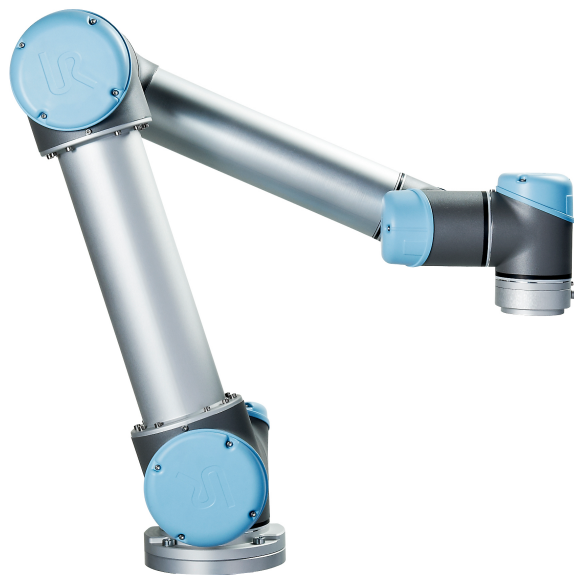




# UNIVERSAL ROBOTS

## Brukerveiledning



### UR5 / CB3

Oversettelse av de originale instruksjonene (no)





# UNIVERSAL ROBOTS

## Brukerveiledning

**UR5/CB3**

**Versjon 3.4.1**

Oversettelse av de originale instruksjonene (no)

Informasjonen i dette dokumentet er Universal Robots A/S sin eiendom og skal ikke gjengis helt eller delvis uten skriftlig godkjenning fra Universal Robots A/S. Informasjonen i dette dokumentet kan endres uten varsel, og skal ikke tolkes som en forpliktelse fra Universal Robots A/S. Denne håndboken blir periodevis gjennomgått og revidert.

Universal Robots A/S fraskriver seg ansvaret for feil og utelatelser i dokumentet.

Opphavsrett © 2009–2017 tilhører Universal Robots A/S

Universal Robots-logoen er et registrert varemerke tilhørende Universal Robots A/S.

# Innhold

|                                                               |                 |
|---------------------------------------------------------------|-----------------|
| <b>Forord</b>                                                 | <b>ix</b>       |
| Hva inneholder kassene . . . . .                              | ix              |
| Viktige sikkerhetsanvisninger . . . . .                       | x               |
| Slik leser du denne håndboken . . . . .                       | x               |
| Hvor finner man mer informasjon . . . . .                     | x               |
| <br><b>I Maskinvareinstallasjonshåndbok</b>                   | <br><b>I-1</b>  |
| <b>1 Sikkerhet</b>                                            | <b>I-3</b>      |
| 1.1 Innledning . . . . .                                      | I-3             |
| 1.2 Gyldighet og ansvar . . . . .                             | I-3             |
| 1.3 Ansvarsbegrensning . . . . .                              | I-4             |
| 1.4 Varselssymboler i denne manualen . . . . .                | I-4             |
| 1.5 Generelle advarsler og forsiktighetsregler . . . . .      | I-5             |
| 1.6 Tiltent bruk . . . . .                                    | I-7             |
| 1.7 Risikovurdering . . . . .                                 | I-7             |
| 1.8 Nødstop . . . . .                                         | I-9             |
| 1.9 Bevegelse uten motorstrøm . . . . .                       | I-9             |
| <br><b>2 Sikkerhetsrelaterte funksjoner og grensesnitt</b>    | <br><b>I-11</b> |
| 2.1 Innledning . . . . .                                      | I-11            |
| 2.2 Sikkerhetssystemets stoppetider . . . . .                 | I-12            |
| 2.3 Begrensende sikkerhetsrelaterte funksjoner . . . . .      | I-12            |
| 2.4 Sikkerhetsmodi . . . . .                                  | I-13            |
| 2.5 Sikkerhetsrelaterte elektriske grensesnitt . . . . .      | I-15            |
| 2.5.1 Sikkerhetsrelaterte elektriske innganger . . . . .      | I-15            |
| 2.5.2 Sikkerhetsrelaterte elektriske utganger . . . . .       | I-16            |
| <br><b>3 Transport</b>                                        | <br><b>I-19</b> |
| <br><b>4 Mekanisk grensesnitt</b>                             | <br><b>I-21</b> |
| 4.1 Innledning . . . . .                                      | I-21            |
| 4.2 Arbeidsområdet til roboten . . . . .                      | I-21            |
| 4.3 Montering . . . . .                                       | I-21            |
| 4.4 Maksimal nyttelast . . . . .                              | I-25            |
| <br><b>5 Elektrisk grensesnitt</b>                            | <br><b>I-27</b> |
| 5.1 Innledning . . . . .                                      | I-27            |
| 5.2 Elektriske advarsler . . . . .                            | I-27            |
| 5.3 I/O for styreenhet . . . . .                              | I-29            |
| 5.3.1 Vanlige spesifikasjoner for alle digitale I/O . . . . . | I-29            |
| 5.3.2 Sikkerhets-I/O . . . . .                                | I-30            |



|           |                                                                          |             |
|-----------|--------------------------------------------------------------------------|-------------|
| 5.3.3     | Generell digital I/O . . . . .                                           | I-34        |
| 5.3.4     | Digital inngang fra a-knapp . . . . .                                    | I-34        |
| 5.3.5     | Kommunikasjon med andre maskiner eller PLC-er . . . . .                  | I-35        |
| 5.3.6     | Generell analog I/O. . . . .                                             | I-35        |
| 5.3.7     | Ekstern PÅ / AV-styring . . . . .                                        | I-37        |
| 5.4       | Verktøy-I/U . . . . .                                                    | I-38        |
| 5.4.1     | Verktøydigitale utganger . . . . .                                       | I-39        |
| 5.4.2     | Verktøy digitale innganger . . . . .                                     | I-40        |
| 5.4.3     | Verktøyets analoge innganger . . . . .                                   | I-40        |
| 5.5       | Ethernet. . . . .                                                        | I-41        |
| 5.6       | Strømtilkobling . . . . .                                                | I-42        |
| 5.7       | Robottilkobling . . . . .                                                | I-43        |
| <b>6</b>  | <b>Vedlikehold og reparasjon</b>                                         | <b>I-45</b> |
| 6.1       | Sikkerhetsinstruksjoner . . . . .                                        | I-45        |
| <b>7</b>  | <b>Avhending og miljø</b>                                                | <b>I-47</b> |
| <b>8</b>  | <b>Sertifiseringer</b>                                                   | <b>I-49</b> |
| 8.1       | Tredjeparts sertifiseringer . . . . .                                    | I-49        |
| 8.2       | Erklæringer ifølge EU-direktiver . . . . .                               | I-49        |
| <b>9</b>  | <b>Garantier</b>                                                         | <b>I-51</b> |
| 9.1       | Produktgaranti . . . . .                                                 | I-51        |
| 9.2       | Ansvarsfraskrivelse . . . . .                                            | I-51        |
| <b>A</b>  | <b>Stopptid og stoppavstand</b>                                          | <b>I-53</b> |
| A.1       | Kategori 0-stoppavstander og -tider. . . . .                             | I-53        |
| <b>B</b>  | <b>Erklæringer og sertifikater</b>                                       | <b>I-55</b> |
| B.1       | CE/EU Declaration of Incorporation (original). . . . .                   | I-55        |
| B.2       | CE/EU-sammenstillingserklæring (oversettelse av den originale) . . . . . | I-56        |
| B.3       | Sertifikat for sikkerhetssystemet . . . . .                              | I-57        |
| B.4       | Sertifikat for miljøtest . . . . .                                       | I-58        |
| B.5       | Sertifikat for EMC-test . . . . .                                        | I-59        |
| B.6       | Sertifikater for renromstest . . . . .                                   | I-60        |
| <b>C</b>  | <b>Anvendte standarder</b>                                               | <b>I-63</b> |
| <b>D</b>  | <b>Tekniske spesifikasjoner</b>                                          | <b>I-71</b> |
| <b>II</b> | <b>Bruerveiledning til PolyScope</b>                                     | <b>II-1</b> |
| <b>10</b> | <b>Sikkerhetskonnfigurasjon</b>                                          | <b>II-3</b> |
| 10.1      | Innledning. . . . .                                                      | II-3        |
| 10.2      | Endre sikkerhetskonnfigurasjon . . . . .                                 | II-5        |
| 10.3      | Sikkerhetssynkronisering og feil . . . . .                               | II-5        |
| 10.4      | Toleranser . . . . .                                                     | II-6        |
| 10.5      | Sikkerhetssjekksum . . . . .                                             | II-6        |

|           |                                                   |              |
|-----------|---------------------------------------------------|--------------|
| 10.6      | Sikkerhetsmodi . . . . .                          | II-6         |
| 10.7      | Freedrive-modus . . . . .                         | II-7         |
| 10.7.1    | Tilbakekjøring . . . . .                          | II-7         |
| 10.8      | Passordbeskyttelse . . . . .                      | II-8         |
| 10.9      | Bruk . . . . .                                    | II-8         |
| 10.10     | Generelle grenser . . . . .                       | II-9         |
| 10.11     | Leddgrenser . . . . .                             | II-11        |
| 10.12     | Grenser . . . . .                                 | II-12        |
| 10.12.1   | Å velge en grense til å konfigurere . . . . .     | II-13        |
| 10.12.2   | 3D-visualisering . . . . .                        | II-14        |
| 10.12.3   | Sikkerhetsplan-konfigurasjon . . . . .            | II-14        |
| 10.12.4   | Verktøygrense-konfigurasjon . . . . .             | II-18        |
| 10.13     | Sikkerhets-I/O . . . . .                          | II-19        |
| 10.13.1   | Inngangssignaler . . . . .                        | II-20        |
| 10.13.2   | Utgangssignaler . . . . .                         | II-21        |
| <b>11</b> | <b>Begynn programmeringen</b>                     | <b>II-23</b> |
| 11.1      | Innledning . . . . .                              | II-23        |
| 11.2      | Komme i gang . . . . .                            | II-23        |
| 11.2.1    | Installere robotarmen og kontrollboksen . . . . . | II-24        |
| 11.2.2    | Slå kontrollboksen av og på . . . . .             | II-24        |
| 11.2.3    | Slå robotarmen av og på . . . . .                 | II-24        |
| 11.2.4    | Hurtigstart . . . . .                             | II-24        |
| 11.2.5    | Det første programmet . . . . .                   | II-25        |
| 11.3      | PolyScope programmeringsgrensesnitt . . . . .     | II-26        |
| 11.4      | Velkomstskjerm . . . . .                          | II-28        |
| 11.5      | Initialiseringsskjerm . . . . .                   | II-29        |
| <b>12</b> | <b>Redigeringsprogrammer på skjermen</b>          | <b>II-31</b> |
| 12.1      | Uttrykksredigeringsprogram på skjermen . . . . .  | II-31        |
| 12.2      | Positur-redigeringsskjerm . . . . .               | II-31        |
| <b>13</b> | <b>Robotkontroll</b>                              | <b>II-35</b> |
| 13.1      | Flytte-kategorien . . . . .                       | II-35        |
| 13.1.1    | Robot . . . . .                                   | II-35        |
| 13.1.2    | Funksjon og verktøyposisjon . . . . .             | II-36        |
| 13.1.3    | Flytt verktøy . . . . .                           | II-36        |
| 13.1.4    | Flytte ledd . . . . .                             | II-36        |
| 13.1.5    | Freedrive . . . . .                               | II-36        |
| 13.2      | I/U-kategori . . . . .                            | II-37        |
| 13.3      | MODBUS-klient I/U . . . . .                       | II-38        |
| 13.4      | Kategorien Autoflytt . . . . .                    | II-38        |
| 13.5      | Installasjon → Last / Lagre . . . . .             | II-40        |
| 13.6      | Installasjon → TCP-konfigurasjon . . . . .        | II-41        |
| 13.6.1    | Legge til, endre og fjerne TCP-er . . . . .       | II-41        |
| 13.6.2    | Standard og aktiv TCP . . . . .                   | II-41        |
| 13.6.3    | Lære TCP-posisjon . . . . .                       | II-42        |

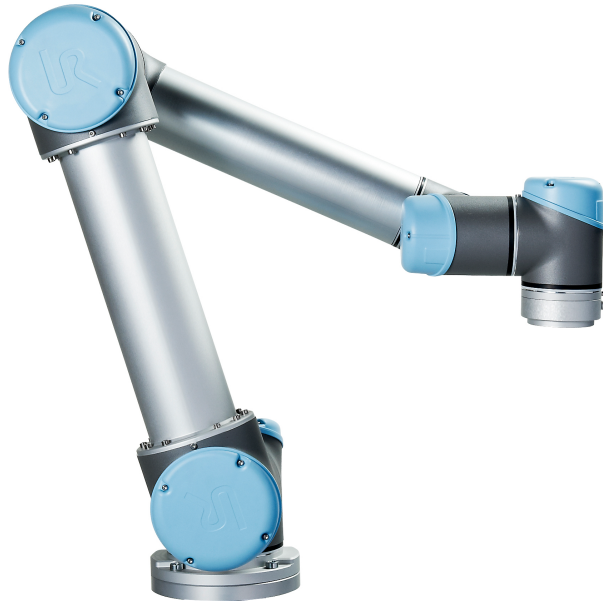
|           |                                                                                 |              |
|-----------|---------------------------------------------------------------------------------|--------------|
| 13.6.4    | Lære TCP-orientering . . . . .                                                  | II-43        |
| 13.6.5    | Nyttelast. . . . .                                                              | II-43        |
| 13.6.6    | Tyngdepunkt . . . . .                                                           | II-43        |
| 13.7      | Installasjon → Montering . . . . .                                              | II-44        |
| 13.8      | Installasjon → I/U-konfigurasjon . . . . .                                      | II-45        |
| 13.8.1    | I/O-signaltype . . . . .                                                        | II-46        |
| 13.8.2    | Tildele brukerdefinerte navn . . . . .                                          | II-46        |
| 13.8.3    | I/O-handlinger og I/O-kategoristyring. . . . .                                  | II-46        |
| 13.9      | Installasjon → Sikkerhet . . . . .                                              | II-46        |
| 13.10     | Installasjon → Variabler . . . . .                                              | II-47        |
| 13.11     | Installasjon → MODBUS-klient I/O oppsett. . . . .                               | II-48        |
| 13.12     | Installasjon → Funksjoner . . . . .                                             | II-51        |
| 13.12.1   | Bruke en funksjon . . . . .                                                     | II-52        |
| 13.12.2   | Nytt punkt . . . . .                                                            | II-53        |
| 13.12.3   | Ny linje . . . . .                                                              | II-54        |
| 13.12.4   | Ny plan . . . . .                                                               | II-55        |
| 13.12.5   | Eksempel: Manuell oppdatering av en funksjon for å justere et program . . . . . | II-56        |
| 13.12.6   | Eksempel: Dynamisk oppdatere en funksjonpositur . . . . .                       | II-57        |
| 13.13     | Konfigurasjon av transportbåndsporing . . . . .                                 | II-58        |
| 13.14     | Installasjon → Standardprogram. . . . .                                         | II-59        |
| 13.14.1   | Laste et standardprogram . . . . .                                              | II-59        |
| 13.14.2   | Starte et standardprogram . . . . .                                             | II-60        |
| 13.14.3   | Auto-initialisering . . . . .                                                   | II-60        |
| 13.15     | Logg-kategorien. . . . .                                                        | II-60        |
| 13.16     | Lasteskjerm . . . . .                                                           | II-61        |
| 13.17     | Kjøre-kategorien. . . . .                                                       | II-63        |
| <b>14</b> | <b>Programmering</b>                                                            | <b>II-65</b> |
| 14.1      | Nytt program. . . . .                                                           | II-65        |
| 14.2      | Program-kategorien . . . . .                                                    | II-66        |
| 14.2.1    | Programtre . . . . .                                                            | II-66        |
| 14.2.2    | Indikasjon av programkjøring . . . . .                                          | II-67        |
| 14.2.3    | Søk-knapp . . . . .                                                             | II-67        |
| 14.2.4    | Angre / gjøre om-knapp . . . . .                                                | II-68        |
| 14.2.5    | Programkontrollpanel . . . . .                                                  | II-68        |
| 14.3      | Variabler . . . . .                                                             | II-69        |
| 14.4      | Kommando: Tom . . . . .                                                         | II-69        |
| 14.5      | Kommando: Flytte . . . . .                                                      | II-70        |
| 14.6      | Kommando: Fast vendepunkt . . . . .                                             | II-73        |
| 14.7      | Kommando: Relative vendepunkt . . . . .                                         | II-78        |
| 14.8      | Kommando: Variabelt vendepunkt . . . . .                                        | II-79        |
| 14.9      | Kommando: Vent . . . . .                                                        | II-80        |
| 14.10     | Kommando: Angi . . . . .                                                        | II-80        |
| 14.11     | Kommando: Pop-up . . . . .                                                      | II-81        |
| 14.12     | Kommando: Stopp . . . . .                                                       | II-82        |
| 14.13     | Kommando: Kommentar . . . . .                                                   | II-82        |
| 14.14     | Kommando: Mappe . . . . .                                                       | II-83        |

|                   |                                                |               |
|-------------------|------------------------------------------------|---------------|
| 14.15             | Kommando: Sløyfe. . . . .                      | II-83         |
| 14.16             | Kommando: Delprogram . . . . .                 | II-84         |
| 14.17             | Kommando: Tilordning . . . . .                 | II-85         |
| 14.18             | Kommando: Hvis . . . . .                       | II-86         |
| 14.19             | Kommando: Skript. . . . .                      | II-87         |
| 14.20             | Kommando: Hendelse . . . . .                   | II-88         |
| 14.21             | Kommando: Tråd . . . . .                       | II-89         |
| 14.22             | Kommando: Skift . . . . .                      | II-89         |
| 14.23             | Kommando: Mønster . . . . .                    | II-90         |
| 14.24             | Kommando: Kraft . . . . .                      | II-91         |
| 14.25             | Kommando: Pall . . . . .                       | II-94         |
| 14.26             | Kommando: Søk. . . . .                         | II-95         |
| 14.27             | Kommando: Transportbåndsporing. . . . .        | II-98         |
| 14.28             | Kommando: Sperre. . . . .                      | II-99         |
| 14.29             | Grafikk-kategorien . . . . .                   | II-99         |
| 14.30             | Struktur-kategori . . . . .                    | II-100        |
| 14.31             | Variabler-kategorien . . . . .                 | II-101        |
| 14.32             | Kommando: Initialisering av variabler. . . . . | II-102        |
| <b>15</b>         | <b>Konfigurasjonsskjerm</b>                    | <b>II-103</b> |
| 15.1              | Språk og enheter . . . . .                     | II-104        |
| 15.2              | Oppdater robot . . . . .                       | II-105        |
| 15.3              | Angi passord . . . . .                         | II-106        |
| 15.4              | Kalibrer skjerm . . . . .                      | II-107        |
| 15.5              | Konfigurer nettverk . . . . .                  | II-107        |
| 15.6              | Angi klokkeslett. . . . .                      | II-108        |
| 15.7              | URCaps-konfigurasjon . . . . .                 | II-109        |
| <b>Ordliste</b>   |                                                | <b>II-111</b> |
| <b>Hovedsiden</b> |                                                | <b>II-113</b> |



# Forord

Gratulerer med kjøpet av din nye Universal Robot, UR5.



Roboten kan programmeres til å bevege et verktøy, og kommunisere med andre maskiner ved hjelp av elektriske signaler. Det er en arm som består av ekstruderte aluminiumsrør og skjøter. Ved hjelp av vårt patenterte programmeringsgrensesnitt, PolyScope, er det enkelt å programmere roboten til å flytte verktøyet langs en ønsket bane.

---

## Hva inneholder kassene

Når du bestiller en komplett robot, får du to kasser. En inneholder robotarmen og følgende elementer er inkludert i den andre:

- Kontrollboks med teach-tillegg;
- Monteringsbrakett for kontrollboksen;
- Monteringshylle for teach-tillegget;
- Nøkkel for å åpne kontrollboksen;
- Strømkabel som er kompatibel med din region;
- Verktøykabel;
- Stylus penn med laser;
- UR-produksjonstestsertifikat;
- Denne håndboken.

## Viktige sikkerhetsanvisninger

Roboten er en *ufullstendig maskin* (se 8.2), og som sådan er en risikovurdering nødvendig for hver installasjon av roboten. Det er spesielt viktig at alle sikkerhetsinstruksjonene i kapittel 1 følges.

---

## Slik leser du denne håndboken

Denne håndboken inneholder instruksjoner for installering og bruk av robot. Den består av følgende deler:

*Maskinvareinstallasjonshåndbok:* Den mekaniske og elektriske installasjonen av roboten.

*Brukerveiledning til PolyScope:* Programmering av roboten.

Denne håndboken er ment for integratoren som er forventet å ha et grunnleggende nivå av mekanisk og elektrisk opplæring. Det er også nyttig, men ikke nødvendig, å bli kjent med elementære begrep rundt programmering. Det kreves ingen spesiell kunnskap om roboter generelt eller universelle roboter spesielt.

---

## Hvor finner man mer informasjon

Støtte-nettsiden (<http://www.universal-robots.com/support>), tilgjengelig for alle UR-distributører, inneholder tilleggsinformasjon, for eksempel:

- Andre språkversjoner av denne håndboken;
- Oppdatert PolyScope-håndbok når PolyScope er oppgradert til en ny versjon.
- *Servicehåndbok* med instruksjoner for feilsøking, vedlikehold og reparasjon av roboten.
- *Skripthåndbok* for avanserte brukere.
- URCAPS hvor egenskaper kan kjøpes.

**Del I**

# **Maskinvareinstallasjonshåndbok**



# 1 Sikkerhet

## 1.1 Innledning

Dette kapitlet inneholder viktig informasjon om sikkerhet, som må bli lest og forstått av integrerer av UR-roboter **før** roboten slås på for første gang.

De første avsnittene i dette kapitlet er mer generelle og de senere avsnittene inneholder mer spesifikke tekniske data som er relevante for å sette opp og programmere roboten.

Det er viktig at alle monteringsanvisningene og veiledningene som gis i andre kapitler og deler av denne håndboken observeres og følges.

Kapittel 2 beskriver og definerer sikkerhetsrelaterte funksjoner særlig relevant for samkjørende applikasjoner. Instruksjoner og veiledning gitt i det kapitlet og i seksjonen 1.7 er spesielt viktige.

Spesiell oppmerksomhet skal vies til tekst knyttet til advarselssymboler.

## 1.2 Gyldighet og ansvar

Informasjonen dekker ikke hvordan en designer, installerer og drifter et komplett robotprogram, og dekker heller ikke alt periferiutstyr som kan påvirke sikkerheten til hele systemet. Det komplette systemet skal være konstruert og installert i samsvar med sikkerhetskrav fastsatt i standarder og forskrifter i landet hvor roboten er installert.

Integratorene av UR-robotene er ansvarlig for at de gjeldende sikkerhetslovene og reglene i det aktuelle landet er observert og at eventuelle vesentlige farer i det komplette bruksområdet til roboten er eliminert.

Dette inkluderer, men er ikke begrenset til:

- Å gjøre en risikovurdering for hele systemet;
- Grensesnitt andre maskiner og ekstra sikkerhetsinnretninger dersom definert av risikovurderingen;
- Sette opp de riktige sikkerhetsinnstillingene i programvaren;
- Sikre at brukeren ikke vil endre noen av sikkerhetstiltakene;
- Valider at det totale systemet er konstruert og installert på riktig måte;
- Spesifiser instruksjoner for bruk;
- Merk robotinstallasjonen med relevante skilt og kontaktinformasjon til integrator;
- Samle all dokumentasjon i en teknisk fil - inkludert risikovurderingen og denne manualen.

Veiledning for hvordan man finner og leser gjeldende standarder og lover finnes på <http://universal-robots.com/support/>

## 1.3 Ansvarsbegrensning

All informasjon gitt i denne håndboken om sikkerhet må ikke tolkes som en garanti fra UR om at industrimanipulatoren ikke vil føre til personskade eller skade selv om alle sikkerhetsinstrukser følges.

## 1.4 Varselssymboler i denne manualen

Tabellen nedenfor definerer bildetekstene med angivelse av farenivåer som brukes i denne håndboken. De samme fareskiltene brukes på produktet.



### **FARE:**

Dette indikerer en overhengende farlig elektrisk situasjon som, hvis den ikke unngås, kan føre til dødsfall eller alvorlig personskade.



### **FARE:**

Dette indikerer en overhengende farlig situasjon som, hvis den ikke unngås, kan føre til dødsfall eller alvorlig personskade.



### **ADVARSEL:**

Dette indikerer en potensielt farlig elektrisk situasjon som, hvis den ikke unngås, kan føre til personskader eller store skader på utstyret.



### **ADVARSEL:**

Dette indikerer en potensielt farlig situasjon som, hvis den ikke unngås, kan føre til personskader eller store skader på utstyret.



### **ADVARSEL:**

Dette indikerer en potensielt farlig varm overflate som, ved berøring, kan føre til personskade.



### **FORSIKTIG:**

Dette indikerer en situasjon som, hvis den ikke unngås, kan føre til skade på utstyret.

## 1.5 Generelle advarsler og forsiktighetsregler

Denne delen inneholder noen generelle advarsler og forsiktighetsregler. Noen av disse er gjentatt eller forklart i ulike deler av håndboken. Andre advarsler og forsiktighetsregler er til stede gjennom hele håndboken.

**FARE:**

Sørg for å installere roboten og alt elektrisk utstyr i henhold til spesifikasjonene og advarslene som finnes i kapitlene 4 og 5.

**ADVARSEL:**

1. Sørg for at robotarmen og verktøyet er godt festet på plass.
2. Sørg for at robotarmen har god plass til å operere fritt.
3. Sørg for at sikkerhetstiltak og/eller parametre for robotkonfigurasjoner har blitt satt opp for å beskytte både programmører, operatører og forbipasserende, som definert i risikovurderingen.
4. Ikke bruk løse klær eller smykker når du jobber med roboten. Pass på at langt hår er knyttet opp når du arbeider med roboten.
5. Bruk aldri roboten hvis den er skadet.
6. Hvis programvaren gir en fatal feil, aktiver umiddelbart nødstop, skriv ned forholdene som førte til feilen, finn tilsvarende feilkoder på logg-skjermen, og ta kontakt med leverandøren.
7. Ikke koble noe sikkerhetsutstyr til normal I/O. Bruk kun sikkerhetsrelaterte grensesnitt.
8. Sørg for å bruke riktig installasjonsinnstillinger (f.eks. robotens monteringsvinkel, vekt på TCP, TCP-forskyvning, sikkerhetskonnfigurasjon). Lagre og laste installasjonsfilen sammen med programmet.
9. Freedrive-funksjonen (impedans/kjøring) skal bare brukes i installasjoner der risikovurderingen tillater det. Verktøy og hindringer skal ikke ha skarpe kanter eller klempunkter. Pass på at alle mennesker holder hoder og ansikter utenfor rekkevidden til roboten.
10. Vær oppmerksom på robotbevegelser ved bruk av læringsdelen.
11. Ikke gå inn i sikkerhetsområdet til roboten eller røre roboten når systemet er i drift.

11. Kollisjoner kan frigjøre store mengder kinetisk energi, som er betydelig større ved store hastigheter og med stor nyttelast. (Kinetisk energi =  $\frac{1}{2}$  Masse · Hastighet<sup>2</sup>)
12. Kombinering av forskjellige maskiner kan øke farene eller opprette nye farer. Alltid foreta en samlet risikovurdering for hele installasjonen. Når ulike ytelsesnivåer for sikkerhets- og nødstop er nødvendig, velg alltid den høyeste ytelsen. Alltid les og forstå håndbøkene for alt utstyr som brukes i installasjonen.
13. Utfør aldri endringer på roboten. En endring kan skape farer som er uforutsett av integratoren. All autorisert remontering skal gjøres i henhold til den nyeste versjonen av alle relevante servicemanualer. UNIVERSAL ROBOTS FRASKRIVER SEG ETHVERT ANSVAR HVIS PRODUKTET ENDRES ELLER MODIFISERES PÅ NOEN MÅTE.
14. Hvis roboten er kjøpt med en ekstra modul (f.eks. euromap67-grensesnitt) finn den modulen i den aktuelle håndboken.


**ADVARSEL:**

1. Roboten og styringsskapet genererer varme under drift. Ikke håndter eller ta borti roboten under drift eller like etter drift. For å kjøle ned roboten, slå av roboten og vent en time.
2. Stikk aldri fingrene bak det interne dekselet på styreenheten.


**FORSIKTIG:**

1. Når roboten er kombinert med eller arbeider med maskiner som er i stand til å skade roboten, så er det sterkt anbefalt å teste alle funksjonene og robotprogrammet separat. Det anbefales å teste robotprogrammet ved hjelp av midlertidige vendepunkter utenfor arbeidsområdet for andre maskiner. Universal Robots kan ikke holdes ansvarlig for eventuelle skader forårsaket på roboten eller annet utstyr på grunn av programmeringsfeil eller feil på roboten.
2. Ikke utsett roboten for permanente magnetfelt. Veldig sterke magnetfelt kan ødelegge roboten.

## 1.6 Tiltent bruk

UR-roboter er industriell og ment for håndtering av verktøy og inventar, eller for behandling eller overføring av komponenter eller produkter. For detaljer om de miljømessige forholdene som roboten skal operere under, se vedlegg B og D.

UR-roboter er utstyrt med spesielle sikkerhetsrelaterte funksjoner, som er bevisst konstruert for samarbeidende operasjon, hvor roboten opererer uten gjerder og / eller sammen med et menneske.

Samarbeidende operasjon er kun beregnet for ikke-skadelige applikasjoner, der den fullstendige applikasjonen, inkludert verktøy, arbeidsdel, hindringer og andre maskiner, ikke utgjør noen betydelige farer i henhold til risikovurderingen av den spesifikke applikasjonen.

Enhver bruk eller bruksområde som avviker fra den tiltente bruken anses å være ulovlig misbruk. Dette inkluderer, men er ikke begrenset til:

- Bruk i potensielt eksplosive miljøer;
- Bruk i medisinske og livskritiske applikasjoner;
- Bruk før du utfører en risikovurdering;
- Bruk der de oppgitte ytelsesnivåene er utilstrekkelig;
- Bruk der reaksjonstiden til sikkerhetsfunksjoner ikke er tilstrekkelig;
- Bruk som et hjelpemiddel for klatring;
- Drift utenfor de tillatte driftsparametrene.

## 1.7 Risikovurdering

En av de viktigste tingene en integrator må gjøre, er å foreta en risikovurdering. I mange land er dette et lovlig krav. Roboten selv er en delvis komplett maskin siden sikkerheten til robotinstallasjonen avhenger av hvordan roboten integreres (Eg. verktøy, hindringer og andre maskiner).

Det anbefales at integratoren bruker ISO 12100 og ISO 10218-2 ved gjennomføring av risikovurderingen. I tillegg kan ansvarlig for integrering velge å bruke Tekniske spesifikasjoner ISO/TS 15066 som supplerende veiledning.

Risikovurderingen som integrerer utfører skal ta for seg alle arbeidsprosedyrer som kan oppstå i løpet av levetiden til robotapplikasjonen, inkludert, men ikke begrenset til:

- Opplæring av robotapplikasjonen under oppsett og utvikling av robotinstallasjonen;
- Feilsøking og vedlikehold,
- Normal drift av robotinstallasjonen.

En risikovurdering må utføres **før** robotarmen slås på for første gang. En del av risikovurderingen utført av integrerer er å identifisere de riktige sikkerhetskonnfigurasjonsinnstillingene, i tillegg til behovet for ekstra nødstopp-knapper og/eller andre sikkerhetstiltak som trengs for den spesifikke robotapplikasjonen.

Identifikasjon av riktige sikkerhetskonnfigurasjons-innstillinger er en spesielt viktig del av å utvikle samkjørende robotapplikasjoner. Se kapittel 2 og del II for detaljert informasjon.

Noen sikkerhetsrelaterte funksjoner er spesielt designet for samkjørende robotapplikasjoner. Disse funksjonene kan konfigureres gjennom sikkerhetskonnfigurasjons-innstillingene og er spesielt relevante når man takler spesifikke former for risiko i risikovurderingen utført av integrerer:

- Begrensning av kraft og effekt: Brukt for å redusere klemmekraft og trykk anvendt av roboten i bevegelsesretningen i tilfelle kollisjoner mellom robot og operatør.
- Begrensning av bevegelsesmengde: Brukt for å redusere høy overførbar energi og kollisjonkraft om kollisjon skulle oppstå mellom operatør og robot, ved å senke hastigheten til roboten.
- Begrensninger for ledd og TCP-posisjon: Spesielt brukt for å redusere risiko i forhold til spesielle kroppsdelar. F.eks. for å unngå bevegelse mot hode og nakke under oppsett og programmering.
- Begrensninger for TCP- and verktøy-orientering: Spesielt brukt for å redusere risiko i forhold til spesielle områder og funksjoner på verktøy og arbeids-del. F.eks. for å unngå at skarpe kanter stikker ut mot operatøren.
- Begrensning av fart: Spesielt brukt for å sikre lav hastighet på robotarmen. F.eks. for å gi mer tid for at operatøren skal kunne unngå kontakt med robotarmen.

Bruk av riktige sikkerhetskonnfigurasjons-innstillinger blir sett på som likestilt med å bolte roboten fast og koble sikkerhetsrelatert utstyr til sikkerhetsrelaterte I/O-er. Integrerer må hindre at uautoriserte personer endrer på sikkerhetsinnstillingene, f.eks. ved å bruke passordbeskyttelse.

Når man vurderer risiko i en samkjørende robotapplikasjon, er det spesielt viktig å gå gjennom:

- Alvorlighetsgrad for individuelle potensielle kollisjoner;
- Sannsynlighetsgrad for at individuelle kollisjoner kan forekomme;
- Mulighet for å unngå individuelle potensielle kollisjoner;

Hvis roboten er installert i en ikke-samkjørende robotapplikasjon hvor farer ikke lett kan elimineres og risiko ikke kan bli tilstrekkelig redusert ved bruk av de innebygde, sikkerhetsrelaterte funksjonene (f.eks. ved bruk av et farlig verktøy), så må risikovurderingen utført av integrerer konkludere med at integrerer må legge til ekstra sikkerhetstiltak (f.eks. en aktivering-enhet for å beskytte integrerer under oppsett og programmering).

Universal Robots har identifisert de potensielle alvorlige farene som er listet opp som farer som må vurderes av integratoren. Merk at andre betydelige farer kan oppstå i en spesifikk robotinstallasjon.

1. Klemming av fingre mellom robotfoten og basen (ledd 0).

2. Klemming av fingre mellom håndledd 1 og håndledd 2 (ledd 3 og ledd 4).
3. Kutt i huden fra skarpe kanter og skarpe punkter på verktøy eller verktøytilkobling.
4. Kutt i huden fra skarpe kanter og skarpe punkter på gjenstander i nærheten av robotbanen.
5. Skader grunnet støt fra roboten.
6. Forstuing eller beinbrudd på grunn av støt mellom en tung nyttelast og en hard overflate.
7. Konsekvenser av løse bolter som holder robotarm eller verktøy.
8. Elementer som faller ut av verktøyet f.eks. på grunn av et dårlig grep eller strømbrudd.
9. Feil på grunn av forskjellige nødstopknapper for forskjellige maskiner.
10. Feil på grunn av uautoriserte endringer til sikkerhetskonsfigurasjonenes parametre.

Informasjon om stopptider og stoppavstander kan finnes i kapittel 2 og vedlegget A.

---

## 1.8 Nødstop

Aktiver nødstopknappen til å umiddelbart stoppe alle robotbevegelser.

Nødstop skal ikke brukes som et risikoreduserende tiltak, men som et sekundært vern.

Risikovurderingen av robot-applikasjonen skal fastslå om flere nødstopknapper må være tilkoblet. Nødstopknappene skal være i samsvar med IEC 60947-5-5, se mer i avsnittet 5.3.2.

---

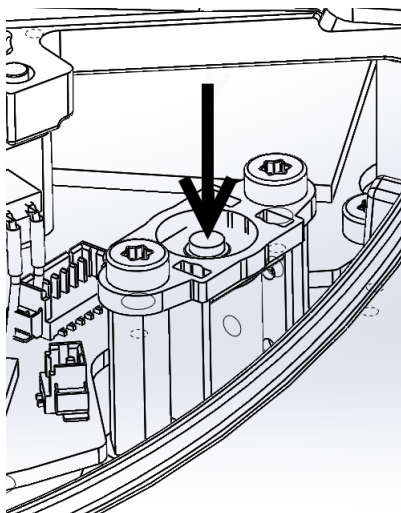
## 1.9 Bevegelse uten motorstrøm

I det usannsynlige tilfelle en nødssituasjon hvor en eller flere robotledd må flyttes og strøm til roboten enten ikke er mulig eller ønskelig, det er to forskjellige måter å fremtvinge bevegelser av robotleddene:

1. Tvunget tilbake-kjøring: Tving et ledd til å bevege seg ved å skyve eller dra robotarmen hardt (500 N). Hver leddbrems har en friksjonskobling som muliggjør bevegelse ved høyt tvunget dreiemoment.
2. Manuell bremsutkobling: Fjern ledd-dekselet ved å fjerne de få M3-skruene som holder det på plass. Slipp bremsen ved å skyve stempelet på den lille elektromagneten som vist i bildet nedenfor.

**ADVARSEL:**

1. Å flytte robotarmen manuelt er bare beregnet på nødsituasjoner, og kan skade leddene.
2. Hvis bremsen frigjøres manuelt, kan gravitasjonskreftene føre til at robotarmen faller. Robotarmen, verktøy og arbeidselement skal alltid støttes opp når bremsen slippes opp.



## 2 Sikkerhetsrelaterte funksjoner og grensesnitt

### 2.1 Innledning

UR-roboter er utstyrt med en rekke innebygde sikkerhetsrelaterte funksjoner samt sikkerhetsrelaterte elektriske grensesnitt for å koble til andre maskiner og ekstra beskyttende enheter. Hver sikkerhetsfunksjon og hvert grensesnitt er overvåket i henhold til EN ISO13849-1:2008 (se kapittel 8 for sertifisering) med ytelsesnivå d (PLd).



#### FARE:

Bruk av parametre for sikkerhetskonnfigurasjoner som ikke samsvarer med de som er definert i risikovurderingen utført av integrerer, kan resultere i fare som ikke er lett å eliminere eller risiko som ikke blir tilstrekkelig redusert.

Se kapittel 10 i del II for konfigurasjon av de sikkerhetsrelaterte funksjonene, inntak og uttak i brukerflaten. Hvordan du kobler sikkerhetsutstyret til det elektriske grensesnittet er beskrevet i kapittel 5.



#### MERK:

1. Bruk og konfigurasjon av sikkerhetsfunksjoner og -brukerflater må gjøres i henhold til risikovurderingen som integrerer utfører for en spesiell robotapplikasjon, se seksjon 1.7 i kapittel 1.
2. Hvis roboten oppdager en feil i sikkerhetssystemet, f.eks. hvis en av kablene i nødstoppkretsen er kuttet, eller en posisjons-sensor er ødelagt, eller en funksjon i forhold til grense eller sikkerhet har blitt brutt, igangsettes et kategori 0-stopp. De verste tilfellene av tidsfeil som kan oppstå når en robot stoppes, står oppført på slutten av dette kapitlet. Denne tiden bør bli tatt med som en del av risikovurderingen utført av integrerer.

Roboten har en rekke sikkerhetsrelaterte funksjoner som kan brukes til å begrense bevegelsen til leddene dens og til robotens *midtpunkt for verktøy* (TCP). TCP er midtpunktet til utgangsslensen i tillegg til robotens TCP-offset.

De begrensende sikkerhetsrelaterte funksjonene er:

| Begrensende sikringsfunksjon | Beskrivelse                                                |
|------------------------------|------------------------------------------------------------|
| Leddposisjon                 | Min. og maks. vinkelledposisjon                            |
| Ledd hastighet               | Maks. vinkelledhastighet                                   |
| TCP-posisjon                 | Planene på kartesisk plass begrenser robotens TCP-stilling |
| TCP-hastighet                | Maks. hastighet til robotens TCP                           |
| TCP-kraft                    | Maks. trykkraft til robotens TCP                           |
| Moment                       | Maks. moment på robotarmen                                 |
| Strøm                        | Maks. anvendt robotarmstrøm                                |

## 2.2 Sikkerhetssystemets stoppetider

Stopptiden til sikkerhetssystemet er tiden fra en feil eller misbruk av en sikkerhetsrelatert funksjon oppstår til roboten har blitt stoppet opp helt og de mekaniske bremsene har blitt engasjert.

Maksimalt antall stopp i tabellen må vurderes om applikasjonens sikkerhet er avhengig av robotens antall stopp. F. eks., hvis en feil hos roboten resulterer i et stopp av en hel fabrikklinje, hvor visse handlinger må skje øyeblikkelig etter stoppet, må maksimalt antall stopp vurderes.

Disse målingene korresponderer til følgende konfigurasjon av roboten:

- Forlengelse: 100 % (robotarmen er fullt horisontalt forlenget).
- Hastighet: Fartsgrensen til TCP i sikkerhetssystemet er stilt inn til den beskrevne grensen.
- Nyttelast: maksimal nyttelast som roboten håndterer som er knyttet til TCP (5 kg).

Den verste stopptiden for stoppekategori<sup>1</sup> 0 i tilfelle brudd på sikkerhetsgrensen eller brukerflatene finnes i følgende tabell.

| TCP-fartsbegrensning | Maksimal stoppe-tid |
|----------------------|---------------------|
| 1.0 m/s              | 450 ms              |
| 1.5 m/s              | 500 ms              |
| 2.0 m/s              | 550 ms              |
| 1.5 m/s              | 600 ms              |
| 3.0 m/s              | 650 ms              |

## 2.3 Begrensende sikkerhetsrelaterte funksjoner

Avansert banekontroll-programvare vil redusere hastigheten eller utstede en programeksekvert stopp hvis roboten nærmer seg en sikkerhetsrangert grense. Overtreddelser av grensene vil derfor bare skje i spesielle tilfeller. Likevel, hvis en grense blir overtrådt, setter sikkerhetssystemet i gang en kategori 0.

