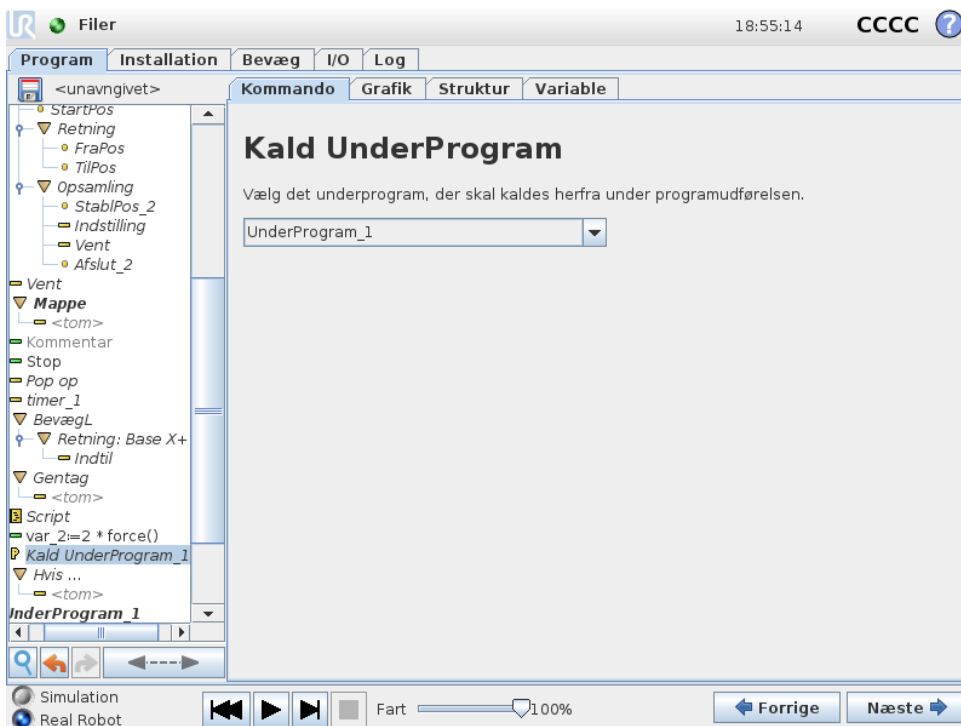
Når du gentager et udtryk som slutbetingelse, muliggør PolyScope en løbende evaluering af udtrykket, således at "gentagelsen" kan afbrydes når som helst under udførelsen og ikke kun efter hver repetition.

14.16 Kommando: UnderProgram



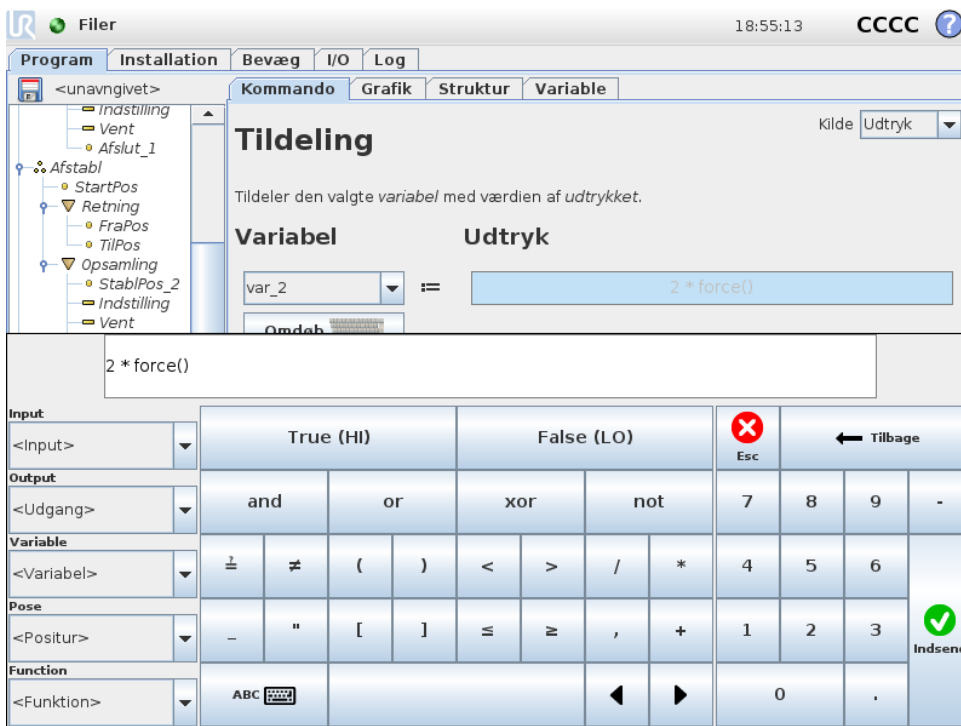
Et underprogram kan indeholde dele, der er behov for flere steder. Et underprogram kan være en separat fil på en disk, og kan også være skjult for at beskytte mod utilsigtede ændringer af underprogrammet.

Kommando: Kald underprogram



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

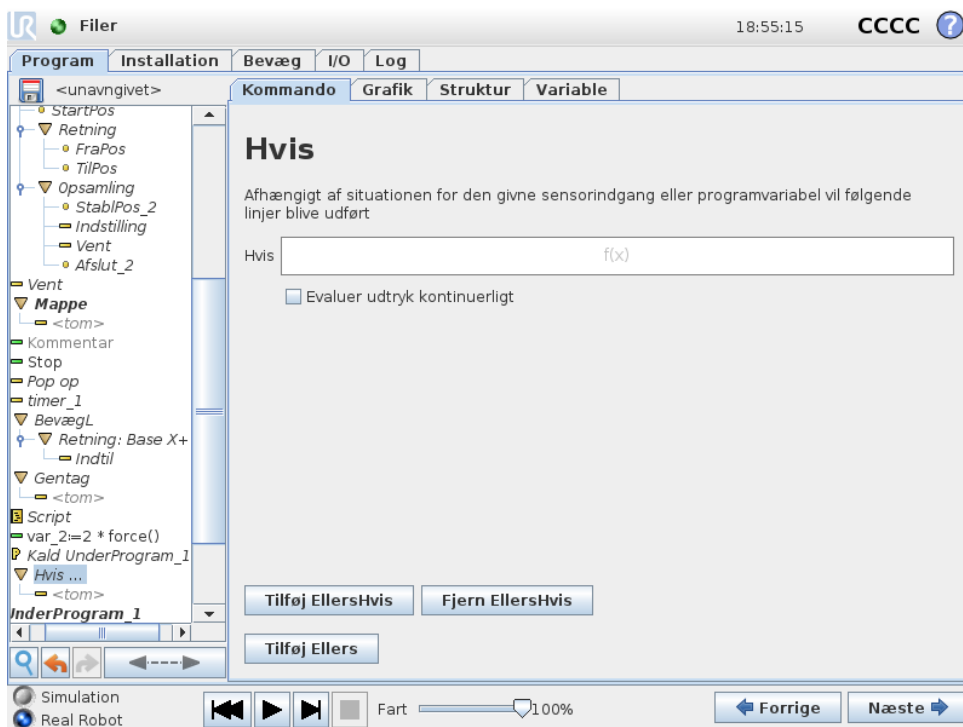
14.17 Kommando: Tildeling



Copyright © 2009–2019 ved Universal Robots A/S. Alle rettigheder forbeholdes.

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

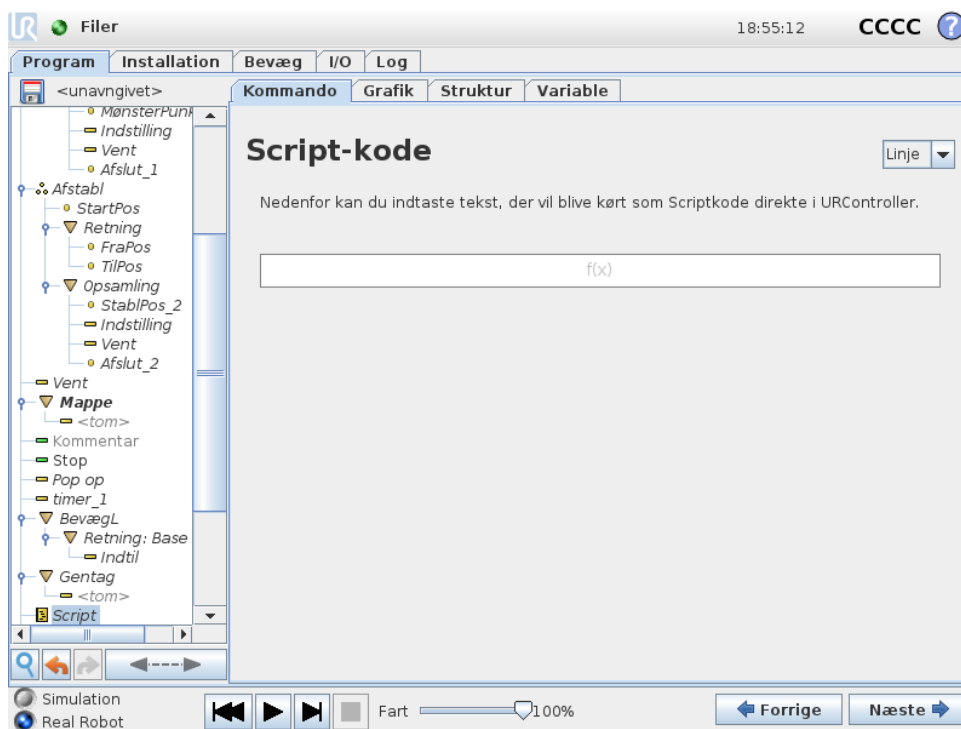


En **hvis... ellers**-kommandokonstruktion ændrer robotens adfærd baseret på sensorinput eller variable værdier. Brug Udtrykseditor til at beskrive betingelsen for, at roboten skal følge udsagnene i denne **Hvis**-kommando. Hvis betingelsen vurderes til Sand, udføres udsagnene inden for denne **Hvis**-kommando.

En **Hvis**-kommando kan have adskillige EllersHvis-udsagn, som kan tilføjes og fjernes ved brug af **Tilføj EllersHvis** og knapperne **Fjern EllersHvis**. En **Hvis**-kommando kan dog kun have ét **Ellers**-udsagn.

Bemærk: Du kan vælge afkrydsningsfeltet **Tjek udtryk løbende** for at tillade, at betingelserne for udsagnene i **Hvis** og **EllersHvis** evalueres, mens de indeholdte linjer udføres. Hvis et udtryk indenfor **Hvis**-kommandoen evalueres som Falsk, følges udsagnene **EllersHvis** eller **Ellers**.

14.19 Kommando: Script



Følgende indstillinger er tilgængelige i rullelisten under Kommando:

- **Linje** giver dig mulighed for at skrive en enkelt linje URscript-kode ved hjælp af Expression Editor (12.1)
- **Fil** giver dig mulighed for at skrive, redigere eller indlæse URscript-filer.

Du kan finde vejledning om skrivning af URscript i script-vejledningen eller på supportwebsiteset (<http://www.universal-robots.com/support>).

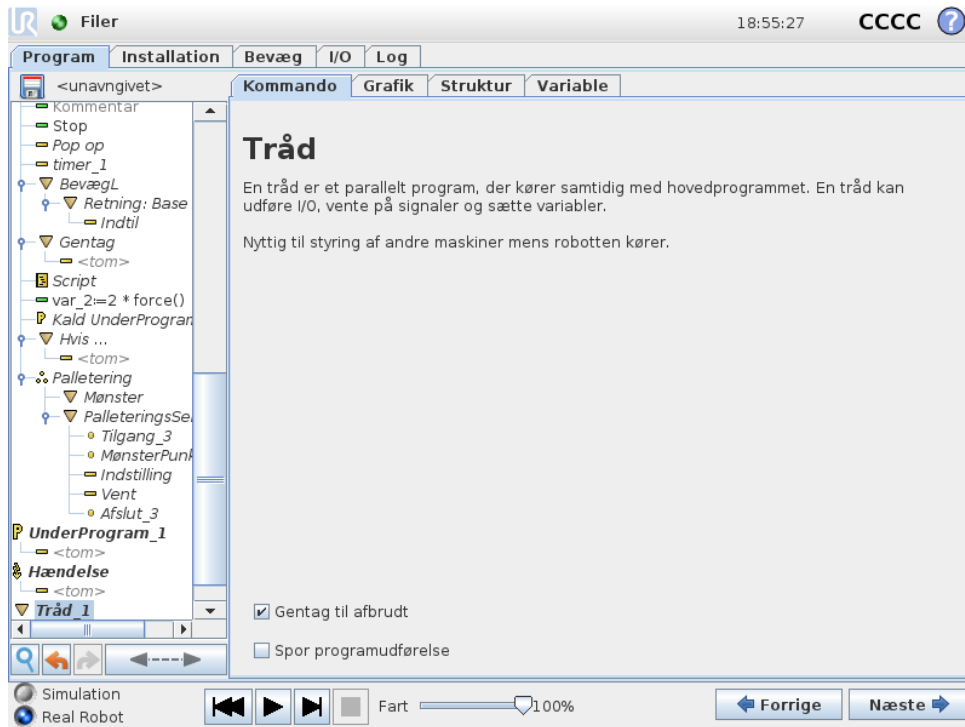
Funktioner og variable, som erklæres i en URscript-fil, er tilgængelige for brug i hele programmet i PolyScope.