<sup>1</sup>Stoppekategorier er i henhold til IEC 60204-1, se ordliste for mer detaljer.

| Begrensende sikringsfunksjon | Riktighet | Deteksjonstid | Verste fall         |              |
|------------------------------|-----------|---------------|---------------------|--------------|
|                              |           |               | De-energiseringstid | Reaksjonstid |
| Leddposisjon                 | 1.15 °    | 100 ms        | 1000 ms             | 1100 ms      |
| Ledd hastighet               | 1.15 °/s  | 250 ms        | 1000 ms             | 1250 ms      |
| TCP-posisjon                 | 20 mm     | 100 ms        | 1000 ms             | 1100 ms      |
| TCP-orientering              | 1.15 °    | 100 ms        | 1000 ms             | 1100 ms      |
| TCP-hastighet                | 50 mm/s   | 250 ms        | 1000 ms             | 1250 ms      |
| TCP-kraft                    | 25 N      | 250 ms        | 1000 ms             | 1250 ms      |
| Moment                       | 3 kg m/s  | 250 ms        | 1000 ms             | 1250 ms      |
| Strøm                        | 10 W      | 250 ms        | 1000 ms             | 1250 ms      |

Systemet anses å være *dempet* når 48 V busspenning når elektrisk potensial under 7,3 V. De-aktiveringstiden er tiden fra en påvisning av en hendelse til systemet har blitt dempet.

**ADVARSEL:**

Det finnes to unntak til kraftbegrensningsfunksjonen som er viktige når man designer arbeidscellen til roboten. Disse er illustrert i figur 2.1. Når roboten strekker seg ut, kan kneleddet gi store krefter i den radikale retningen (vekk fra basen), men samtidig lave hastigheter. På lignende måte kan den korte hevearmen, når verktøyet er nærme basen og beveger seg tangentielt (rundt) basen, forårsake sterke krefter, men også ved lave hastigheter. Klemmeskader kan unngås ved å f.eks. fjerne hindringer i disse områdene, ved å plassere roboten på en annen måte, eller ved å bruke en kombinasjon av sikkerhetsplan og leddgrenser for å fjerne faren ved å hindre at roboten beveger seg inn i dette området av arbeidsplassen.

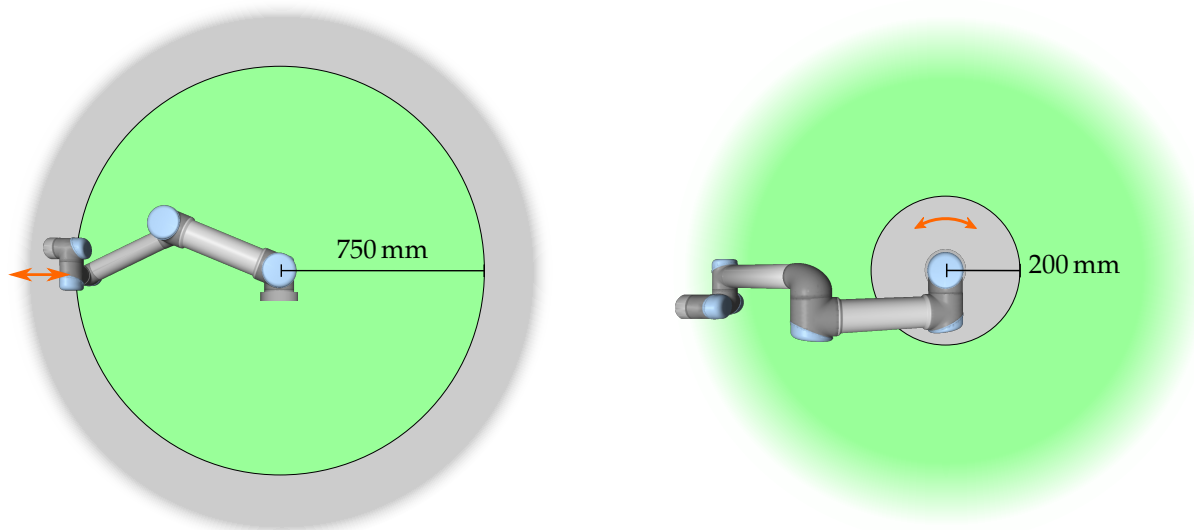
**ADVARSEL:**

Om roboten brukes i manuelle håndopererte applikasjoner med linære bevegelser, må grense for leddhastighet settes til maksimalt 40 grader per sekund for bunn- og skulderledd unntatt hvis en risikoprøve viser at en hastighet på over 40 grader per sekund er akseptabelt. Dette vil forhindre raske bevegelser i robotens albue nær singulariteter.

## 2.4 Sikkerhetsmodi

**Normal og Redusert modus** Sikkerhetssystemet har to konfigurerbare sikkerhetsmodi: *Normal* og *Redusert*. Sikkerhetsgrenser kan konfigureres fra hver av disse to modi. Redusert modus er aktiv når robot-TCP er posisjonert utover et *Trigger redusert modus-plan* eller når det utløses av en sikkerhetsinngang.

Ved siden av *Trigger redusert modus-planer* der grensesettet til normal modus er definert, finnes det et område på 20 mm der grensen til redusert modus er godtatt.



Figur 2.1: Spesielle områder til arbeidsplassen bør få oppmerksomhet angående klemmefare, som følge av robotarmens fysiske egenskaper. Et område defineres for radiale bevegelser, når håndledd 1-leddet er på en avstand på minst 750 mm fra basen til roboten. Det andre området er innen 200 mm fra basen til roboten, når den beveger seg i den tangentielle retningen.

Når redusert modus utløses av en sikkerhetsinngang, godkjennes begge grensesett i 500 ms.

**Gjenopprettingsmodus** Når en sikkerhetsgrense brytes, må sikkerhetssystemet startes på nytt. Hvis systemet er utenfor en sikkerhetsgrense ved oppstart (f.eks. utenfor en leddposisjongrense), trer det inn i en spesiell *gjenopprettingsmodus*. I gjenopprettingsmodus er det ikke mulig å kjøre programmer for roboten, men robotarmen kan flyttes tilbake manuelt innenfor grenser enten ved å bruke *frikjøring*-modus eller ved å bruke flytte-kategorien i PolyScope (se del II av "Brukerveiledning til PolyScope"). Sikkerhetsgrensene til *gjenopprettingsmodus* er:

| Begrensende sikringsfunksjon | Grense    |
|------------------------------|-----------|
| Ledd hastighet               | 30 °/s    |
| TCP-hastighet                | 250 mm/s  |
| TCP-kraft                    | 100 N     |
| Moment                       | 10 kg m/s |
| Strøm                        | 80 W      |

Sikkerhetssystemet utsteder et kategori 0-stopp hvis det vises et brudd på disse grensene.



**ADVARSEL:**

Vær oppmerksom på at grensene til *leddposisjonen*, *TCP-posisjonen*, og *TCP-orienteringen* er deaktivert i gjenopprettingsmodus. Pass på når du flytter robotarmen tilbake innenfor grensene.

## 2.5 Sikkerhetsrelaterte elektriske grensesnitt

Roboten er utstyrt med flere sikkerhetsrelaterte elektriske innganger og utganger. Alle sikkerhetsrelaterte elektriske innganger og utganger er tokenals. De er sikre når signalet er lavt, dvs. nødstoppet er ikke aktivt når signalet er høyt (+24 V).

### 2.5.1 Sikkerhetsrelaterte elektriske innganger

Tabellen nedenfor gir en oversikt over de sikkerhetsrelaterte elektriske inngangene.

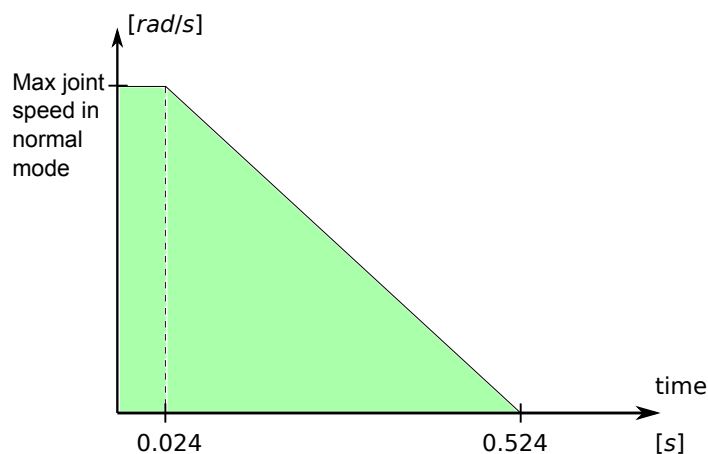
| Sikkerhets-inngang          | Beskrivelse                                                                                                                                                                        |
|-----------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Robotnødstopp               | (Dedikert inngang). Utfører et kategori 1-stopp, som kan videreføres til andre maskiner som bruker <i>systemnødstopp</i> -utgangen når konfigurert.                                |
| Nødstoppknapp               | (Læringsdelknapp). Utfører et kategori 1-stopp, som kan videreføres til andre maskiner som bruker <i>systemnødstopp</i> -utgangen når konfigurert.                                 |
| Systemnødstopp              | (Konfigurerbar inngang). Utfører et kategori 1-stopp. Dette signalet vil ikke bli videresendt til andre maskiner via <i>systemnødstopp</i> -utgangen, slik at man unngår vranglås. |
| Vernestopp                  | (Dedikert inngang). Utfører et kategori 2-stopp.                                                                                                                                   |
| Beskyttende tilbakestilling | (Konfigurerbar inngang). Gjenopptar roboten fra en <i>vernestopp</i> -tilstand, når en kant på beskyttende tilbakestilling-inngang oppstår.                                        |
| Redusert modus              | (Konfigurerbar inngang). Sikkerhetssystemoverganger til grensene til <i>redusert</i> modus.                                                                                        |
| 3-posisjonsskifte           | (Konfigurerbar inngang). Fungerer som et stoppe-vern når tilførsel i operasjonsmodus er høy.                                                                                       |
| Operasjonsmodus             | (Konfigurerbar inngang). Operasjonsmodus for å bruke når en 3-posisjons aktiveringsenhet er konfigurert.                                                                           |

Kategori 1 og 2-stopp bremser roboten med driftsstrømmer på, noe som lar roboten stoppe uten å avvike fra sin gjeldende bane.

**Overvåking av sikkerhetsinnganger** Kategori 1 og 2-stopp blir overvåket av sikkerhetssystemet på følgende måte:

1. Sikkerhetssystemet overvåker at bremsen starter innen 24 ms, se figur 2.2.
2. Hvis et ledd beveger seg, overvåkes hastigheten slik at den aldri er høyere enn hastigheten som er tilegnet ved å konstant bremse fra den maksimale leddhastighetsgrensen for *Normal* modus til 0 rad/s på 500 ms.
3. Hvis et ledd hviler (leddhastighet er mindre enn 0,2 rad/s), overvåkes det slik at det ikke beveger seg mer enn 0,05 rad fra posisjonen det hadde når hastigheten ble målt under 0,2 rad/s.

I tillegg vil systemet overvåke ved kategori 1 stopp, at robotarmen er i ro, og at strøm er avslått innen 600 ms. Videre, etter en vernestans, kan robotarmen kun begynne å bevege seg igjen etter at det oppstår en suksessfull gjenoppretting på



Figur 2.2: Det grønne området under rampen er de tillatte hastigheten for leddet i løpet av bremsing. På tidspunkt 0 oppdages en hendelse (nødstopp eller vernestopp) på sikkerhetsprosessoren. Bremsing begynner etter 24 ms.

kanten av sikkerhetsvernet. Hvis noen av de ovennevnte kriteriene ikke blir oppfylt, utsteder sikkerhetssystemet et kategori 0-stopp.

En overgang til *Redusert* modus blir utløst av signalmodusen for redusering og overvåkes som følger:

1. Sikkerhetssystemet aksepterer både *Normal* og *Redusert* modus grenseverdier sett for 500 ms etter at inngangsmodus for redusering utløses.
2. Etter 500 ms vil bare *Redusert* modusgrenser være i kraft.

Hvis noen av de ovennevnte kriteriene ikke blir oppfylt, utsteder sikkerhetssystemet et kategori 0-stopp.

Et kategori 0-stopp blir utført av sikkerhetssystemet med resultatene beskrevet i tabellen nedenfor. Reaksjonstidene i verste fall er tidspunktet for å stoppe og for å *de-energisere* (slippe ut et elektrisk potensial under 7,3 V) en robot som kjører på full hastighet og nyttelast.

| Funksjon for sikkerhets-inngang | Verste fall   |                     |              |
|---------------------------------|---------------|---------------------|--------------|
|                                 | Deteksjonstid | De-energiseringstid | Reaksjonstid |
| Robotnødstopp                   | 250 ms        | 1000 ms             | 1250 ms      |
| Nødstoppknapp                   | 250 ms        | 1000 ms             | 1250 ms      |
| Systemnødstopp                  | 250 ms        | 1000 ms             | 1250 ms      |
| Vernestopp                      | 250 ms        | 1000 ms             | 1250 ms      |

## 2.5.2 Sikkerhetsrelaterte elektriske utganger

Tabellen nedenfor gir en oversikt over de sikkerhetsrelaterte elektriske inngangene:

## 2.5 Sikkerhetsrelaterte elektriske grensesnitt

| Sikkerhetsutganger  | Beskrivelse                                                                                                                      |
|---------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Systemnødstop       | Aktiv når <i>robotens nødstop</i> -tilførsel er aktiv eller nødstopknappen blir trykket.                                         |
| Roboten beveges     | Mens signalet er inaktivt, beveges ingen enkelt ledd av robotarmen mer enn 0,1 rad.                                              |
| Robot stopper ikke  | Inaktiv når roboten har stoppet eller er i ferd med å stoppe på grunn av et nødstop eller vernestans. Ellers vil den være aktiv. |
| Redusert modus      | Aktiv når sikkerhetssystemet er i <i>reduert</i> modus.                                                                          |
| Ikke redusert modus | <i>Redusert modus</i> -utgang krenket.                                                                                           |

Hvis en sikkerhetsutgang ikke er riktig innstilt, utsteder sikkerhetssystemet et kategori 0-stop, med følgende verste tilfelles reaksjonstider:

| Sikkerhetsutganger  | Verste falls reaksjonstid |
|---------------------|---------------------------|
| Systemnødstop       | 1100 ms                   |
| Roboten beveges     | 1100 ms                   |
| Robot stopper ikke  | 1100 ms                   |
| Redusert modus      | 1100 ms                   |
| Ikke redusert modus | 1100 ms                   |



### 3 Transport

Transporter roboten i originalemballasjen. Lagre emballasjen på et tørt sted, du kan ha behov for å pakke ned og flytte roboten senere.

Løft begge rørene til robotarmen samtidig når du flytter den fra emballasjen til installasjonsstedet. Hold roboten på plass inntil alle festeskruene er skrudd fast på undersiden av roboten.

Kontrollboksen skal løftes etter håndtaket.



#### ADVARSEL:

1. Sørg for ikke å overbelaste rygg eller andre kroppsdelar når utstyret løftes. Bruk egnet løfteutstyr. Alle regionale og nasjonale retningslinjer for løfting skal følges. Universal Robots kan ikke holdes ansvarlig for eventuelle skader som skyldes transport av utstyret.
2. Sørg for å montere roboten i henhold til monteringsinstruksjonene i kapittel 4.



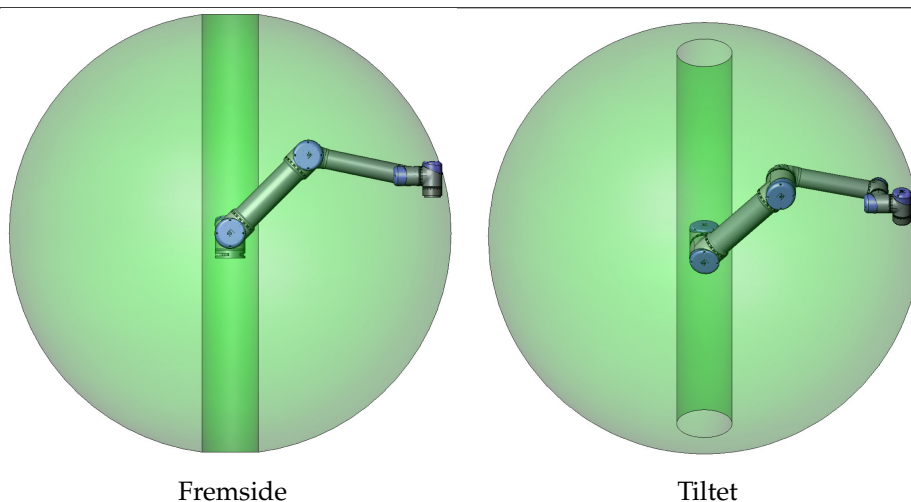
## 4 Mekanisk grensesnitt

### 4.1 Innledning

Den neste delen beskriver grunnleggende om montering av de ulike delene av robotsystemet. Vær oppmerksom på instruksene om elektrisk installasjon i kapittel 5.

### 4.2 Arbeidsområdet til roboten

Arbeidsområdet til UR5 roboten strekker seg 850 mm fra baseleddet. Det er viktig å hensyn til det sylindriske volumet direkte over og under robotbasen når man velger monteringssted for roboten. Å flytte verktøyet nær det sylindriske volumet bør unngås hvis det er mulig, fordi det fører til at leddene beveger seg raskt selv om verktøyet beveger seg sakte, som fører til at roboten jobber ineffektivt og at gjennomføring av risikovurderingen blir vanskelig.



### 4.3 Montering

**Robotarm** Robotarmen er montert med fire M8-bolter, ved hjelp av de fire 8.5 mm-hullene på basen. Det anbefales å stramme disse boltene med 20 N m dreiemoment. Dersom svært nøyaktig posisjonering av robotarmen er ønsket, er to Ø8 hull gitt for anvendelse med en nål. Dessuten kan et nøyaktig basemotstykk kjøpes som et tilbehør. Figuren 4.1 viser hvor du skal bore hull og montere skruene.

Monter roboten på et solid underlag sterk nok til å motstå minst ti ganger den fulle dreiemoment på baseleddet og minst fem ganger vekten av robotarmen. Videre skal overflaten være vibrasjonsfri.

Dersom roboten er montert på en lineær akse eller en plattform i bevegelse, skal akselerasjonen av den bevegelige monteringssokkelen være meget lavt. En høy akselerasjon kan føre til at roboten stopper, som om den kom borti noe.


**FARE:**

Sørg for at robotarmen er riktig og forsvarlig boltet på plass. Monteringsoverflaten skal være solid.


**FORSIKTIG:**

Hvis roboten nedsenkes i vann over en lengre tidsperiode kan den ta skade. Roboten skal ikke være montert i vann eller i et vått miljø.

**Verktøy** Robotens verktøyflens har fire M6-gjengehull for å feste et verktøy til roboten. M6-boltene må strammes med 9 N m. Dersom svært nøyaktig posisjonering av verktøyet er ønsket, er Ø6 hull gitt for anvendelse med en nål. Figuren 4.2 viser hvor du skal bore hull og montere skruene.


**FARE:**

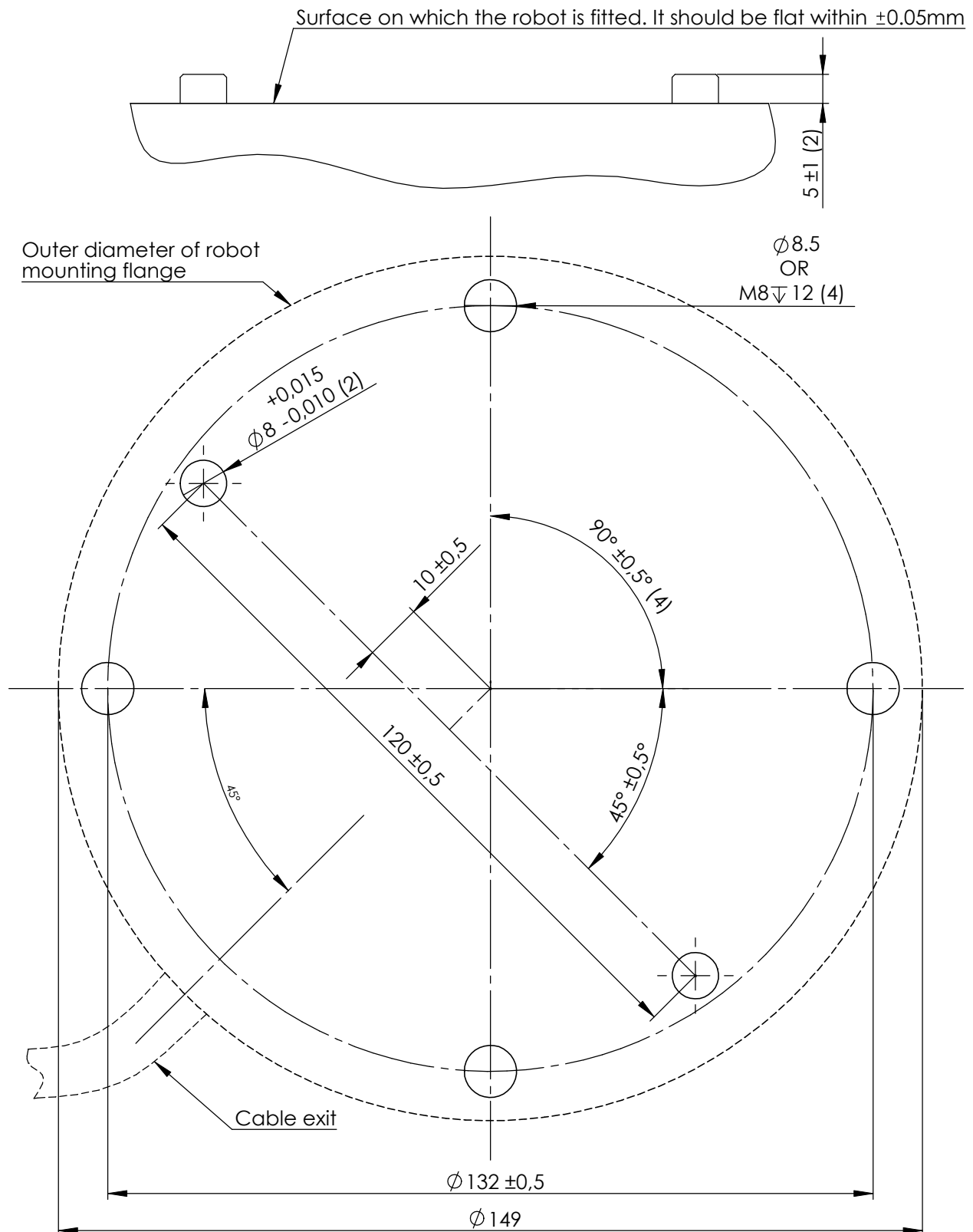
1. Pass på at verktøyet er riktig og forsvarlig boltet på plass.
2. Sørg for at verktøyet er konstruert slik at det ikke kan oppstå farlige situasjoner ved å slippe en del uventet.

**Kontrollboks** Kontrollboksen kan henges på en vegg, eller den kan plasseres på bakken. En klaring på 50 mm på hver side er nødvendig for å gi tilstrekkelig luftmengde. Ekstra braketter for montering kan kjøpes.

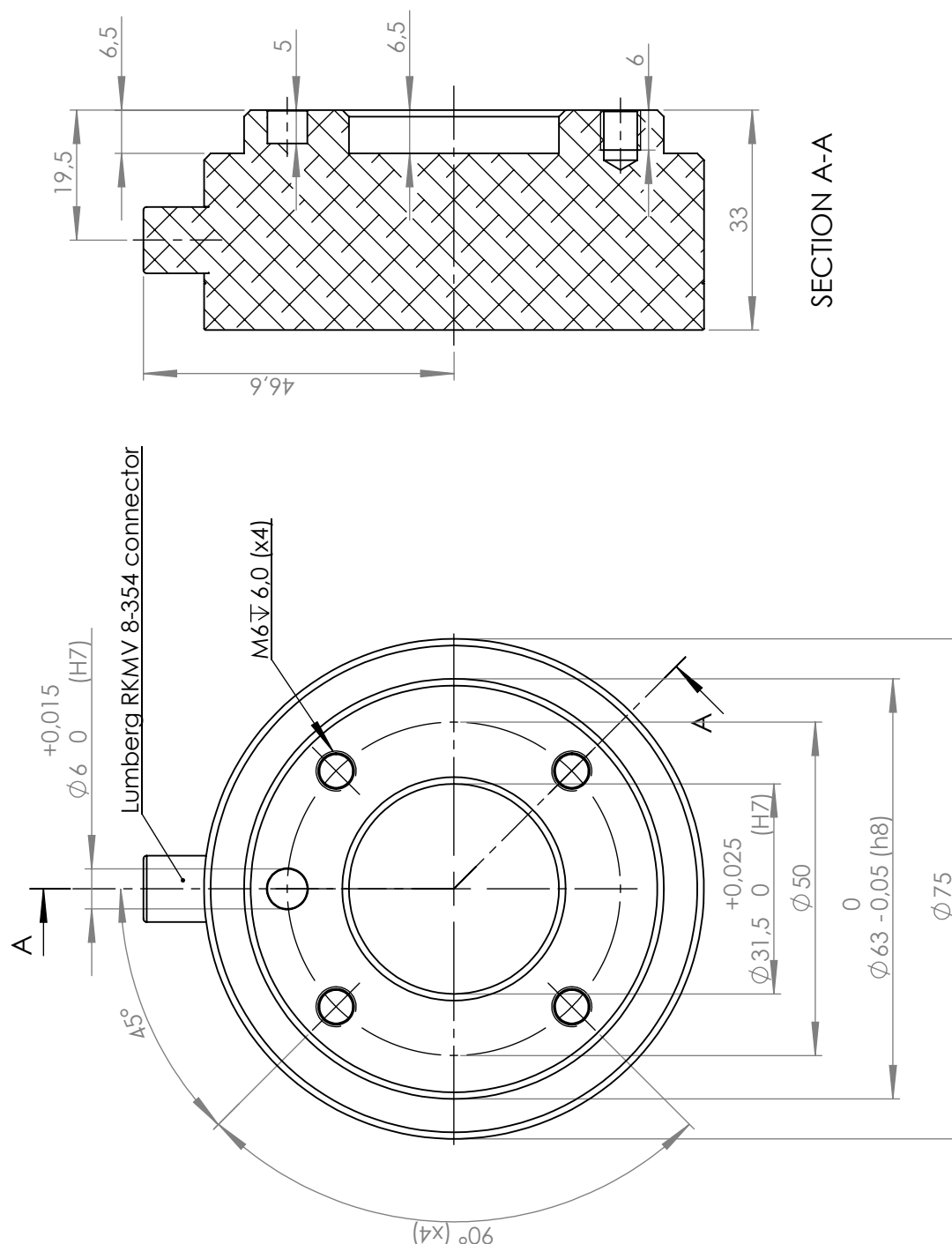
**Teach-tillegg** Teach-tillegget kan henges på veggen eller på kontrollboksen. Ekstra braketter for montering for Teach-tillegget kan kjøpes. Pass på at ingen kan snuble i kabelen.


**FARE:**

1. Kontroller at kontrollboksen, Teach-tillegget og kablene ikke kommer i kontakt med væske. En våt kontrollboks kan føre til dødsfall.
2. Kontrollboksen og Tech-tillegget må ikke utsettes for støvete eller våte miljøer som overskrider beskyttelsesklasse IP20. Vær spesielt oppmerksom på miljøer med ledende støv.



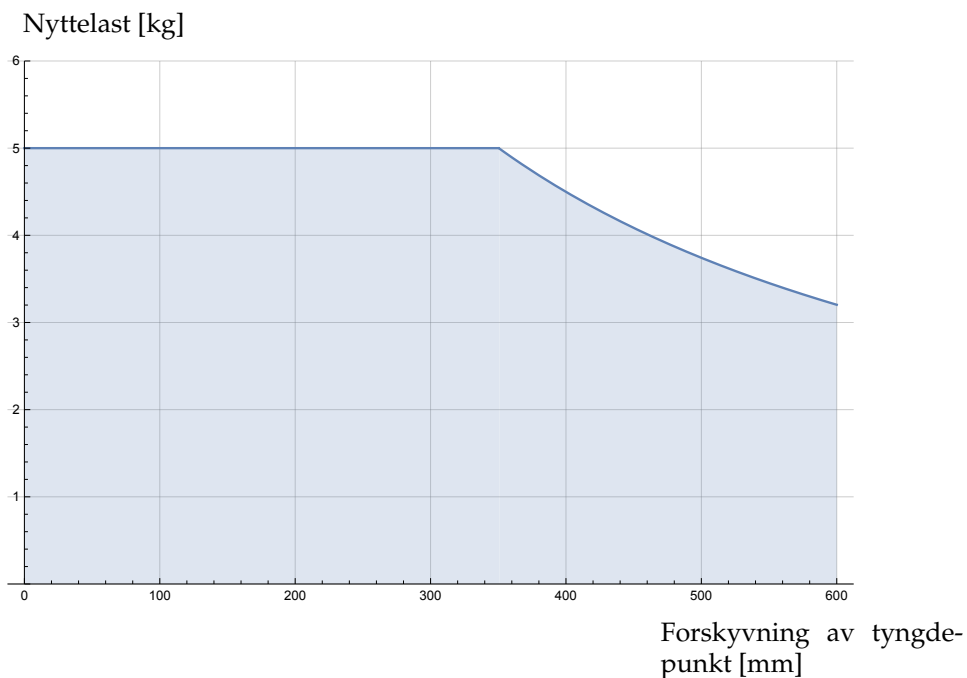
Figur 4.1: Hull for montering av roboten. Bruk fire M8-bolter. Alle mål er i mm.



Figur 4.2: Verktøyutgangsflens, ISO 9409-1-50-4-M6. Dette er hvor verktøyet monteres på tuppen av roboten. Alle mål er i mm.

## 4.4 Maksimal nyttelast

Maksimal tillatt nyttelast for robotarmen er avhengig av *forskyvningen av tyngdepunktet*, se figur 4.3. Forskyvningen av tyngdepunktet er definert som avstanden mellom verktøyutgangsfleisens midtpunkt og tyngdepunktet.



Figur 4.3: Forholdet mellom maksimal tillatt nyttelast og forskyvningen av tyngdepunktet.



## 5 Elektrisk grensesnitt

### 5.1 Innledning

Dette kapitlet beskriver alle de elektriske grensesnittene til robotarmen og kontrollboksen.

De ulike grensesnittene deles inn i fem grupper med ulike formål og egenskaper:

- I/O for styreenhet
- Verktøy-I/U
- Ethernet
- Strømtilkobling
- Robottilkobling

Uttrykket "I/O" viser både til digitale og analoge kontrollsignaler som går fra eller til et grensesnitt.

Disse fem gruppene er beskrevet i følgende avsnitt. Det gis eksempler for de fleste typer I/O.

Vær oppmerksom på advarslene i følgende avsnitt, som er relevante for alle fem gruppene.

### 5.2 Elektriske advarsler

Man må være oppmerksom på de følgende advarslene når en robotapplikasjon lages og installeres. Advarslene gjelder også for vedlikeholdsarbeid.



#### FARE:

1. Koble aldri sikkerhetssignaler til en PLC som ikke er en sikkerhets-PLC med riktig sikkerhetsnivå. Hvis advarselen ikke blir fulgt, kan det medføre alvorlig skade eller død, etter som én av sikkerhetsstoppfunksjonene kan bli overstyrt. Det er viktig å holde grensesnittsignaler for sikkerhet separert fra de normale I/O-grensesnittsignalene.
2. Alle sikkerhetsrelaterte signaler er konstruert overflødig (to uavhengige kanaler). Hold de to kanalene separat, slik at ikke en enkel feil kan lede til tap av sikkerhetsfunksjonen.
3. Enkelte I/O-er på innsiden av kontrollboksen kan bli konfigurert for enten normal eller sikkerhetsrelatert I/O. Les og forstå hele avsnittet 5.3.


**FARE:**

1. Sørg for at alt utstyr ikke vurdert for vanneksposering forblir tørt. Hvis vann kommer inn i produktet, lås og merk ut strømmen og ta deretter kontakt med leverandøren.
2. Bruk kun originalkablene som følger med roboten. Ikke bruk roboten i bruksområder hvor kablene vil bli utsatt for flexing. Kontakt din leverandør dersom lengre eller fleksible kabler er nødvendig.
3. Minuskoblinger henvises til som "GND" og kobles til skjoldet til roboten og kontrollboksen. Alle nevnte GND-koblinger er kun for tilføring av strøm og signalisering. For PE (vernejordning), bruk M6-skrueforbindelsene som er merket med jord-symboler på innsiden av kontrollboksen. Jordlederen skal minst ha kapasiteten til den høyeste strømmen i systemet.
4. Vis hensyn når du installerer grensesnittkablene til robotens I/O. Metallplaten i bunnen er beregnet for kabler og kontakter. Fjern platen før hullene bores opp. Sørg for at all metall-spon blir fjernet før du setter på plass platen. Husk å bruke riktige kabelnippelstørrelser.


**FORSIKTIG:**

1. Roboten har blitt testet i henhold til internasjonale IEC-standarder for EMC (elektromagnetisk kompatibilitet). Forstyrning av signaler med nivåer høyere enn de som er definert i de spesifikke IEC-standardene kan føre til uventet oppførsel av roboten. Veldig høye signalnivåer eller overdreven eksponering kan skade roboten permanent. EMC-problemer er funnet å skje vanligvis i sveiseprosesser og blir normalt varslet med feilmeldinger i loggen. Universal Robots kan ikke holdes ansvarlig for eventuelle skader forårsaket av EMC-problemer.
2. I/O-kablene som går fra kontrollboksen til annet maskineri og fabrikkutstyr kan ikke være lengre enn 30 m, hvis ikke utvidede tester utføres.

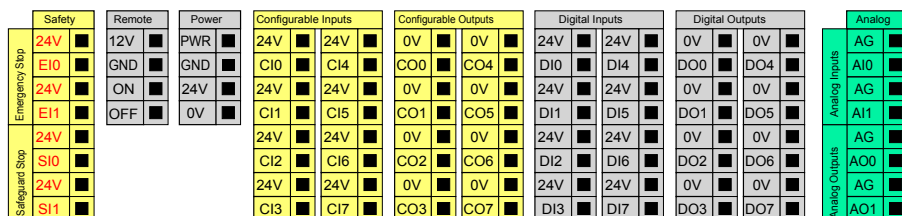

**MERK:**

Alle spenninger og strømmer er i DC (direkte strøm) hvis ikke annet er spesifisert.

## 5.3 I/O for styreenhet

Dette kapittelet forklarer hvordan man kobler til utstyret til I/O på innsiden av kontrollboksen. Denne I/O er utrolig fleksibel og kan brukes for en rekke ulikt utstyr; inkludert pneumatiske releer, PLC-er og nødstopknapper.

Illustrasjonen under viser oppsettet til det elektriske grensesnittet på innsiden av kontrollboksen.



Vær oppmerksom på hva de ulike fargene betyr, se under.

|                      |                              |
|----------------------|------------------------------|
| Gul med rød tekst    | Dedikerte sikkerhetssignaler |
| Gul med sort tekst   | Konfigurerbar for sikkerhet  |
| Grå med sort tekst   | Generell digital I/O         |
| Grønn med sort tekst | Generell analog I/O          |

Den "konfigurerbare" I/O kan konfigureres som enten sikkerhetsrelatert I/O eller generell I/O i GUI. Se mer i del II.

I følgende underavsnitt beskrives det hvordan du bruker den digitale I/O. Vær oppmerksom på avsnittet som beskriver de vanlige spesifikasjoner.

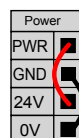
### 5.3.1 Vanlige spesifikasjoner for alle digitale I/O

Dette avsnittet definerer elektriske spesifikasjoner for følgende 24 V digital I/O til kontrollboksen.

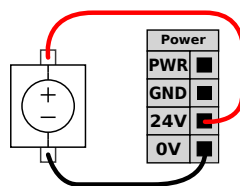
- Sikkerhets-I/O.
- Konfigurerbar I/O.
- Generell I/O.

Det er veldig viktig at UR-roboter installeres i henhold til de elektriske spesifikasjonene, som er de samme for alle de tre ulike inngangene.

Det er mulig å drive den digitale I/O fra en internt 24 V strømforsyning eller fra en ekstern strømkilde ved å konfigurere terminalblokken som heter "strøm". Denne blokken består av fire terminaler. De to øverste (PWR og GND) er 24 V og jordet fra den interne 24 V-strømforsyningen. De to nedre terminalene (24 V og 0 V) i blokken er 24 V-inngangene for å forsyne I/O med strøm. Standardkonfigurasjon bruker den interne strømforsyningen, se nedenfor.



Hvis mer spenning kreves, kan en ekstern strømforsyning kobles til som vist nedenfor.



De elektriske spesifikasjonene for både den interne og en ekstern strømforsyning vises nedenfor.

| Terminaler                           | Parametre | Min. | Type | Maks. | Enhet |
|--------------------------------------|-----------|------|------|-------|-------|
| <i>Intern 24 V strømforsyning</i>    |           |      |      |       |       |
| [PWR - GND]                          | Spenning  | 23   | 24   | 25    | V     |
| [PWR - GND]                          | Strøm     | 0    | -    | 2     | A     |
| <i>Krav til ekstern 24 V inngang</i> |           |      |      |       |       |
| [24 V - 0 V]                         | Spenning  | 20   | 24   | 29    | V     |
| [24 V - 0 V]                         | Strøm     | 0    | -    | 6     | A     |

Den digitale I/O er konstruert i samsvar med IEC 61131-2. De elektriske spesifikasjonene vises nedenfor.

| Terminaler                | Parametre       | Min. | Type | Maks. | Enhet |
|---------------------------|-----------------|------|------|-------|-------|
| <i>Digitale utganger</i>  |                 |      |      |       |       |
| [COx / DOx]               | Strøm           | 0    | -    | 1     | A     |
| [COx / DOx]               | Spenningsfall   | 0    | -    | 0,5   | V     |
| [COx / DOx]               | Lekkasjestrøm   | 0    | -    | 0,1   | mA    |
| [COx / DOx]               | Funksjon        | -    | PNP  | -     | Type  |
| [COx / DOx]               | IEC 61131-2     | -    | 1A   | -     | Type  |
| <i>Digitale innganger</i> |                 |      |      |       |       |
| [EIx/SIx/CIx/DIx]         | Spenning        | -3   | -    | 30    | V     |
| [EIx/SIx/CIx/DIx]         | AV-region       | -3   | -    | 5     | V     |
| [EIx/SIx/CIx/DIx]         | PÅ-region       | 11   | -    | 30    | V     |
| [EIx/SIx/CIx/DIx]         | Strøm (11-30 V) | 2    | -    | 15    | mA    |
| [EIx/SIx/CIx/DIx]         | Funksjon        | -    | PNP  | -     | Type  |
| [EIx/SIx/CIx/DIx]         | IEC 61131-2     | -    | 3    | -     | Type  |


**MERK:**

Ordet “konfigurerbart” brukes for I/O som kan konfigureres som enten en sikkerhetsrelatert I/O eller normal I/O. Dette er de gule terminalene med sort tekst.

### 5.3.2 Sikkerhets-I/O

Dette avsnittet beskriver de bestemte sikkerhetsinngangene (gul terminal med rød tekst) og den konfigurerbare I/O (gule terminaler med sort tekst) når de konfigureres som sikkerhets-I/O. Vær oppmerksom på de vanlige spesifikasjonene i avsnitt 5.3.1.

Sikkerhetsenheter og -utstyr må installeres i henhold til sikkerhetsinstruksene og risikovurderingen, se kapittel 1.

Alle sikkerhets-I/O er parvise (overflødige) og må beholdes som to separate grener. Én enkel feil skal ikke føre til at sikkerhetsfunksjonen går tapt.

De to permanente sikkerhetsinngangene er Robotnødstop og Vernestopp. Robotnødstop-inngangen er kun for nødstopputstyr. Vernestopp-inngangen er for alle typer sikkerhetsrelatert beskyttelsesutstyr. De funksjonelle ulikhetene vises nedenfor.

|                                                         | Nødstop              | Vernestopp               |
|---------------------------------------------------------|----------------------|--------------------------|
| Robot slutter å bevege seg                              | Ja                   | Ja                       |
| Programkjøring                                          | Stopper              | Stopper midlertidig      |
| Robotstrøm                                              | Av                   | På                       |
| Tilbakestill                                            | Manuell              | Automatisk eller manuell |
| Brukshyppighet                                          | Sjelden              | Hver syklus til sjelden  |
| Krever gjenoppstart                                     | Kun bremsefrigivelse | Nei                      |
| Stoppkategori (IEC-60204-1)                             | 1                    | 2                        |
| Utførelsesnivå på<br>overvåkningsfunksjon (ISO 13849-1) | PLd                  | PLd                      |

Det er mulig å bruke den konfigurerbare I/O for å stille inn ytterligere sikkerhets-I/O-funksjonalitet, f.eks. nødstopputgang. Man kan konfigurere et sett av konfigurerbare I/O for sikkerhetsfunksjoner ved hjelp av GUI, se del II.

Noen eksempler på hvordan man bruker sikkerhets-I/O vises i følgende underavsnitt.

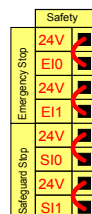


#### FARE:

1. Koble aldri sikkerhetssignaler til en PLC som ikke er en sikkerhets-PLC med riktig sikkerhetsnivå. Hvis advarselen ikke blir fulgt, kan det medføre alvorlig skade eller død, etter som én av sikkerhetsstoppfunksjonene kan bli overstyrt. Det er viktig å holde grensesnittsignaler for sikkerhet separert fra de normale I/O-grensesnittsignalene.
2. Alle sikkerhetsrelaterte I/O er konstruert overflødig (to uavhengige kanaler). Hold de to kanalene separat, slik at ikke en enkel feil kan lede til tap av sikkerhetsfunksjonen.
3. Sikkerhetsfunksjoner må verifiseres før du tar roboten i bruk. Sikkerhetsfunksjoner må testes regelmessig.
4. Robotinstallasjonen skal være i samsvar med disse spesifikasjonene. Unnlattelse av å gjøre dette kan føre til alvorlig personskade eller død siden sikkerhetsstoppfunksjonen kan overstyres.

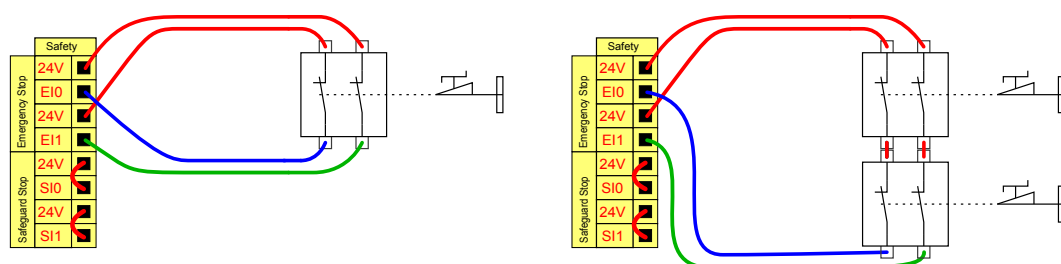
### 5.3.2.1 Standard sikkerhetskonfigurasjon

Roboten leveres med en standardkonfigurasjon som muliggjør bruk uten ytterligere sikkerhetsutstyr, se illustrasjon under.



### 5.3.2.2 Koble til nødstoppeknapper

I de fleste applikasjoner kreves det å bruke én eller flere ekstra nødstoppeknapper. Illustrasjonen under viser hvordan én eller flere nødstoppeknapper kan kobles til.



### 5.3.2.3 Dele nødstoppe med andre maskiner

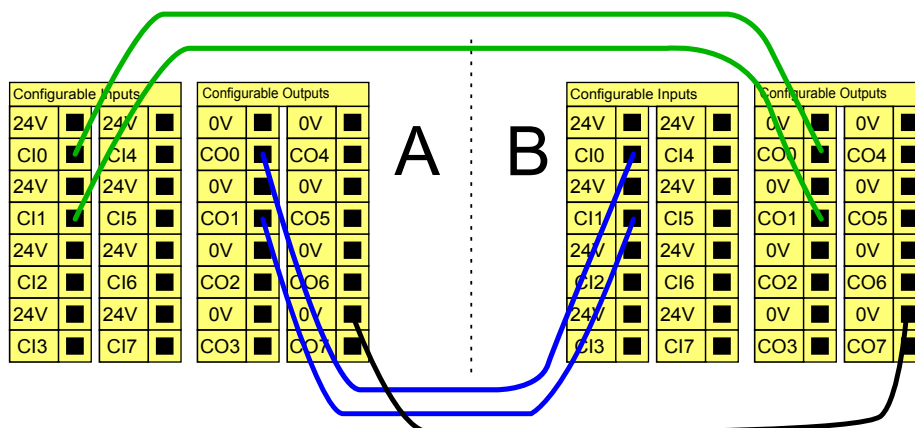
Ofte vil man sette opp inn en felles nødstoppsikring når roboten brukes sammen med andre maskiner. Ved å gjøre dette trenger ikke operatøren å tenke på hvilke nødstoppeknapper som må brukes.

Robotnødstopp-inngangen kan ikke brukes til deling, ettersom begge maskinene kommer til å vente på at den andre slutter å være i nødstopptilstand.

For å kunne dele nødstoppfunksjonen med andre maskiner, må de følgende konfigurerbare I/O-funksjonene konfigureres gjennom GUI.

- Konfigurerbart inngangspar: Ekstern nødstoppe.
- Konfigurerbart utgangspar: Systemnødstoppe.

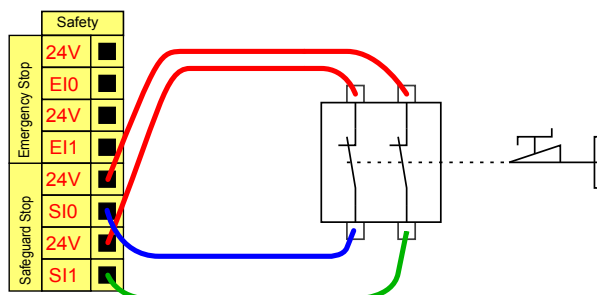
Illustrasjonen under viser hvordan to UR-roboter deler sine nødstoppfunksjoner. I dette eksempelet er de konfigurerte I/O-ene som brukes "CI0-CI1" og "CO0-CO1".



Hvis mer enn to UR-roboter eller andre maskiner må kobles til, behøves en sikkerhets-PLC for å kontrollere nødstoppsignalene.

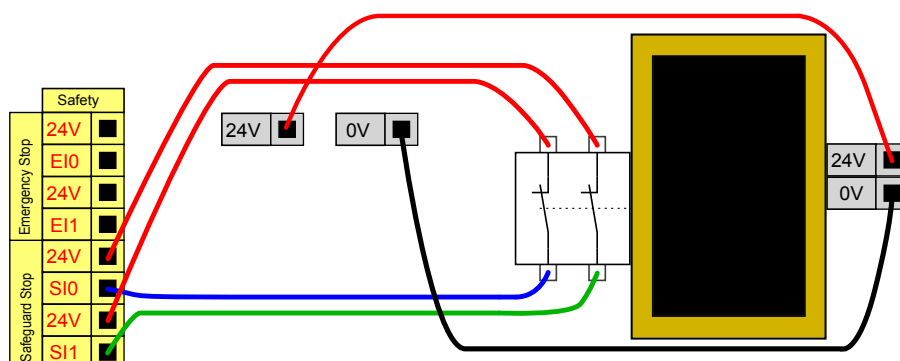
#### 5.3.2.4 Vernestopp med automatisk gjenopptakelse

Et eksempel på en grunnleggende vernestoppenhets er en dørbryter der roboten stopper når en dør åpnes, se illustrasjon under.



Denne funksjonen er kun beregnet for applikasjoner der operatøren ikke kan gå gjennom døren og lukke den bak seg. Den konfigurerbare I/O kan brukes for å sette opp en tilbakestillingsknapp utenfor døren, som kan reaktivere robotens bevegelse.

Et annet eksempel der automatisk gjenopptakelse kan være passende, er ved bruk av en sikkerhetsmatte eller en sikkerhetsrelatert laserskanner, se under.

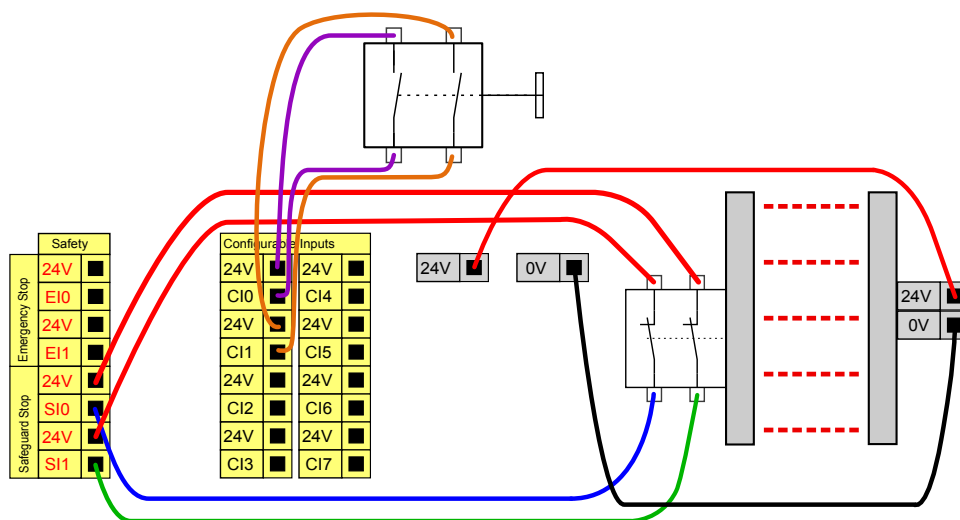


#### FARE:

1. Roboten gjenopptar bevegelse automatisk når vernesignalet gjenopprettes. Ikke bruk denne konfigurasjonen hvis signalet kan gjenopprettes fra innsiden av sikkerhetsperimeteret.

#### 5.3.2.5 Vernestopp med nullstillingsknapp

Hvis vernegrensesnittet brukes for å koble sammen en lysgardin, er en tilbakestilling utenfor sikkerhetsperimeteret påkrevd. Tilbakestillingsknappen må være en type med to kanaler. I dette eksempelet er I/O som er konfigurert for tilbakestilling "CI0-CI1", se under.



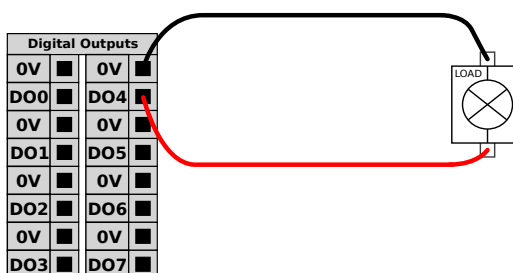
### 5.3.3 Generell digital I/O

Dette avsnittet beskriver generelle 24 V I/O (grå terminaler) og den konfigurerbare I/O (gule terminaler med sort tekst) når de ikke er konfigurert som sikkerhets-I/O. Vær oppmerksom på de vanlige spesifikasjonene i avsnitt 5.3.1.

Generell I/O kan brukes for å kjøre utstyr som pneumatiske releer direkte eller for kommunikasjon med andre PLC-systemer. Alle digitale utganger kan deaktiveres automatisk når programkjøring stoppes, se mer i del II. I denne modusen er utgangen alltid lav når et program ikke kjører. Eksempler vises i følgende underavsnitt. Dette eksemplet bruker vanlige digitale utganger, men alle konfigurerbare utganger kan også blir brukt om de ikke er konfigurert til å utføre en sikkerhetsfunksjon.

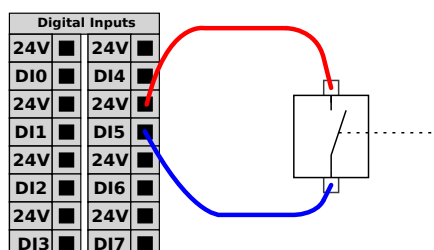
#### 5.3.3.1 Belastning kontrollert av en digital utgang

Dette eksempelet viser hvordan du kan koble en last som kan kontrolleres fra en digital utgang, se under.



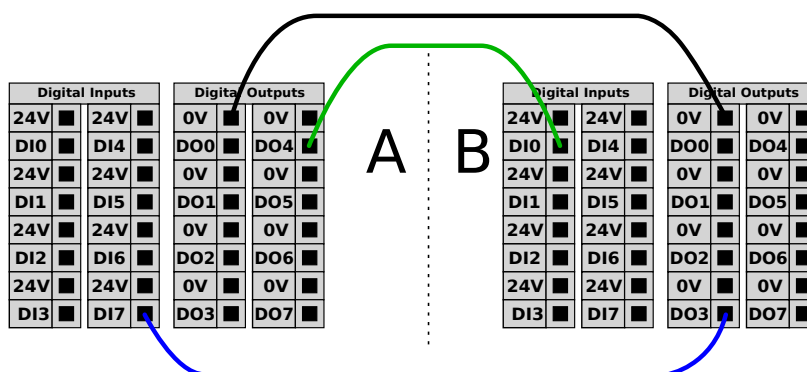
#### 5.3.4 Digital inngang fra a-knapp

Eksempelet under viser hvordan du kobler en enkelt knapp til en digital inngang.



### 5.3.5 Kommunikasjon med andre maskiner eller PLC-er

Den digitale I/O kan brukes for å kommunisere med annet utstyr hvis en vanlig GND (0 V) etableres, og hvis maskinen bruker PNP-teknologi, se under.



### 5.3.6 Generell analog I/O

Det analoge I/O-grensesnitt er den grønne terminalen. Det kan brukes for å stille inn eller måle spenning (0-10 V) eller strøm (4-20 mA) fra og til annet utstyr.

Følgende anbefales for å oppnå høyest nøyaktighet.

- Bruk AG-terminalen nærmest I/O. Paret deler et vanlig innstillingsfilter.
- Bruk samme gnd (0 V) for utstyret og kontrollboksen. Den analoge I/O er ikke galvanisk isolert fra kontrollboksen.
- Bruk en skjermet kabel eller tvinnede par. Koble skjoldet til "GND"-terminalen på terminalen som heter "Strøm".
- Bruk av utstyr som fungerer i strømmodus. Nåværende signaler er mindre sensitive overfor endringer.

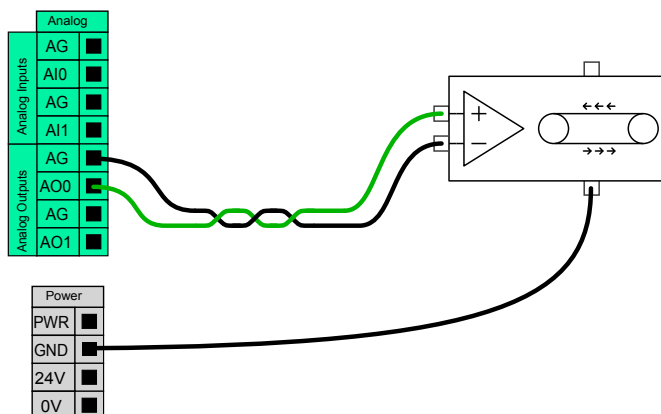
Inngangsmodi kan velges i GUI, se del II. De elektriske spesifikasjonene vises nedenfor.

| Terminaler                             | Parametre  | Min. | Type | Maks. | Enhet |
|----------------------------------------|------------|------|------|-------|-------|
| <i>Analog inngang i strømmodus</i>     |            |      |      |       |       |
| [AIx - AG]                             | Strøm      | 4    | -    | 20    | mA    |
| [AIx - AG]                             | Motstand   | -    | 20   | -     | ohm   |
| [AIx - AG]                             | Oppløsning | -    | 12   | -     | bit   |
| <i>Analog inngang i spenningsmodus</i> |            |      |      |       |       |
| [AIx - AG]                             | Spenning   | 0    | -    | 10    | V     |
| [AIx - AG]                             | Motstand   | -    | 10   | -     | Kohm  |
| [AIx - AG]                             | Oppløsning | -    | 12   | -     | bit   |
| <i>Analog utgang i strømmodus</i>      |            |      |      |       |       |
| [AOx - AG]                             | Strøm      | 4    | -    | 20    | mA    |
| [AOx - AG]                             | Spenning   | 0    | -    | 10    | V     |
| [AOx - AG]                             | Oppløsning | -    | 12   | -     | bit   |
| <i>Analog utgang i spenningsmodus</i>  |            |      |      |       |       |
| [AOx - AG]                             | Spenning   | 0    | -    | 10    | V     |
| [AOx - AG]                             | Strøm      | -20  | -    | 20    | mA    |
| [AOx - AG]                             | Motstand   | -    | 1    | -     | ohm   |
| [AOx - AG]                             | Oppløsning | -    | 12   | -     | bit   |

Følgende eksempler viser hvordan du bruker den analoge I/O.

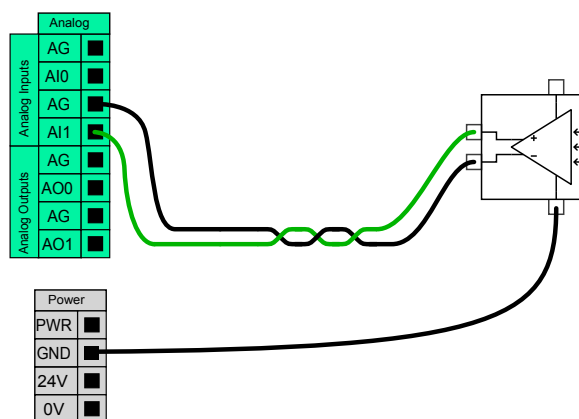
#### 5.3.6.1 Ved hjelp av en analog utgang

Over er et eksempel på hvordan man kontrollerer et transportbånd med en analog hastighetskontrollinngang.



#### 5.3.6.2 Ved hjelp av en analog inngang

Over er et eksempel på hvordan man kobler til en analog sensor.



### 5.3.7 Ekstern PÅ / AV-styring

Ekstern PÅ/AV-kontroll kan brukes for å slå kontrollboksen av og på uten å bruke teach-tillegget. Det brukes vanligvis i følgende applikasjoner:

- Når teach-tillegget er utilgjengelig.
- Når et PLC-system må ha full kontroll.
- Når flere roboter må slås på eller av samtidig.

Den eksterne PÅ/AV-kontrollen gir en liten tilleggsforsyning på 12 V, som holdes aktiv når styringsenheten er slått av. Inngangene "på" og "av" er kun beregnet for korttidsaktivering. "På"-inngangen fungerer på samme måte som strømbryteren. Bruk alltid "av"-inngangen for fjernstyrt "av"-kontroll, ettersom dette signalet lar styreenheten lagre åpne filer og slås ordentlig av.

De elektriske spesifikasjonene vises nedenfor.

| Terminaler  | Parametre        | Min. | Type | Maks. | Enhet |
|-------------|------------------|------|------|-------|-------|
| [12V - GND] | Spenning         | 10   | 12   | 13    | V     |
| [12V - GND] | Strøm            | -    | -    | 100   | mA    |
| [PÅ { AV]   | Inaktiv spenning | 0    | -    | 0,5   | V     |
| [PÅ { AV]   | Aktiv spenning   | 5    | -    | 12    | V     |
| [PÅ { AV]   | Inngangsstrøm    | -    | 1    | -     | mA    |
| [PÅ]        | Aktiveringstid   | 200  | -    | 600   | ms    |

Følgende eksempel viser hvordan du bruker ekstern PÅ/AV.



#### MERK:

En spesialfunksjon i programvaren kan brukes for å laste inn og starte programmer automatisk, se del II.

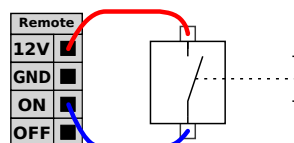


#### FORSIKTIG:

1. Bruk aldri "på"-inngangen eller strømbryteren for å slå av kontrollboksen.

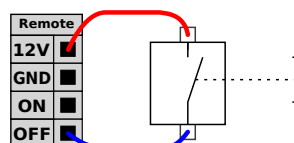
### 5.3.7.1 Ekstern PÅ-knapp

Illustrasjonen under viser hvordan du kobler til en ekstern på-knapp.



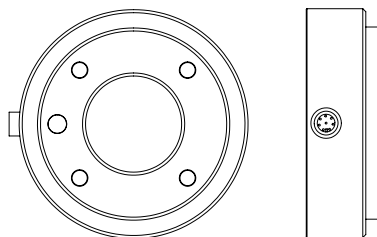
### 5.3.7.2 Ekstern AV-knapp

Illustrasjonen under viser hvordan du kobler til en ekstern av-knapp.



## 5.4 Verktøy-I/U

I verktøyenden av roboten er det en liten kontakt med åtte pinner, se illustrasjon under.



Dette tilkoblingspunktet gir strøm og styresignaler til de grunnleggende griperne og sensorene som brukes på et spesifikt robotverktøy. Følgende industrielle kabler er passende:

- Lumberg RKMV 8-354.

De åtte ledningene på innsiden av kabelen har ulike farger. De ulike fargene betegner ulike funksjoner, se tabell under:

| Farge | Signal                      |
|-------|-----------------------------|
| Rød   | 0 V (GND)                   |
| Grå   | 0 V / +12 V / +24 V (STRØM) |
| Blå   | Digital utgang 8 (DO8)      |
| Rosa  | Digital utgang 9 (DO9)      |
| Gul   | Digital inngang 8 (DI8)     |
| Grønn | Digital inngang 9 (DI9)     |
| Hvit  | Analog inngang 2 (AI2)      |
| Brun  | Analog inngang 3 (AI3)      |

Den interne strømtilførselen kan settes til enten 0 V, 12 V eller 24 V i kategorien I/O i GUI, se del II De elektriske spesifikasjonene vises nedenfor:

| Parametre                 | Min. | Type | Maks. | Enhet |
|---------------------------|------|------|-------|-------|
| Nettspenning i 24 V-modus | -    | 24   | -     | V     |
| Nettspenning i 12V-modus  | -    | 12   | -     | V     |
| Nettspenning i begge modi | -    | -    | 600   | mA    |

Følgende avsnitt beskriver de forskjellige I/O av verktøyet.

**FARE:**

1. Koble til verktøy og gripere på en måte slik at et strømbrudd ikke vil skape noen fare, f.eks. ved at en del som arbeides med faller ut av verktøyet.
2. Vær forsiktig ved bruk av 12 V, siden en feil fra programmereren kan føre til at spenningen endres til 24 V, som kan skade utstyret eller føre til brann.

**MERK:**

Flensverktøyet er koblet til jord (samme som den røde lederen).

### 5.4.1 Verktøydigitale utganger

De digitale utgangene er implementert som NPN. Når en digital utgang aktiveres, drives den korresponderende tilkoblingen til GND, og når den deaktiveres, er den korresponderende tilkoblingen åpen (åpen tilkobling / åpent avløp). De elektriske spesifikasjonene vises nedenfor:

| Parametre                 | Min. | Type | Maks. | Enhet |
|---------------------------|------|------|-------|-------|
| Spenning når åpen         | -0,5 | -    | 26    | V     |
| Spenning ved senkning 1 A | -    | 0,05 | 0,20  | V     |
| Strøm ved senkning        | 0    | -    | 600   | mA    |
| Strøm gjennom GND         | 0    | -    | 600   | mA    |

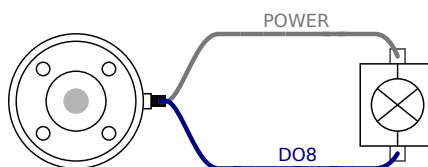
Noen eksempler på hvordan man bruker en digital utgang vises i følgende underavsnitt.

**FORSIKTIG:**

1. De digitale utgangene i verktøyet er ikke strømbegrenset, og hvis de overstiger spesifiserte data, kan det føre til permanent skade.

#### 5.4.1.1 Å bruke verktøyets digitale utganger

Dette eksempelet illustrerer hvordan man slår på belastning når man bruker den interne 12 V eller 24 V strømtilførselen. Husk at du må definere utgangsspenningen i kategorien I/U. Husk at det er spenning mellom STRØM-tilkoblingen og skjermen/jordingen, selv når belastningen er slått av.



#### 5.4.2 Verktøy digitale innganger

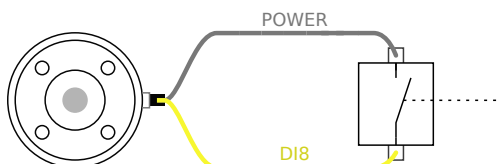
De digitale inngangene implementeres som PNP med svak nedtrekksmotstand. Dette betyr at en flytende inngang alltid vil lese lavt. De elektriske spesifikasjonene vises nedenfor.

| Parametre        | Min. | Type | Maks. | Enhet    |
|------------------|------|------|-------|----------|
| Inngangsspenning | -0,5 | -    | 26    | V        |
| Aktiv spenning   | -    | -    | 2,0   | V        |
| Inaktiv spenning | 5,5  | -    | -     | V        |
| Inngangsmotstand | -    | 47 k | -     | $\Omega$ |

Noen eksempler på hvordan man bruker en digital inngang vises i følgende underavsnitt.

##### 5.4.2.1 Å bruke verktøyets digitale innganger

Eksempelet under viser hvordan du kobler til en enkelt knapp.



#### 5.4.3 Verktøyets analoge innganger

Verktøyets analoge innganger er ikke-differensiale og kan settes til enten spenning eller strøm i I/O-kategorien, se del II. De elektriske spesifikasjonene vises nedenfor.

| Parametre                                | Min. | Type | Maks. | Enhet      |
|------------------------------------------|------|------|-------|------------|
| Inngangsspenning i spenningsmodus        | -0,5 | -    | 26    | V          |
| Inngangsmotstand ved område 0V til 10V   | -    | 15   | -     | k $\Omega$ |
| Inngangsspenning i strømmodus            | -0,5 | -    | 5,0   | V          |
| Inngangsstrøm i strømmodus               | -2,5 | -    | 25    | mA         |
| Inngangsmotstand ved område 4mA til 20mA | -    | 200  | -     | $\Omega$   |

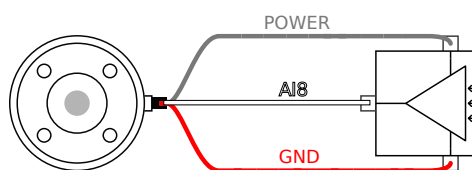
To eksempler på hvordan man bruker analoge innganger vises i følgende underkategorier.

**FORSIKTIG:**

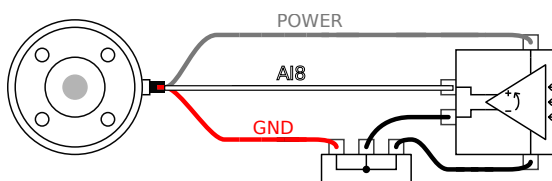
1. Analoge innganger beskyttes ikke mot overspenning i strømmodus. Overvurdering av grenset i den elektriske spesifikasjonen kan forårsake permanent skade på inngangen.

**5.4.3.1 Å bruke verktøyets analoge innganger, ikke-differensielle**

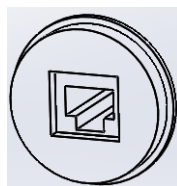
Eksempelet under viser hvordan du kobler til en analog sensor med en ikke-differensial utgang. Sensorutgangen kan være enten strøm eller spenning, så lenge inngangsmodusen til den analoge inngangen er satt til det samme i kategorien I/U. Husk å kontrollere at en sensor med spenningsutgang kan drive den interne motstanden til verktøyet, ellers kan målingen være ugyldig.

**5.4.3.2 Å bruke verktøyets analoge innganger, differensiell**

Eksempelet under viser hvordan du kobler til en analog sensor med en differensial utgang. Koble den negative utgangsdelen til GND (0 V) med en klemmerække og den vil fungere på samme måte som en ikke-differensial sensor.

**5.5 Ethernet**

Det finnes en Ethernet-tilkobling nederst på kontrollboksen, se illustrasjon under.



Ethernet-grensesnittet kan brukes til følgende:

- MODBUS I/O utvidelsesmoduler. Se mer i del II.
- Ekstern tilgang og kontroll.

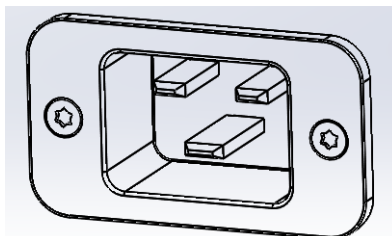
De elektriske spesifikasjonene vises nedenfor.

| Parametre               | Min. | Type | Maks. | Enhet |
|-------------------------|------|------|-------|-------|
| Kommunikasjonshastighet | 10   | -    | 100   | Mb/s  |

## 5.6 Strømtilkobling

Nettkabelen fra styreenheten har en standard IEC-plugg i enden. Koble en land-spesifikk nettplugg eller -kabel til IEC-pluggen.

For å kunne tilføre energi til roboten må kontrollboksen være koblet til strømmettet. Dette må gjøres via standard IEC C20-støpselet på bunnen av kontrollboksen gjennom en korresponderende IEC C19-kabel, se illustrasjon under.



Strømmettet skal være utstyrt med følgende som minimum:

- Jordforbindelse.
- Hovedsikring.
- Reststrømenhet.

Det anbefales å installere en hovedbryter for å slå av alt utstyret i robotapplikasjonen som et lett tiltak for vedlikeholds sikring under service.

De elektriske spesifikasjonene vises i tabellen nedenfor.

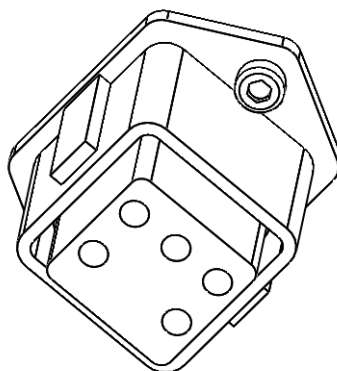
| Parametre                          | Min. | Type | Maks. | Enhet |
|------------------------------------|------|------|-------|-------|
| Inngangsspenning                   | 100  | -    | 240   | VAC   |
| Ekstern hovedsikring (@ 100-200 V) | 8    | -    | 16    | A     |
| Ekstern hovedsikring (@ 200-240V)  | 8    | -    | 16    | A     |
| Inngangsfrekvens                   | 47   | -    | 63    | Hz    |
| Reservestrøm                       | -    | -    | 0,5   | W     |
| Nominell driftseffekt              | 90   | 150  | 325   | W     |

**FARE:**

1. Sørg for at roboten er jordet på riktig måte (Elektrisk tilkobling til jord). Bruk ubrukte bolter forbundet med jordingsymboler inne i styreenheten for å skape felles jording av alt utstyr i systemet. Jordlederen skal minst ha kapasiteten til den høyeste strømmen i systemet.
2. Kontroller at inngangsstrømmen til styreenheten er beskyttet med en RCD (reststrømbryter) og riktig sikring.
3. Lås og merk ut all strøm for hele robotinstallasjonen under service. Annet utstyr skal ikke levere spenning til robot I/O når systemet er låst ute.
4. Kontroller at alle kablene er koblet riktig før det settes strøm på styreenheten. Bruk alltid en original og riktig strømkabel.

## 5.7 Robottilkobling

Kabelen fra roboten må kobles til tilkoblingen nederst på kontrollboksen, se illustrasjon under. Pass på at tilkoblingen er skikkelig låst før du skrur på robotarmen. Frakobling av robotkabelen kan bare gjøres når roboten er slått av.

**FORSIKTIG:**

1. Ikke koble fra robotkabelen når robotarmen er slått på.
2. Ikke forleng eller modifier den originale kabelen.



## 6 Vedlikehold og reparasjon

Det er viktig at både vedlikehold og reparasjonsarbeid utføres i samsvar med alle sikkerhetsanvisningene i denne håndboken.

Vedlikehold, kalibrering og reparasjonsarbeid skal utføres i henhold til de nyeste versjonene av servicehåndbøker som er på nettstedet for brukerstøtte <http://www.universal-robots.com/support>.

Reparasjoner skal kun utføres av autoriserte systemintegratorer eller av Universal Robots.

Alle deler som returneres til Universal Robots skal være i henhold til servicehåndboken.

### 6.1 Sikkerhetsinstruksjoner

Etter vedlikehold og reparasjonsarbeid, må kontroller utføres for å sikre det nødvendige sikkerhetsnivå. De gyldige nasjonale eller regionale arbeidssikkerhetsforskrifter må overholdes for denne sjekken. Korrekt funksjon av alle sikkerhetsfunksjonene skal også testes.

Hensikten med vedlikeholds- og reparasjonsarbeid er å sikre at systemet holdes i drift eller, i tilfelle av en feil, returnerer systemet til en operativ tilstand. Reparasjonsarbeidet omfatter feilsøking i tillegg til selve reparasjonen.

Vær oppmerksom på følgende sikkerhetsprosedyrer og -advarsler når du jobber på robotarmen eller kontrollboksen.



#### FARE:

1. Ikke endre noe i sikkerhetskonnfigurasjonen til programvaren (f.eks. kraftgrense). Sikkerhetskonnfigurasjonen er beskrevet i PolyScope-håndboken. Hvis noen sikkerhetsparametere endres, skal det fullstendige robotsystemet anses som nytt, noe som betyr at den generelle sikkerhetsgodkjenningprosessen, herunder risikovurdering, skal oppdateres tilsvarende.
2. Bytt defekte komponenter med nye komponenter med samme artikkelnumre eller tilsvarende komponenter som er godkjent av Universal Robots for dette formålet.
3. Reaktiver alle deaktiverte sikkerhetstiltak umiddelbart etter at arbeidet er fullført.
4. Dokumenter alle reparasjoner og lagre denne dokumentasjonen i den tekniske dokumentasjonen knyttet til det komplette robotsystemet.

**FARE:**

1. Fjern strømkabelen fra bunnen av kontrollboksen for å sikre at den er helt uten strøm. Koble av eventuell annen energikilde som er koblet til robotarmen eller styreenheten. Ta nødvendige forholdsregler for å hindre at andre personer fra å koble til strøm under reparasjonsperioden.
2. Kontroller jordforbindelsen før du setter strøm på systemet.
3. Observer ESD-forskrifter når deler av robotarmen eller kontrollboksen demonteres.
4. Unngå å demontere strømforsyningene inne i styreenheten. Høye spenninger (opptil 600 V) kan være til stede inne i disse strømforsyningene i flere timer etter at kontrollboksen er slått av.
5. Unngå at vann og støv kommer inn i robotarmen eller kontrollboksen.

## 7 Avhending og miljø

UR-roboter må kastes i henhold til gjeldende nasjonale lover, forskrifter og standarder.

UR-roboter er produsert med begrenset bruk av miljøfarlige stoffer for å beskytte miljøet, som definert av EUs RoHS-direktiv 2011/65/EU. Disse stoffene omfatter kvikksølv, kadmium, bly, krom VI, polybromerte bifenyler og polybromerte difenyletere.

Avgift for deponering og håndtering av elektronisk avfall av UR-roboter som selges på det danske markedet er forhåndsbetalt til DPA-systemet av Universal Robots A/S. Importører i land som omfattes av det europeiske WEEE-direktivet 2012/19/EU må lage sin egen påmelding til det nasjonale WEEE-registeret i sitt land. Avgiften er vanligvis mindre enn 1 € pr. robot. En liste over nasjonale registre finner man her: <https://www.ewrn.org/national-registers>.

Følgende symboler er plassert på roboten for å indikere samsvar med ovennevnte lovgivning:





## 8 Sertifiseringer

Dette kapitlet presenterer en rekke ulike sertifiseringer og erklæringer som er utarbeidet for produktet.

### 8.1 Tredjeparts sertifiseringer

Tredjeparts sertifiseringene er frivillig. Men for å yte den beste service til robotintegratorer, har UR valgt å sertifisere sine roboter på følgende anerkjente testinstitutter:



**TUV NORD** UR-roboter er sikkerhetsgodkjent av TUV NORD, et anerkjent organ under maskindirektivet 2006/42/EF i EU. En kopi av TUV NORD sitt sertifikat for sikkerhetsgodkjenning kan finnes i vedlegget B.



**DELTA** UR-roboter er sikkerhets- og ytelsestestet av DELTA. Et elektromagnetisk kompatibilitets-sertifikat (EMC) kan finnes i vedlegg B. Et miljøtestsertifikat kan finnes i vedlegg B.



**TUV SUD** UR-roboter er renromtestet av TUV SUD. Et renromsertifikat kan finnes i vedlegg B.

### 8.2 Erklæringer ifølge EU-direktiver

EU-erklæringer er primært relevant for europeiske land. Men noen land utenfor Europa anerkjenner eller krever dem også. EU-direktiver er tilgjengelig fra den offisielle hjemmesiden: <http://eur-lex.europa.eu>.

UR-roboter er sertifisert i henhold til direktivene som er oppført nedenfor.

#### 2006/42/EF — Maskindirektivet (MD)

UR-roboter er ufullstendige maskiner i henhold til maskindirektivet 2006/42/EF. Merk at et CE-merke ikke er satt på i henhold til dette direktivet for ufullstendig maskin. Hvis UR robot brukes i et bruksområde for plantevernmiddel, legg merke til tilstedeværelse av direktiv 2009/127/EF. Erklæringen om innlemmelse i henhold til 2006/42/EF vedlegg II 1.b. er vist i vedlegg B.

**2006/95/EF — Lavspenningsdirektiv (LVD)**

**2004/108/EF — Elektromagnetisk kompatibilitet (EMC)**

**2011/65/EU — Begrensning av bruk av enkelte farlige substanser (RoHS)**

**2012/19/EU — Avfall av elektrisk og elektronisk utstyr (WEEE)**

Samsvarserklæringer med de ovennevnte direktivene er inkludert i sammenstillingserklæringen i vedlegg B.

Et CE-merke er festet på i henhold til CE-merkingsdirektiver ovenfor. Angående avfall av elektrisk og elektronisk utstyr, se kapittel 7.

For informasjon om standardene som gjelder under utviklingen av roboten, se vedlegg C.

## 9 Garantier

### 9.1 Produktgaranti

Uten forbindelse til noen krav brukeren (kunden) må ha til en forhandler, skal kunden få en garanti fra produsenten under vilkårene som er fastsatt nedenfor:

I tilfeller der nye enheter og deres komponenter viser seg å være defekte som et resultat av produksjons- og/eller materialfeil innen 12 måneder fra enheten ble tatt i bruk (maksimalt 15 måneder fra levering), skal Universal Robots levere nødvendige reservedeler, mens brukeren (kunden) skal sørge for arbeidstimene som kreves for å skifte ut deler, enten ved å skifte ut delen med en annen del som fungerer, eller reparere nevnte del. Denne garantien er ugyldig hvis den defekte enheten skyldes feilaktig behandling og/eller man ikke følger informasjonen som er gitt i brukerveiledningene. Denne garantien gjelder ikke service som utføres av autorisert forhandler eller kunden selv (f.eks. installasjon, konfigurasjon, nedlasting av programvare). Kjøpskvitteringen, sammen med kjøpsdato, må fremlegges som bevis ved påkalling av garantien. Krav under garantien må sendes inn innen to måneder etter at feilen oppstår. Eierskap av enheter eller komponenten som erstattes av og returneres til Universal Robots skal overdras til Universal Robots. Alle andre krav som er resultat av eller i forbindelse med enheten skal ekskluderes fra denne garantien. Ingenting i denne garantien skal forsøke å begrense eller ekskludere en kundes lovbestemte rettigheter, heller ikke produsentens ansvar for dødsfall eller personskader som kommer av produsentens uaktsomhet. Varigheten til garantien skal ikke utvides av tjenestene som er gjengitt under vilkårene i denne garantien. I den grad det ikke finnes noen garantifeil, forbeholder Universal Robots seg retten til å ta betalt av kunden for utskiftning eller reparasjon. Bestemmelsene ovenfor innebærer ikke en endring i bevisbyrden på bekostning av kunden. Dersom en enhet har feil, skal ikke Universal Robots dekke eventuelle indirekte, tilfeldige, spesielle eller følgeskader, inkludert, men ikke begrenset til, tapt fortjeneste, tap av bruk, tap av produksjon eller skade på annet produksjonsutstyr.

Dersom en enhet har feil, skal ikke Universal Robots dekke eventuelle følgeskader eller tap, slik som tap av produksjon eller skade på annet produksjonsutstyr.

### 9.2 Ansvarsfraskrivelse

Universal Robots fortsetter å forbedre driftssikkerheten og ytelsen på sine produkter, og forbeholder seg derfor retten til å oppgradere produktet uten varsel. Universal Robots er nøye med at innholdet i denne brukerveiledningen er nøyaktig og korrekt, men tar ikke ansvar for eventuelle feil eller manglende informasjon.



# A Stopptid og stoppavstand

Informasjonen om stopptider og avstander er tilgjengelig både for stopp-kategori 0 og stopp-kategori<sup>1</sup> 1. Dette vedlegget inneholder informasjonen om stopp-kategori 0. Informasjon om stopp-kategori 1 er tilgjengelig på <http://universal-robots.com/support/>.

## A.1 Kategori 0-stoppavstander og -tider

Tabellen under inneholder stoppavstander og -tider målt når et stopp-kategori 0 utløses. Disse målingene korresponderer til følgende konfigurasjon av roboten:

- Forlengelse: 100 % (robotarmen er fullt horisontalt forlenget).
- Hastighet: 100 % (den generelle hastigheten til roboten er satt til 100 %, og bevegelsen utføres med en leddhastighet på 183 °/s).
- Nyttelast: maksimal nyttelast som roboten håndterer som er knyttet til TCP (5 kg).

Testen på ledd 0 ble utført ved å gjennomføre en horisontal bevegelse, dvs. at rotasjonsaksen var vinkelrett på bakken. I løpet av testen for ledd 1 og 2 fulgte roboten et vertikalt trajektorie, dvs. rotasjonsakselen var parallell til bakken, og stoppet ble utført mens roboten beveget seg nedover.

|                  | Stoppavstand (rad) | Stopptid (ms) |
|------------------|--------------------|---------------|
| Ledd 0 (BASE)    | 0.31               | 244           |
| Ledd 1 (SKULDER) | 0.70               | 530           |
| Ledd 2 (ALBUE)   | 0.22               | 164           |

<sup>1</sup>I henhold til IEC 60204-1, se ordliste for mer detaljer.



## B Erklæringer og sertifikater

### B.1 CE/EU Declaration of Incorporation (original)

According to European Directive 2006/42/EC annex II 1.B.

The manufacturer Universal Robots A/S  
Energivej 25  
5260 Odense S  
Denmark

hereby declares that the product described below

Industrial robot UR5/CB3

may not be put into service before the machinery in which it will be incorporated is declared in conformity with the provisions of Directive 2006/42/EC, as amended by Directive 2009/127/EC, and with the regulations transposing it into national law.

The safety features of the product are prepared for compliance with all essential requirements of Directive 2006/42/EC under the correct incorporation conditions, see product manual. Compliance with all essential requirements of Directive 2006/42/EC relies on the specific robot installation and the final risk assessment.

Relevant technical documentation is compiled according to Directive 2006/42/EC annex VII part B and available in electronic form to national authorities upon legitimate request. Undersigned is based on the manufacturer address and authorised to compile this documentation.

Additionally the product declares in conformity with the following directives, according to which the product is CE marked:

2014/35/EU — Low Voltage Directive (LVD)

2014/30/EU — Electromagnetic Compatibility Directive (EMC)

2011/65/EU — Restriction of the use of certain hazardous substances (RoHS)

A complete list of applied harmonized standards, including associated specifications, is provided in the product manual.

Odense, April 20<sup>th</sup>, 2016

R&D

David Brandt  
Technology Officer

## B.2 CE/EU-sammenstillingserklæring (oversettelse av den originale)

I henhold til EU-direktiv 2006/42/EF vedlegg II 1.B.

Produsenten            Universal Robots A/S  
                                 Energivej 25  
                                 5260 Odense S  
                                 Danmark

erklærer herved at produktet beskrevet nedenfor

Industriell robot UR5/CB3

kan ikke tas i bruk før maskineriet der den vil bli innarbeidet er erklært å være i samsvar med bestemmelsene i direktiv 2006/42/EF, som endret ved direktiv 2009/127/EF, og med de forskrifter som gjennomfører det i nasjonal lov.

Sikkerhetsfunksjonene produktet er forberedt for samsvarer med alle vesentlige krav i direktiv 2006/42/EF under riktige innlemmelse forhold, se produktmanualen. Samsvar med alle vesentlige krav i direktiv 2006/42/EF er avhengig av den spesifikke robotinstallasjonen og den endelige risikovurderingen.

Relevant teknisk dokumentasjon er utarbeidet i henhold til direktiv 2006/42/EF tillegg VII del B og er tilgjengelig i elektronisk form til nasjonale autoriteter ved forespørsel med grunnlag. Undertegnede er basert ved produsentens adresse og autorisert til å utarbeide denne dokumentasjonen.