14.20 Kommando: Hændelse



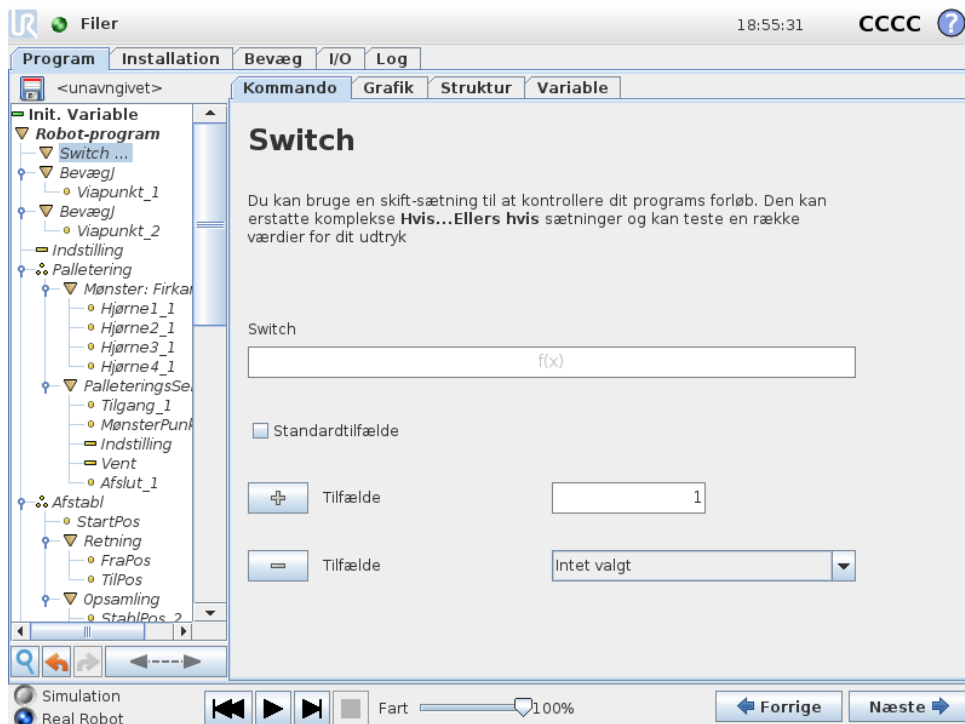
En hændelse kan bruges til at overvåge et indgangssignal, og udføre en handling eller sætte en variabel, når indgangssignalet går højt. For eksempel, i tilfælde af at robotten skal sende et signal til en maskine, hvor signalet skal gå højt i 200 ms og derefter lavt igen. Dette realiseres nemmest ved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

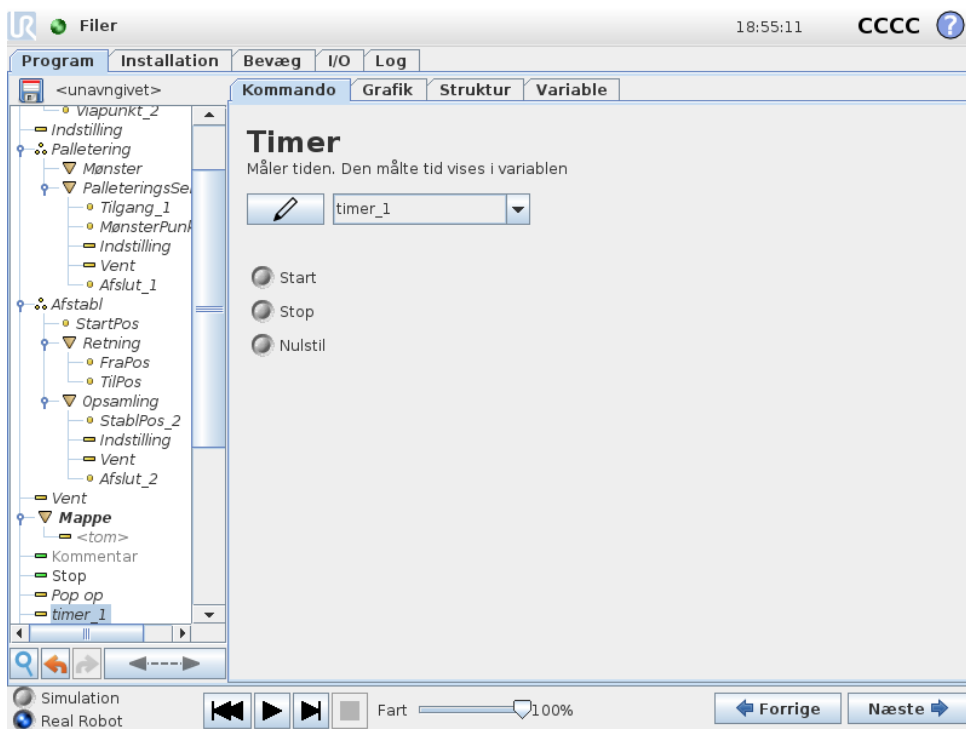
14.22 Kommando: Switch



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.

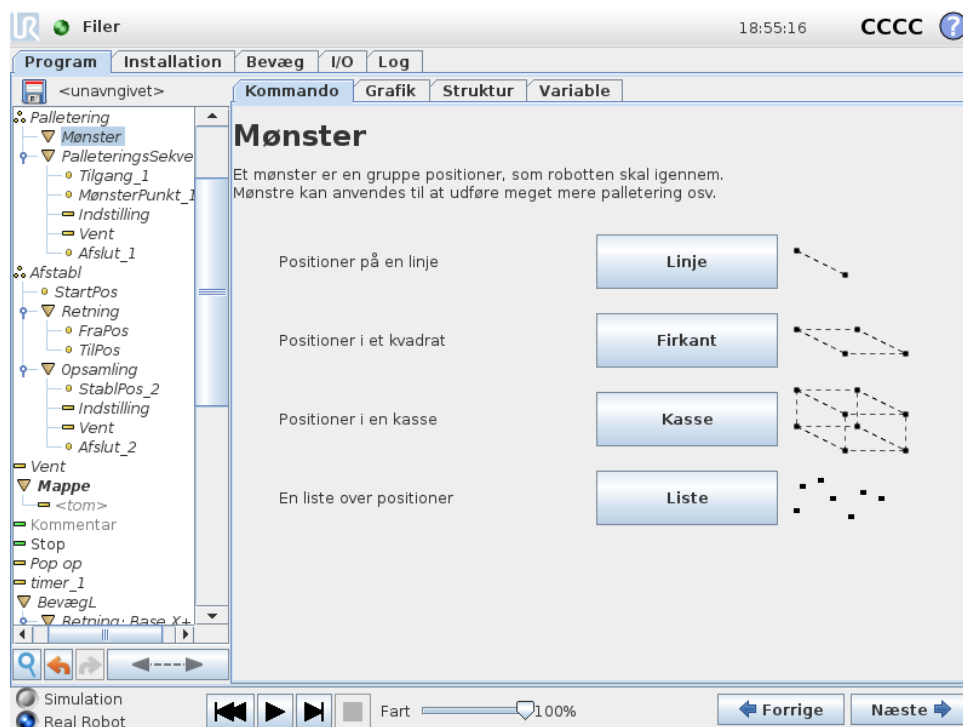
Hvert skift kan have flere tilfælde og ét standardtilfælde. Skift kan kun have ét eksempel af enhver defineret tilfælde værdi. Tilfælde kan tilføjes ved at bruge knapperne på skærmen. En tilfælde-kommando kan fjernes fra skærmen for det skift.