I tillegg, er produktet erklært i samsvar med følgende direktiver, som bekrefter at produktet er CE-merket:

2014/35/EU — Lavspenningsdirektiv (LVD)

2014/30/EU — Elektromagnetisk kompatibilitet-direktiv (EMC)

2011/65/EU — Begrensning av bruk av enkelte farlige substanser (RoHS)

En komplett liste over anvendte harmoniserte standarder, inkludert tilhørende spesifikasjoner, er gitt i produktmanualen.

Odense, 20. april, 2016

R&D

David Brandt  
Technology Officer

## B.3 Sertifikat for sikkerhetssystemet



# ZERTIFIKAT CERTIFICATE

Hiermit wird bescheinigt, dass die Firma / *This certifies, that the company*

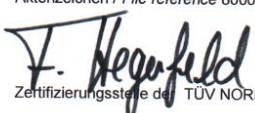
**Universal Robots A/S**  
**Energivej 25**  
**DK-5260 Odense S**  
**Denmark**

berechtigt ist, das unten genannte Produkt mit dem abgebildeten Zeichen zu kennzeichnen.  
*is authorized to provide the product mentioned below with the mark as illustrated.*

|                                                                                                                 |                                                                                                 |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Fertigungsstätte:<br><i>Manufacturing plant:</i>                                                                | <b>Universal Robots A/S</b><br><b>Energivej 25</b><br><b>DK-5260 Odense S</b><br><b>Denmark</b> |
| Beschreibung des Produktes:<br>(Details s. Anlage 1)<br><i>Description of product:</i><br>(Details see Annex 1) | <b>Universal Robots Safety System URSafety 3.1</b><br><b>for UR10, UR5 and UR3 robots</b>       |
| Geprüft nach:<br><i>Tested in accordance with:</i>                                                              | <b>EN ISO 13849-1:2008, PL d</b>                                                                |

Registrier-Nr. / *Registration No.* 44 207 14097602  
Prüfbericht Nr. / *Test Report No.* 3515 4327  
Aktenzeichen / *File reference* 8000443298

Gültigkeit / *Validity*  
von / *from* 2015-06-02  
bis / *until* 2020-06-01



Zertifizierungsstelle der TÜV NORD CERT GmbH

TÜV NORD CERT GmbH    Langemarckstraße 20    45141 Essen

Essen, 2015-06-02

[www.tuev-nord-cert.de](http://www.tuev-nord-cert.de)    [technology@tuev-nord.de](mailto:technology@tuev-nord.de)

Bitte beachten Sie auch die umseitigen Hinweise  
*Please also pay attention to the information stated overleaf*



## B.4 Sertifikat for miljøtest



### Climatic and mechanical assessment sheet no. 1275

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                                                                                                                                       |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>DELTA client</b><br>Universal Robots A/S<br>Energivej 25<br>5260 Odense S<br>Denmark                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | <b>DELTA project no.</b><br>T207415-1                                                                                                                 |
| <b>Product identification</b><br>UR5 robot arm: UR5 AE/CB3, 0A-series<br>UR5 control box: AE/CB3, 0A-series<br>UR5 teach pendant: AE/CB3, 0A-series<br>UR10 robot arm: UR10 AE/CB3, 0A-series<br>UR10 control box: UR10 AE/CB3, 0A-series<br>UR10 teach pendant: AE/CB3, 0A-series                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                                                                                                                                       |
| <b>DELTA report(s)</b><br>DELTA project no. T207415-1, DANAK-19/13752 Revision 1                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                                                                                                                                       |
| <b>Other document(s)</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                                                                                                                                                       |
| <b>Conclusion</b><br>The two robot arms UR5 and UR10 including their control box and teach pendant have been tested according to the below listed standards. The test results are given in the DELTA report listed above. The tests were carried out as specified and the test criteria for environmental tests as specified in Annex 1 of the report were fulfilled.<br><br>IEC 60068-2-1, Test Ae; -5 °C, 16 h<br>IEC 60068-2-2, Test Be; +50 °C, 16 h<br>IEC 60068-2-64, Test Fh; 5 – 20 Hz: 0.05 g <sup>2</sup> /Hz, 20 – 150 Hz: -3 dB/octave, 1.66 grms, 3 x 1½ h<br>IEC 60068-2-27, Test Ea, Shock; 160 g, 1 ms, 3 x 6 shocks |                                                                                                                                                       |
| <b>Date</b><br><br>Hørsholm, 14 March 2014                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | <b>Assessor</b><br><br><br>Susanne Otto<br>B.Sc.E.E., B.Com (Org) |

20ass-sheet-j

## B.5 Sertifikat for EMC-test



We help ideas meet the real world

# Attestation of Conformity

## EMC assessment - Certificate no. 1549

DELTA has been designated as Notified Body by the notified authority National Telecom Administration part of the Energy Agency in Denmark to carry out tasks referred to in Annex III of the European Council EMC Directive. The attestation of conformity is in accordance with the essential requirements set out in Annex I.

DELTA client  
Universal Robots A/S  
Energivej 25  
5260 Odense S  
Denmark

Product identification (type(s), serial no(s).)  
UR robot generation 3, G3, including CB3/AE for models UR3, UR5 and UR10

Manufacturer  
Universal Robots A/S

Technical report(s)  
DELTA Project T207371, EMC Test of UR5 and UR10 - DANAK-19/13884, dated 26 March 2014  
DELTA Project T209172, EMC Test of UR3 - DANAK-19/14667, dated 05 November 2014  
UR EMC Test Specification G3 rev 3, dated 30 October 2014  
EMC Assessment Sheet 1351

Standards/Normative documents  
EMC Directive 2014/30/EU, Article 6  
EN/(IEC) 61326-3-1:2008, Industrial locations, SIL 2 applications  
EN/(IEC) 61000-6-2:2005  
EN/(IEC) 61000-6-4:2007+A1

The product identified above has been assessed and complies with the specified standards/normative documents. The attestation does not include any market surveillance. It is the responsibility of the manufacturer that mass-produced apparatus have the same EMC quality. The attestation does not contain any statements pertaining to the EMC protection requirements pursuant to other laws and/or directives other than the above mentioned if any.

DELTA  
Venlighedsvej 4  
2970 Hørsholm  
Denmark

Tel. +45 72 19 40 00  
Fax +45 72 19 40 01  
www.delta.dk  
VAT No. 12275110

Hørsholm, 08 August 2016



Knud A. Baltsen  
Senior Consultant

20aocass-uk-j

## B.6 Certifikater for renromstest



Industrie Service

# CERTIFICATE

TÜV SÜD Industrie Service GmbH hereby confirms UNIVERSAL ROBOTS A/S situated at Energivej 25, 5260 Odense S; Dänemark, that the product

**Roboter, Model: UR5 / Typ INDUSTRIAL**

the cleanroom compatibility of the equipment for the ISO Class 5 according ISO 14644-1.

The certificate is limited to the particulate cleanliness. The product was tested according to VDI 2083 Part 9.1 in August 2016.

The implementation of the testing and certification is carried out by TÜV SÜD Industrie Service GmbH.

Certificate Nr.: 2589737-02

Report-Nr.: 203195-2

Valid till: August 2018

Dipl.-Ing. (FH) Walter Ritz  
Berlin, 25. August 2016  
TÜV SÜD Industrie Service GmbH  
Wittestraße 30, Haus L, 13509 Berlin

ZERTIFIKAT ♦ CERTIFICATE ♦ CERTIFICADO ♦ CERTIFICAT



Industrie Service

# CERTIFICATE

TÜV SÜD Industrie Service GmbH hereby confirms UNIVERSAL ROBOTS A/S situated at Energivej 25, 5260 Odense S; Dänemark, that the product

## Controller for UR 3 & UR 5 & UR 10

the cleanroom compatibility of the equipment for the ISO Class 6 according ISO 14644-1.

The certificate is limited to the particulate cleanliness. The product was tested according to VDI 2083 Part 9.1 in August 2016.

The implementation of the testing and certification is carried out by TÜV SÜD Industrie Service GmbH.

Certificate Nr.: 2589737-04  
Report-Nr.: 203195  
Valid till: August 2018



Dipl.-Ing. (FH) Walter Ritz  
Berlin, 25. August 2016  
TÜV SÜD Industrie Service GmbH  
Wittestraße 30, Haus L, 13509 Berlin



## C Anvendte standarder

Dette avsnittet beskriver relevante standarder som er blitt anvendt under utviklingen av robotarmen og kontrollboksen. Når et nummer fra det Europeiske direktivet er notert i parenteser, viser det til at standarden overholder dette direktivet.

En standard er ikke en lov. En standard er et dokument utviklet av interessenter innen en gitt bransje, som definerer vanlige sikkerhets- og ytelseskrav for et produkt eller en produktgruppe.

Forkortelser betyr følgende:

|      |                                            |
|------|--------------------------------------------|
| ISO  | International Standardization Organization |
| IEC  | International Electrotechnical Commission  |
| EN   | European Norm                              |
| TS   | Technical Specification                    |
| TR   | Technical Report                           |
| ANSI | American National Standards Institute      |
| RIA  | Robotic Industries Association             |
| CSA  | Canadian Standards Association             |

Overholdelse av de følgende standardene er kun garantert hvis alle monteringsinstrukser, sikkerhetsinstrukser og veiledninger i denne håndboken følges.

---

**ISO 13849-1:2006 [PLd]**

**ISO 13849-1:2015 [PLd]**

**ISO 13849-2:2012**

**EN ISO 13849-1:2008 (E) [PLd – 2006/42/EF]**

**EN ISO 13849-2:2012 (E) (2006/42/EF)**

*Safety of machinery – Safety-related parts of control systems*

*Part 1: General principles for design*

*Part 2: Validation*

Sikkerhetssystemet er laget som ytelsesnivå (Performance Level) d (PLd) i henhold til kravene til disse standardene.

---

**ISO 13850:2006 [Stoppkategori 1]**

**ISO 13850:2015 [Stoppkategori 1]**

**EN ISO 13850:2008 (E) [Stoppkategori 1 – 2006/42/EF]**

**EN ISO 13850:2015 [Stoppkategori 1 – 2006/42/EF]**

*Safety of machinery – Emergency stop – Principles for design*

Nødstopp-funksjonen er laget som en stoppkategori 1 i henhold til denne standarden. Stoppkategori 1

er et kontrollert stopp der kraft tilføres til motorene for å oppnå stoppet og deretter fjernes når stoppet er oppnådd.

---

**ISO 12100:2010****EN ISO 12100:2010 (E) [2006/42/EF]**

*Safety of machinery – General principles for design – Risk assessment and risk reduction*

UR-roboter evalueres i henhold til prinsippene i denne standarden.

---

**ISO 10218-1:2011****EN ISO 10218-1:2011(E) [2006/42/EF]**

*Robots and robotic devices – Safety requirements for industrial robots*

*Part 1: Robots*

Denne standarden er beregnet til robotprodusenten, ikke integratoren. Den andre delen (ISO 10218-2) er beregnet til robotintegratoren, ettersom den handler om installasjon og design av robotapplikasjonen.

Forfatterne av standardene så implisitt for seg tradisjonelle industriroboter som tradisjonelt sett er sikret med gjerder og lysgardiner. UR-roboter er laget med kraft- og strømbegrensning som er aktivert hele tiden. Derfor er noen konsepter tydeliggjort og forklart nærmere under.

Hvis en UR-robot brukes i en farlig applikasjon, kan det kreves ytterligere sikkerhetstiltak, se kapittel 1 i denne håndboken.

**Presisering:**

- “3.24.3 Sikringsplass” defineres av perimeteret sikring. Det sikrede området er typisk et område bak et gjerde som beskytter folk fra de skadelige tradisjonelle robotene. UR-roboter er laget for å jobbe uten et gjerde ved å bruke en innebygget sikkerhetsfunksjon for strøm- og kraftbegrensning, og derfor uten at et faresikret område er blitt definert i utkanten til et gjerde.
- “5.4.2 Ytelseskrav”. Alle sikkerhetsfunksjonene konstrueres som PLd i henhold til ISO 13849-1:2006. Roboten er laget med overflødige kodesystemer i hvert ledd, og de sikkerhetsrelaterte I/O-ene er konstruert med en kategori<sup>1</sup> 3-struktur. Sikkerhetsrelaterte I/O-er må kobles til i samsvar med denne håndboken til kategori 3 sikkerhetsrelatert utstyr for å danne en PLd-struktur av den fullstendige sikkerhetsfunksjonen.
- “5.7 Driftsmodi”. UR-roboter har ikke ulike driftsmodi og har derfor ikke en modusvelger.
- “5.8 Tilleggscontroller”. Dette avsnittet definerer beskyttende funksjoner for teach-tillegget, når det skal brukes innenfor et farlig sikret område. Ettersom UR-roboter er designet med innebygget sikkerhetsfunksjoner, finnes det ikke noe faresikret område slik det gjør med tradisjonelle roboter. UR-roboter er sikrere å lære opp enn tradisjonelle roboter. I stedet for å måtte utløse en tre-posisjonerings aktiveringsenhet, kan operatøren bare stoppe roboten med hånden sin. Hvis en UR-robot installeres i en faresikret applikasjon, kan en tre-posisjons aktiveringsenhet kobles til som beskrevet i denne manualen. Du finner flere detaljer i ISO/TS 15066 klausul 5.4.5.
- “5.10 Krav til samarbeidende drift”. UR-robotenes innebygde sikkerhetsfunksjoner for strøm- og kraftbegrensning er alltid aktive. Det visuelle designet til UR-robotene indikerer at robotene kan brukes for samarbeidende funksjoner. Funksjonene for strøm- og kraftbegrensning er laget i hen-

---

<sup>1</sup>I henhold til ISO 13849-1, se ordliste for mer detaljer.

hold til klausul 5.10.5. Du finner flere detaljer i ISO/TS 15066 klausul 5.5.4.

- “5.12.3 Sikkerhetsrelatert myk akse og plassbegrensning”. Denne sikkerhetsfunksjonen er én av flere sikkerhetsfunksjoner som er konfigurerbare gjennom programvare. En hash-kode genereres fra rundene av alle disse sikkerhetsfunksjonene, og fremstår som en sikkerhetskontrollidentifikator i GUI.

---

## ISO/TS 15066:2016

*Robots and robotic devices – Safety requirements for industrial robots – Collaborative operation*

Dette er en teknisk spesifikasjon (TS), **ikke** en standard. Formålet med en TS er å fremstille et stedd av umodne krav for å se om de er nyttige for en gitt industri. Ved definisjon, er TS ikke moden nok til å harmoniseres under EUs direktiver.

Denne TS er for både robotprodusenter og ansvarlige for robotintegrering. UR-roboter samsvarer med de deler som er relevante for selve roboten og ansvarlig for integrering kan velge å bruke TS under integreringen.

Denne TS presenterer de frivillige krav og veiledning som er supplerende til ISO 10218-standardene innenfor faget samarbeidsroboter. I tillegg til hovedteksten, inneholder TS et vedlegg A med en tabell som presenterer forslag for begrensninger for kraft og trykkraft, som er basert på smerte og **ikke** skade. Det er viktig å lese og forstå notatene i denne tabellen, da mange av begrensningene er basert kun på konservative anslag og lesematerialer. Alle tall kan endres i fremtiden, når nye resultater fra vitenskapelige tester er klare. Vedlegg A er en uformell og frivillig del av TS og ansvarlig for integrering kan derfor deklare samsvar med TS uten å ta i bruk begrensningene i vedlegg A.

---

## ANSI/RIA R15.06-2012

*Industrial Robots and Robot Systems – Safety Requirements*

Den amerikanske standarden er ISO-standardene ISO 10218-1 (se over) og ISO 10218-2 kombinert i ett dokument. Språket er endret fra britisk engelsk til amerikansk engelsk, men innholdet er det samme.

Vær oppmerksom på at del to (ISO 10218-2) av denne standarden er beregnet for integratoren av robot-systemet, og ikke Universal Robots.

---

## CAN/CSA-Z434-14

*Industrial Robots and Robot Systems – General Safety Requirements*

Den kanadiske standarden er ISO-standardene ISO 10218-1 (se over) og -2 kombinert i ett dokument. CSA har lagt til ytterligere krav for brukeren av robotsystemet. Det kan hende at noen av disse kravene må tas opp av robotintegratoren.

Vær oppmerksom på at del to (ISO 10218-2) av denne standarden er beregnet for integratoren av robot-systemet, og ikke Universal Robots.

**IEC 61000-6-2:2005****IEC 61000-6-4/A1:2010****EN 61000-6-2:2005 [2004/108/EF]****EN 61000-6-4/A1:2011 [2004/108/EF]**

*Electromagnetic compatibility (EMC)*

*Part 6-2: Generic standards - Immunity for industrial environments*

*Part 6-4: Generic standards - Emission standard for industrial environments*

Disse standardene definerer krav for de elektriske og elektromagnetiske forstyrrelsene. Samsvar med disse standardene sørger for at UR-robotene yter godt i industrielle omgivelser, og at de ikke forstyrrer annet utstyr.

---

**IEC 61326-3-1:2008****EN 61326-3-1:2008**

*Electrical equipment for measurement, control and laboratory use - EMC requirements*

*Part 3-1: Immunity requirements for safety-related systems and for equipment intended to perform safety-related functions (functional safety) - General industrial applications*

Denne standarden definerer utvidede EMC-immunitetskrav for sikkerhetsrelaterte funksjoner. Samsvar med denne standarden sørger for at sikkerhetsfunksjonene til UR-robotene gir sikkerhet selv om annet utstyr overskrider EMC-utslippsgrensene som er definert i IEC 61000-standardene.

---

**IEC 61131-2:2007 (E)****EN 61131-2:2007 [2004/108/EF]**

*Programmable controllers*

*Part 2: Equipment requirements and tests*

Både normale og sikkerhetsrelaterte 24 V I/O-er er konstruert i henhold til kravene til denne standarden for å sørge for pålitelig kommunikasjon med andre PLC-system.

---

**ISO 14118:2000 (E)****EN 1037/A1:2008 [2006/42/EF]**

*Safety of machinery – Prevention of unexpected start-up*

Disse to standardene er veldig like. De definerer sikkerhetsprinsipper for å unngå uventet oppstart, både som følge av utilsiktet gjenstart under vedlikehold eller reparasjon og som følge av utilsiktede oppstartskommander fra et kontrollperspektiv.

---

**IEC 60947-5-5/A1:2005****EN 60947-5-5/A1:2013 [2006/42/EF]**

*Low-voltage switchgear and controlgear*

*Part 5-5: Control circuit devices and switching elements - Electrical emergency stop device with mechanical latching function*

Den direkte åpningshandling og sikkerhetslåsemekanismen til nødstopknappen overholder kravene i denne standarden.

---

**IEC 60529:2013****EN 60529/A2:2013**

*Degrees of protection provided by enclosures (IP Code)*

Denne standarden definerer kapslingsgrader i henhold til beskyttelse mot støv og vann. UR-roboter er laget og klassifisert med en IP-kode i henhold til denne standarden, se robotens merke.

---

**IEC 60320-1/A1:2007****IEC 60320-1:2015****EN 60320-1/A1:2007 [2006/95/EF]****EN 60320-1:2015**

*Appliance couplers for household and similar general purposes*

*Part 1: General requirements*

Nettinnngangskabelen overholder denne standarden.

---

**ISO 9409-1:2004 [Type 50-4-M6]**

*Manipulating industrial robots – Mechanical interfaces*

*Part 1: Plates*

Verktøyflensen på UR-robotene samsvarer med type 50-4-M6 i denne standarden. Robotverktøy kan også konstrueres i henhold til denne standarden for å sikre passende montering.

---

**ISO 13732-1:2006****EN ISO 13732-1:2008 [2006/42/EF]**

*Ergonomics of the thermal environment – Methods for the assessment of human responses to contact with surfaces*

*Part 1: Hot surfaces*

UR-robotene er laget slik at overflatetemperaturen holdes under de ergonomiske grensene som er definert i denne standarden.

---

**IEC 61140/A1:2004****EN 61140/A1:2006 [2006/95/EF]**

*Protection against electric shock – Common aspects for installation and equipment*

UR-robotene er konstruert i samsvar med denne standarden for å gi beskyttelse mot elektrisk sjokk. En beskyttende jordtilkobling/jordet tilkobling er obligatorisk, som definert i Maskinvareinstallasjonshåndbok.

**IEC 60068-2-1:2007**  
**IEC 60068-2-2:2007**  
**IEC 60068-2-27:2008**  
**IEC 60068-2-64:2008**  
**EN 60068-2-1:2007**  
**EN 60068-2-2:2007**  
**EN 60068-2-27:2009**  
**EN 60068-2-64:2008**

*Environmental testing*

*Part 2-1: Tests - Test A: Cold*

*Part 2-2: Tests - Test B: Dry heat*

*Part 2-27: Tests - Test Ea and guidance: Shock*

*Part 2-64: Tests - Test Fh: Vibration, broadband random and guidance*

UR-roboter er testet i henhold til testmetodene definert i disse standardene.

---

**IEC 61784-3:2010**  
**EN 61784-3:2010 [SIL 2]**

*Industrial communication networks – Profiles*

*Part 3: Functional safety fieldbuses – General rules and profile definitions*

Denne standarden definerer krav for sikkerhetsrelaterte kommunikasjonstjenester.

---

**IEC 60204-1/A1:2008**  
**EN 60204-1/A1:2009 [2006/42/EF]**

*Safety of machinery – Electrical equipment of machines*

*Part 1: General requirements*

De generelle prinsippene til denne standarden gjelder.

---

**IEC 60664-1:2007**  
**IEC 60664-5:2007**  
**EN 60664-1:2007 [2006/95/EF]**  
**EN 60664-5:2007**

*Insulation coordination for equipment within low-voltage systems*

*Part 1: Principles, requirements and tests*

*Part 5: Comprehensive method for determining clearances and creepage distances equal to or less than 2 mm*

De elektriske kretsene til UR-robotene er laget i samsvar med denne standarden.

## **EUROMAP 67:2015, V1.11**

*Electrical Interface between Injection Molding Machine and Handling Device / Robot*

UR-robotene som er utstyrt med E67-tilbehørsmodulen til grensesnittets sprøyte-støpemaskiner overholder denne standarden.



## D Tekniske spesifikasjoner

|                                        |                                                                                                                               |
|----------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Robottype                              | UR5                                                                                                                           |
| Vekt                                   | 18.4 kg / 40.6 lb                                                                                                             |
| Maksimal nyttelast<br>(se seksjon 4.4) | 5 kg / 11 lb                                                                                                                  |
| Rekkevidde                             | 850 mm / 33.5 in                                                                                                              |
| Leddkategori                           | $\pm 360^\circ$ for alle ledd                                                                                                 |
| Hastighet                              | Ledd: Maks 180 %s.<br>Verktøy: Ca. 1 m/s / Ca. 39.4 in/s.                                                                     |
| Repeterbarhet                          | $\pm 0.1$ mm / $\pm 0.0039$ in (4 mils)                                                                                       |
| Fotavtrykk                             | Ø149 mm / 5.9 in                                                                                                              |
| Grader av frihet                       | 6 roterende ledd                                                                                                              |
| Størrelse på kontrollboks (B × H × D)  | 475 mm × 423 mm × 268 mm / 18.7 in × 16.7 in × 10.6 in                                                                        |
| Kontrollboks I/O-porter                | 16 digitale inn, 16 digitale ut, 2 analoge inn, 2 analoge ut                                                                  |
| Verktøy-I/O-porter                     | 2 digitale inn, 2 digitale ut, 2 analoge inn                                                                                  |
| Strømforsyning til I/O                 | 24 V 2 A i kontrollboks og 12 V/24 V 600 mA i verktøy                                                                         |
| Kommunikasjon                          | TCP/IP 100 Mbit: IEEE 802.3u, 100BASE-TX<br>ethernet-kontakt, Modbus-TCP & ethernet/IP-adapter                                |
| Programmering                          | PolyScope grafisk brukergrensesnitt på<br>12" berøringsskjerm                                                                 |
| Støy                                   | 72 dB(A)                                                                                                                      |
| IP-klassifisering                      | IP54                                                                                                                          |
| Renromklassifisering                   | Robotarm: ISO-klasse 5<br>Kontrollboks: ISO-klasse 6                                                                          |
| Strømforbruk                           | Ca. 200 W bruker et typisk program                                                                                            |
| Samarbeidende operasjon                | 15 avanserte sikkerhetsfunksjoner. I overensstemmelse med:<br>EN ISO 13849-1:2008, PLd og EN ISO 10218-1:2011, klausul 5.10.5 |
| Temperatur                             | Roboten kan jobbe i et temperaturområde på 0-50 °C                                                                            |
| Strømforsyning                         | 100-240 VAC, 50-60 Hz                                                                                                         |
| Beregnet levetid                       | 35,000 hours                                                                                                                  |
| Kabling                                | Kabel mellom robot og kontrollboks (6 m / 236 in)<br>Kabel mellom berøringsskjerm og kontrollboks (4.5 m / 177 in)            |



## **Del II**

# **Brukerveiledning til PolyScope**



# 10 Sikkerhetskonnfigurasjon

## 10.1 Innledning

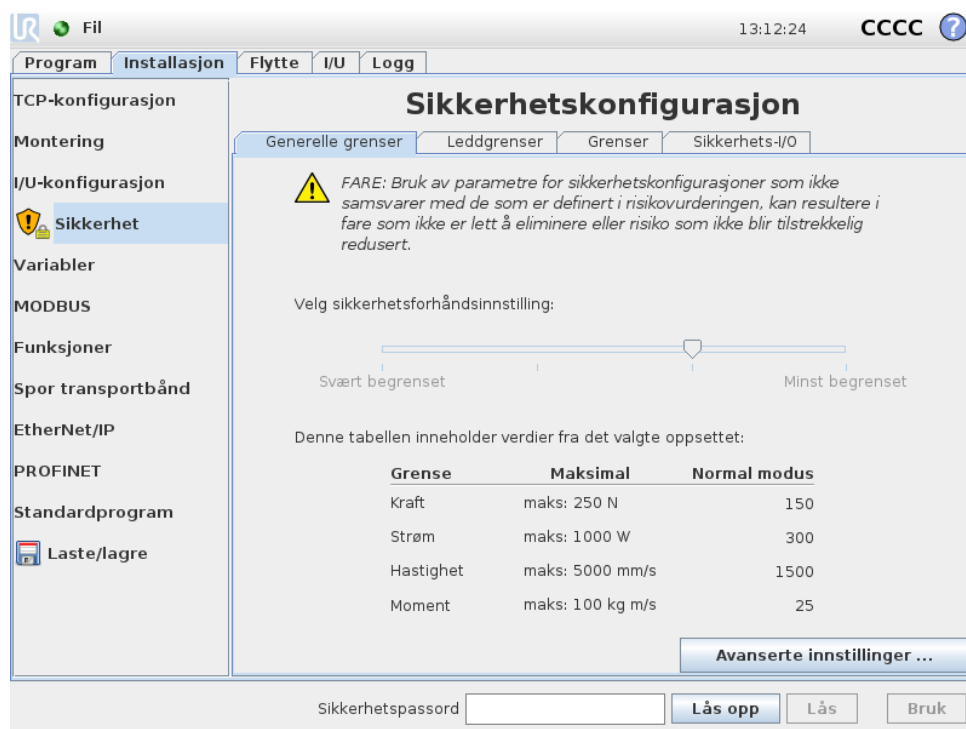
Roboten er utstyrt med et avansert sikkerhetssystem. Avhengig av de spesielle egenskapene til arbeidsplassen, må innstillingene for sikkerhetssystemet konfigureres til å garantere sikkerheten til alt personale og utstyr rundt roboten. Å bruke innstillingene definert av risikovurdering er det første en integrerer må gjøre. For detaljer om sikkerhetssystemet, se Maskinvareinstallasjonshåndbok.



### FARE:

1. Bruk og konfigurasjon av sikkerhetsfunksjoner og -brukerflater må gjøres i henhold til risikovurderingen som integrerer utfører for en spesiell robotapplikasjon, se Maskinvareinstallasjonshåndbok.
2. Sikkerhetsinnstillinger for oppsett og opplæring må brukes i henhold til risikovurderingen utført av integrerer og før robotarmen blir slått på for første gang.
3. Alle sikkerhetsinnstillinger tilgjengelige på denne skjermen og dens underkategorier må stilles inn i henhold til risikovurderingen utført av integrerer.
4. Integrerer må sørge for å sikre at alle endringer i sikkerhetsinnstillingene er gjort i henhold til risikovurderingen.
5. Integrerer må hindre at uautoriserte personer endrer på sikkerhetsinnstillingene, f.eks. ved å bruke passordbeskyttelse.

Man kan gå inn på sikkerhetskonnfigurasjon-skjermen fra velkomstsreen (se 11.4) ved å trykke på knappen `programmer robot`, og velge kategorien `installasjon` og trykke på `sikkerhet`. Sikkerhetskonnfigurasjonen er passordbeskyttet, se 10.8.



Sikkerhetsinnstillingene består av en rekke grenseverdier som brukes til å begrense bevegelsene til robotarmen, og sikkerhetsfunksjon-innstillinger for de konfigurerbare inngangene og utgangene. De er definert i de følgende underkategoriene av sikkerhetsskjermen:

- **Generelle grenser**-underkategorien definerer maksimal *kraft*, *strøm*, *hastighet* og *moment* av robotarmen. Når risikoen for å treffe et menneske eller en kollisjon med en del av miljøet er spesielt høy, må disse innstillingene settes til lave verdier. Hvis risikoen er lav, gjør høyere generelle grenser det mulig for roboten å bevege seg raskere og utøve mer kraft på omgivelsene. For ytterligere detaljer, se 10.10.
- **Leddgrenser**-underkategorien består av *leddhastighet* og *leddposisjon*-grenser. *Leddhastighet*-grensene definerer den maksimale vinkelhastigheten av de enkelte leddene og tjener til å begrense hastigheten av robotarmen ytterligere. *Leddposisjon*-grensene definerer tillatt posisjonsområde av de individuelle leddene (i leddplass). For ytterligere detaljer, se 10.11.
- **Grenser**-kategorien definerer sikkerhetsplan (på kartesisk plass) og en verktøyorientering for robot-TCP. Sikkerhetsplanene kan konfigureres enten som harde grenser for plasseringen av robot-TCP, eller som utløsere for å aktivere sikkerhetsgrensene til *redusert* modus (se 10.6)). Verktøyorienteringsgrensen setter en hard grense på orienteringen til robot-TCP. For ytterligere detaljer, se 10.12.
- **Sikkerhets I/O**-kategorien definerer sikkerhetsfunksjonene for konfigurerbare innganger og utganger (se 13.2). For eksempel kan *nødstop* konfigureres som en inngang. For ytterligere detaljer, se 10.13.

## 10.2 Endre sikkerhetskonnfigurasjon

Sikkerhetsinnstillingene skal kun forandres i henhold til risikovurderingen utført av integrerer.

Anbefalt pro for endring av sikkerhetskonnfigurasjon er som følgende:

1. Sørg for at forandringene stemmer i henhold til risikovurderingen som er utført av integrerer.
2. Juster sikkerhetsinnstillingene til et passelig nivå, definert av risikovurderingen utført av integrerer.
3. Dobbeltsjekk at sikkerhetsinnstillingene er på plass.
4. Sett følgende tekst i operatørens håndbøker: "Før du jobber i nærheten av roboten må du sørge for at sikkerhetskonnfigurasjonen er som forventet. Dette kan verifiseres ved å f.eks. kontrollere sjekksummen i øvre høyre hjørne til PolyScope (se 10.5 i Brukerveiledning til PolyScope)."

## 10.3 Sikkerhetssynkronisering og feil

Tilstanden til den anvendte sikkerhetskonnfigurasjonen sammenlignet med hva slags robotinstallasjon GUI har lastet inn, er avbildet av skjold-ikonet ved siden av teksten *Sikkerhet* på venstre side av skjermen. Disse ikonene gir en rask indikator for nåværende tilstand. De er definert under:

-  *Konfigurasjon synkronisert:* Viser at GUI-installasjonen er identisk med den gjeldende anvendte sikkerhetskonnfigurasjonen. Ingen endringer har blitt gjort.
-  *Konfigurasjon endret:* Viser at GUI-installasjonen er forskjellig fra den gjeldende anvendte sikkerhetskonnfigurasjonen.

Når man endrer sikkerhetskonnfigurasjonen, vil skjold-ikonet informere deg om de aktuelle innstillingene har blitt tatt i bruk eller ikke.

Hvis noen av tekstfeltene i *sikkerhet*-fanen inneholder ugyldige angivelser, er sikkerhetskonnfigurasjonen i en feiltilstand. Dette indikere på flere måter:

1. Et rødt feilikon vises ved siden av teksten *Sikkerhet* på venstre side av skjermen.
2. Underkategorien(e) med feil er merket med et rødt feilikon på toppen.
3. Tekstfeltet inneholder feil som er markert med en rød bakgrunn.

Når det finnes feil og man prøver å navigere bort fra *installasjon*-kategorien, dukker en dialog opp med følgende alternativer:

1. Løs problemet/problemene slik at alle feil har blitt fjernet. Dette vil være synlig når det røde feilikonet ikke lenger vises ved siden av teksten *Sikkerhet* på venstre side av skjermen.
2. Tilbakestill til den forrige anvendte sikkerhetskonnfigurasjonen. Dette vil se bort fra alle endringer og la deg fortsette til ønsket destinasjon.

Hvis det ikke finnes noen feil og man prøver å navigere bort, dukker en annen dialog opp med følgende alternativer:

1. Anvend endringer og start systemet på nytt. Dette vil anvende endringene i sikkerhetskonsfigurasjonen på systemet og starte på nytt. Merk: Dette innebærer ikke at noen endringer har blitt lagret; driftsstans av roboten på dette punktet vil miste alle endringer til robotens installasjon, inkludert sikkerhetskonsfigurasjonen.
2. Tilbakestill til den forrige anvendte sikkerhetskonsfigurasjonen. Dette vil se bort fra alle endringer og la deg fortsette til ønsket valgt destinasjon.

## 10.4 Toleranser

I *Sikkerhetskonsfigurasjon*, settes fysiske grenser. Inntastingsfeltet for disse grensene ekskluderer toleransene: der det er aktuelt vises toleranser ved siden av feltet. *Sikkerhetssystemet* mottar verdiene fra inntastingsfeltene og oppdager brudd på disse verdiene. *Robotarmen* prøver å forhindre alle brudd på sikkerhetssystemet og gir et beskyttende stopp ved å stoppe programkjøringen når grensen minus toleransen nås. Vær oppmerksom på at dette betyr at det kan hende programmet ikke kan utføre bevegelser veldig nærme en grense, f.eks. at roboten ikke kan oppnå nøyaktig maksimal hastighet angitt av en leddhastighetsgrense eller TCP-hastighetsgrensen.



### ADVARSEL:

En risikovurdering er alltid nødvendig ved å bruke grenseverdier uten toleranser.



### ADVARSEL:

Toleranser er spesifikke til programvarens versjon. Oppdatering av programvare kan endre toleransene. Konsulter versjonsmerkene for endringer mellom versjonene.

## 10.5 Sikkerhetssjekksum

Teksten i øvre høyre hjørne av skjermen gir en kort fremstilling av sikkerhetskonsfigurasjonen som for tiden brukes av roboten. Når teksten endres, tilsier dette at gjeldende sikkerhetskonsfigurasjon har endret seg også. Ved å klikke på sjekksummen viser den detaljer om den gjeldende aktive sikkerhetskonsfigurasjonen.

## 10.6 Sikkerhetsmodi

Under normale forhold (f.eks. når ingen beskyttende stopp er i bruk), fungerer sikkerhetssystemet i en av de følgende *sikkerhetsmodiene*, hver med et tilknyttet sett med sikkerhetsgrenser:

*Normal modus:* Sikkerhetsmodusen som er aktiv ved standard;

*Redusert modus:* Aktiv når robot-TCP er posisjonert utover et *Trigger redusert modus*-plan (se 10.12), eller når det utløses av en konfigurert inngang (se 10.13).

*Gjenopprettingsmodus:* Når robotarmen er i strid med én av de andre modiene (f.eks. *normal* eller *redusert* modus) og et kategori 0-stopp har oppstått,<sup>1</sup> starter robotarmen opp i *gjenopprettingsmodus*. Denne modusen lar robotarmen justeres manuelt til alle brudd har blitt løst. Det er ikke mulig å kjøre programmer for roboten i denne modusen.



#### ADVARSEL:

Vær oppmerksom på at grensene for *leddposisjon*, *TCP-posisjon* og *TCP-orientering* er deaktivert i *gjenopprettingsmodus*, så vær forsiktig når du flytter robotarmen tilbake innenfor grensene.

Underkategoriene til sikkerhetskonnfigurasjon-skjermen lar brukeren definere separate sett av sikkerhetsgrenser for *normal* og *redusert* modus. *Redusert* modus er grensene for hastigheten på verktøy, ledd og moment pålagt å være mer restriktive enn sine *normal* modus-motstykker.

Når en sikkerhetsgrense fra den aktive grensen brytes, utfører robotarmen et kategori 0-stopp. Hvis en aktiv sikkerhetsgrense, slik som en leddposisjonsgrense eller en sikkerhetsgrense, brytes når robotarmen er slått på, starter den opp i *gjenopprettingsmodus*. Dette gjør det mulig å flytte robotarmen tilbake innenfor sikkerhetsgrensene. Bevegelsen til robotarmen er begrenset av en fast satt grense, som brukeren ikke kan definere, når den er i *gjenopprettingsmodus*. For detaljer om grensene til *gjenopprettingsmodus*, se Maskinvarinstallasjonshåndbok.

## 10.7 Freedrive-modus

Når du er i *Freedrive*-modus (se 13.1.5) og bevegelse av robotarmen kommer nær visse grenser, vil brukeren føle en frastøtende kraft. Denne kraften genereres for grenser på posisjon, orientering og hastighet av robot-TCP og posisjonen og hastigheten av leddene.

Hensikten med denne frastøtingskraften er å informere brukeren om at den gjeldende posisjonen eller hastigheten er nær en grense, og for å hindre at roboten bryter den grensen. Men, hvis det påføres nok kraft av brukeren til robotarmen, kan grensen bli krenket. Størrelsen av kraften øker når robotarmen kommer nærmere grensen.

### 10.7.1 Tilbakekjøring

I *Freedrive*-modus, kan robotleddene beveges med relativt lite kraft fordi bremsene ikke er på. Når bremsene slippes under initialisering av robotarmen, kan det oppstå små vibrasjoner. I noen situasjoner, som når roboten er nær ved å kolliderer, kan slike vibrasjoner være uønsket og *Backdrive*-funksjonen kan brukes til å tvinge spesifikke ledd inn i ønsket posisjon uten å slippe alle bremsene i robotarmen.

<sup>1</sup>i henhold til IEC 60204-1, se ordliste for mer detaljer.

Slik aktiverer du *Backdrive*:

1. Trykk på PÅ for å slå på strømmen til leddene. Robotens tilstand er stilt inn til "Idle". **Ikke** slipp bremsene (altså, ikke trykk på START).
2. Trykk på og hold inne *Freedrive*-knappen. Robotens tilstand endres til "Backdrive".
3. Bremsene slippes kun i leddene hvor betydelig trykk blir tilført, så lenge *Freedrive*-knappen er trykket ned. Roboten vil føles tung å bevege når du bruker *Backdrive*.

## 10.8 Passordbeskyttelse

Alle innstillingene på denne skjermen er låst til det riktige sikkerhetspassordet (se 15.3) blir skrevet inn i det hvite tekstfeltet i bunnen av skjermen og Lås opp-knappen trykkes inn. Skjermen kan låses igjen ved å klikke på Lås-knappen. Fanen Sikkerhet låses automatisk når du navigerer bort fra sikkerhetskonnfigurasjon-skjermbildet. Et rødt feilikon vises ved siden av teksten Sikkerhet på venstre side av skjermen når innstillingene er låst. Et lås opp-ikon vises når innstillingene er låst opp.



### MERK:

Vær oppmerksom på at robotarmen slås av når skjermen for sikkerhetskonnfigurasjon låses opp.

## 10.9 Bruk

Når man låser opp sikkerhetskonnfigurasjonen, slås robotarmen av mens endringene blir gjort. Robotarmen kan ikke slås på til endringene har blitt anvendt eller tilbakestillt, og en manuell start utføres fra initialiseringsskjermen.

Alle endringer fra sikkerhetskonnfigurasjonen må anvendes eller tilbakestilles før du navigerer bort fra installasjon-kategorien. Disse endringene trer *ikke* i kraft før Bruk-knappen trykkes inn og det har blitt bekreftet. Bekreftelse krever visuell inspeksjon av endringene som er gitt til robotarmen. For sikkerhetsgrunner gjengis informasjonen som vises i SI-enheter. Et eksempel på bekreftelsesdialogen vises under.

Bekreftelse av anvendt sikkerhetskonfigurasjon

Generelle grenser | Leddgrenser | Grenser | Sikkerhets-I/O | Diverse

| Grense    | Normal modus | Redusert modus |
|-----------|--------------|----------------|
| Kraft     | 150,00       | 120,00 N       |
| Strøm     | 300,00       | 200,00 W       |
| Hastighet | 1,50         | 0,75 m/s       |
| Moment    | 25,00        | 10,00 kg m/s   |

Bekreft sikkerhetskonfigurasjon    Avslå

Videre vil endringene ved bekreftelse lagres automatisk som en del av den gjeldende robotinstallasjonen. Se 13.5 for ytterligere informasjon om lagring av robotinstallasjonen.

## 10.10 Generelle grenser

De generelle sikkerhetsgrensene tjener til å begrense den lineære hastigheten av robot-TCP, så vel som kraften den kan utøve på miljøet. De er sammensatt av følgende verdier:

**Kraft:** En grense for den maksimale kraften som robot-TCP utøver på miljøet.

**Strøm:** En grense for den maksimale mekaniske arbeidet som produseres av roboten på miljøet, tatt i betraktning at nyttelasten er en del av roboten, og ikke av miljøet.

**Hastighet:** En grense for den maksimale lineære hastigheten til robot-TCP.

**Moment:** En grense for maksimalt moment på robotarmen.

Det er to tilgjengelige midler for å konfigurere de generelle sikkerhetsgrensene innenfor installasjonen, *Grunninnstillinger* og *Avanserte innstillinger* som er nærmere beskrevet nedenfor.

Å definere de generelle sikkerhetsgrensene definerer kun grensene for verktøyet, ikke de generelle grensene til robotarmen. Dette betyr at selv om en hastighetsgrense er spesifisert, garanterer det *ikke* at andre deler av robotarmen vil følge de samme begrensningene.

Når du er i *Freedrive*-modus (se 13.1.5), og den gjeldende hastigheten av robot-TCP er nær *hastighets*-grensen, vil brukeren føle en frastøtende kraft som øker i omfang

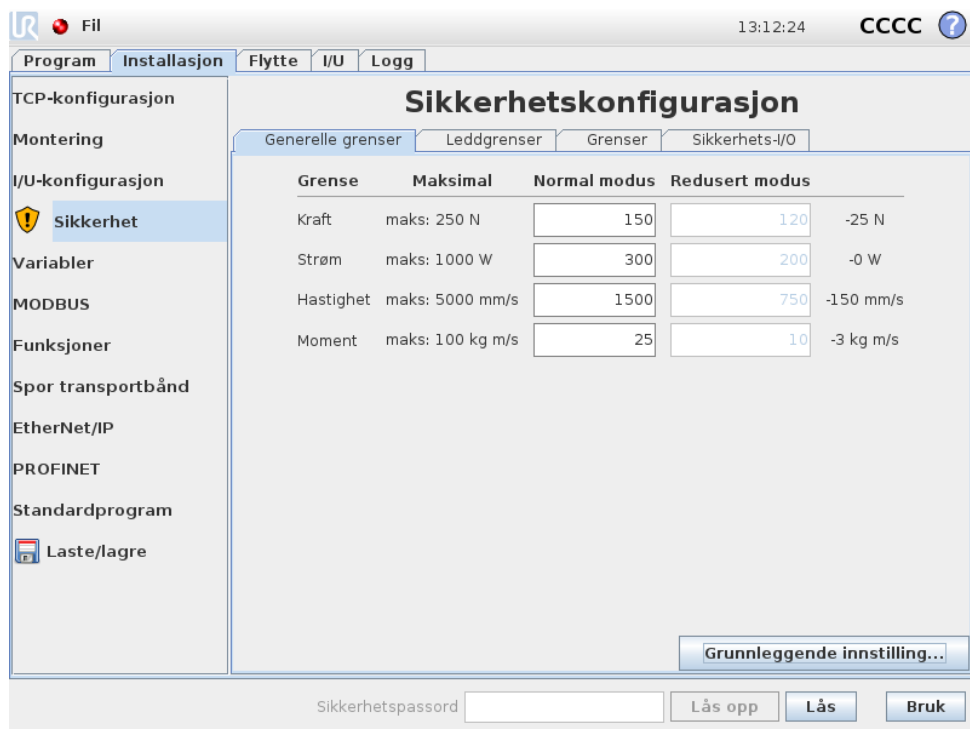
jo nærmere hastigheten kommer til grensen. Kraften genereres når gjeldende hastighet er innenfor ca. 250 mm/s av grensen.

**Grunnleggende innstillinger** Underpanelet for de innledende generelle grensene, som vises som standard skjerm, har en glidebryter med følgende fire forhåndsdefinerte sett med verdier for kraft-, effekt-, fart- og bevegelsesmengde-begrensninger i både *normal* og *reduisert* modus:

De spesifikke settene av verdier vises i GUI-en. Predefinert sett med verdier er kun forslag og skal ikke erstatte korrekte evalueringsprosesser for risiko.

**Bytte til avanserte innstillinger** Dersom *ingen* av de forhåndsdefinerte settene med verdier er tilfredsstillende, kan Avanserte innstillinger ...-knappen trykkes for å gå inn i avanserte generelle grenser-skjermen.

### Avanserte innstillinger



| Grense    | Maksimal         | Normal modus | Redusert modus |           |
|-----------|------------------|--------------|----------------|-----------|
| Kraft     | maks: 250 N      | 150          | 120            | -25 N     |
| Strøm     | maks: 1000 W     | 300          | 200            | -0 W      |
| Hastighet | maks: 5000 mm/s  | 1500         | 750            | -150 mm/s |
| Moment    | maks: 100 kg m/s | 25           | 10             | -3 kg m/s |

Buttons: Grunnleggende innstilling..., Sikkerhetspassord, Lås opp, Lås, Bruk

Her kan hver av de generelle begrensningene som er beskrevet i 10.10 endres uavhengig av de andre. Dette gjøres ved å trykke på det tilhørende tekstfeltet og skrive inn den nye verdien. Den høyeste aksepterte verdien for hver av grensene er oppført i kolonnen med tittelen *Maksimal*. Kraftgrensen kan bli satt til en verdi mellom 100 N og 250 N, og effektgrensen kan bli satt til en verdi mellom 80 W og 1000 W.

Legg merke til at feltene for grensene i *reduisert* modus er deaktivert når verken et sikkerhetsplan eller en konfigurert inngang er satt til å utløse den (se 10.12 og 10.13 for mer informasjon). Videre må *hastighet* og *moment*-grensene i *reduisert* modus ikke være høyere enn de tilsvarende i *normal* modus.

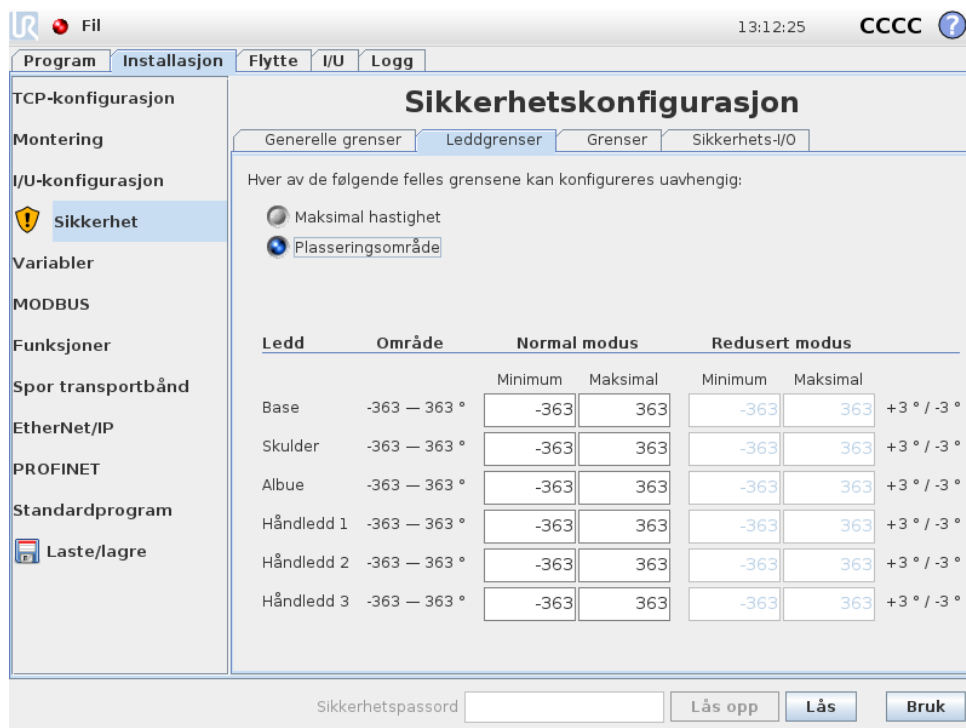
Toleransen og enheten for hver grense er oppført på slutten av rekken som korresponderer med den. Når et program kjører, justeres hastigheten til robotarmen automatisk for å ikke overskride noen av de angitte verdiene minus toleransen (se 10.4). Vær oppmerksom på at minustegnet som vises med toleranseverdien kun er der for å indikere at toleransen er trukket fra den faktiske angitte verdien. Hvis robotarmen skulle overskride grensen (uten toleranse), utfører sikkerhetssystemet et kategori 0-stopp.

**ADVARSEL:**

Hastighetsgrensen er kun pålagt robot-TCP, slik at andre deler av robotarmen kan bevege seg raskere enn den definerte verdien.

**Bytte til grunnleggende innstillinger** Å trykke på *Grunnleggende innstillinger* . . . -knappen bytter tilbake til skjermbildet for grunnleggende generelle grenser og alle de generelle grensene blir tilbakestilt til *standardinnstillingene*. Skulle dette føre at noen egendefinerte verdier går tapt, vises en pop-up-dialogboks for å bekrefte handlingen.

## 10.11 Leddgrenser



| Ledd       | Område       | Normal modus |          | Redusert modus |          |             |
|------------|--------------|--------------|----------|----------------|----------|-------------|
|            |              | Minimum      | Maksimal | Minimum        | Maksimal |             |
| Base       | -363 — 363 ° | -363         | 363      | -363           | 363      | +3 ° / -3 ° |
| Skulder    | -363 — 363 ° | -363         | 363      | -363           | 363      | +3 ° / -3 ° |
| Albue      | -363 — 363 ° | -363         | 363      | -363           | 363      | +3 ° / -3 ° |
| Håndledd 1 | -363 — 363 ° | -363         | 363      | -363           | 363      | +3 ° / -3 ° |
| Håndledd 2 | -363 — 363 ° | -363         | 363      | -363           | 363      | +3 ° / -3 ° |
| Håndledd 3 | -363 — 363 ° | -363         | 363      | -363           | 363      | +3 ° / -3 ° |

Leddgrensene begrenser bevegelsen av de enkelte leddene i leddrommet, det vil si at de ikke refererer til kartesisk plass, men heller til den indre (rotasjon) posisjonen i leddene, og deres rotasjonshastighet. Radioknappene i den øvre delen av underpanelet gjør det mulig å uavhengig konfigurere maksimal hastighet og plasseringsområde for leddene.

Når du er i *Freeride* modus (se 13.1.5), og den gjeldende hastigheten eller posisjonen av et ledd er nær grensen, vil brukeren føle en frastøtende kraft som øker i omfang jo nærmere leddet kommer til grensen. Kraften som genereres når leddhastigheten er innenfor omtrent 20 °/s av hastighetsgrensen eller leddposisjonen er innenfor omtrent 8 ° for leddgrensen.

**Maksimal hastighet** Dette alternativet definerer den maksimale vinkelhastigheten for hvert ledd. Dette gjøres ved å trykke på det tilhørende tekstfeltet og skrive inn den nye verdien. Den høyeste aksepterte verdien er oppført i kolonnen med tittelen *Maksimal*. Ingen av verdiene kan settes under toleranseverdien.

Legg merke til at feltene for grensene i *redusert* modus er deaktivert når verken et sikkerhetsplan eller en konfigurerbar inngang er satt til å utløse den (se 10.12 og 10.13 for mer informasjon). Videre må grensene for *redusert* modus ikke være høyere enn de tilsvarende i *normal* modus.

Toleransen og enheten for hver grense er oppført på slutten av rekken som korresponderer med den. Når et program kjører, justeres hastigheten til robotarmen automatisk for å ikke overskride noen av de angitte verdiene minus toleransen (se 10.4). Vær oppmerksom på at minustegnet som vises med hver toleranseverdi kun er der for å indikere at toleransen er trukket fra den faktiske angitte verdien. Hvis vinkelhastigheten til noen ledd allikevel skulle overskride den angitte verdien (uten toleranse), utfører sikkerhetssystemet et kategori 0-stopp.

**Plasseringsområde** Denne skjermen definerer plasseringsområdet for hvert ledd. Dette gjøres ved å trykke på tilsvarende tekstfelt og legge inn nye verdier for de nedre og øvre leddposisjonsgrensene. Det innlagte intervallet må falle innenfor de verdiene som er oppført i kolonne med tittelen *Område* og den nedre grensen kan ikke overstige øvre grense.

Legg merke til at feltene for grensene i *redusert* modus er deaktivert når verken et sikkerhetsplan eller en konfigurerbar inngang er satt til å utløse den (se 10.12 og 10.13 for mer informasjon).

Toleransen og enheten for hver grense er oppført på slutten av rekken som korresponderer med den. Den første toleranseverdien gjelder minsteverdien og den andre gjelder den maksimale verdien. Programkjøring avbrytes når posisjonen til et ledd er i ferd med å overskride spennet som et resultat av å ha lagt til den første toleransen til den angitte minsteverdien og trukket fra den andre toleransen fra den angitte maksimale verdien, hvis det fortsetter å bevege seg langs den anslåtte banen. Vær oppmerksom på at minustegnet som vises med toleranseverdien kun er der for å indikere at toleransen er trukket fra den faktiske angitte verdien. Hvis leddposisjonen allikevel skulle overskride den angitte kategorien, utfører sikkerhetssystemet et kategori 0-stopp.

## 10.12 Grenser

I denne kategorien kan du konfigurere endegrenser som består av sikkerhetsplan og en grense på maksimalt tillatt avvik på robotverktøyets orientering. Det er også mulig å definere planer som utløser en overgang til *redusert* modus.

Sikkerhetsplanene kan brukes til å begrense det tillatte arbeidsområdet av roboten ved å håndheve at robot-TCP holder seg på riktig side av de definerte planene og ikke passere gjennom dem. Opptil åtte sikkerhetsplan kan konfigureres. Begrensningen for orientering av verktøyet kan benyttes til å sikre at robotverktøyets orientering ikke avviker mer enn en viss spesifikk mengde fra en ønsket orientering.

**ADVARSEL:**

Definering av sikkerhetsplan definerer kun en grense for TCP og ikke den totale grensen for robotarmen. Dette betyr at selv om et sikkerhetsplan er spesifisert, garanterer det *ikke* at andre deler av robotarmen vil følge de samme begrensningene.

Konfigurasjonen av hver endegrense er basert på en av funksjonene som er angitt i gjeldende robotinstallasjon (se 13.12).

**MERK:**

Det anbefales sterkt at du oppretter alle funksjonen som behøves for konfigurasjonen av alle ønskede sluttgrenser og tilordner dem passende navn før du endrer sikkerhetskongfigurasjonen. Vær oppmerksom på at siden robotarmen er slått av med en gang *sikkerhet*-kategorien har blitt låst opp, vil ikke *verktøy*-funksjonen (som inneholder den gjeldende plasseringen og orienteringen av robot-TCP) samt *Frikjørings*-modus (se 13.1.5) være tilgjengelige.

Når du er i *Feedrive*-modus (se 13.1.5), og den aktuelle posisjonen til robot-TCP er nær et sikkerhetsplan, eller avviket av orienteringen til robotverktøyet fra ønsket orientering er nær det angitte maksimale avviket, vil brukeren føle en frastøtende kraft som øker i omfang som TCP nærmer seg grensen. Kraften genereres når TCP er innenfor omtrent 5 cm av et sikkerhetsplan, eller avviket av orienteringen til verktøyet er omtrent 3° fra det spesifiserte maksimumsavviket.

Når et plan er definert som et *Trigger redusert modus*-plan og TCP går utover den, går sikkerhetssystemet over i *redusert* modus som bruker sikkerhetsinnstillingene for *redusert* modus. Utløserplanene følger de samme reglene som vanlige sikkerhetsplan med unntak av at de tillater robotarmen å passere gjennom dem.

### 10.12.1 Å velge en grense til å konfigurere

Sikkerhetsgrenser-panelet på venstre side av kategorien brukes til å velge en endegrense som skal konfigureres.

For å sette opp et sikkerhetsplan, klikk på en av de åtte øverste oppføringene i panelet. Hvis det valgte sikkerhetsplanet er konfigurert, er den tilsvarende 3D-representasjonen av planet uthevet i 3D-visningen (se 10.12.2) til høyre for dette panelet. Sikkerhetsplanet kan settes opp i delen *Sikkerhetsplan* egenskaper (se 10.12.3) på bunnen av kategorien.

Klikk på *Verktøygrense*-oppføringen for å konfigurere orienteringsendegrense for robotverktøyet. Konfigurasjonen av grensen kan spesifiseres i delen *Verktøygrense*-egenskaper (se 10.12.4) på bunnen av kategorien.

Klikk på  /  -knappen for å veksle 3D-visualisering av endegrense på / av. Hvis en endegrense er aktiv, angis *sikkerhetsmodus* (se 10.12.3 og 10.12.4) av ett av de følgende ikonene  /  /  / .

## 10.12.2 3D-visualisering

3D-visningen viser de konfigurerte sikkerhetsplanene og orienteringsendegrense for robotverktøyet sammen med den aktuelle posisjonen til robotarmen. Alle konfigurerte grenseoppføringer der synlighetsveksling er valgt (dvs. viser  -ikonet) i Sikkerhetsgrenser-delen vises sammen med gjeldende valgt endegrense.

De (aktive) sikkerhetsplanene er vist i gult og svart med en liten pil som representerer planet normalt, noe som indikerer den siden av planet som robot-TCP er tillatt å bli posisjoneres på. Utløserplan vises i blått og grønt. En liten pil viser siden av planet som *ikke* utløser overgangen til *redusert* modus. Hvis et sikkerhetsplan er valgt i panelet på venstre side av kategorien, er den tilsvarende 3D-representasjonen uthevet.

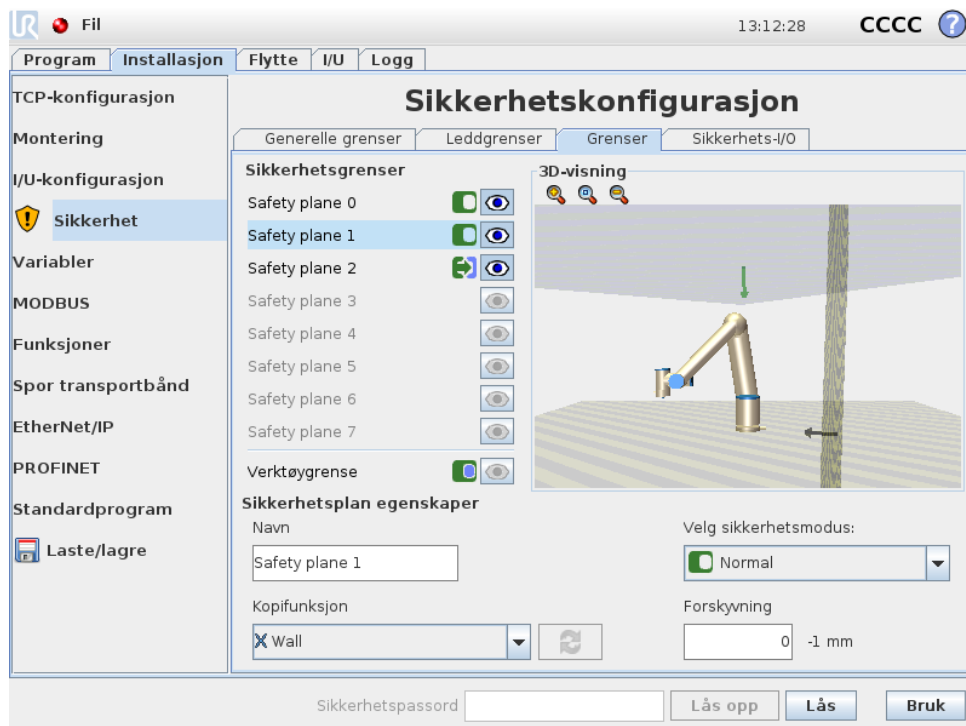
Verktøyets orienteringsendegrense visualiseres ved hjelp av en sfærisk kjegle sammen med en vektor som angir den aktuelle retningen til robotverktøyet. På innsiden av kjeglen representerer den tillatte det området for verktøyets orientering (vektor).

Når et plan eller en verktøy orienteringsendegrense er konfigurert, men ikke aktiv, er visualiseringen grå.

Trykk på forstørrelsesglass-ikonene for å zoome inn/ut, eller dra en finger over for å endre visningen.

## 10.12.3 Sikkerhetsplan-konfigurasjon

Sikkerhetsplan egenskaper-delen nederst i kategorien definerer konfigurasjon av det valgte sikkerhetsplanet i Sikkerhetsgrenser-panelet i øvre venstre delen av fanen.



**Navn** Tekstfeltet `navn` lar brukeren tilordne et navn til det valgte sikkerhetsplanet. Endre navnet ved å trykke på tekstfeltet og skrive inn et nytt navn.

**Kopifunksjon** Posisjonen og normalen på sikkerhetsplanet angis ved hjelp av en funksjon (se 13.12) fra den aktuelle robotinstallasjonen. Bruk nedtrekksmenyen i nedre venstre del av **Sikkerhetsplan egenskaper** for å velge en funksjon. Bare punkt- og plantype-funksjonene er tilgjengelige. Å velge <Undefined>-elementet fjerner konfigurasjonen i planet.

Z-aksen av den valgte funksjon vil peke på underkjent-området og planet normalt vil peke i motsatt retning, bortsett fra når `Base`-funksjonen er valgt, i hvilket tilfelle planet normalt vil peke i samme retning. Hvis planet er konfigurert som et *trigger redusert modus-plan* (se 10.12.3), indikerer planet normalt den siden av planet som ikke utløser overgang til *redusert* modus.

Det bør bemerkes at når sikkerhetsplanet har blitt konfigurert ved å velge en funksjon, er posisjonsinformasjonen bare *kopiert* til sikkerhetsplanet; planet blir *ikke* knyttet til den funksjonen. Dette betyr at hvis det er endringer i posisjonen eller orienteringen av en funksjon som er brukt til å konfigurere et sikkerhetsplan, blir ikke sikkerhetsplanet oppdatert automatisk. Hvis funksjonen har endret seg, angis dette med et  ikon plassert over funksjonsvelgeren. Klikk på  -knappen ved siden av velgeren for å oppdatere sikkerhetsplanet med den aktuelle posisjonen og retningen på den funksjonen.  -ikonet vises også dersom den valgte funksjonen har blitt slettet fra installasjonen.

**Sikkerhetsmodus** Nedtrekksmenyen på høyre side av **Sikkerhetsplanegenskaper**-panelet brukes for å velge *sikkerhetsmodus* for sikkerhetsplanet, med følgende tilgjengelige modi:

|                                                                                                          |                                                                                                                                                                                                                                                     |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Deaktivert                                                                                               | Sikkerhetsplanet er <i>aldri aktivt</i> .                                                                                                                                                                                                           |
|  Normal                 | Når sikkerhetssystemet er i <i>normal</i> modus, er et <i>normal</i> modus-plan <i>aktivt</i> og det fungerer som en <i>streng grense</i> på plasseringen av robot-TCP.                                                                             |
|  Redusert               | Når sikkerhetssystemet er i <i>normal</i> modus, er et <i>normal</i> modus-plan <i>aktivt</i> og det fungerer som en <i>streng grense</i> på plasseringen av robot-TCP.                                                                             |
|  Normal & redusert      | Når sikkerhetssystemet er i enten <i>normal</i> eller <i>redusert</i> modus, er et <i>normal &amp; redusert</i> modus-plan <i>aktivt</i> og det fungerer som en <i>streng grense</i> på plasseringen av robot-TCP.                                  |
|  Utløser redusert modus | Når sikkerhetssystemet er i enten <i>normal</i> eller <i>redusert</i> modus, er et <i>trigger redusert modus</i> -plan <i>aktivt</i> og det får sikkerhetssystemet til å endre til <i>redusert</i> modus så lenge robot-TCP er plassert utover det. |

Den valgte *sikkerhetsmodusen* indikeres med et ikon i den tilsvarende oppføringen i Sikkerhetsgrenser-panelet. Hvis *sikkerhetsmodus* er satt til *Deaktivert*, vises det ikke noe ikon.

**Forskyvning** Når en funksjon er valgt i nedtrekksmenyen i nedre venstre del av Sikkerhetsplan egenskaper-panelet, kan sikkerhetsplanet settes ved å trykke på Forskyvning-tekstfeltet i nedre høyre del av dette panelet, og angi en verdi. Å skrive inn en positiv verdi, øker det tillatte arbeidsområdet til roboten ved å bevege planet i motsatt retning av planet normalt, mens en negativ verdi reduserer det tillatte område ved å føre planet i retningen av planet normalt.

Enheten for forskyvning og toleranse for grenseplanet er vist til høyre fra tekstfeltet.

**Effekt av *streng grense-planer*** Programkjøring avbrytes når TCP-posisjon er i ferd med å krysse et aktivt, strengt grensesikkerhetsplan minus toleranse (se 10.4), hvis det fortsetter å bevege seg langs den anslåtte banen. Vær oppmerksom på at minustegnet som vises med toleranseverdien kun er der for å indikere at toleransen er trukket fra den faktiske angitte verdien. Hvis TCP-posisjon skulle overskride grensen (uten toleranse), utfører sikkerhetssystemet et kategori 0-stopp.

**Effekt av *trigger redusert modus-planer*** Når ikke noe beskyttende stopp er aktivt og sikkerhetssystemet ikke er i den spesielle *gjennopprettingsmodusen* (se 10.6), brukes det enten i *normal* eller *redusert* modus, og bevegelsene til robotarmen begrenses av de respektive grensesettet.

Ved standard er sikkerhetssystemet i *normal* modus. Den går over i *redusert* modus når en av følgende situasjoner oppstår:

- Robot-TCP er plassert utover noen *Trigger redusert modus*-planer, dvs. it det befinner seg på siden av planet som er *på motsatt side av* retningen til den lille pilen i visualiseringen av planet.

- b) Sikkerhetsinngangsfunksjonen for *reduisert* modus er konfigurert og signalene er lave (se 10.13 for flere detaljer).

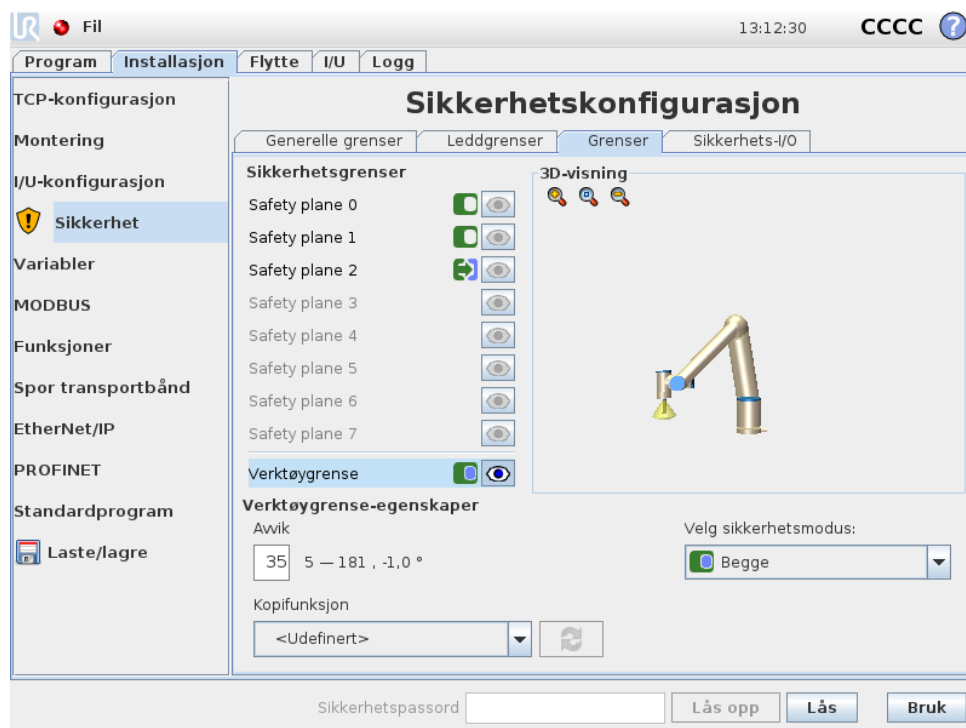
Når ikke noe av det overstående gjelder, går sikkerhetssystemet tilbake til *normal* modus.

Når overgangen fra *reduisert* til *normal* modus forårsakes ved å passere gjennom et *trigger redusert modus*-plan, oppstår en overgang fra grensesettet til *reduisert* modus til grensesettet til *normal* modus. Så fort robot-TCP er plassert 20 mm eller nærmere fra *Trigger redusert modus*-planet (men fortsatt på siden for *normal* modus), anvendes de mer ettergivende grensene for *normal* og *reduisert* modus for hver grenseverdi. Så fort robot-TCP passerer *Trigger redusert modus*-planet, er ikke grensesettet for *normal* modus lenger aktivt, og grensesettet for *reduisert* modus trer i kraft.

Når en overgang fra *reduisert* til *normal* modus forårsakes ved å passere gjennom et *trigger redusert modus*-plan, oppstår en overgang fra grensesettet til *reduisert* modus til grensesettet til *normal* modus. Så fort robot-TCP passerer *Trigger redusert modus*-planet (men fortsatt på siden for *normal* modus), anvendes de mer ettergivende grensene for *normal* og *reduisert* modus for hver grenseverdi. Så fort robot-TCP er plassert 20 mm eller lengre vekk fra *Trigger redusert modus*-planet (men fortsatt på siden for *normal* modus), er grensesettet for *reduisert* modus ikke lenger aktivt og grensesettet for *normal* modus trer i kraft.

Hvis den anslåtte banen tar robot-TCP gjennom et *trigger redusert modus*-plan, vil robotarmen begynne å bremse før den passerer gjennom planet hvis den er i ferd med å overskride leddhastighet, verktøyhastighet eller momentgrensen i det nye grensesettet. Vær oppmerksom på at disse grensene påkreves å være mer begrensende i *reduisert* modus grensesett. Slik prematur bremsing kan kun oppstå ved overgang fra *normal* til *reduisert* modus.

## 10.12.4 Verktøygrense-konfigurasjon



Verktøygrense-egenskaper-panelet ved bunnen av kategorien definerer en grense for orienteringen av robotverktøyet sammensatt av en ønsket verktøyorientering, og en verdi for det maksimale tillatte avviket fra denne orienteringen.

**Avvik** Avvik-tekstfeltet viser verdien for maksimalt tillatt avvik på orienteringen til robotverktøyet fra den ønskede orienteringen. Endre denne verdien ved å trykke på tekstfeltet og skrive inn den nye verdien.

Det aksepterte verdiområdet, sammen med toleransen og enheten av avviket er oppført ved siden av tekstfeltet.

**Kopifunksjon** Den ønskede orienteringen på robotverktøyet angis ved hjelp av en funksjon (se 13.12) fra den aktuelle robotinstallasjonen. Z-aksen av den valgte funksjonen vil bli brukt som den ønskede verktøyorienteringsvektoren for denne grensen.

Bruk nedtrekksmenyen i nedre venstre del av Verktøygrense-egenskaper-panelet for å velge en funksjon. Bare punkt- og plantype-funksjonene er tilgjengelige. Å velge <Undefined>-elementet fjerner konfigurasjonen i planet.

Det bør bemerkes at når grensen har blitt konfigurert ved å velge en funksjon, er orienteringsinformasjonen bare *kopiert* til grensen; grensen blir *ikke* knyttet til den funksjonen. Dette betyr at hvis det er endringer i posisjonen og orienteringen av en funksjon som er brukt til å konfigurere en grense, blir ikke grensen oppdatert automatisk. Hvis funksjonen har endret seg, angis dette med et  ikon plassert over funksjonsvelgeren. Klikk på  -knappen ved siden av velgeren for å oppda-

tere grensen med den gjeldende orienteringen på funksjonen. ⚠ -ikonet vises også dersom den valgte funksjonen har blitt slettet fra installasjonen.

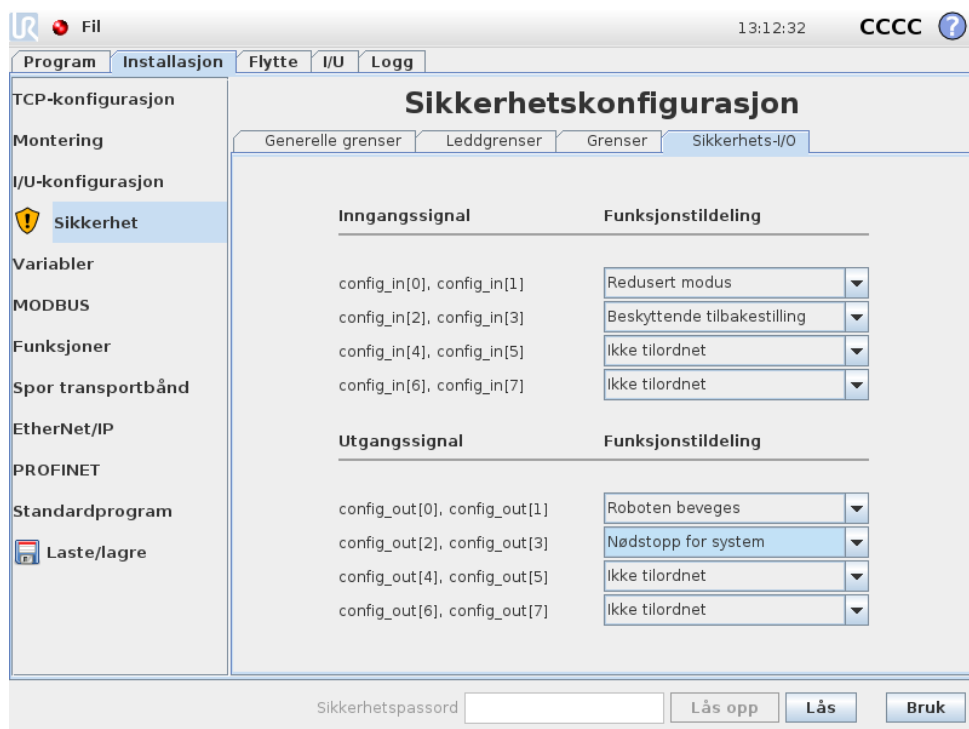
**Sikkerhetsmodus** Nedtrekksmenyen på høyre side av Verktøygrense-egenskaper-panelet brukes for å velge *sikkerhetsmodus* for verktøyorienteringsgrensen. De tilgjengelige alternativene er:

|                                                                                                     |                                                                                                                |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Deaktivert                                                                                          | Verktøygrensens grense er aldri aktiv.                                                                         |
|  Normal            | Når sikkerhetssystemet er i <i>normal</i> modus, er verktøygrensens grense aktiv.                              |
|  Redusert          | Når sikkerhetssystemet er i <i>reduisert</i> modus, er verktøygrensens grense aktiv.                           |
|  Normal & redusert | Når sikkerhetssystemet er i enten <i>normal</i> eller <i>reduisert</i> modus, er verktøygrensens grense aktiv. |

Den valgte *sikkerhetsmodusen* indikeres med et ikon i den tilsvarende oppføringen i Sikkerhetsgrenser-panelet. Hvis *sikkerhetsmodus* er satt til Deaktivert, vises det ikke noe ikon.

**Effekt** Programkjøring avbrytes når avviket til verktøyorienteringen er i ferd med å overskride det angitte maksimale avviket minus toleranse (se 10.4), hvis det fortsetter å bevege seg langs den anslåtte banen. Vær oppmerksom på at minustegnet som vises med toleranseverdien kun er der for å indikere at toleransen er trukket fra den faktiske angitte verdien. Hvis verktøyorienteringen skulle overskride grensen (uten toleranse), utfører sikkerhetssystemet et kategori 0-stopp.

## 10.13 Sikkerhets-I/O



Denne skjermen definerer *sikkerhetsfunksjoner* for konfigurerbare innganger og utganger (I/O-er). I/O-ene er delt mellom innganger og utganger, og er synkroniserte slik at hver funksjon tilbyr en kategori<sup>2</sup> 3 og PLd-I/O.

Hver *sikkerhetsfunksjon* kan kun kontrollere ett par I/O. Å prøve å velge samme sikkerhetsfunksjon en andre gang fjerner den fra det første paret I/O som tidligere er definert. Det er fem *sikkerhetsfunksjoner* for inngangssignaler og fire for utgangssignaler.

### 10.13.1 Inngangssignaler

For inngangssignaler kan følgende *sikkerhetsfunksjoner* velges: Systemnødstop, Redusert modus, Beskyttende tilbakestilling, 3-posisjonsskifte og Operasjonsmodus.

**Systemnødstop** Når konfigurert, er det mulig å ha en ekstra nødstopp-knapp i tillegg til den Nødstoppknapp på læringsdelen. Denne funksjonen krever bruk av en enhet som retter seg etter ISO 13850.

**Redusert modus** Alle sikkerhetsgrenser har to modi som de kan anvendes i: *Normal* modus, som spesifiserer standard sikkerhetskonnfigurasjon, og *redusert* modus (se 10.6 for flere opplysninger). Når denne inngangssikkerhetsfunksjonen er valgt, gjør et lavt signal som gis til inngangene at sikkerhetssystemet går over til *Redusert* modus. Ved behov reduseres hastigheten på robotarmen for å oppfylle den satte grensen til *redusert* modus. Hvis robotarmen fortsatt bryter noen av grensene til *redusert* modus, utfører den et kategori 0-stop. Overgangen tilbake til *normal* modus foregår på samme måte. Vær oppmerksom på at sikkerhetsplaner også kan forårsake en overgang til *redusert* modus (se 10.12.3 for flere opplysninger).

**Beskyttende tilbakestilling** Hvis Vernestopp er kablet i sikkerhets-I/O-ene, kan tilbakestill vernestopp brukes til å sikre at vernestopp-tilstanden fortsetter inntil en tilbakestilling utløses. Robotarmen vil ikke bevege seg når den befinner seg i tilstanden vernestopp.



#### ADVARSEL:

Som standard er funksjonen Beskyttende tilbakestilling konfigurert for inngangspinnene 0 og 1. Ved å deaktivere det fullstendig medfører det at robotarmen kan opphøre å være vernestoppet så snart Vernestopp-inngangen blir høy. Med andre ord, uten en Beskyttende tilbakestilling, bestemmer Vernestopp-inngangene SI0 og SI1 (se Maskinvareinstallasjonshåndbok) fullstendig om tilstanden til vernestoppet er aktiv eller ikke.

<sup>2</sup>I henhold til ISO 13849-1, se ordliste for mer detaljer.

**3-posisjonsskifte og Operasjonsmodus** Disse lar deg bruke en 3-posisjons aktiveringsenhet som et ekstra sikkerhetstiltak under installering og programmering av roboten. Med inngangen til 3-posisjonsskifte konfigurert, vil roboten være enten i “kjøremodus” eller “programmeringsmodus”. Et ikon vil bli synlig i øvre høyre hjørne som viser nåværende operasjonsmodus:

 *Kjøremodus*: Roboten kan kun utføre oppgaver som er blitt definert på forhånd. Fanen for bevegelse og frikjøringsmodus vil være utilgjengelige.

 *Programmeringsmodus*: Begrensningene som finnes i *kjøremodus* er ikke lenger gjeldende. Når tilførsel fra 3-posisjonsskifte er lav, vil roboten få verne-stans. I tillegg vil glidebryteren for fart bli stilt inn til en verdi som korresponderer med 250 mm/s og kan gradvis økes for å nå høyere fart. Glidebryteren for fart vil også igjeninnstilles til en lav verdi når tilførsel fra 3-posisjonsskifte går fra lav til høy.

Det finnes to metoder for å konfigurere valg for operasjonsmodus:

1. For å velge operasjonsmodus ved å bruke en ekstern enhet for modusvalg, konfigurer tilførsel for Operasjonsmodus. Du vil kunne velge å konfigurere den i listemenyene når tilførsel for 3-posisjonsskifte har blitt konfigurert. Roboten vil være i *kjøremodus* når tilførsel for Operasjonsmodus er lav og i *programmeringsmodus* når den er høy.
2. For å velge operasjonsmodus fra Polyscope, må kun tilførsel for 3-posisjonsskifte konfigureres og brukt for sikkerhetskonnfigurasjon. I dette tilfellet, vil standardmodus være *kjøremodus*. For å kunne bytte til *programmeringsmodus*, velg “programmer robot”-knappen på velkomstskjermen. For å bytte tilbake til *kjøremodus*, trenger du bare å gå ut av “programmer robot”-skjermen.



**MERK:**

Etter at konfigurasjon for sikkerhets-I/O med 3-posisjonsskifte aktivert er bekreftet, vil velkomstskjermen vises automatisk. Velkomstskjermen vises også automatisk når operasjonsmodus byttes fra *programmeringsmodus* til *kjøremodus*.

## 10.13.2 Utgangssignaler

For utgangssignalene kan følgende *sikkerhetsfunksjoner* brukes. Alle signaler går tilbake til lav når tilstanden som utløste høyt signal er fjernet:

**Systemnødstop** Lavt signal gis når sikkerhetssystemet er utløst i en nødstopptilstand av Robotnødstop-inngangen eller Nødstopppknapp. Hvis nødstoppet tilstand utløses av Systemnødstop-inngangen, vil det ikke angis lavt signal for å unngå vranglås.


**MERK:**

Eksternt maskineri som får nødstop-tilstand fra roboten gjennom systemnødstop-utgangen må rette seg etter ISO 13850. Dette er spesielt viktig ved innstillinger hvor Robotnødstop-inngangen er koblet til en ekstern nødstoppenhet. I slike tilfeller, vil systemnødstop-utgangen bli satt til høy når den eksterne nødstoppenheten utløses. Dette vil si at nødstop-tilstanden for det eksterne maskineriet vil tilbakestilles uten at det krever en manuell handling fra robotoperatøren. Derfor, for at det eksterne maskineriet skal rette seg etter sikkerhetsstandardene, må det kreves en manuell handling for å kunne fortsette.

**Roboten beveger seg** Et lavt signal gis når robotarmen er i en mobil tilstand. Når robotarmen er i en fast stilling, gis et høyt signal.

**Robot stopper ikke** Når robotarmen er bedt om å stoppe, vil det gå litt tid fra forespørselen til armen stopper. I løpet av denne tiden signalet vil være høy. Når robotarmen beveger seg og har ikke blitt bedt om å stoppe, eller når robotarmen er i en stoppet posisjon, vil signalet være lavt.

**Redusert modus** Sender et lavt signal når robotarmen er plassert i *reduert* modus eller hvis sikkerhetsinngangen er konfigurert med en *reduert modus*-inngang og signalet for øyeblikket er lavt. Ellers er signalet er høyt.

**Ikke-reduert modus** Dette er det motsatte av *reduert modus* som er definert over.

# 11 Begynn programmeringen

## 11.1 Innledning

Universal Robot-armen består av rør og ledd. Leddene med deres vanlige navnene er vist i figur 11.1. *Basen* er hvor roboten er montert, og i den andre enden (*Håndledd 3*) er verktøyet til roboten festet. Ved å koordinere bevegelsen til hvert ledd, kan roboten bevege verktøyet fritt, med unntak av området direkte over og under basen.

PolyScope er det grafiske brukergrensesnittet (GUI) som lar deg betjene robotarmen og kontrollboksen, kjøre robotprogrammer og enkelt lage nye.

Følgende avsnitt får deg i gang med roboten. Senere forklares skjermene og funksjonaliteten til PolyScope i mer detalj.