14.22.1 Timer



En timer måler den tid, det tager for bestemte dele af programmet at køre. En programvariabel

14.23 Kommando: Mønster



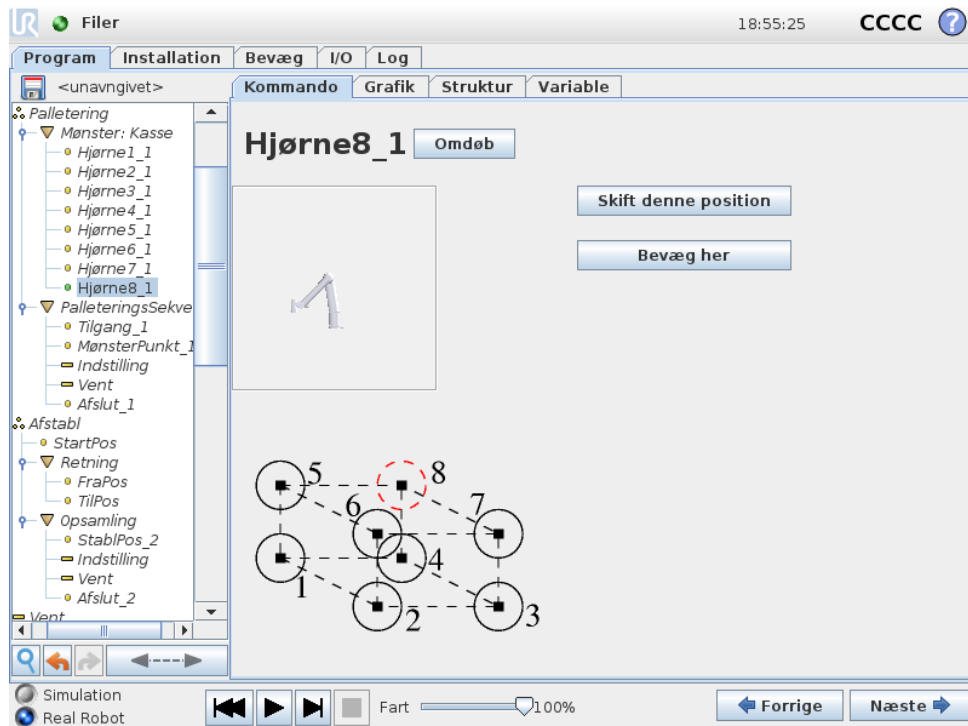
Mønster-kommandoen kan bruges til at skifte mellem positionerne i robotprogrammet. **Mønster**-kommandoen svarer til en position på hver udførelse.

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.

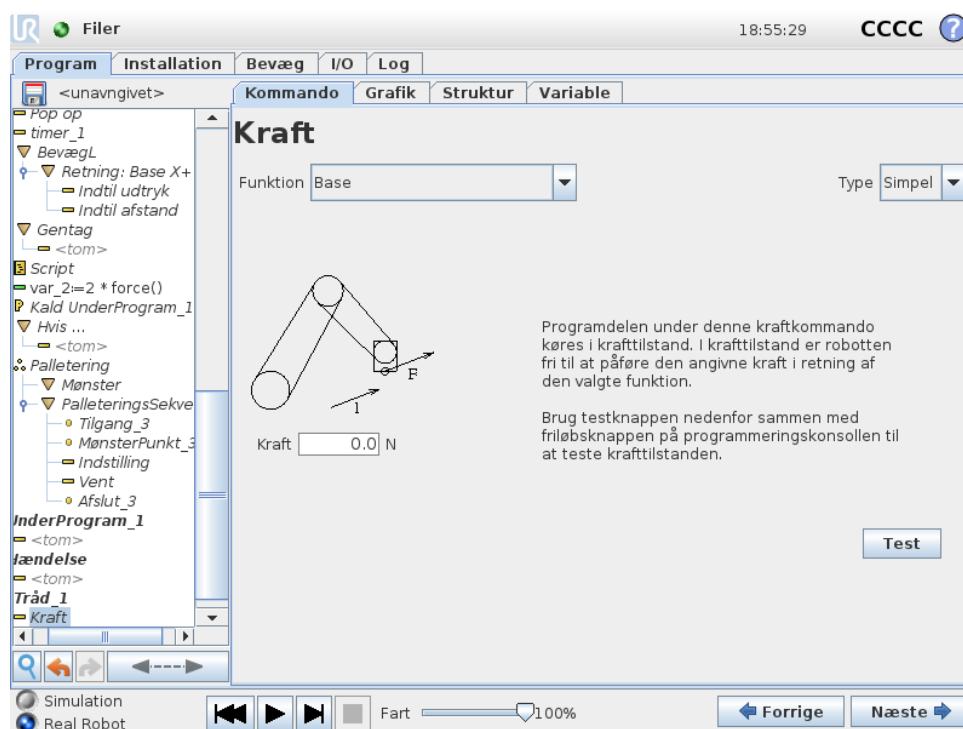
Krafttilstand er velegnet til anvendelser, hvor den faktiske TCP-position langs en foruddefineret akse ikke er vigtig, men hvor der i stedet kræves en bestemt kraft langs den pågældende akse. Hvis robotens TCP for eksempel ruller mod en buet overflade, skubbes eller trækkes arbejdssemnet. **Krafttilstand** 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 robotten langs denne akse. Kraftkontrol sikrer imidlertid, at robotten 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 robotten 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:** Rammetypen 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 akserne. 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].

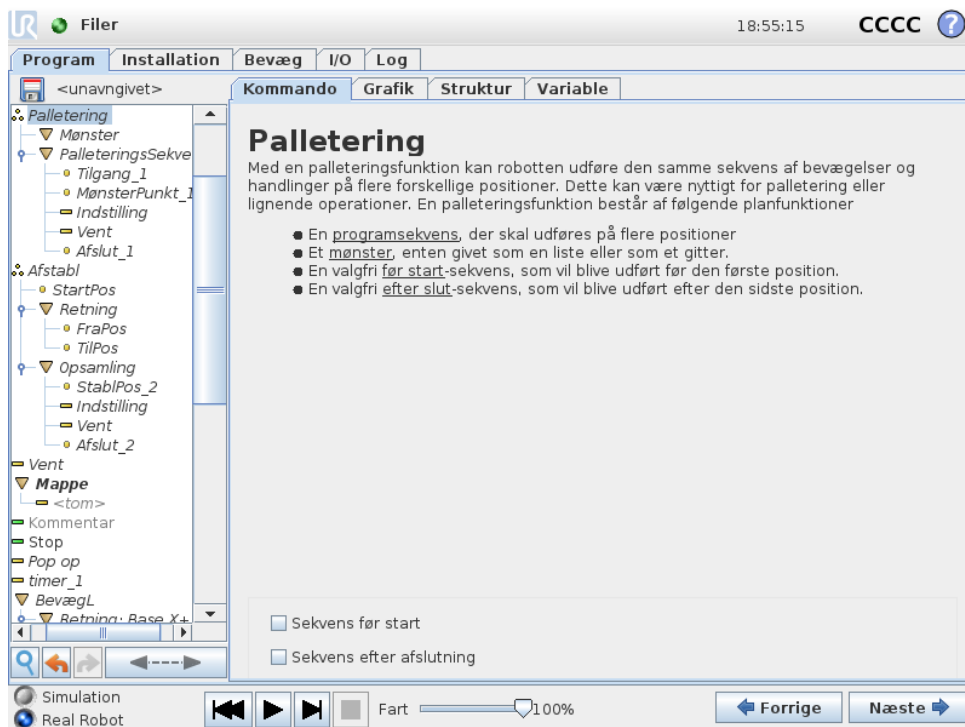
Indstillinger for testkraft

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 skærmbillede 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

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**-knude er robotarmens bevægelser relative i forhold til palleteringspositionen. Sekvensmønsteret 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”

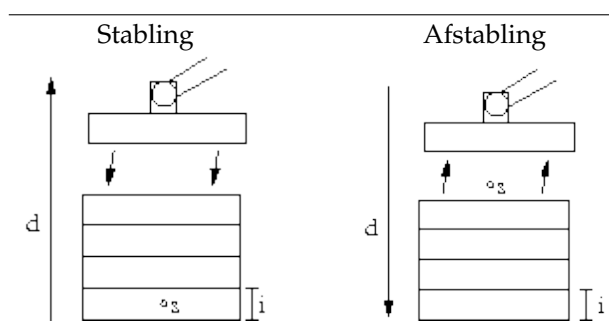
Den valgfri **FørStart**-sekvens kører lige inden, funktionen starter. Den kan bruges til at vente på klarsignaler.

“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

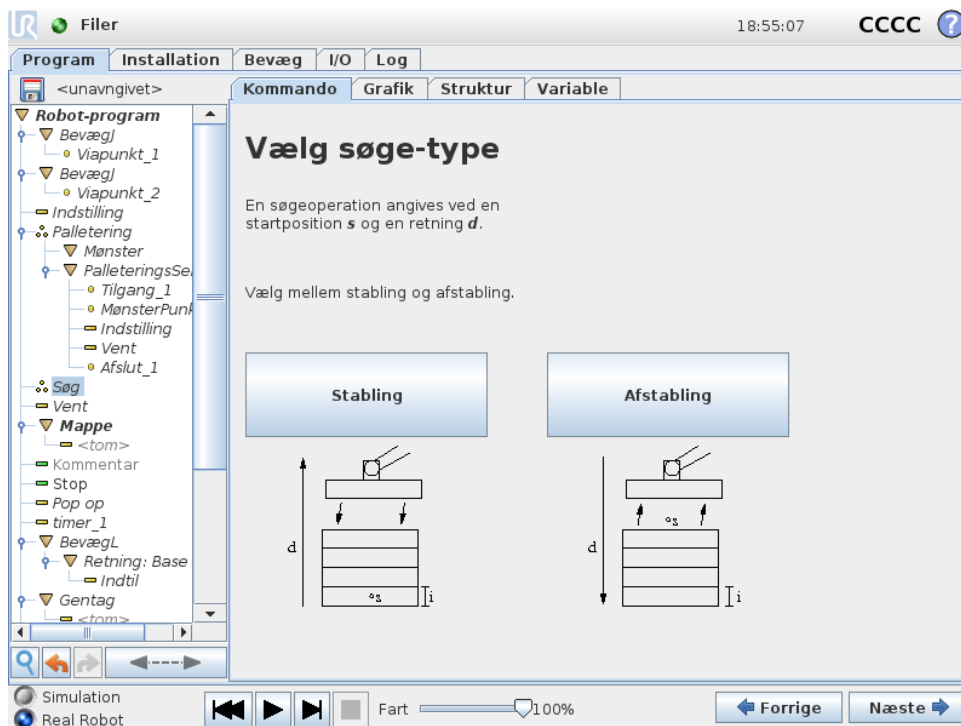
En søgefunktion bruger en sensor til at bedømme, hvornår den korrekte position er nået for at gribe eller slippe et emne. Sensoren kan være en trykknop, en tryksensor eller en kapacitet sensor. Denne funktion er til arbejde på stakke af emner med varierende tykkelse, eller hvor emnernes eksakte position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

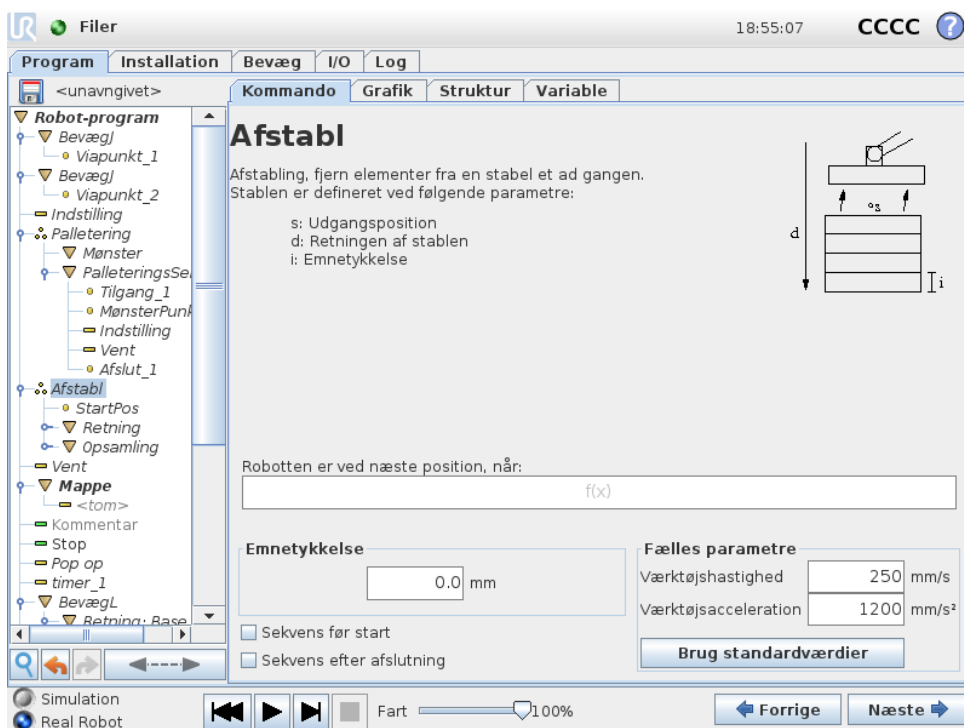
Desuden skal man definere betingelsen for, hvornår den næste stablingsposition er nået, og en særlig programsekvens der skal udføres på hver stabling. Hastighed og acceleration for den bevægelse, der benyttes til stablingen, skal også angives.