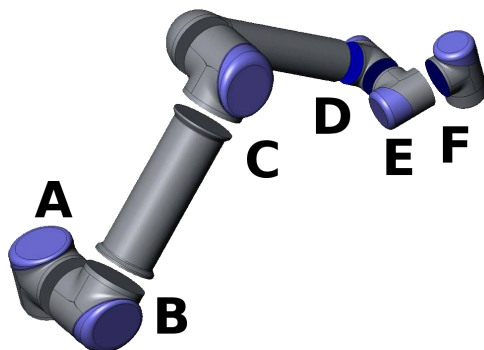


### FARE:

1. Maskinvareinstallasjonshåndbok inneholder viktig informasjon om sikkerhet, som må bli lest og forstått av integrerer av UR-roboter før roboten slås på for første gang.
2. Integrerer må stille inn sikkerhetskonsfigurasjonenes parametre som definert i risikovurderingen før robotarmen slås på for første gang, se kapittel 10.

## 11.2 Komme i gang

Før du bruker PolyScope, må robotarmen og kontrollboksen monteres og kontrollboksen må slås på.



Figur 11.1: Leddene i roboten. A: *Base*, B: *Skulder*, C: *Albue* og D, E, F: *Håndledd 1, 2, 3*

### 11.2.1 Installere robotarmen og kontrollboksen

Gjør følgende for å installere robotarmen og kontrollboksen:

1. Pakke ut robotarmen og kontrollboksen.
2. Monter robotarmen på et solid og vibrasjonsfritt underlag.
3. Plasser betjeningspanelet på foten.
4. Plugg robotkabelen mellom roboten og kontrollboksen.
5. Plugg inn strømkontakten fra kontrollboksen.



**ADVARSEL:**

Veltefare. Hvis roboten ikke er trygt plassert på et stødig underlag, kan roboten velte og forårsake personskade.

Detaljerte installasjonsinstruksjoner finnes i Maskinvareinstallasjonshåndbok. Merk at det kreves en risikovurdering før du bruker robotarmen til å gjøre noe arbeid.

### 11.2.2 Slå kontrollboksen av og på

Kontrollboksen slås på ved å trykke på strømknappen på forsiden av panelet med berøringsskjermen. Dette panelet er vanligvis referert til som *teach-tillegget*. Når kontrollboksen er slått på, vil tekst fra det underliggende operativsystemet vises på berøringsskjermen. Etter rundt ett minutt, vil noen få knapper vises på skjermen, og en pop-up leder brukeren til initialiseringsskjermen (se 11.5).

For å slå av kontrollboksen, trykk på den grønne knappen på skjermen, eller bruk **Slå av**-knappen på velkomstskjermen (se 11.4).



**ADVARSEL:**

Å stenge ned ved å trekke ut strømkabelen fra veggkontakten kan det føre til skade på robotens filsystem, noe som kan føre til feilfunksjon på roboten.

### 11.2.3 Slå robotarmen av og på

Robotarmen kan slås på hvis kontrollboksen er slått på, og hvis ingen nødstoppknapper er aktivert. Å snu robotarmen gjøres i initialiseringsskjermen (se 11.5) ved å trykke på **PÅ**-knappen på den skjermen, og deretter trykke **Start**. Når en robot settes i gang lager den en lyd og beveger seg litt mens bremsene slippes opp.

Strømmen til robotarmen kan slås av ved å trykke på **AV**-knappen på initialiserings-skjermen. Robotarmen slås også av automatisk når kontrollboksen slås av.

### 11.2.4 Hurtigstart

For å raskt starte opp roboten etter at den er installert, må du utføre følgende trinn:

1. Trykk på nødstoppknappen foran på opplæring-anhenget.

2. Trykk på strømknappen på Teach-delen.
3. Vent mens systemet starter opp, til det viser tekst på berøringsskjermen.
4. Når systemet er klart, vil en pop-up vises på berøringsskjermen som sier at roboten må initialiseres.
5. Trykk på knappen på pop-up-dialogen. Du kommer til skjermbildet initialisering.
6. Vente på dialogen *Bekreftelse av anvendt sikkerhetskonnfigurasjon* og trykk på *Bekreft anvendt sikkerhetskonnfigurasjon*-knappen. Dette gjelder et innledende sett av sikkerhetsparametere som må justeres basert på en risikovurdering.
7. Lås opp nødstopknappen. Robotens tilstand endres fra *Nødstop* til *Slå av*.
8. Trinn utenfor rekkevidden (arbeidsområdet) til roboten.
9. Trykk på *På*-knappen på berøringsskjermen. Vent noen sekunder til robotens tilstand endres til *Inaktiv*.
10. Kontroller at valgt nyttelastmasse og montering er riktig. Du vil bli varslet hvis den oppdagede monteringen basert på sensor-data ikke samsvarer med den valgte monteringen.
11. Trykk på *Start*-knappen på berøringsskjermen. Roboten lager nå en lyd og beveger seg litt mens bremsene slippes opp.
12. Trykk på *OK*-knappen, og bringer deg til *Velkomst*-skjermen.

### 11.2.5 Det første programmet

Et program er en liste over kommandoer som forteller roboten hva den skal gjøre. PolyScope lar folk med bare litt programmeringserfaring å programmere roboten. For de fleste oppgaver kan programmeringen utføres helt ved hjelp av berøringspanelet uten at det skrives inn noen kryptiske kommandoer.

Siden verktøybevegelse er en viktig del av et robotprogram, er det en måte å undervise roboten hvordan den skal bevege seg. I PolyScope, gis bevegelser av verktøyet ved hjelp av en serie av *vendepunkter*, dvs. punkter i robotens arbeidsområde. Et vendepunkt kan gis ved å bevege roboten til en bestemt posisjon, eller den kan beregnes ved bruk av programvare. For å flytte robotarmen til en bestemt posisjon, bruk enten kategorien *Flytte* (se 13.1), eller rett og slett trekk robotarmen på plass mens du holder *freedrive*-knappen inne på baksiden av teach-tillegget.

Foruten å bevege seg gjennom vendepunkter, kan programmet sende I/O-signaler til andre maskiner på enkelte punkter i robotens bane, og utføre kommandoer som *if...then* og *loop*, basert på variabler og I/O-signaler.

For å lage et enkelt program på en robot som er startet opp, gjør du følgende:

1. Trykk på *Programmer robot*-knappen og velg *Tomt program*.
2. Trykk på *Neste*-knappen (nederst til høyre) slik at den *<tomme>* linjen er valgt i trestrukturen på venstre side av skjermen.
3. Gå til kategorien *Struktur*.

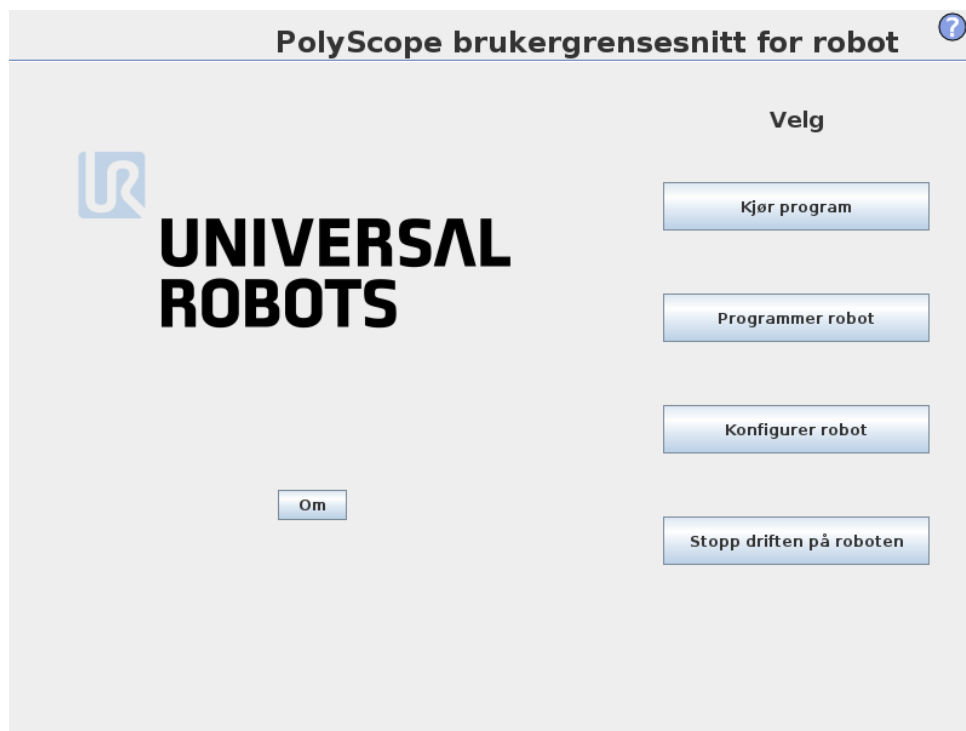
4. Trykk på **Flytt**-knappen.
5. Gå til kategorien **Kommando**.
6. Trykk på **Neste**-knappen for å gå til **Vendepunkt**-innstillinger.
7. Trykk på **Bruk dette vendepunktet**-knappen ved siden av **“?”**-bildet.
8. På **Flytte**-skjermen flyttes roboten ved at du trykker på de ulike blå pilene, eller ved at du holder inne knappen **Freedrive**, plassert på læringsdelens bakside, mens man trekker i robotarmen.
9. Trykk **OK**.
10. Trykk på **Legg til vendepunkt før**.
11. Trykk på **Bruk dette vendepunktet**-knappen ved siden av **“?”**-bildet.
12. På **Flytte**-skjermen flyttes roboten ved at du trykker på de ulike blå pilene, eller ved at du holder inne knappen **Freedrive**, plassert på læringsdelens bakside, mens man trekker i robotarmen.
13. Trykk **OK**.
14. Programmet er klart. Roboten vil bevege seg mellom de to punktene når du trykker på **“Play”**-symbolet. Hold avstand, hold på nødstoppknappen og trykk på **“Play”**.
15. Gratulerer! Du har nå opprettet ditt første robotprogram som beveger roboten mellom de to angitte vendepunktene.


**ADVARSEL:**

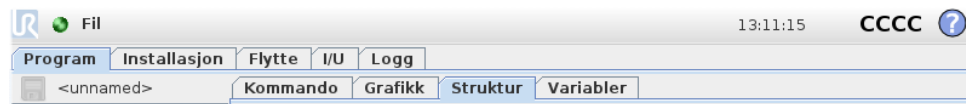
1. Ikke kjør roboten inn i seg selv eller noe annet, da dette kan føre til skader på roboten.
2. Hold hodet og overkroppen din utenfor rekkevidden (arbeidsområdet) til roboten. Ikke plasser fingrene hvor de kan bli fanget.
3. Dette er bare en hurtigstart-guide til å vise hvor enkelt det er å bruke en UR-robot. Det forutsetter et ufarlig miljø og en svært forsiktig bruker. Ikke øk hastigheten eller akselerasjonen over standardverdiene. Foreta alltid en risikovurdering før du setter roboten i drift.

## 11.3 PolyScope programmeringsgrensesnitt

PolyScope kjører på berøringsskjermen som er festet til styreenheten.



Bildet ovenfor viser velkomstskjermen. De blåaktige områdene på skjermen er knapper du kan trykke på ved å trykke en finger eller baksiden av en penn mot skjermen. PolyScope har en hierarkisk struktur for skjerner. I programmeringsmiljøet er skjermene ordnet i *kategorier*, for enkel tilgang til skjermene.



I dette eksempelet er Program-kategorien valgt på toppnivået, og under den er Struktur-kategorien valgt. Program-kategorien inneholder informasjon relatert til gjeldende lastet program. Hvis kategorien Flytte er valgt, endres skjermbildet til Flytte-skjermen, hvor robotarmen kan flyttes. På samme måte kan den gjeldende tilstanden til de elektriske I/U-ene overvåkes og endres ved å velge I/U-kategorien.

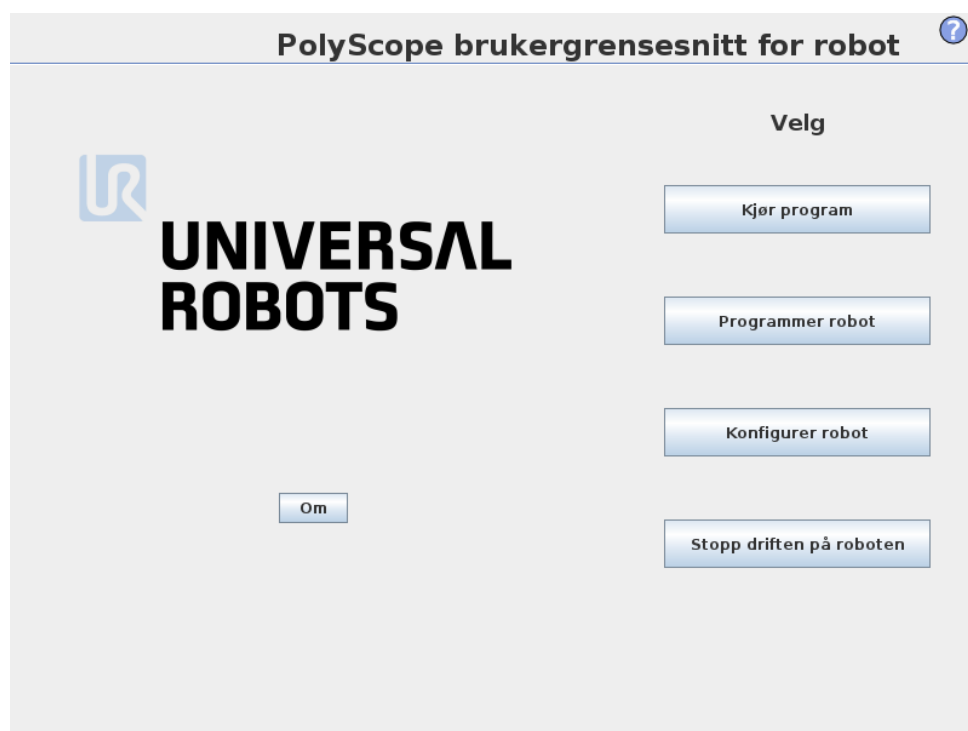
Det er mulig å koble til en mus og et tastatur til kontrollboksen eller teach-tillegget, men dette er ikke nødvendig. Nesten alle tekstfelt er berøringsaktivert. Hvis de berøres, vises det et tastatur på skjermen. Låste tekstfelt har et redigeringsikon ved siden av seg som starter det tilknyttede redigeringsprogrammet.



Ikonene til tastaturet på skjermen, tastaturet og uttrykksredigeringsprogrammet vises ovenfor.

De ulike skjermene til PolyScope er beskrevet i følgende deler.

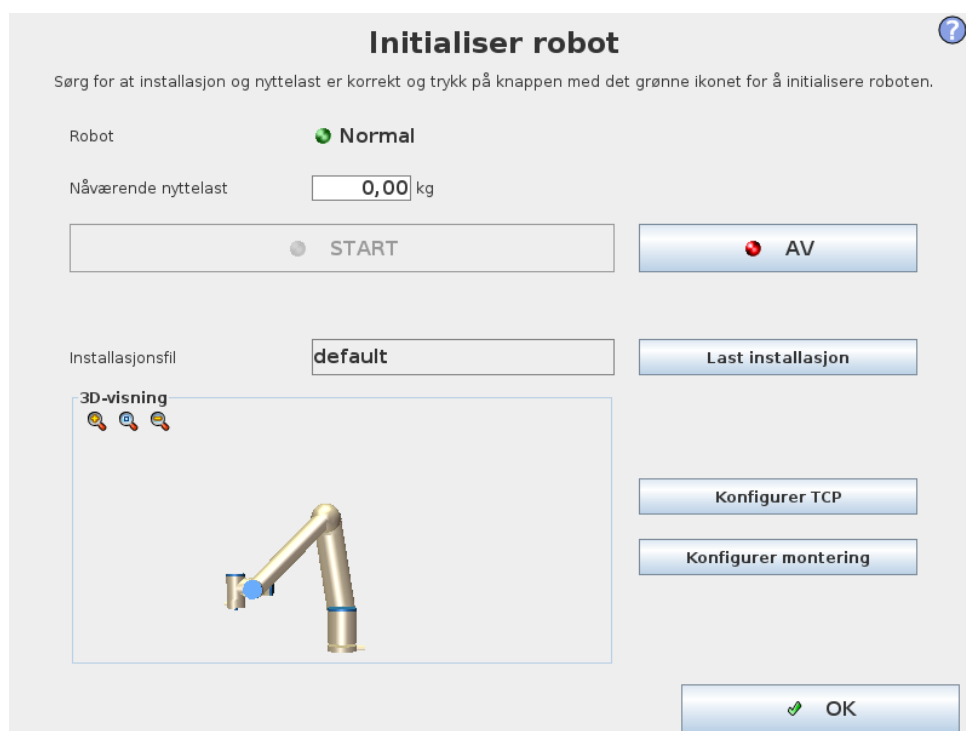
## 11.4 Velkomstskjerm



Velkomstskjermen vises etter oppstart av styreenhets-PC-en. Skjermen gir følgende alternativer:

- **Kjør program:** Velg og kjør et eksisterende program. Dette er den enkleste måte å operere robotarmen og styreenheten på.
- **Programmer robot:** Endre et program eller opprette et nytt program.
- **Innstillinger for robot:** Forandre språk, sett passord, oppgrader programvare, osv.
- **Slå av robot:** Slår av robotarmen og stenger ned styreenheten.
- **Om:** Gir detaljer relatert til programvare-versjoner, vertsnavn, IP-adresse, serienummer og juridisk informasjon.

## 11.5 Initialiseringsskjerm



På dette skjermbildet kan du kontrollere initialiseringen av robotarmen.

### Robotarmens tilstandsindikator

Status-LED gir en indikasjon av robotarmens kjøretilstand:

- En rød LED indikerer at robotarmen er i en stanset tilstand, og det kan være flere årsaker til dette.
- En gul LED indikerer at robotarmen er slått på, men ikke er klar for normal drift.
- Til slutt, indikerer en grønn LED at robotarmen er slått på, og klar for normal drift.

Den teksten som vises ved siden av LED spesifiserer ytterligere den nåværende tilstanden av robotarmen.

### Aktiv nyttelast og installasjon

Når robotarmen er slått på, vises nyttelast-massen som benyttes av kontrolleren ved drift av robotarmen i det lille hvite tekstfeltet. Denne verdien kan endres ved å trykke på tekstfeltet og skrive inn en ny verdi. Legg merke til at å sette denne verdien ikke endrer nyttelast i robotens installasjon (se 13.6), den setter bare nyttelastmassen som skal brukes av kontrollenheten.

Tilsvarende vises navnet på installasjonsfilen som for øyeblikket er lastet i det grå tekstfeltet. En annen installasjon kan lastes inn ved å trykke på tekstfeltet, eller ved å bruke **Last**-knappen ved siden av den. Alternativt kan den lastede installasjon

tilpasses ved hjelp av knappene ved siden av 3D-visningen i den nedre delen av skjermen.

Før du starter opp robotarmen, er det svært viktig å kontrollere at både den aktive nyttelasten og aktive installasjonen samsvarer med den faktiske situasjonen robotarmen er i for øyeblikket.

## Initialisering av robotarmen



### FARE:

Kontroller alltid at den faktiske nyttelasten og installasjonen er riktig før du starter opp robotarmen. Hvis disse innstillingene er feil, vil ikke robotarmen og kontrollboksen fungere riktig, og kan være farlig for mennesker eller utstyr rundt dem.



### FORSIKTIG:

Utvis stor forsiktighet dersom robotarmen berører en hindring eller et bord, ettersom at om robotarmen kjøres inn i hindringen kan skade en leddgirkasse.

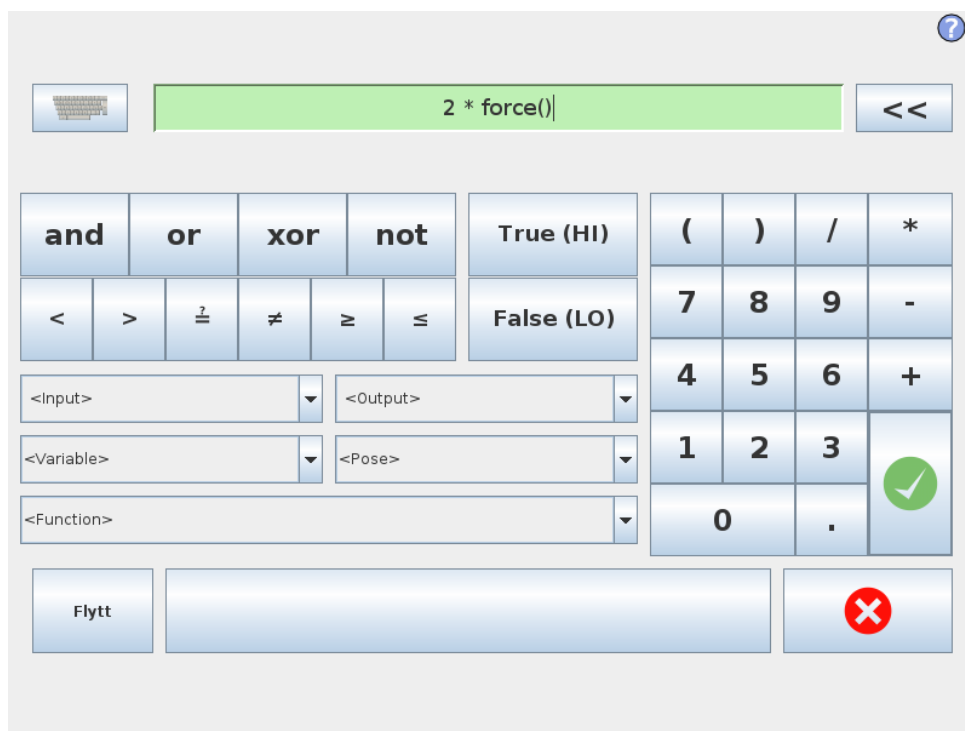
Den store knappen med det grønne ikonet tjener til å utføre selve initialiseringen av robotarmen. Teksten på den, og handlingen den utfører, endres avhengig av den nåværende tilstanden av robotarmen.

- Etter at kontroller-PC-en starter opp, må knappen trykkes inn en gang for å slå på robotarmen. Robotarmens tilstand endres til *Slås på* deretter til *Inaktiv*. Merk at når en nødstopp er aktiv, kan ikke robotarmen slås på, slik at knappen vil bli deaktivert.
- Når robotarmens tilstand er *Inaktiv*, må knappen trykkes en gang igjen for å starte opp robotarmen. Foreløpig kontrolleres sensor-data mot den konfigurererte monteringen av robotarm. Hvis en feil blir funnet (med en toleranse på 30°), deaktiveres knappen og en feilmelding vises nedenfor.  
Hvis monteringsverifisering er vellykket, vil alle leddbremsene slippes når knappen trykkes og robotarmen er klar for normal drift. Legg merke til at roboten lager en lyd og beveger seg litt mens bremsene slippes opp.
- Hvis robotarmen bryter en av sikkerhetsgrensene etter at den starter opp, går den over i en spesiell *gjenopprettingsmodus*. I denne modusen, bytter man til en gjenoppretting-flytteskjermen hvor robotarmen kan flyttes tilbake innenfor sikkerhetsgrenser ved å trykke på knappen.
- Hvis det oppstår en feil, kan kontrolleren startes på nytt ved hjelp av knappen.
- Hvis kontrolleren for øyeblikket ikke er i gang, trykk på knappen for å starte den.

Til slutt tjener den mindre knappen med det røde ikonet til å slå av robotarmen.

## 12 Redigeringsprogrammer på skjermen

### 12.1 Uttryksredigeringsprogram på skjermen



Mens uttrykket i seg selv redigeres som tekst, har uttryksredigeringsprogrammet et antall knapper og funksjoner for å sette inn spesielle uttrykkssymboler, slik som  $*$  for multiplikasjon og  $\leq$  for mindre enn eller er lik. Tastatursymbolknappen øverst til venstre i skjermen bytter til tekstredigering av uttrykket. Alle definerte variabler kan bli funnet i Variabel-velgeren, mens navnene på inn- og utganger finnes i Inngang- og Utgang-velgerne. Noen spesialfunksjoner finnes i Funksjon.

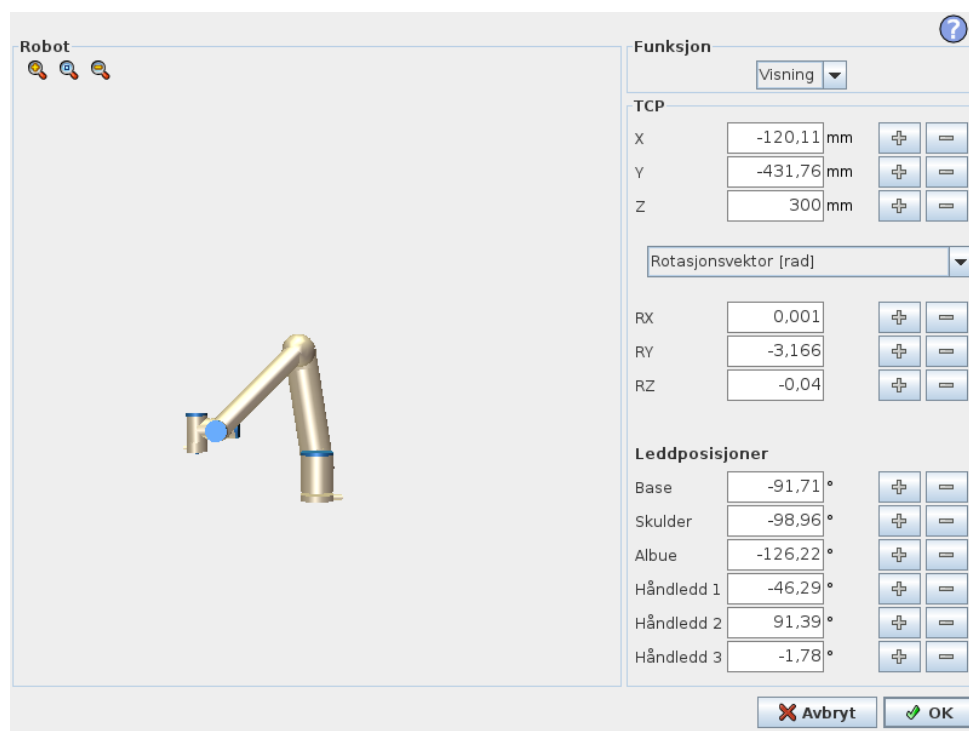
Uttrykket sjekkes for grammatiske feil når man trykker på Ok-knappen. Med Avbryt-knappen forlater man skjermbildet og forkaster alle endringer.

Et uttrykk kan se slik ut:

`digital.i[1] ? Sann og analog.i[0] < 0,5`

### 12.2 Positur-redigeringsskjerm

På denne skjermen kan du angi mål-leddposisjoner, eller en målpositur (posisjon og retning) til robotverktøyet. Denne skjermen er "frakoblet" og styrer ikke robotarmen direkte.



## Robot

Den aktuelle posisjonen til robotarmen, og den angitte nye målposisjonen vises i 3D-grafikk. 3D-tegning av robotarmen viser den aktuelle posisjonen til robotarmen, og "skyggen" av robotarmen viser målets posisjon for robotarmen som styres av de angitte verdiene på høyre side av skjermen. Trykk på forstørrelsesglass-ikonene for å zoome inn/ut, eller dra en finger over for å endre visningen.

Hvis den angitte posisjonen til robot-TCP er nær et sikkerhets- eller utløserplan, eller retningen på robotens verktøyet er nær verktøyets orienteringsendegrense (se 10.12), vil det vises en 3D-representasjon av den nærmeste endegrensen.

Sikkerhetsplanene er visualiseres i gult og svart med en liten pil som representerer planet normalt, noe som indikerer den siden av planet som robot-TCP er tillatt å bli posisjoneres på. Utløserplan vises i blått og grønt, og en liten pil som peker mot den siden av planet hvor grensene for *normal* modus er aktiv (se 10.6). Verktøyets orienteringsendegrense visualiseres ved hjelp av en sfærisk kjegle sammen med en vektor som angir den aktuelle retningen til robotverktøyet. På innsiden av kjeglen representerer den tillatte det området for verktøyets orientering (vektor).

Når målrobot-TCP ikke lenger er i nærheten av grensen, forsvinner 3D-representasjonen. Hvis mål-TCP er i strid med eller svært nær å bryte en endegrense, blir visualiseringen av grensen rød.

## Funksjon og verktøyposisjon

I øverste høyre hjørne av skjermen finnes funksjonsvelgeren. Den definerer hvilken funksjon å styre robotarmen i forhold til

Under funksjonsvelgeren velgeren vises navnet på det aktive verktøysmidtpunktet (TCP). Se 13.6 for ytterligere informasjon om konfigurering av flere navngitte TCP-

er. Tekstboksene viser de fullstendige verdiene til TCP i forhold til den valgte funksjonen. X, Y og Z styrer plasseringen av verktøyet, mens RX, RY og RZ styrer orienteringen av verktøyet.

Bruk rullegardinmenyen ovenfor RX, RY og RZ-boksene for å velge orienteringen. Tilgjengelige typer er:

- **Rotasjonsvektor [rad]** Orienteringen angis som en *rotasjonsvektor*. Lengden på aksene er vinkelen som skal roteres i radianer, og vektoren angir selv aksene som den skal rotere rundt. Dette er standardinnstillingen.
- **Rotasjonsvektor [°]** Orienteringen gis som en *rotasjonsvektor*, der lengden på vektoren er vinkelen som skal roteres i grader.
- **RPY [rad]** *Rull, helling og vertikal (RPY)* vinkler, der vinklene er i radianer. RPY-rotasjonsmatrise (X, Y', Z''-rotasjon) angis med:

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

- **RPY [°]** *rull, helling og vertikal (RPY)* vinkler, hvor vinklene er i grader.

Verdier kan redigeres ved å klikke på koordinatsystemet. Trykk på +- eller --knappene til høyre for en boks for å legge til eller trekke fra en verdi til/fra aktuell verdi. Trykk og hold nede en knapp for å direkte øke / redusere verdien. Jo lenger knappen er nede, jo større vil økningen / reduksjonen bli.

## Leddposisjoner

Gjør det mulig å spesifisere de enkelte leddposisjonene direkte. Hver leddposisjon kan ha en verdi i området  $-360^\circ$  til  $360^\circ$ , som er *leddgrensene*. Verdier kan redigeres ved å klikke på leddposisjonen. Trykk på +- eller --knappene til høyre for en boks for å legge til eller trekke fra en verdi til/fra aktuell verdi. Trykk og hold nede en knapp for å direkte øke / redusere verdien. Jo lenger knappen er nede, jo større vil økningen / reduksjonen bli.

## OK-knapp

Hvis dette skjermbildet ble aktivert fra kategorien **Flytt** (se 13.1), vil du gå tilbake til **Flytt**-kategorien ved å klikke på OK-knappen hvor robotarmen vil flytte til det angitte målet. Hvis den siste angitte verdien var et verktøykoordinat, vil robotarmen flytte til målposisjon ved hjelp av *Flytte-li*-bevegelsestypen, mens robotarmen vil flytte til målposisjon ved hjelp av *Flytte-le*-bevegelsestypen, hvis en leddposisjon ble oppgitt sist. De forskjellige bevegelsestypene er beskrevet i 14.5.

## Avbryt-knapp

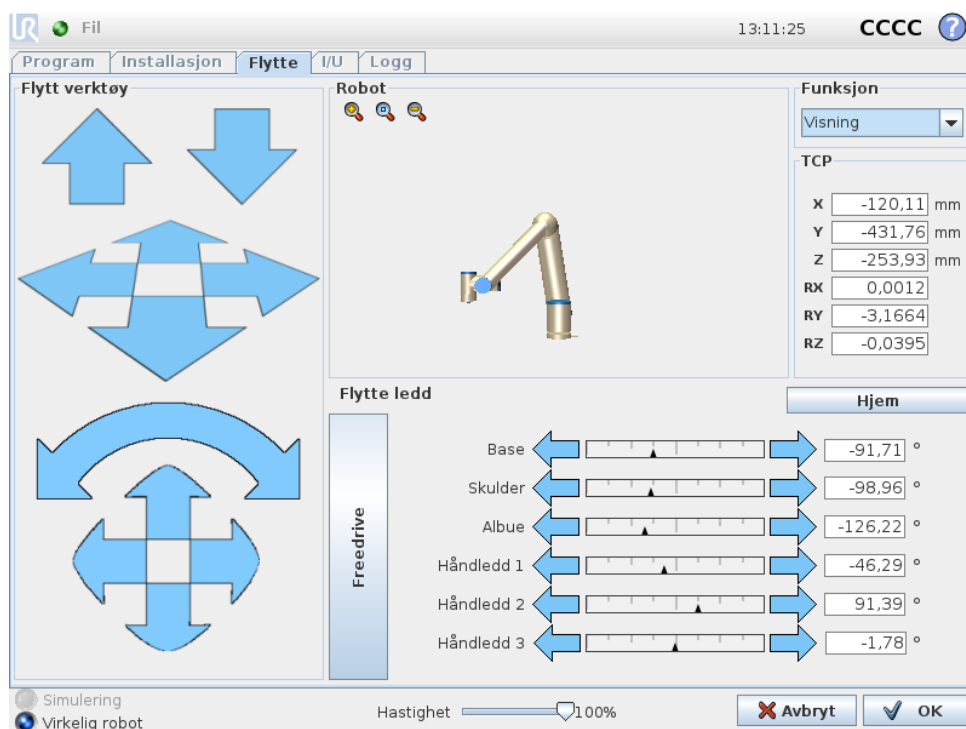
Trykk på Avbryt-knappen for å forlate skjermbildet og forkaste alle endringer.



# 13 Robotkontroll

## 13.1 Flytte-kategorien

På dette skjermbildet kan du alltid flytte (trinne) robotarmen direkte, enten ved å flytte / rotere robotverktøyet, eller ved å flytte robotleddene individuelt.



### 13.1.1 Robot

Den aktuelle posisjonen til robotarmen er vises i 3D-grafikk. Trykk på forstørrelsesglass-ikonene for å zoome inn/ut, eller dra en finger over for å endre visningen. For å få den beste følelsen for å styre robotarmen, velger du *Visning*-funksjonen og roterer visningsvinkelen på 3D-tegningen for å samsvare med måten du ser den virkelige robotarmen.

Hvis den aktuelle posisjonen til robot-TCP kommer nær et sikkerhets- eller utløserplan, eller retningen på robotens verktøyet er nær verktøyets orienteringsendegrense (se 10.12), vil det vises en 3D-representasjon av den nærmeste endegrensen. Vær oppmerksom på at visualiseringen av endegrensene blir deaktivert når roboten kjører et program.

Sikkerhetsplanene er visualiseres i gult og svart med en liten pil som representerer planet normalt, noe som indikerer den siden av planet som robot-TCP er tillatt å bli posisjoneres på. Utløserplan vises i blått og grønt, og en liten pil som peker mot den siden av planet hvor grensene for *normal* modus er aktiv (se 10.6). Verktøyets orienteringsendegrense visualiseres ved hjelp av en sfærisk kjegle sammen med en

vektor som angir den aktuelle retningen til robotverktøyet. På innsiden av kjeglen representerer den tillatte det området for verktøyets orientering (vektor).

Når robot-TCP ikke lenger er i nærheten av grensen, forsvinner 3D-representasjonen. Hvis TCP er i strid med eller svært nær å bryte en endegrense, blir visualiseringen av grensen rød.

### 13.1.2 Funksjon og verktøyposisjon

I øverste høyre hjørne av skjermen finnes funksjonsvelgeren. Den definerer hvilken funksjon å styre robotarmen i forhold til.

Navnet på gjeldende verktøyssenterpunkt (TCP) vises under funksjonsvelgeren. Tekstboksene viser de fullstendige verdiene til TCP i forhold til den valgte funksjonen. Se 13.6 for ytterligere informasjon om konfigurering av flere navngitte TCP-er.

Verdier kan redigeres manuelt ved å klikke på koordinaten eller leddposisjonen. Dette vil ta deg til positur-redigeringsskjerm (se 12.2), der du kan angi en målposisjon og orientering for verktøyet eller mål-leddposisjoner.

### 13.1.3 Flytt verktøy

- Ved å holde nede *oversettingspilen* (toppen) flytter man verktøystuppen av roboten i den indikerte retningen.
- Ved å holde nede *roteringspilen* (nederst) endrer man orientering av robotens verktøy i den indikerte retningen. Rotasjonspunktet er Tool Center Point (TCP), dvs. punktet på enden av robotarmen som gir et karakteristisk punkt på robotens verktøy. TCP er vist som en liten blå ball.

Merk: *Slipp knappen for å stoppe bevegelsen til enhver tid!*

### 13.1.4 Flytte ledd

Gjør det mulig å kontrollere de individuelle leddene direkte. Hvert ledd kan flyttes fra  $-360^\circ$  til  $+360^\circ$ , som er standard *leddgrenser* som er illustrert ved den horisontale linjen for hvert ledd. Hvis et ledd når sin leddgrense, kan den ikke kjøres videre. Dersom grensene for et ledd er konfigurert med et posisjonsområde som avviker fra standarden (se 10.11), er indikeres området med rødt i den horisontale linjen.

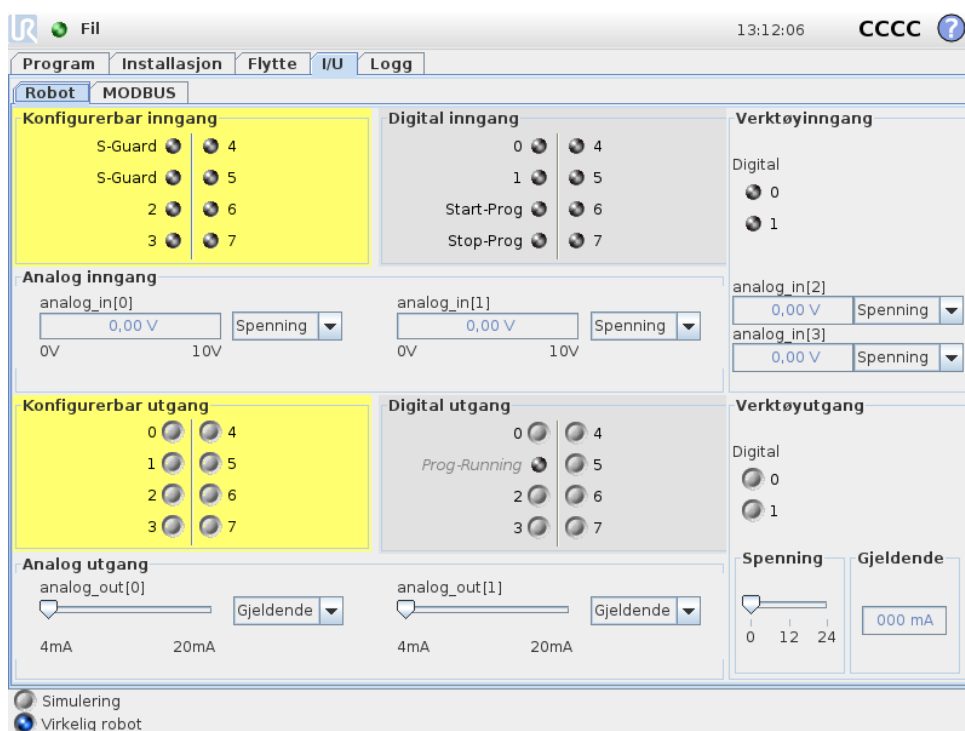
### 13.1.5 Freedrive

Mens *Freedrive*-knappen holdes nede, er det mulig å fysisk ta tak i robotarmen og dra den dit du vil den skal være. Hvis gravitasjonsinnstillingen (se 13.7) i kategorien *Oppsett* er feil, eller robotarmen bærer en tung last, kan robotarmen begynne å bevege seg (falle) når *Freedrive*-knappen trykkes inn. I så fall slipper du *Freedrive*-knappen igjen.

**ADVARSEL:**

1. Sørg for å bruke riktig installasjonsinnstillinger (f.eks. robotens monteringsvinkel, vekt på TCP, TCP offset). Lagre og last ned installasjonsfilene sammen med programmet.
2. Kontroller at TCP-innstillingene og robotmonteringsinnstillingene er riktig før du bruker *Freedrive*-knappen. Hvis disse innstillingene ikke er korrekte, vil robotarmen bevege seg når *Freedrive*-knappen aktiveres.
3. *Freedrive*-funksjonen (impedans/kjøring) skal bare brukes i installasjoner der risikovurderingen tillater det. Verktøy og hindringer skal ikke ha skarpe kanter eller klempunkter. Sørg for at alt personell holder seg utenfor rekkevidden av robotarmen.

## 13.2 I/U-kategori



På dette skjermbildet kan du alltid overvåke og angi direkte I/O-signaler fra / til robotens kontrollboks. Skjermbildet viser gjeldende tilstand for I/U, inkludert under programkjøring. Hvis noe endres under programkjøring, stopper programmet. Ved programstopp beholder alle utgangssignaler sine tilstander. Skjermbildet oppdateres ved bare 10 Hz, så et svært hurtig signal vises kanskje ikke skikkelig.

Konfigurerbare I/O kan være reservert for spesielle sikkerhetsinnstillinger som er definert i avsnittet for konfigurasjon av sikkerhets I/O for installasjonen (se 10.13). De som er reservert vil ha navnet på sikkerhetsfunksjonen i stedet for et standard

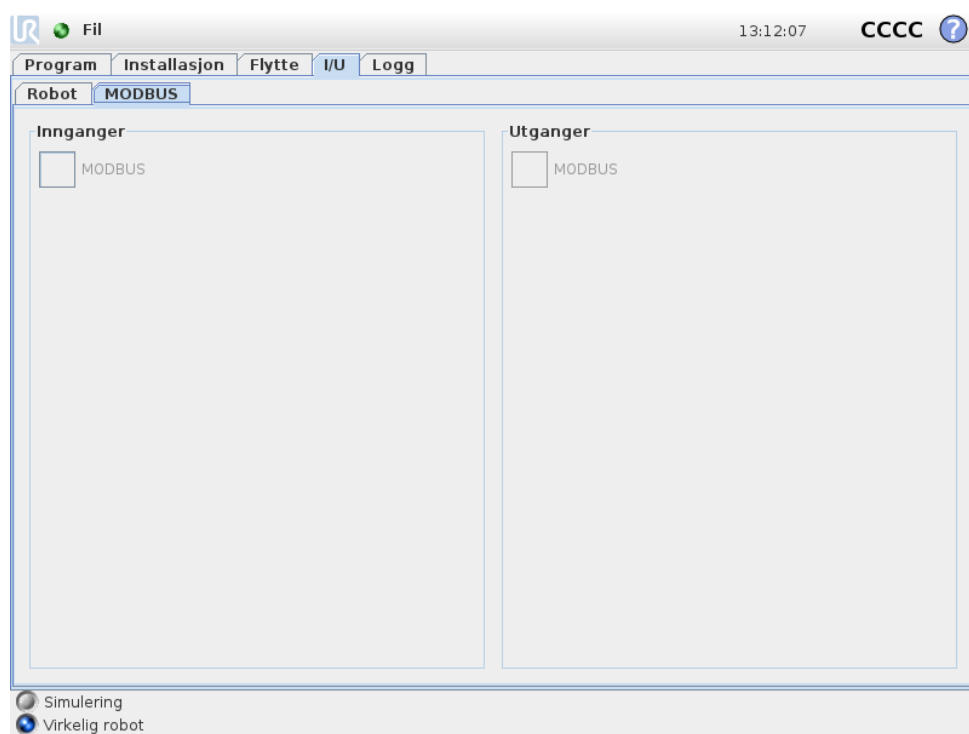
eller brukerdefinert navn. Konfigurerbare utganger som er reservert for sikkerhetsinnstillinger er ikke vekslingsbare og vil kun bli vist som LED.