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 robotten 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 stablehøjden når et nærmere defineret mål, eller når en sensor giver et signal.

Afstabling

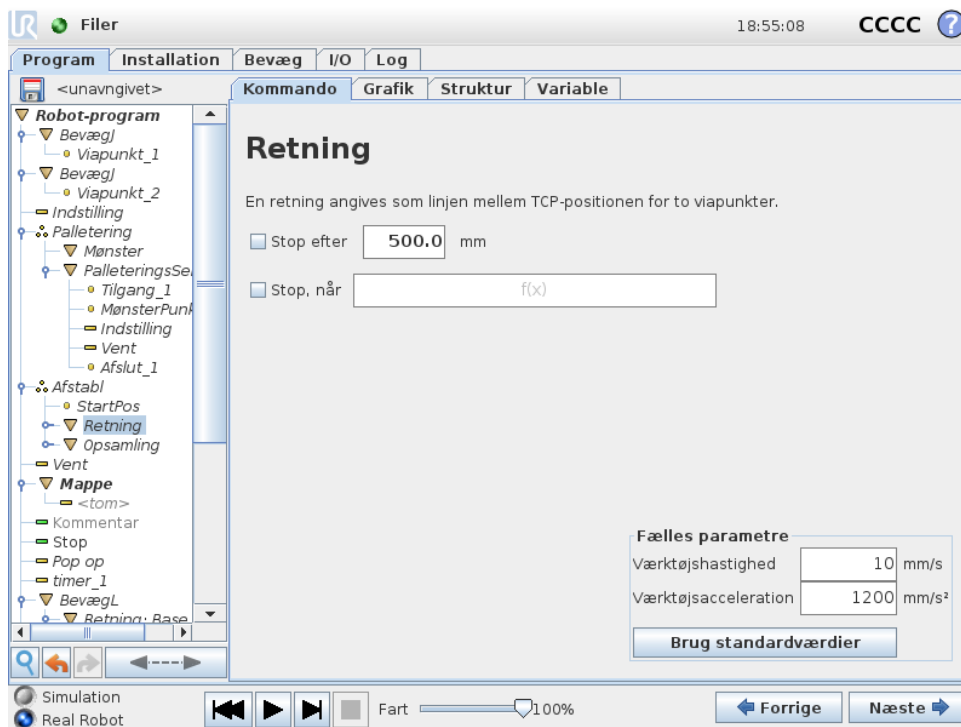


Når man afstabler, bevæges robotarmen fra startpositionen i en given retning for at søge efter det næste emne. Betingelsen på skærmen bestemmer, hvornår næste emne nås. Når betingelsen er opfyldt, husker robotten positionen og udfører den særlige sekvens. Næste gang starter robotten sin søgning fra den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

Pick/place-sekvens

Pick/place-sekvens er en særlig programsekvens, der udføres ved hver stableposition, svarende til palleteringsfunktionen (se 14.25).

14.27 Kommando: Transportbåndssporing

Robotten kan konfigureres til at spore bevægelsen af et konfigureret transportbånd (Transportbånd 1). Når **Transportbåndssporing**, som defineres i installationen, er konfigureret kor-

rekt, justerer robotten sine bevægelser for at følge transportbåndet. 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 trinvis indkodere såvel som lineære og cirkulære transportbånd.



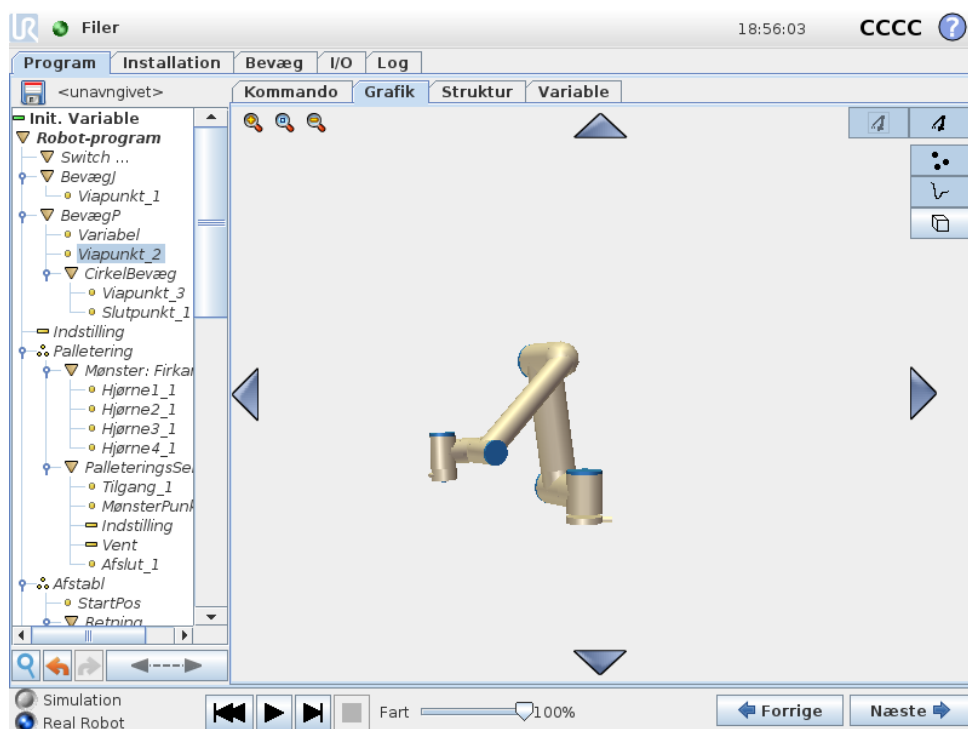
BEMÆRK:

Kontrollerskabet kan kun rumme én inkremental indkoder, der skal bruges sammen med ét transportbånd (Transportbånd 1).

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 bevægelses-segmenter 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), og der vises en 3D-gengivelse

af grænsen.

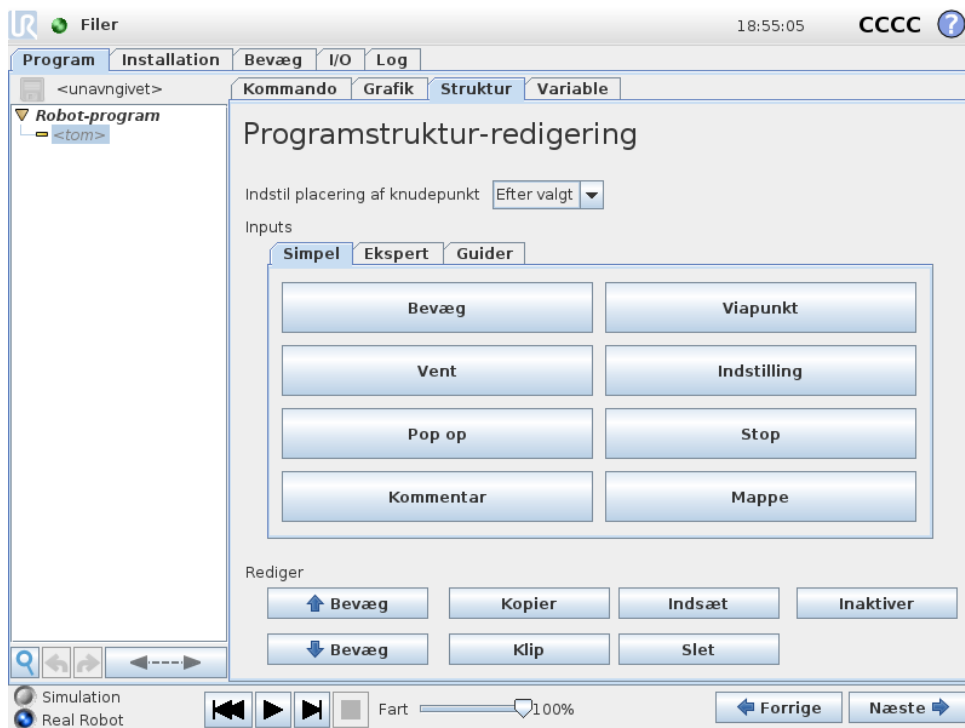
Bemærk: Når robotten kører et program, deaktiveres visningen af områdebegrænsningerne.

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. Kegleens inderside gengiver det tilladte område for værktøjets retning (vektor).

Når robotens 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 programknudepunkt. 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:

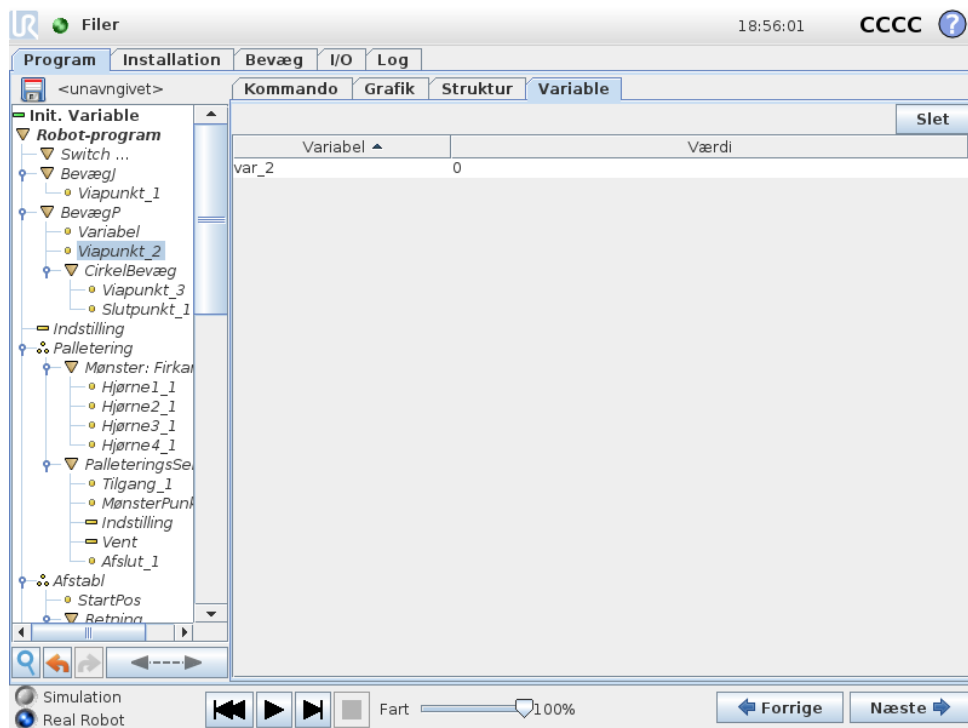
1. Vælg en eksisterende programkommando.
2. Vælg om den nye kommando skal indsættes over eller under den valgte kommando.

- 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.

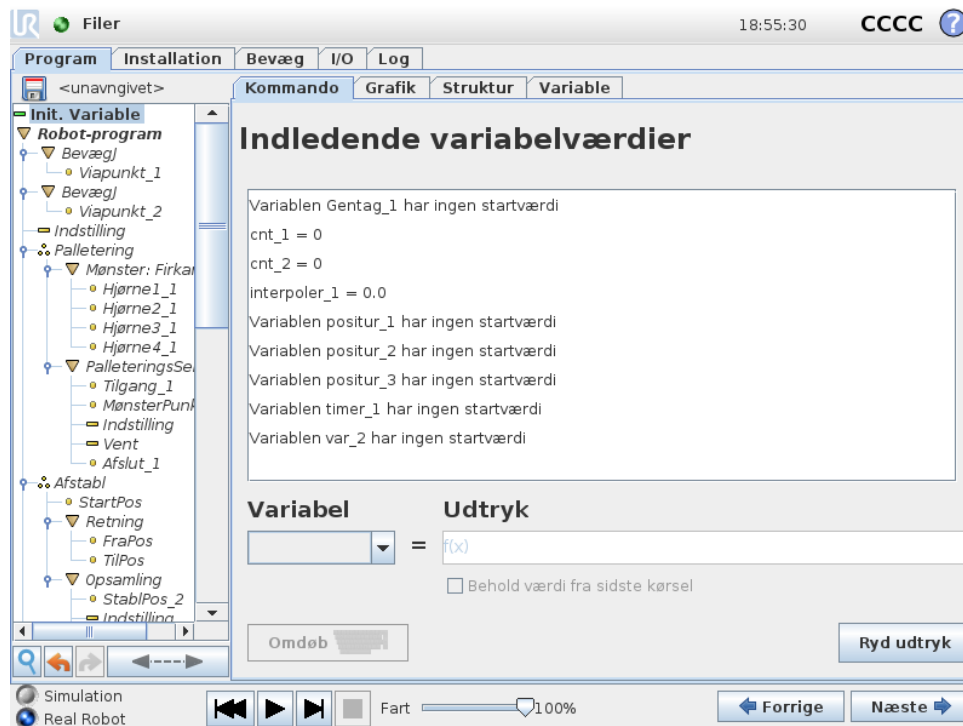
Ikke alle kommandoer passer alle steder i et program. Viapunkter skal være under en Bevæg-kommando (ikke nødvendigvis direkte under). EllersHvis og Ellers-kommandoerne skal komme efter en Hvis. Generelt kan det være besværligt at flytte EllersHvis-kommandoer rundt. Variable skal tildeles værdier, inden 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 skærbillede er vist med højst 50 tegn, og variabelernes værdier er vist med højst 500 tegn.