De elektriske detaljene til signalene er beskrevet i brukerveiledningen.

**Analoge domeneinnstillinger** De analoge I/O kan settes til enten strøm [4-20mA] eller spenning [0-10V]-utsignal. Innstillingene blir husket for eventuelle senere oppstarter av styreenheten til roboten når et program lagres.

## 13.3 MODBUS-klient I/U

Her vises de digitale MODBUS-klient I/U-signaler slik de er konfigurert i installasjonen. Hvis signaltilkoblingen brytes, er den tilsvarende oppføringen på denne skjermen deaktivert.



### Innganger

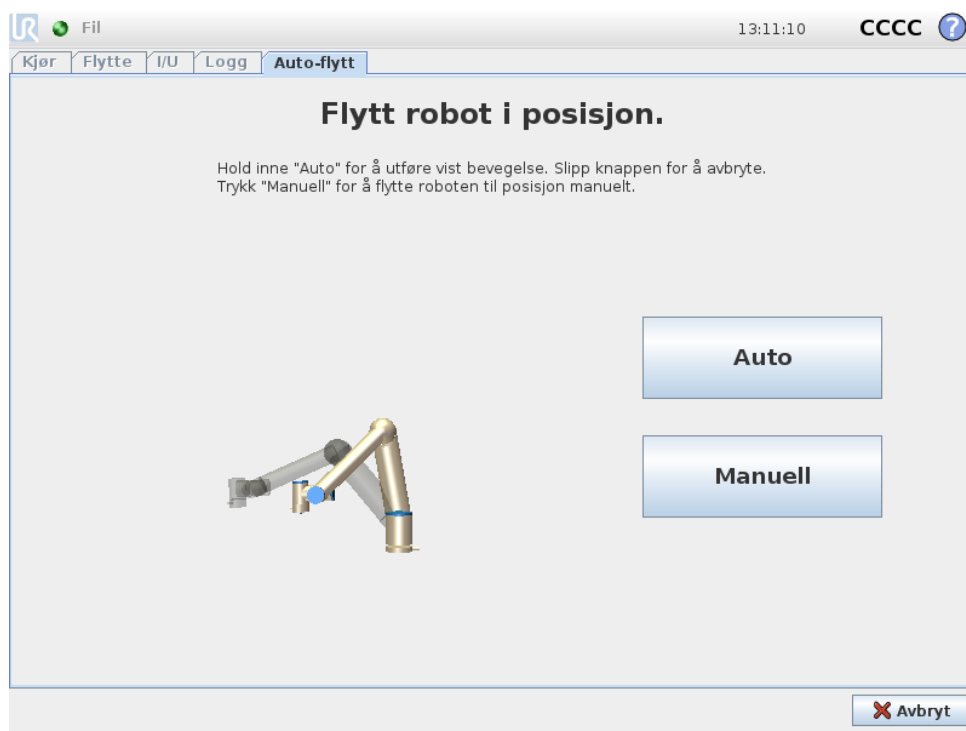
Se tilstanden til digitale MODBUS-innganger.

### Utganger

Vis og endre tilstanden til digitale MODBUS-utganger. Et signal kan bare endres hvis valget for I/O-kategorikontroll (beskrevet i 13.8) tillater det.

## 13.4 Kategorien Autoflytt

Autoflytt-kategorien brukes når robotarmen må flyttes til en bestemt posisjon i sitt arbeidsområde. Eksempler er når robotarmen må gå til startposisjonen av et program før du kjører det, eller når du flytter til et vendepunkt når du endrer et program.



## Animasjon

Animasjonen viser bevegelsen robotarmen er i ferd med å utføre.



### FORSIKTIG:

Sammenlign animasjonen med plasseringen av den virkelige robotarmen og sørg for at robotarmen kan trygt utføre bevegelsen uten å treffe noen hindringer.



### FORSIKTIG:

Autoflytt-funksjonen beveger roboten langsmed den skyggelagte banen. Kollisjon kan skade roboten eller annet utstyr.

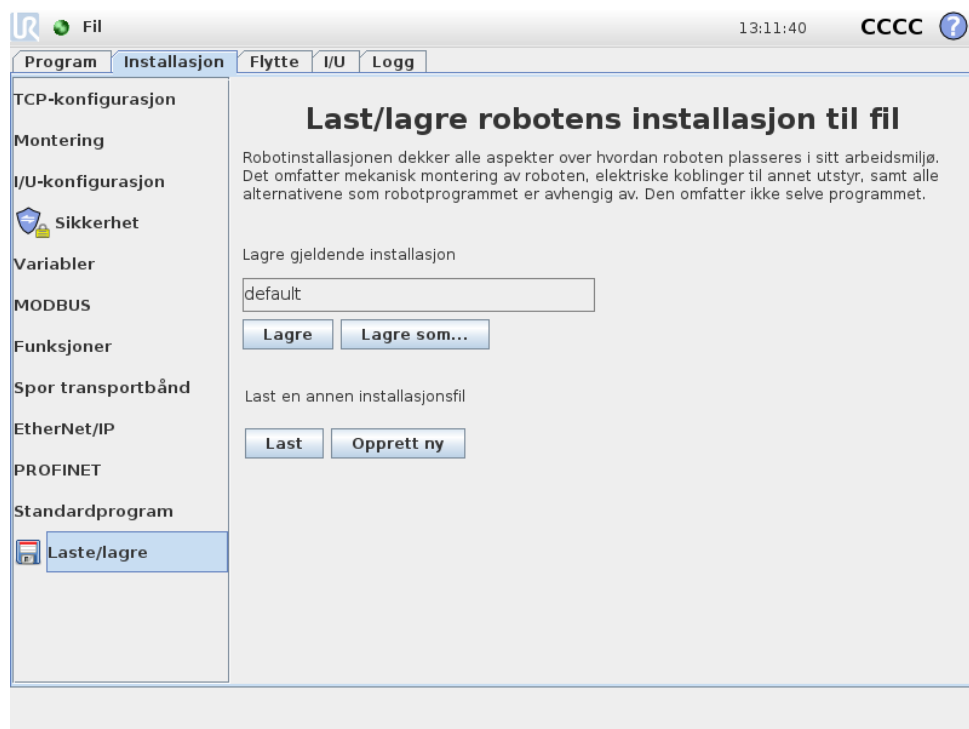
## Auto

Hold nede **Auto**-knappen for å flytte robotarmen som vist i animasjonen. Merk: *Slipp knappen for å stoppe bevegelsen til enhver tid!*

## Manuell

Å trykke på **Manuell**-knappen vil ta deg til **Flytt**-kategorien hvor robotarmen kan beveges manuelt. Dette er kun nødvendig hvis bevegelsen i animasjonen ikke er å foretrekke.

## 13.5 Installasjon → Last / Lagre



Robotinstallasjon dekker alle aspektene av hvordan robotarmen og kontrollboksen er plassert i arbeidsmiljøet. Det omfatter mekanisk montering av robotarmen, elektriske koblinger til annet utstyr, samt alle alternativene som robotprogrammet er avhengig av. Den omfatter ikke selve programmet.

Disse innstillingene kan angis ved hjelp av ulike skjermbilder under kategorien *Installasjon*, bortsett fra I/O-domener som settes i kategorien *I/O* (se 13.2).

Det er mulig å ha mer enn én installasjonsfil for roboten. Opprettede programmer vil bruke den aktive installasjonen og vil laste denne installasjonen automatisk ved bruk.

Eventuelle endringer i en installasjon må lagres for å bli bevart når strømmen slås av. Hvis det er ulagrede endringer i installasjonen, vises et diskett-ikon ved siden av *Laste/lagre*-teksten på venstre side av kategorien *Installasjon*.

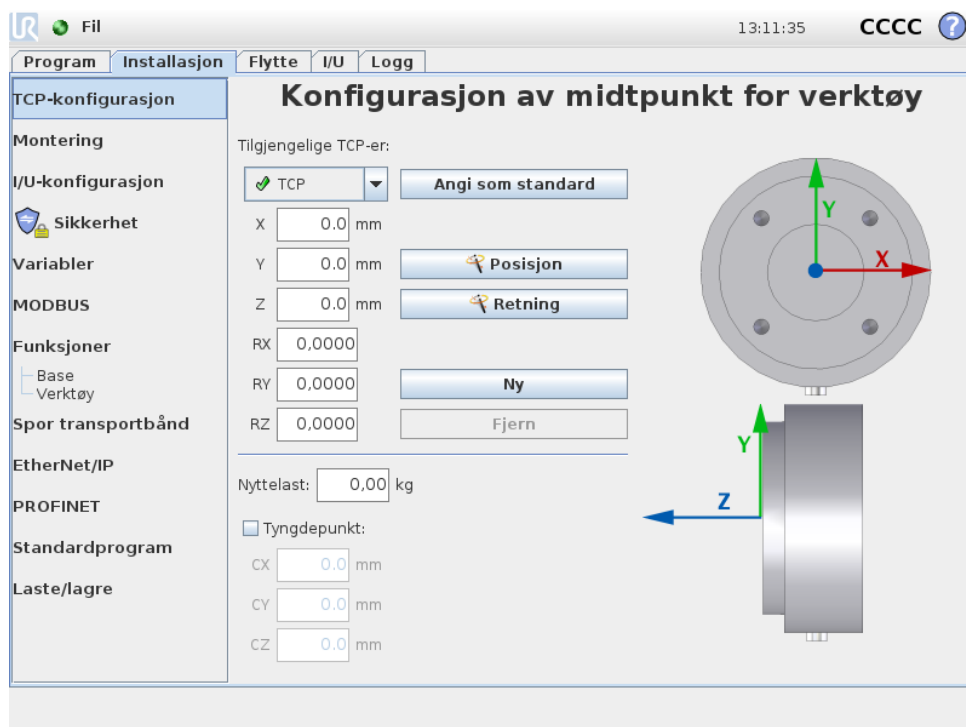
Lagring av en installasjon kan gjøres ved å trykke på *Lagre* eller *Lagre som...*-knappen. Alternativt lagres også den aktive installasjonen når er program lagres. For å laste inn en annen installasjonsfilen, bruk *Last*-knappen. Knappen *Opprett ny* tilbakestiller alle innstillingene i robotinstallasjonen til fabrikkinnstillingene.



### FORSIKTIG:

Bruk av roboten med en installasjon lastet fra en USB-stasjon er ikke anbefalt. For å bruke en installasjon som er lagret på en USB-stasjon, last den først og lagre den deretter i den lokale programmer-mappen ved å bruke *Lagre som...*-knappen.

## 13.6 Installasjon → TCP-konfigurasjon



Et *verktøysenterpunkt* (TCP) er et karakteristisk punkt på robotens verktøy. Flere navngitte TCP-er kan defineres på denne skjermen. Hver TCP inneholder en oversettelse og en rotasjon i forhold til midten av verktøyutgangsfleksen, som indikert av grafikken på skjermen. Posisjonskoordinatene, X, Y og Z, angir plasseringen av TCP, mens RX, RY og RZ styrer orienteringen av TCP. Når alle de spesifiserte verdiene er null, sammenfaller TCP med midten av verktøyutgangsfleksen og anvender koordinatsystemet som vises på høyre side av skjermen.

### 13.6.1 Legge til, endre og fjerne TCP-er

For å definere en ny TCP, trykker du på **Ny**-knappen. TCP som ble opprettet mottar et unikt navn automatisk og blir valgt i nedtrekksmenyen.

Du kan endre oversettelsen og rotasjonen til den valgte TCP ved å trykke på de respektive hvite tekstfeltene og skrive inn nye verdier.

For å fjerne den valgte TCP, trykker du ganske enkelt på **Fjern**-knappen. Siste gjenværende TCP kan ikke slettes.

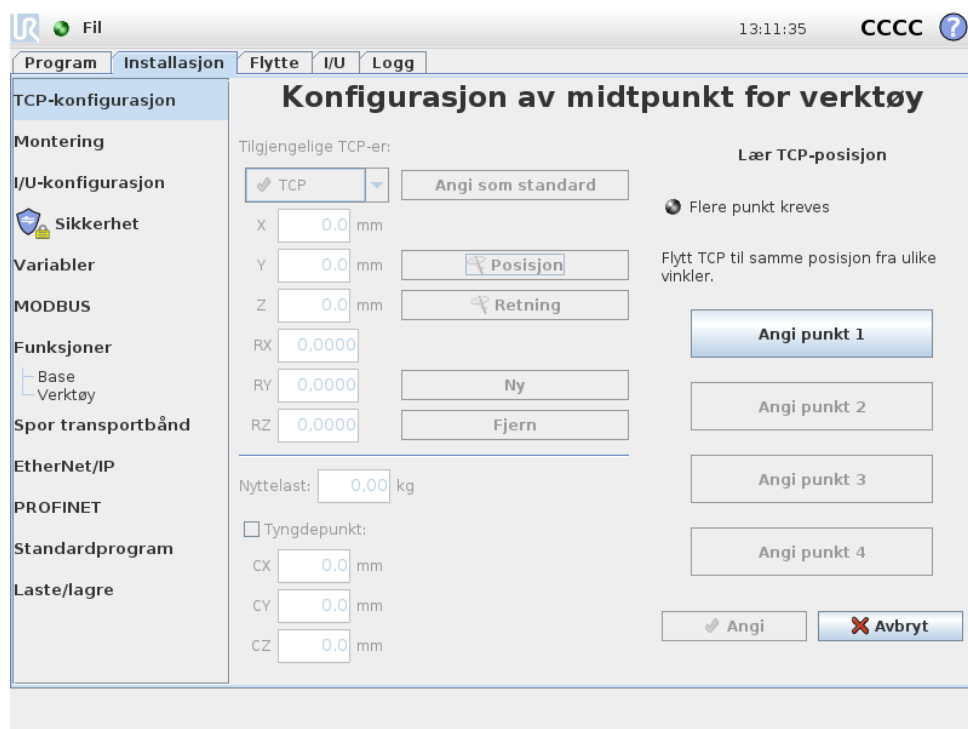
### 13.6.2 Standard og aktiv TCP

En av de konfigurerede TCP-ene er *standard* TCP. Standard TCP er merket med et grønt ikon til venstre for navnet sitt i nedtrekks-TCP-menyen. Hvis du vil angi den valgte TCP som standard TCP, trykker du **Angi som standard**-knappen.

Én TCP-forskyvning brukes alltid som *aktiv* TCP for å fastslå alle lineære bevegelser i kartesisk plass. Det er også bevegelsen til TCP som visualiseres i grafikk-kategorien (se 14.29). Før et program kjøres, og før programmet starter, er standard

TCP angitt som aktive TCP. I et program kan noen av de spesifiserte TCP-ene bli angitt som aktiv TXP for en bestemt bevegelse (se 14.5 og 14.10).

### 13.6.3 Lære TCP-posisjon



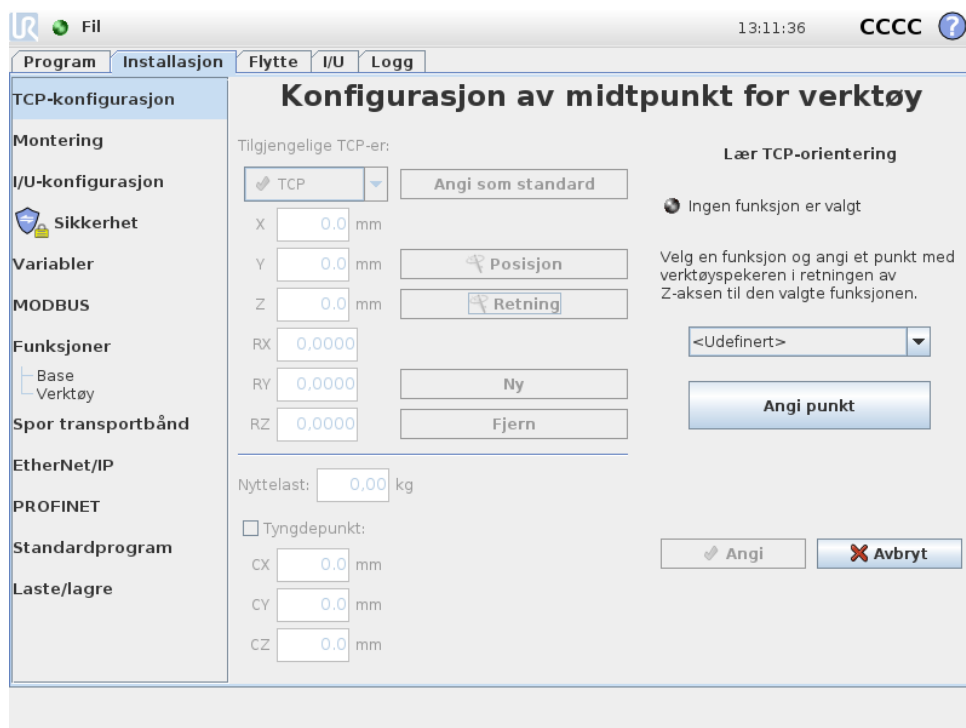
Koordinatene til TCP-posisjonen kan beregnes på følgende måte:

1. Trykk  Posisjon-knappen.
2. Velg et fast punkt i robotens arbeidsområde.
3. Bruk knappene på høyre side av skjermen til å flytte TCP til det valgte punktet fra minst tre ulike vinkler og lagre de tilsvarende posisjonene på verktøyutgangsflensen.
4. Kontroller de beregnede TCP-koordinatene og sett dem på den valgte TCP ved bruk av Angi-knappen.

Vår oppmerksom på at posisjonene må være tilstrekkelig varierte for at beregningen skal fungere ordentlig. Hvis de ikke er det, lyser status-LED-en over knappene rødt.

Selv om de tre posisjonene er tilstrekkelig til å bestemme riktig TCP i de fleste tilfeller, kan den fjerde posisjonen brukes til ytterligere å bekrefte at beregningen er riktig. Kvaliteten på hvert lagret punkt med hensyn til den beregnede TCP indikeres ved hjelp av en grønn, gul eller rød LED på den respektive knappen.

### 13.6.4 Lære TCP-orientering



TCP-orientering kan beregnes på følgende måte:

1. Trykk  Orientering-knappen.
2. Velg en funksjon fra nedtrekkslisten. For mer informasjon om hvordan de nye funksjonene kan defineres, se 13.12.
3. Bruk knappen nedenfor til å flytte til en posisjon der retningen til verktøyet som tilsvarer TCP sammenfaller med koordinatsystemet for den valgte funksjonen.
4. Kontroller den beregnede TCP-orienteringen og sett den på den valgte TCP ved bruk av Angi-knappen.

### 13.6.5 Nyttelast

Vekten på roboten er mindre vises i den nederste delen av skjermen. For å endre denne innstillingen, trykker du ganske enkelt på det hvite tekstfeltet og angir en ny høyde. Denne innstillingen gjelder for alle definerte TCP-er.

Les i installasjonsmanualen for maskinvare for mer detaljer om maksimalt tillatt nyttelast.

### 13.6.6 Tyngdepunkt

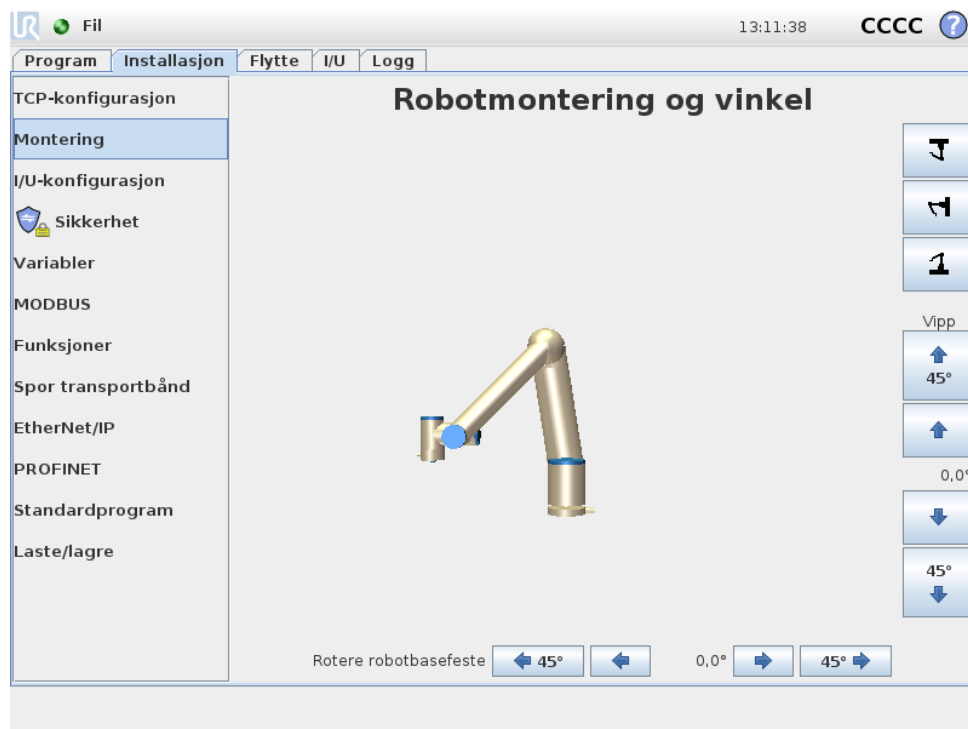
Tyngdepunktet til verktøyet kan eventuelt spesifiseres ved hjelp av feltene CX, CY og CZ. Verktøyets midtpunkt antas å være det verktøyets tyngdepunkt hvis ikke annet er spesifisert. Denne innstillingen gjelder for alle definerte TCP-er.



**ADVARSEL:**

Sørg for å bruke de riktige installasjonsinnstillingene. Lagre og last ned installasjonsfilene sammen med programmet.

## 13.7 Installasjon → Montering



Her kan monteringen av robotarmen angis. Dette har to formål:

1. Å få robotarmen til å se riktig ut på skjermen.
2. Fortelle styreenheten om gravitasjonsretningen.

Kontrolleren bruker en avansert dynamikkmodell for å gi robotarmen glatte og presise bevegelser, og å gjøre at robotarmen holder seg selv når den er i *Freedrive*-modus. Av denne grunn er det svært viktig at monteringen av robotarmen er riktig innstilt.



**ADVARSEL:**

Unnlatelse av å sette robotarmmonteringen riktig kan resultere i hyppige sikkerhetsstopper og / eller en mulighet for at robotarmen beveger seg når freedrive-tasten trykkes.

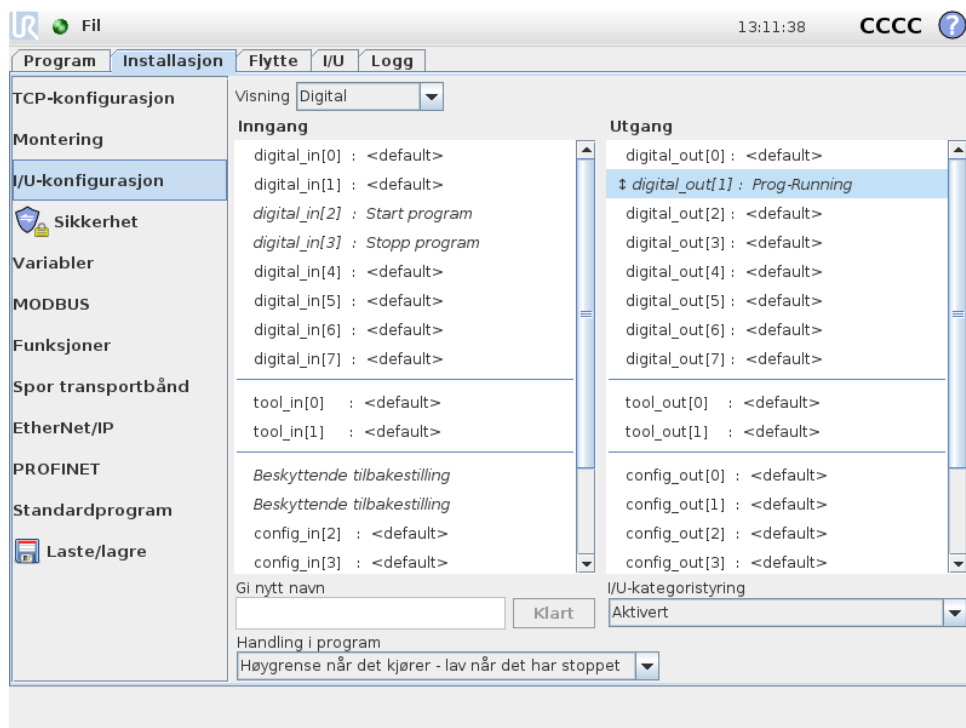
Standard er at robotarmen er montert på et flatt bord eller gulv, i så fall er det ikke nødvendig med endringer i dette skjermbildet. Men hvis robotarmen er *takmontert*, *veggmontert* eller montert i vinkel, må dette justeres ved hjelp av trykknappene.

Knappene på høyre side av skjermen er for å stille vinkelen på robotarmens montering. De tre øverste høyre sideknappene angir vinkelen til *tak* (180°), *vegg* (90°), *gulv* (0°). Vippe-knappene kan brukes til å angi en fri vinkel. Knappene på den nedre delen av skjermen brukes til å rotere monteringen av robotarmen til å tilpasse den faktiske monteringen.

**ADVARSEL:**

Sørg for å bruke de riktige installasjonsinnstillingene. Lagre og last ned installasjonsfilene sammen med programmet.

## 13.8 Installasjon → I/U-konfigurasjon



På dette skjermbildet kan I/O-signalene som er tilgjengelige for roboten tilegnes brukerdefinerte navn og konfigureres med handlinger og I/O-kategoristyring.

Delene Inngang og Utgang inneholder lister over typer I/O-signaler, som:

- Digital (standard generell bruk, konfigurerbart og verktøy)
- Analog (standard generell bruk og verktøy)
- MODBUS
- Register for generell bruk (boolsk, heltall og float)

Registerne for generell bruk kan vurderes av f.eks. en feltbuss (slik som Profinet og Ethernet/IP).

### 13.8.1 I/O-signaltype

Hvis du vil begrense antallet signaler i listen til delene *Inngang* og *Utgang* kan du bruke nedtrekksmenyen *Vis* øverst på skjermbildet for å endre hvilket innhold som skal vises basert på signaltype.

### 13.8.2 Tildele brukerdefinerte navn

Det er mulig å assosiere navn med inngangs- og utgangssignaler. Dette gjør det enklere å huske hva signalene gjør når man arbeider med roboten. Velg et signal ved å klikke på det, og klikk så på tekstfeltet nederst på skjermbildet for å angi navn. Navnet kan tilbakestilles til standard ved å slette det (bruk knappen *Clear*).

Hvis du vil gjøre et register for generell bruk tilgjengelig i programmet (f.eks. for en *Vent*-kommando eller det forutsatte uttrykket til en *Hvis*-kommando), må du gi et brukerdefinert navn til registeret. Kommandoene *Vent* og *Hvis* beskrives i 14.9 og 14.18. Du kan finne de navngitte registrene for generell bruk i velgeren for *Inngang* eller *Utgang* i skjermbildet *Uttrykksredigering* (se i delen 12.1).

### 13.8.3 I/O-handlinger og I/O-kategoristyring

**Inngangshandlinger** De åtte standard digitale inngangene for generell bruk og de to digitale verktøysinngangene, samt registrene for generell bruk-inngang av *boolsk* type, kan utløse en handling. Tilgjengelige handlinger inkluderer evnen, når på en stigende kant, til å:

- Starte gjeldende program
- Stoppe gjeldende program
- Sette gjeldende program på pause

Videre, kan en handling konfigureres til å gå inn i/forlate *Freedrive*-modus når inngangen er høy/lav (som *Freedrive*-knappen bak på teach-tillegg).

**Utgangshandlinger og I/O-kategoristyring** Standardatferden til utgangene er at de beholder verdiene sine etter at programmet slutter å kjøre. Det er også mulig å konfigurere en utgang med en standardverdi som brukes når ingen programmer kjøres.

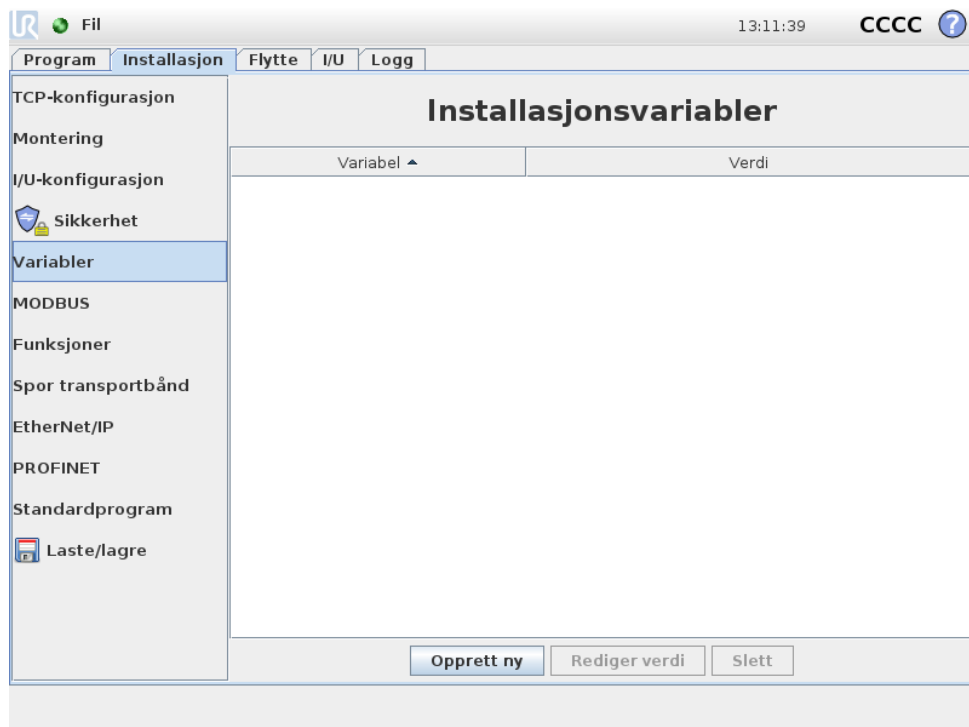
De åtte digitale utgangene for generell bruk og de to utgangene for digitale verktøy kan dessuten konfigureres til å reflektere om et program kjører på gjeldende tidspunkt. Utgangen er dermed høy når et program kjører og lav ellers. Utgangsregistre for generell bruk av *boolsk* type og digitale MODBUS-utgangssignaler støtter også dette.

Til slutt kan du også angi om en utgang kan kontrolleres på I/U-kategorien (av enten programmerere, eller både operatører og programmerere), eller om det bare er robotprogram som kan endre utgangsverdien.

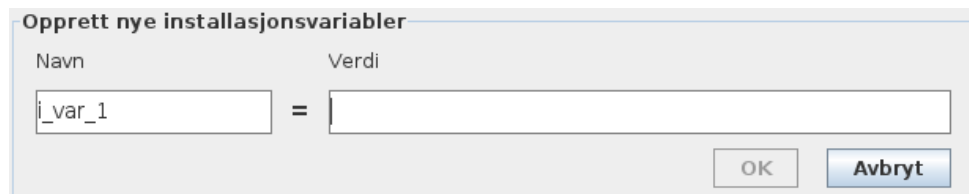
## 13.9 Installasjon → Sikkerhet

Se kapittel 10.

## 13.10 Installasjon → Variabler



Variabler som opprettes her kalles installasjonsvariabler og kan brukes akkurat som vanlige programvariabler. Installasjonsvariabler er spesielle fordi de beholder verdien selv om programmet stoppes og startes igjen, og når robotarmen og / eller kontrollboksen er slått av og på igjen. Deres navn og verdier lagres med installasjonen, slik at det er mulig å bruke samme variabel i flere programmer.



Ved å trykke **Opprett ny** vil det vises et panel med et forslag til navn på den nye variabelen. Navnet kan endres, og dens verdi kan legges inn ved å trykke på et av tekstfeltene. **OK**-knappen kan bare klikkes hvis det nye navnet er ubrukt i denne installasjonen.

Det er mulig å endre verdien av en installasjonsvariabel ved å markere variabelen i listen, og deretter klikke på **Rediger verdi**.

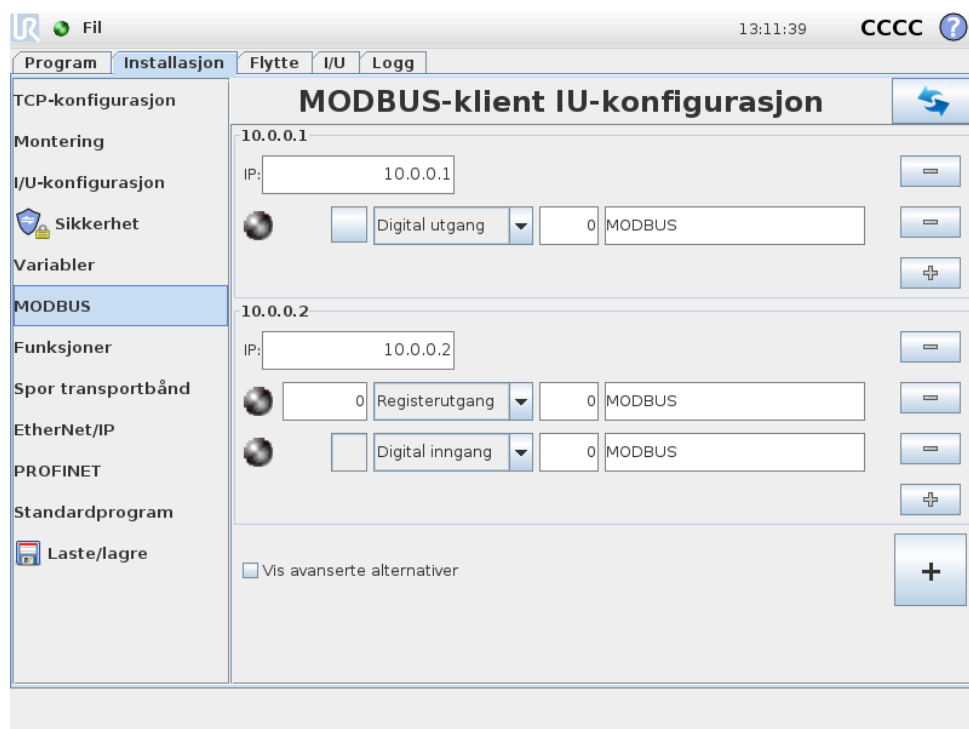
For å slette en variabel, velger du den i listen, og klikker **Slett**.

Etter å ha konfigurert installasjonsvariablene, må selve installasjonen lagres for å beholde denne konfigurasjonen, se 13.5. Installasjonsvariablene og deres verdier blir også automatisk lagret hvert 10. minutt.

Hvis et program eller en installasjon lastes og en eller flere av programvariablene har samme navn som installasjonsvariablene, blir brukeren presentert med to alternativer for å løse problemet: enten bruke installasjonsvariablene med samme navn

i stedet for programvariablene eller automatisk omdøpe de motstridende variable-  
ne.

## 13.11 Installasjon → MODBUS-klient I/O oppsett



Her kan I/U-signaler for MODBUS-klient (master) konfigureres. Tilkoblinger til MODBUS-servere (eller slaver) på spesifiserte IP-adresser kan opprettes med inn-/ut-signaler (registre eller digitale). Hvert signal har et unikt navn slik at det kan brukes i programmer.

### Oppdater

Trykk på denne knappen for å oppdatere alle MODBUS-tilkoblinger.

### Legg til enhet

Trykk på denne knappen for å legge til en ny MODBUS-enhet.

### Slett enhet

Trykk på denne knappen for å slette MODBUS-enheten og alle signaler som er lagt til enheten.

### Angi enhetens IP

Her vises IP-adressen til MODBUS-enheten. Trykk på knappen for å endre den.

### Legg til signal

Trykk på denne knappen for å legge til et signal til den tilsvarende MODBUS-enheten.

## Slett signal

Trykk på denne knappen for å slette et MODBUS-signal til den tilsvarende MODBUS-enheten.

## Angi signaltype

Bruk denne rullegardinmenyen til å velge signaltype. Tilgjengelige typer er:

- **Digital inngang:** En digital inngang er en én-bits kvantitet som leses fra MODBUS-enheten på spolen som er angitt i adressefeltet til signalet. Funksjonskode 0x02 (les diskre innganger) brukes.
- **Digital utgang:** En digital utgang (spiral) er en en-bits kvantitet som kan settes til enten høy eller lav. Før verdien av denne utgangen er blitt satt av brukeren, leses verdien fra den eksterne MODBUS-enheten. Dette betyr at funksjonskoden 0x01 (les spoler) brukes. Når produksjonen er satt av et robotprogram eller ved å trykke på “angi signalverdi”-knappen, brukes funksjonskoden 0x05 (skriv enkel spole) videre.
- **Registerinngang:** En registerinngang er en 16-bits kvantitet lest fra adressen oppgitt i adressefeltet. Funksjonskoden 0x04 (les registerinngang) brukes.
- **Registerutgang:** En registerutgang er en 16-bits kvantitet som kan angis av brukeren. Før verdien av registeret er blitt satt av brukeren, leses verdien av det fra den eksterne MODBUS-enheten. Dette betyr at funksjonskoden 0x03 (les holderegistre) brukes. Når produksjonen er angitt av et robotprogram eller ved å spesifisere en signalverdi i “angi signalverdi”-feltet, brukes funksjonskoden 0x06 (skriv enkelt register) til å angi verdien på den eksterne MODBUS-enheten.

## Angi signalnavn

Dette feltet viser adressen på den eksterne MODBUS-serveren. Bruk tastaturet på skjermen for å velge en annen adresse. Gyldige adresser avhenger av produsent og konfigurasjon av MODBUS-enheten.

## Angi signalnavn

Brukeren kan gi signalet et navn ved hjelp av tastaturet på skjermen. Dette navnet brukes når signalet blir brukt i programmer.

## Signalverdi

Her vises den nåværende verdien av signalet. For registersignaler, uttrykkes verdien som et usignert heltall. For utgangssignaler kan den ønskede signalverdien angis ved hjelp av knappen. Også for en registerutgang må verdien for å skrive til enheten sendes som et usignert heltall.

## Signalets tilkoblingsstatus

Dette ikonet viser om signalet kan bli riktig lest/skrevet (grønn), eller hvis enheten svarer uventet eller ikke er tilgjengelig (grå). Hvis et MODBUS-unntakssvar mottas,

vises svarkoden. MODBUS-TCP-unntakssvarene er:

- **E1 ULOVLIG FUNKSJON (0x01):** Funksjonskoden som er mottatt i søket er ikke en tillatt handling for serveren (eller slave).
- **E2 ULOVLIG DATAADRESSE (0x02):** Funksjonskoden som er mottatt i søket er ikke en tillatt handling for serveren (eller slave), sjekk at den oppgitte signaladressen stemmer overens med oppsettet av ekstern MODBUS-server.
- **E3 ULOVLIG DATAVERDI (0x03):** En verdi som finnes i forespørselsdatafeltet er ikke en tillatt verdi for serveren (eller slave), sjekk at den angitte signalverdien er gyldig for den angitte adressen på den eksterne MODBUS-serveren.
- **E4 FEIL PÅ SLAVEENHET (0x04):** En uopprettelig feil oppsto mens serveren (eller slave) forsøkte å utføre den forespurte handlingen.
- **E5 BEKREFT (0x05):** Spesialisert bruk i forbindelse med programmeringskommandoer som sendes til den eksterne MODBUS-enheten.
- **E6 SLAVEENHET ER OPPTATT (0x06):** Spesialisert bruk i forbindelse med programmeringskommandoer som sendes til den eksterne MODBUS-enheten, slaven (serveren) er ikke i stand til å svare nå.

---

## Vis avanserte alternativer

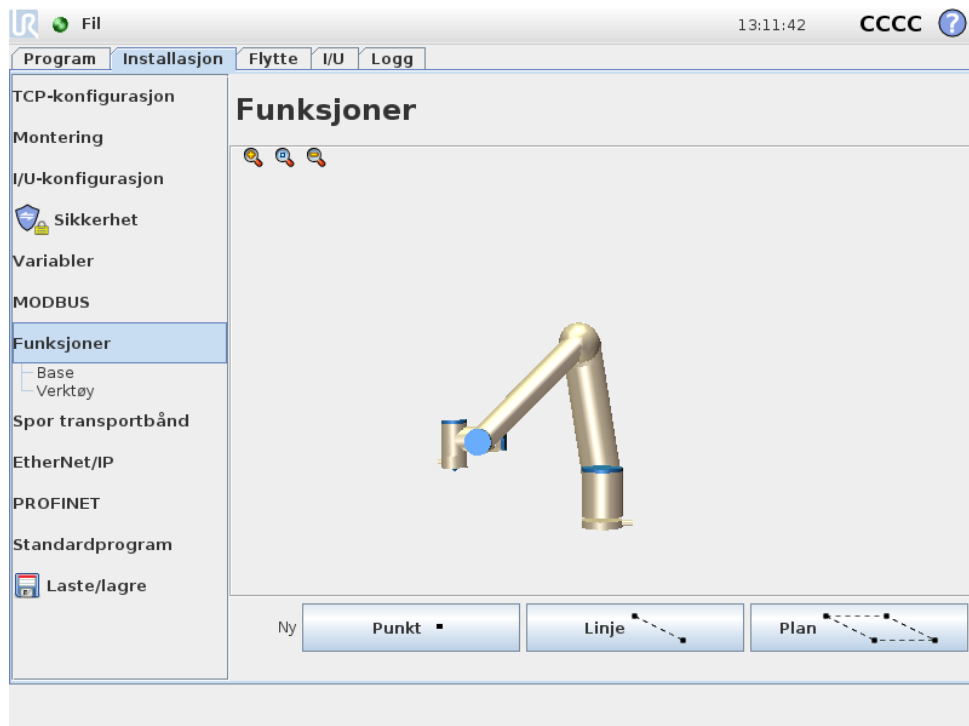
Denne avkrysningsboksen viser/gjemmer de avanserte alternativene for hvert signal.