14.32 Kommando: Variabelinitialisering



Dette skærmbillede 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 **Behold værdi fra sidste kørsel** er valgt, vil den variable initialiseres til den værdi, der findes på fanen **Variable** (se 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 Opsætnings-skærm



- **Initialiser robot** Går til initialiserings-skærmen, 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 "tryk-skærmen". Se 15.4.
- **Netværksopsætning** Åbner grænsefladen til at opsætte Ethernet netværket til robotens kontrollerskab. Se 15.5.
- **Indstil tid** Indstilling af dato og klokkeslæt for systemet og konfiguration 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 velkomsts-kærmen.

15.1 Sprog og enheder



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

Der understøttes to adgangskoder. Den første er en *valgfri* systemadgangskode, der forhindrer uautoriserede ændringer i robotens 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:

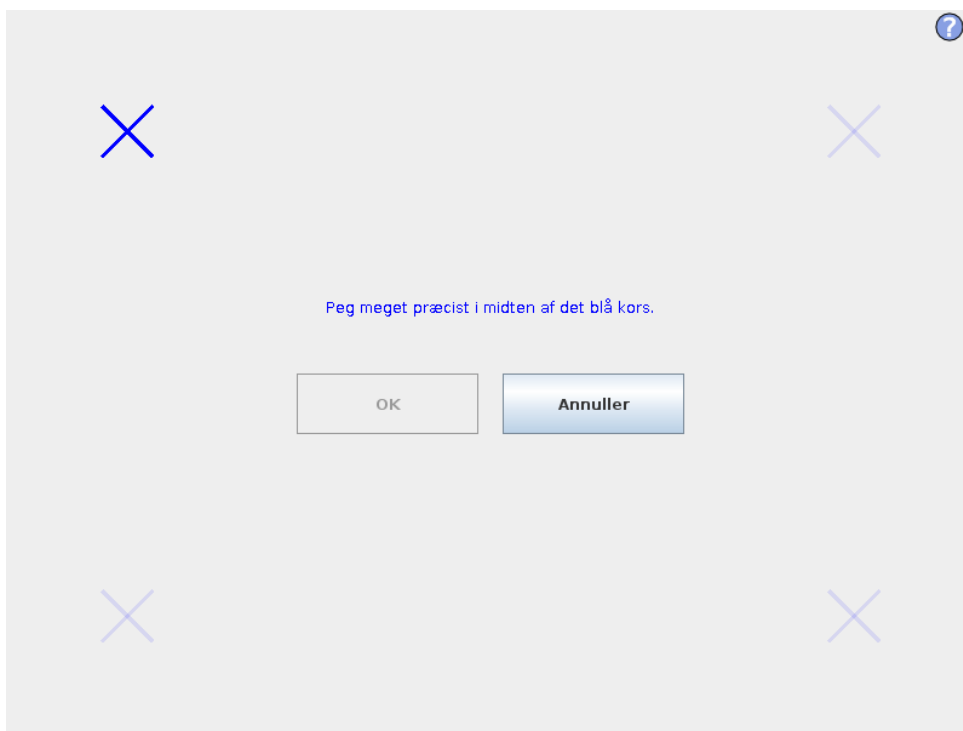
For at kunne ændre sikkerhedsconfigurationen skal der opsættes en sikkerhedsadgangskode.



ADVARSEL:

Tilføj en systemadgangskode for at forhindre uautoriseret personale i at ændre robotens 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

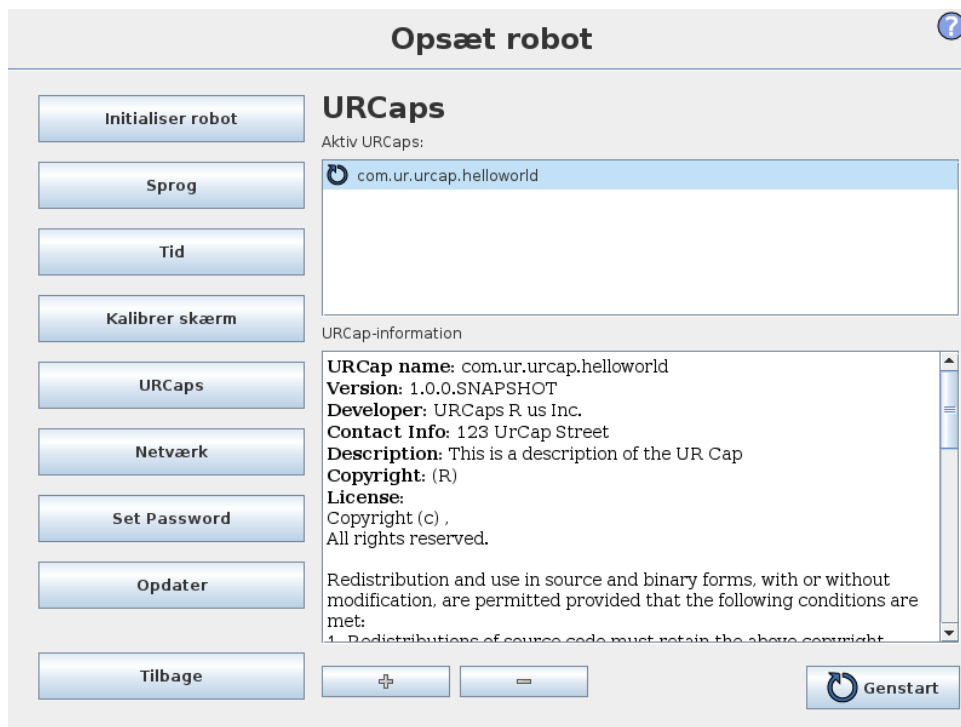
The screenshot shows the 'Opsæt robot' (Robot Setup) interface. On the left is a vertical menu with buttons for: Initialiser robot, Sprog, Tid, Kalibrer skærm, URCaps, Netværk, Set Password, Opdater, and Tilbage. The main area is divided into two sections:

- Indstil tid:**
 - Tidsformat: 24 timer, 12 timer
 - Vælg aktuelt klokkeslæt: A digital clock display showing 18:54:49 with '+' and '-' buttons for each digit.
- Indstil dato:**
 - Vælg dags dato: A text input field containing '6. marts 2019'.
 - Datoformat: 6. marts 2019, 06-03-2019, 06-03-19

At the bottom right, there is a button labeled 'Genstart PolyScope for at indføre de nye ændringer' and a 'Genstart' button.

Indstil dato og klokkeslæt for systemet, og konfigurér visningsformat for uret. Uret vises øverst i skærmbillederne *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 opsætnings-skærm-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.