---

## Avanserte alternativer

- **Oppdater hyppighet:** Denne menyen kan brukes til å endre oppdateringshyppigheten av signalet. Med dette menes hvor ofte forespørsler sendes til den eksterne MODBUS-enheten for enten lesing eller skriving av signalverdien.
- **Slaveadresse:** Dette tekstfeltet kan brukes til å angi en bestemt slaveadresse til forespørslene som tilhører et bestemt signal. Verdien må være i området 0-255 begge inkludert, og standard er 255. Hvis du endrer denne verdien, anbefales det å se bruksanvisningen til den eksterne MODBUS-enheten for å kontrollere funksjonaliteten ved endring av slaveadresse.

## 13.12 Installasjon → Funksjoner



Et typisk scenario er at delpartene til et robotprogram består av bevegelser som må utføres relativt til spesifikke gjenstander i stedet for robotarmens sokkel. Disse gjenstandene kan være bord, andre maskiner, arbeidsmateriale, belter, paller, overvåkingssystemer, tomrom eller grenser, som ofte befinner seg i nærheten av robotarmen.

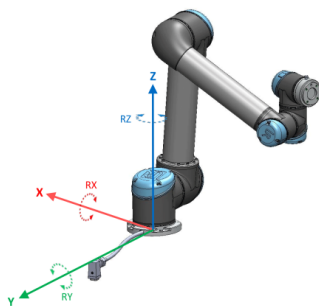
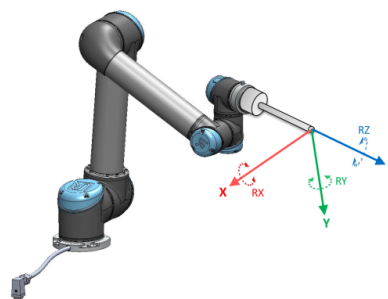
*Funksjonen* som et konsept, er mer eller mindre en representasjon av en slik gjenstand som har blitt definert ved navn for referanse i fremtiden, og en seksdimensjonal positur (posisjon og orientering) relativ til robotens sokkel.

To forhåndsdefinerte funksjoner vil alltid eksistere for roboten og hver av disse har en positur som er definert av konfigurasjonen til selve robotarmen:

- *Sokkel-funksjon*: plassert med opprinnelsepunktet i robotsokkelens senter (se figur 13.1)
- *Verktøy-funksjon*: plassert med opprinnelsepunktet i senteret til den gjeldende TCP-en (se figur 13.2)

Brukerdefinerte funksjoner vil ha posituren definert av brukeren gjennom en unik og intuitiv metode som bruker den gjeldende posituren til verktøyet (TCP) til å definere plasseringer i arbeidsområdet. Dette betyr at brukeren kan lære bort plasseringer av funksjoner, f.eks. ved å bruke *Freedrive*-modus eller jogging til å flytte roboten til den ønskede posituren.

Tre forskjellige strategier eksisterer (*punkt*, *linje* og *plan*) for å definere funksjonens positur. Den beste strategien for et gitt program er avhengig av typen gjenstand og hvilke presisjoner som kreves, men generelt sett vil en funksjon som er basert


**Figur 13.1: Sokkelfunksjon**

**Figur 13.2: Verktøyfunksjon (TCP)**

på flere inngangspunkter (*linje* og *plan*) foretrekkes om gjeldende for den angitte gjenstanden.

Det er mulig å definere f.eks. retningen til et lineært transportbånd ved å bruke kun en *punkt*-funksjon, men generelt sett vil konseptet om bevegelse i en lineær retning være mer nøyaktig og bedre representert med en *linje*-funksjon. Hvis du bruker en *punkt*-funksjon til å definere retningen til et transportbelte, er det nødvendig å peke TCP-en i samme retning som transportbåndet beveger seg i. Du kan oppnå bedre nøyaktighet for retningen ved å i stedet definere to punkter i en *linje*-funksjon med så mye fysisk separasjon som mulig.

Hvis du bruker flere punkter til å definere posituren til f.eks. et bord, betyr det at orienteringen er basert på posisjonene i stedet for orienteringen til én enkelt TCP, og orienteringen til én enkelt TCP er ofte vanskeligere å konfigurere med høy presisjon. En forklaring på hvordan du kan bruke forskjellige metoder til å definere en funksjon, kan du finne i delene 13.12.2, 13.12.3 og 13.12.4.

### 13.12.1 Bruke en funksjon

Når en funksjon har blitt definert i installasjonen er det mulig å referere til denne fra robotprogrammet, for å relatere robotbevegelser (*MoveL* og *MoveP*-kommandoer) til funksjonen (se delen 14.5). Dette gjør det enkelt å tilpasse et robotprogram, f.eks. når du har flere robotstasjoner eller når en gjenstand blir flyttet dynamisk under kjøring av et program eller flyttet permanent i scenen. Ved å enkelt justere den refererte funksjonen til en angitt gjenstand blir alle bevegelsene til programmet som skal være relative for gjenstanden flyttet i henhold til dette. Du kan finne eksempler på dette i delene 13.12.5 og 13.12.6.

Funksjoner som blir konfigurert som joggbare er også et nyttig verktøy når du skal flytte roboten manuelt i Flytt-fanen (i delen 13.1) eller positur-redigeringsskjermen (i delen 12.2). Når en funksjon har blitt valgt som en referanseramme, vil Flytt verktøy-knappene for oversettelser og rotasjoner operere i det valgte funksjonsområdet (se i delen 13.1.2 og 13.1.3), og det samme gjelder den gjeldende avlesningen for TCP-koordinatene som vises i TCP-delen på skjermbildet. Hvis f.eks. et bord har blitt definert som en funksjon og dette blir valgt som en referanse i Flytt-fanen, vil piltastene for opp/ned-, venstre/høyre- og forover/bakover-oversettelser flytte roboten i disse retningene relativt til bordet, og de viste koordinatene til TCP-en vil også være innenfor bordets rammer.

---

## Gi nytt navn

Denne knappen gjør det mulig å endre navnet på en funksjon.

---

## Slett

Denne knappen sletter den valgte funksjonen og alle underfunksjoner, hvis disse finnes.

---

## Vis akser

Velg om koordinasjonsaksene for den valgte funksjonen skal være synlig i 3D-grafikken. Valget gjelder på denne skjermen og på Flytt-skjermen.

---

## Kan legges under

Velg om den valgte funksjonen skal kunne legges under dette. Dette bestemmer om funksjonen vises i funksjonsmenyen på Flytt-skjermen.

---

## Variabel

Velg om den valgte funksjonen kan brukes som en variabel. Hvis dette alternativet er aktivert, vil et variabelnavn navngis etter funksjonen etterfulgt av "\_var" være tilgjengelig når du redigerer robotprogrammer, og denne variabelen kan tilordnes en ny verdi i et program, som deretter kan brukes til å kontrollere vendepunktene som avhenger av verdien for en funksjon. En funksjon må også markeres som en variabel hvis en flyttekommando avhengig av denne mottar en bevegelseoppdatering når funksjonen blir endret. Hvis den ikke markeres som en variabel, vil vendepunktet være relativ til den gjeldende posituren når definisjonen oppsto.

---

## Endre dette punktet

Bruk denne knappen til å angi eller endre den valgte funksjonen. Flytt-fanen (i delen 13.1) vises, og det kan angis en ny posisjon for funksjonen.

---

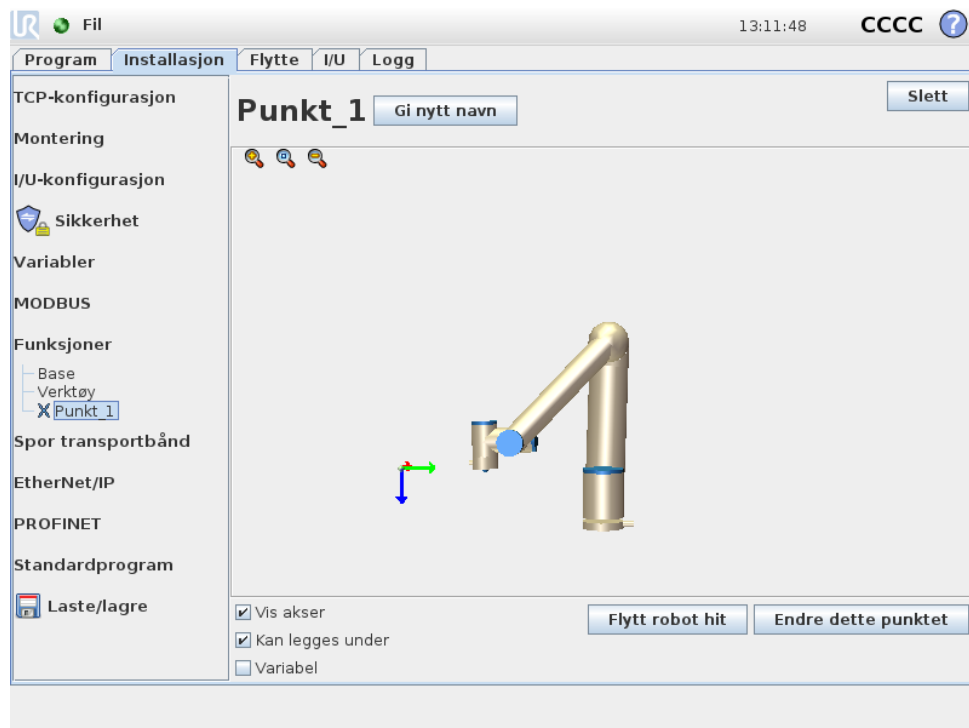
## Flytt robot hit

Ved å trykke på denne knappen vil robotarmen flyttes mot den valgte funksjonen. På slutten av denne bevegelsen, vil koordinasjonssystemene til funksjonen og TCP stemme overens.

---

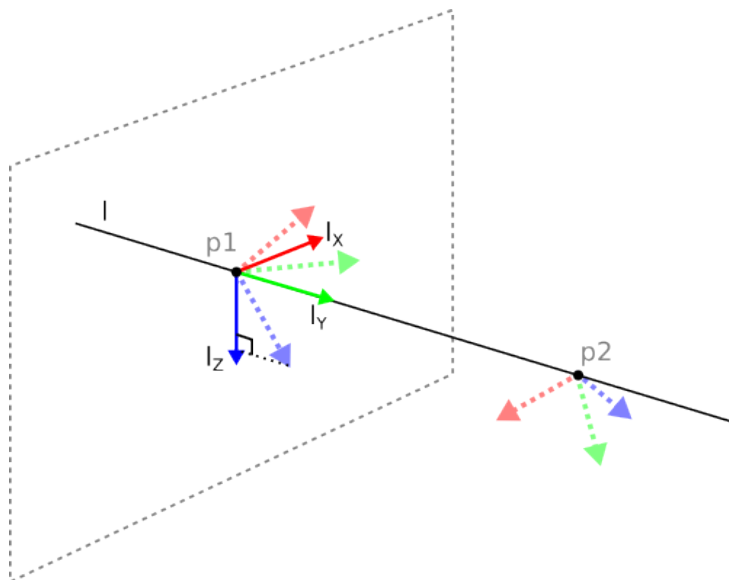
### 13.12.2 Nytt punkt

Trykk på denne knappen for å legge til en punktfunksjon i installasjonen. Punktfunksjonen vil vanligvis bli valgt når du skal definere en sikkerhetsgrense eller en global hjemmekonfigurasjon for robotarmen. Posituren til en punktfunksjon er definert som posisjonen og orienteringen til TCP-en på det tidspunktet.



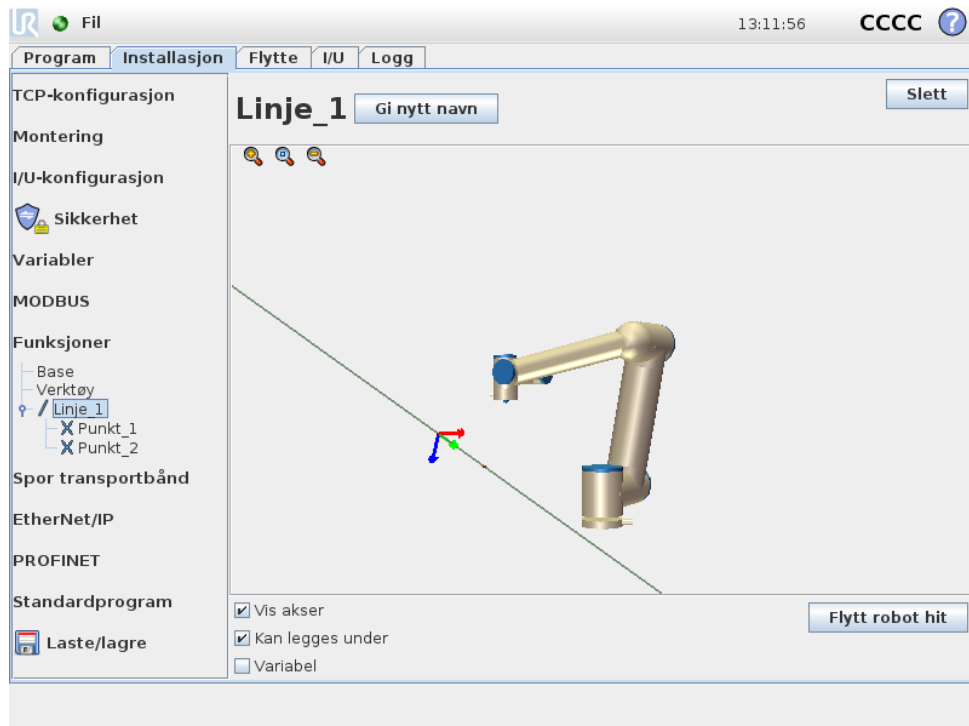
### 13.12.3 Ny linje

Trykk på denne knappen for å legge til en linjefunksjon i installasjonen. Linjefunksjonen blir som regel valgt for å definere linjer som roboten må følge, f.eks. ved bruk av sporing av et transportbelte. En linje  $l$  defineres som en akse mellom to punktfunksjoner  $p1$  og  $p2$  som vist i figuren 13.3.



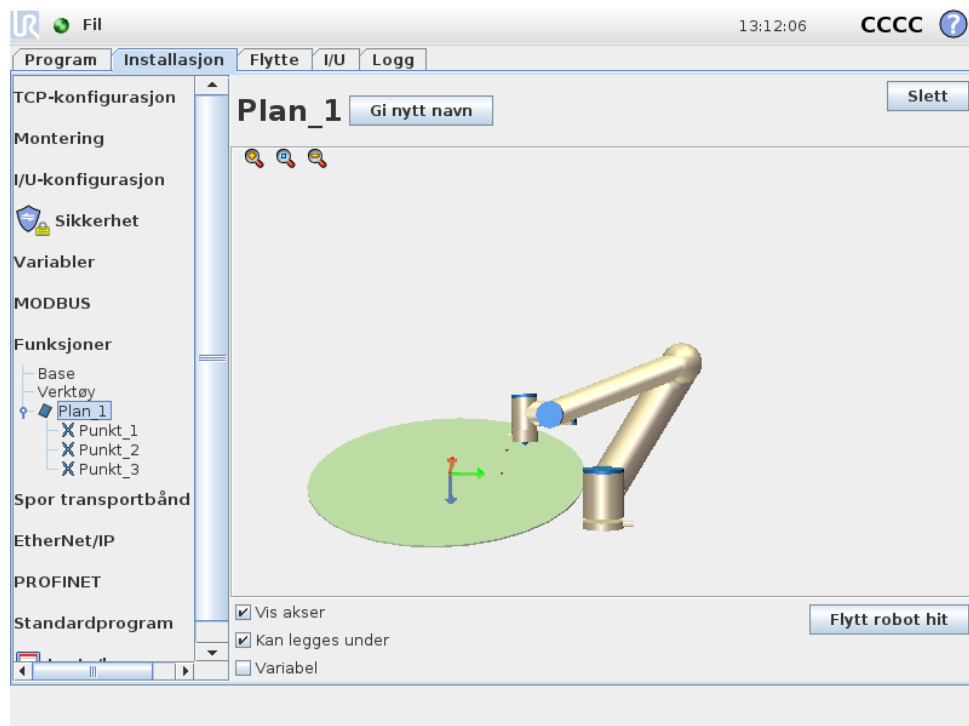
Figur 13.3: Definisjon av linjefunksjonen

Denne aksen, rettet fra det første punktet mot det andre punktet, utgjør y-aksen i koordinasjonssystemet til linjen. Z-aksen blir definert av projeksjonen av z-aksen til  $p1$  på den rette vinkelen på linjen. Plasseringen av linjens koordinasjonssystem er den samme som posisjonen til  $p1$ .



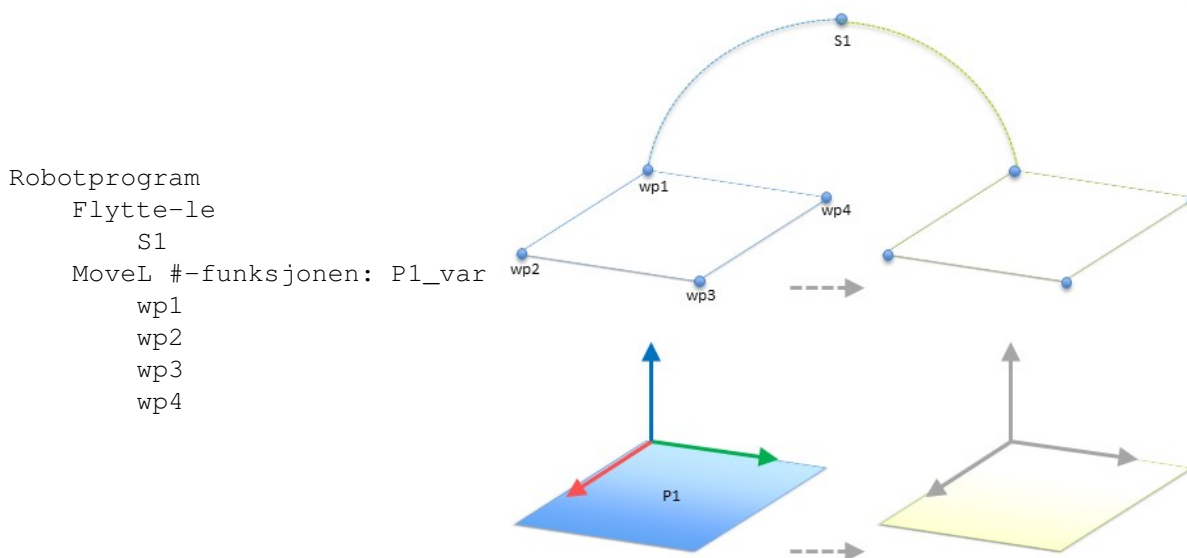
#### 13.12.4 Ny plan

Trykk på denne knappen for å legge til en planfunksjon i installasjonen. Planfunksjonen velges som regel når du trenger en ramme med høy presisjon, f.eks. når du arbeider med et overvåkingssystem eller når du kjører bevegelser som er relative til et bord. Et plan er definert av tre underpunktfunksjoner. Plasseringen av koordinasjonssystemet er den samme som posisjonen for det første underpunktet. Z-aksen er nivånormalen, og y-aksen er rettet fra det første punktet mot det andre. Z-aksens positive retning er angitt slik at vinkelen mellom planets z-akse og z-aksen til det første punktet er mindre enn 180 grader.



### 13.12.5 Eksempel: Manuell oppdatering av en funksjon for å justere et program

Forestill deg en applikasjon hvor flere deler av et robotprogram er relative til et bord. I figur 13.4 blir dette illustrert som bevegelsen fra vendepunkt wp1 og helt til wp4.



Figur 13.4: Enkelt program med fire vendepunkter relativ til et funksjonsplan manuelt oppdatert ved endring på funksjonen

Applikasjonen krever at programmet brukes for flere robotinstallasjoner, hvor kun posisjonen til bordet kan variere litt. Bevegelsen relativ til bordet er den samme.

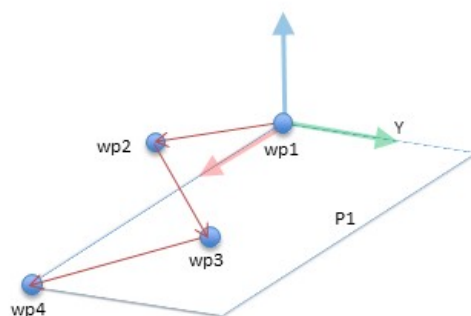
Ved å definere posisjonen til bordet som en funksjon *P1* i installasjonen og sørge for at den er angitt som en *variabel*, kan programmet med en *MoveL*-kommando

som er konfigurert som relativ til planen, enkelt brukes på flere roboter kun ved å oppdatere installasjonen med den faktiske posisjonen til bordet.

Dette konseptet gjelder alle funksjoner i en applikasjon, for å skape et fleksibelt program som kan løse samme oppgave på mange roboter selv om f.eks. et plukke-, leverings- eller et annet kritisk område i arbeidsområdet kan variere mellom installasjoner.

### 13.12.6 Eksempel: Dynamisk oppdatere en funksjonpositur

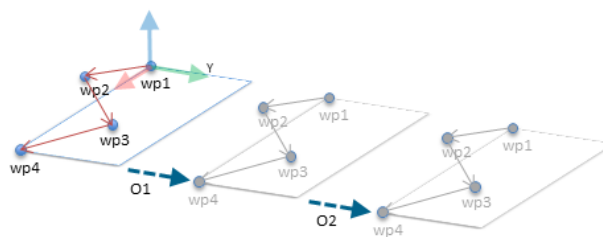
Forestill deg en lignende applikasjon hvor roboten også må bevege seg i et spesifikt mønster oppå et bord for å kunne løse en angitt oppgave, som vist i figuren 13.5.



Figur 13.5: En *MoveL*-kommando med fire vendepunkter relativ til en planfunksjon

Se for deg at bevegelsen relativ til *P1* må gjentas et antall ganger, og hver gang med en utligning *o*, som i dette eksempelet er angitt som 10 cm i Y-retningen (se figuren 13.6, utligninger *O1* og *O2*). Dette kan oppnås ved å bruke f.eks. skriptfunksjonene *positur\_add()* eller *positur\_trans()* for å manipulere den variable funksjonen.

```
Robotprogram
Flytte-le
  wp1
  y = 0,01
  o = p[0,y,0,0,0,0]
  P1_var = positur_trans(P1_var,
  MoveL #-funksjonen: P1_var
    wp1
    wp2
    wp3
    wp4
```



Figur 13.6: Angi utligning for planfunksjonen

Det er også mulig å bytte til en helt ny funksjon mens programmet kjører, i stedet for å legge til en utligning. Dette er vist i eksempelet nedenfor (se figuren 13.7), hvor referansefunksjonen for *MoveL*-kommandoen *P1\_var* kan bytte mellom to planer *P1* og *P2*.

Robotprogram

Flytte-le

S1

hvis (digital\_inndata[0]) s

P1\_var = P1

annet

P1\_var = P2

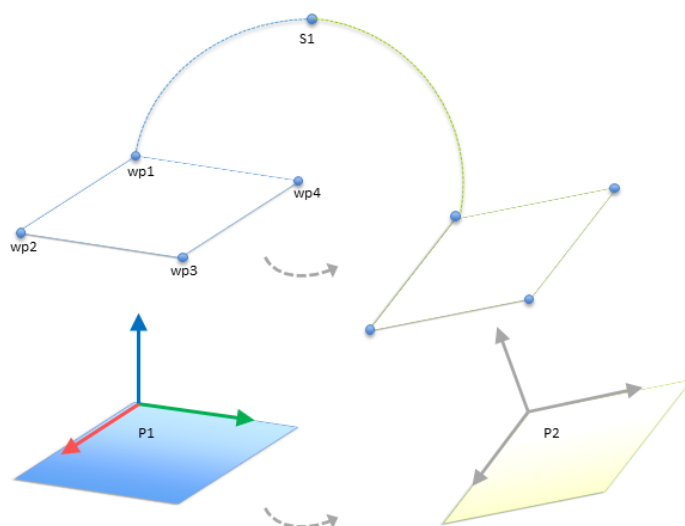
MoveL #-funksjonen: P1\_var

wp1

wp2

wp3

wp4



Figur 13.7: Bytte fra én planfunksjon til en annen

## 13.13 Konfigurasjon av transportbåndsporing

Når det brukes transportbånd, kan roboten stilles inn for å spore bevegelsene. Innstillingene for transportbåndsporing gir flere valg for å konfigurere roboten, for at den kan arbeide med absolutte og trinnvise kodere, så vel som lineære og sirkulære transportbånd.

### Transportbåndparametre

Trinnvise kodere kan kobles til digitale innganger 0 og 3. Dekoding av digitale signaler kjører på 40 kHz. Bruk av Kvadratur-koder (krever to innganger), gjør at roboten kan vurdere farten og retningen på transportbåndet. Hvis retningen til transportbåndet er konstant, kan en enkel inngang brukes, som vil registrere enten hevet, senket, eller hevet og senket kanter for å vurdere farten til transportbåndet.

Absolutte kodere kan brukes når man kobler til via et MODBUS-signal. Før du kan gjøre dette, må du forhåndstille en digital MODBUS-inngang i 13.11.

### Lineære transportbånd

Når et lineært transportbånd er valgt, kan du konfigurere en linjefunksjon som går parallelt med transportbåndet. Linjefunksjonen skal være parallell med retningen på transportbåndet, og det må være stor avstand mellom de to punktene som definerer linjefunksjonen. Det er anbefalt å konfigurere linjefunksjonen ved å plassere verktøyet fast mot siden av transportbåndet når man setter opp de to punktene.

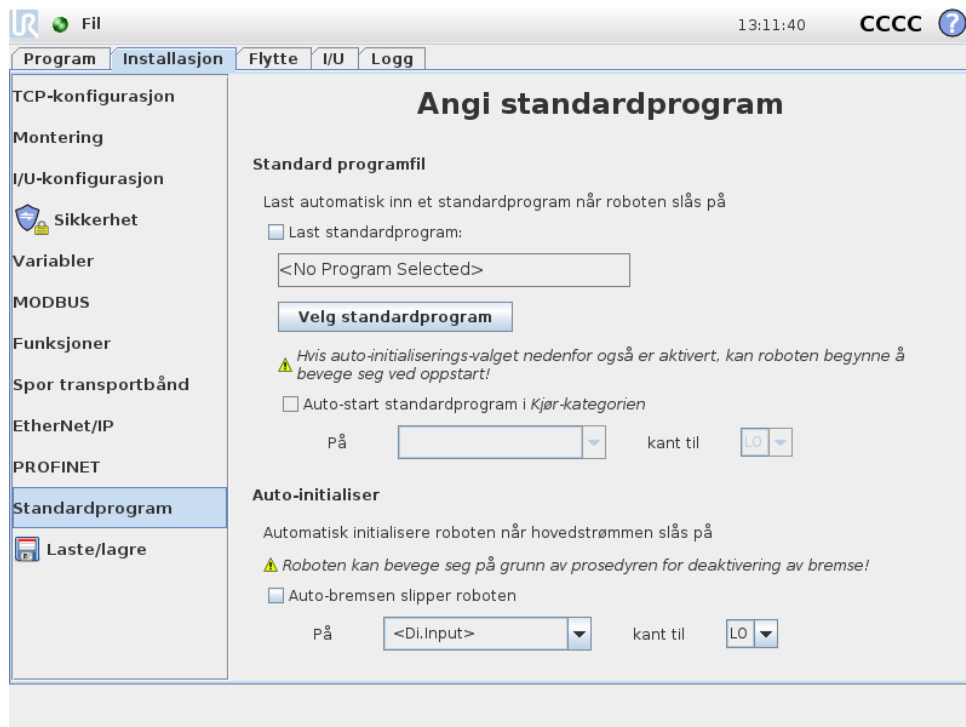
Feltet Avmerkinger per meter blir brukt som antall avmerkinger koderen genererer når transportbåndet beveger seg én meter.

$$\text{Avmerkinger per meter} = \frac{\text{avmerkinger per rotasjon på koder}}{2\pi \cdot \text{radius på koder disc[m]}} \quad (13.1)$$

## Sirkulære transportbånd

Når et sirkulært transportbånd skal spores, må midtpunktet til transportbåndet (sirkelen) defineres. Verdien av Avmerkinger per rotasjon må være antall avmerkinger som koderen genererer når transportbåndet roterer én full runde.

## 13.14 Installasjon → Standardprogram



Dette skjermbildet inneholder innstillinger for automatisk lasting og oppstart av et standardprogram, og for auto-initialisering av robotarmen ved oppstart.



### ADVARSEL:

Når både auto-last, auto-start og auto-initialiser er aktivert, vil roboten kjøre programmet så snart kontrollboksen blir slått på om inngangssignalet er tilpasset det valgte signalnivået. Dvs. at kantovergang til det valgte signalnivået ikke er nødvendig i dette tilfellet. Når signalnivået er angitt som Lavt, må man være mer forsiktig. I typiske oppsett er inngangssignalet angitt som lavt som standard, som gjør at programmet kjører automatisk uten å utløses av et eksternt signal.

### 13.14.1 Laste et standardprogram

Et standardprogram kan velges til å lastes inn når kontrollboksen startes opp. Videre vil standardprogrammet også lastes automatisk når *Kjør program*-skjermbildet (se 11.4) kommer opp og ingen program er lastet.

### 13.14.2 Starte et standardprogram

Standardprogrammet kan auto-startes i skjermbildet *Kjør program*. Når standardprogrammet er lastet, og det angitte eksterne inngangssignalet kantovergang blir oppdaget, vil programmet startes automatisk.

Obs, ved oppstart er nåværende inngangssignalnivå udefinert og å velge en overgang som tilsvarer signalnivået ved oppstart vil starte programmet umiddelbart. Videre hvis en forlater skjermbildet *Kjør program* eller trykker på stoppknappen i *kontrollpanelet*, vil det deaktivere auto-startfunksjonen inntil kjøer-knappen trykkes på nytt.

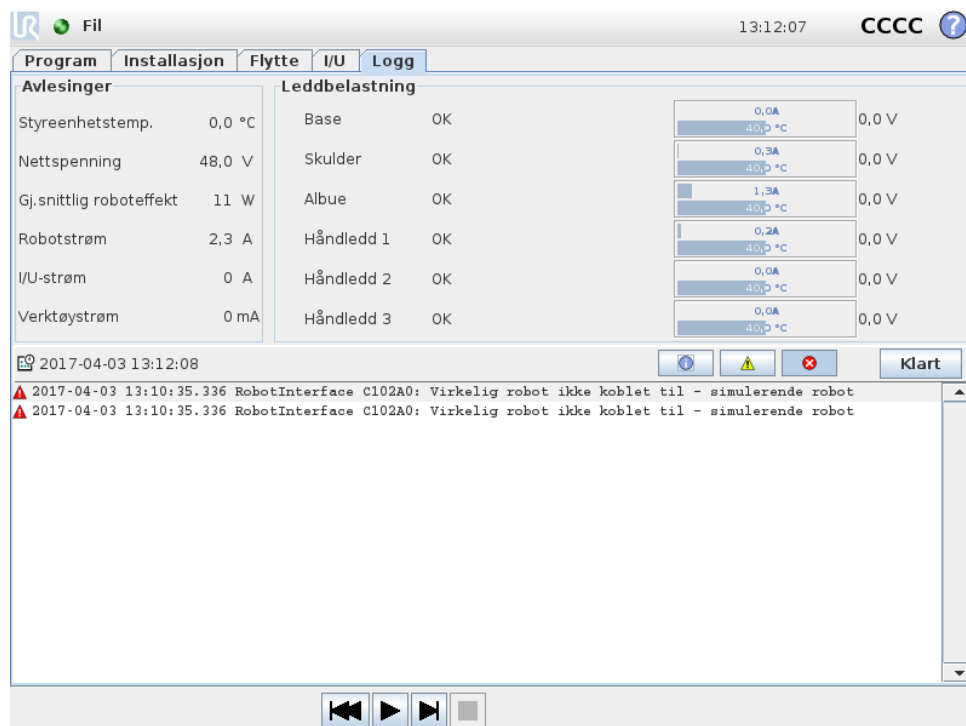
### 13.14.3 Auto-initialisering

Robotarmen kan automatisk initialiseres, for eksempel når kontrollboksen startes opp. Ved det spesifiserte eksterne inngangssignalets kantovergang, vil robotarmen være fullstendig klargjort, uten hensyn til den synlige skjermen.

Den siste fasen av initialisering er *frigjøring av bremses*. Når robotens bremses slippes opp, beveger den seg litt og lager en lyd. Videre kan ikke bremsene automatisk frigjøres dersom den konfigurerte monteringen ikke samsvarer med monteringen som er oppdaget basert på sensor-data. I dette tilfellet, må roboten initialiseres manuelt via initialiseringsskjermen (se 11.5).

Obs, ved oppstart er nåværende inngangssignalnivå udefinert og å velge en overgang som tilsvarer signalnivået ved oppstart vil initialisere robotarmen umiddelbart.

## 13.15 Logg-kategorien



**Robothelse** Den øverste halvdel av skjermen viser tilstanden for robotarmen og kontrollboksen. Den venstre delen viser informasjon relatert til styreenheten til roboten, mens den høyre delen viser informasjon om hvert robotledd. Hvert robotledd viser informasjon om temperaturen til motoren og elektronikken, belastningen til leddet og spenningen ved leddet.

**Robotlogg** På nederste halvdel av skjermen vises loggmeldinger. Den første kolonnen kategoriserer alvorlighetsgraden av loggoppføringen. Den andre kolonnen viser tidspunkt for mottak av meldingen. Den neste kolonnen viser avsenderen av meldingen. Mens den siste kolonnen viser selve meldingen. Meldinger kan filtreres ved å velge de avlange knappene som korresponderer til alvorlighetsgraden. Figuren ovenfor viser nå at feil vil vises mens informasjons- og varselmeldinger vil bli filtrert. Noen loggmeldinger er utformet for å gi mer informasjon, dette kan nås ved å velge loggoppføringen.

---

## 13.16 Lasteskjerm

I dette skjermbildet kan du velge hvilke program som skal lastes. Det finnes to versjoner av denne skjermen: en som skal brukes når du kun vil laste et program og utføre det, og en som brukes når du faktisk vil redigere et program.



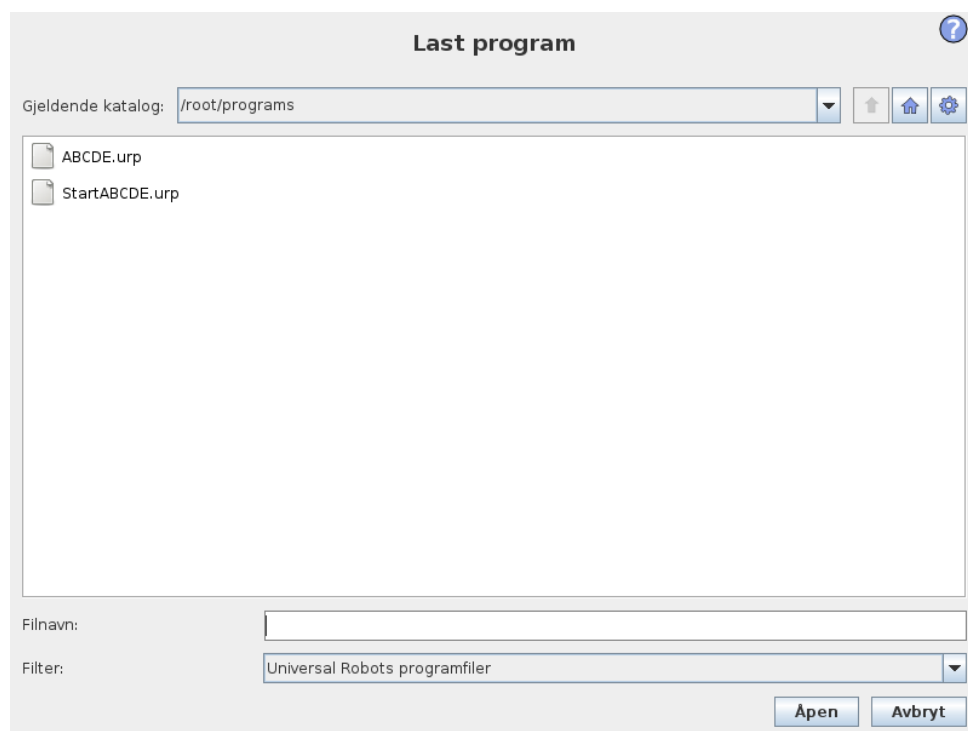
### MERK:

Å kjøre et program fra en USB-stasjon er ikke anbefalt. For å kjøre et program som er lagret på en USB-stasjon, last det først inn og lagre det deretter den lokale `programmer`-mappen hjelp av `Lagre som...` på `Fil`-menyen.

Den største forskjellen ligger i hvilke handlinger som er tilgjengelig for brukeren. På den grunnleggende lasteskjermen kan brukeren kun få tilgang til filer – ikke endre eller slette dem. Videre kan ikke brukeren forlate kategoristrukturen som er lavere enn `program`-mappen. Brukeren kan gå ned til en underkatalog, men brukeren kan ikke gå noe høyere enn `programmer`-mappen.

Derfor bør alle programmer plasseres i `programmer`-mappen og / eller undermapper under `programmer`-mappen.

## Skjermlayout



Dette bildet viser den faktiske lasteskjermen. Den består av følgende viktige områder og knapper:

**Banehistorikk** Banehistorikken viser en liste over de banene som fører opp til den nåværende plasseringen. Dette betyr at alle overordnede mappene opp til roten av datamaskinen vises. Her vil du legge merke til at du kanskje ikke være i stand til å få tilgang til alle katalogene over program-mappen.

Ved å velge et mappenavn i listen, endres lastedialogboksen til den katalogen og viser den i filvalg-området 13.16.

**Filvalg-område** I dette området av dialogen er innholdet i det aktuelle området til stede. Det gir brukeren muligheten til å velge en fil ved å enkelt-klikke på navnet sitt eller å åpne filen ved å dobbeltklikke på navnet sitt.

Direktiver velges med et langt trykk på omtrent 0,5 s. Du kan gå inn i en mappe og vise dens innhold med ett enkelt trykk.

**Fil-filter** Ved å bruke fil-filteret kan man begrense filene som vises til å omfatte den filtypen som man ønsker. Ved å velge "Sikkerhetskopierte filer" viser filvalg-området de siste ti lagrede versjonene av hvert program, der .old0 er den nyeste og .old9 er den eldste.

**Filfelt** Her vises den valgte filen. Brukeren har muligheten til å skrive inn filnavnet på en fil manuelt ved å klikke på tastaturikonet til høyre for feltet. Dette vil føre

til at det dukker opp et tastatur på skjermen hvor brukeren kan skrive inn filnavnet direkte på skjermen.

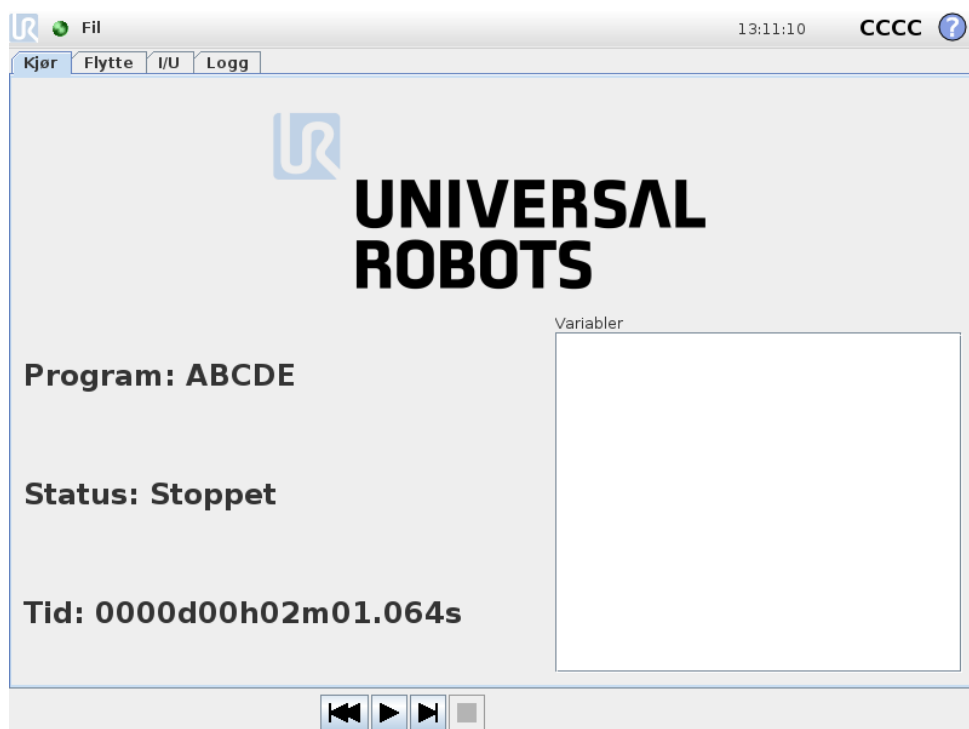
**Åpne-knapp** Ved å klikke på Åpne-knappen, vil den valgte filen åpnes og gå tilbake til forrige skjerm.

**Avbryt-knapp** Å klikke på Avbryt-knappen vil avbryte den aktuelle lasteprosessen og føre til at skjermen bytter til det forrige skjermbildet.

**Handlingsknapper** En rekke knapper gir brukeren muligheten til å utføre noen av de handlinger som normalt vil være tilgjengelig ved å høyreklikke på et filnavn i en konvensjonell fil-dialog. I tillegg har man muligheten til å gå opp i katalogstrukturen og direkte til program-mappen.

- Primær: Flytt oppover i katalogstrukturen. Knappen vil ikke bli aktivert i to tilfeller: når gjeldende katalog er øverste katalog eller hvis skjermen er i begrenset modus og gjeldende katalog er programmappen.
- Gå til programmappe: Gå hjem
- Handlinger: Handlinger slik som opprette katalog, slette fil osv.

## 13.17 Kjøre-kategorien

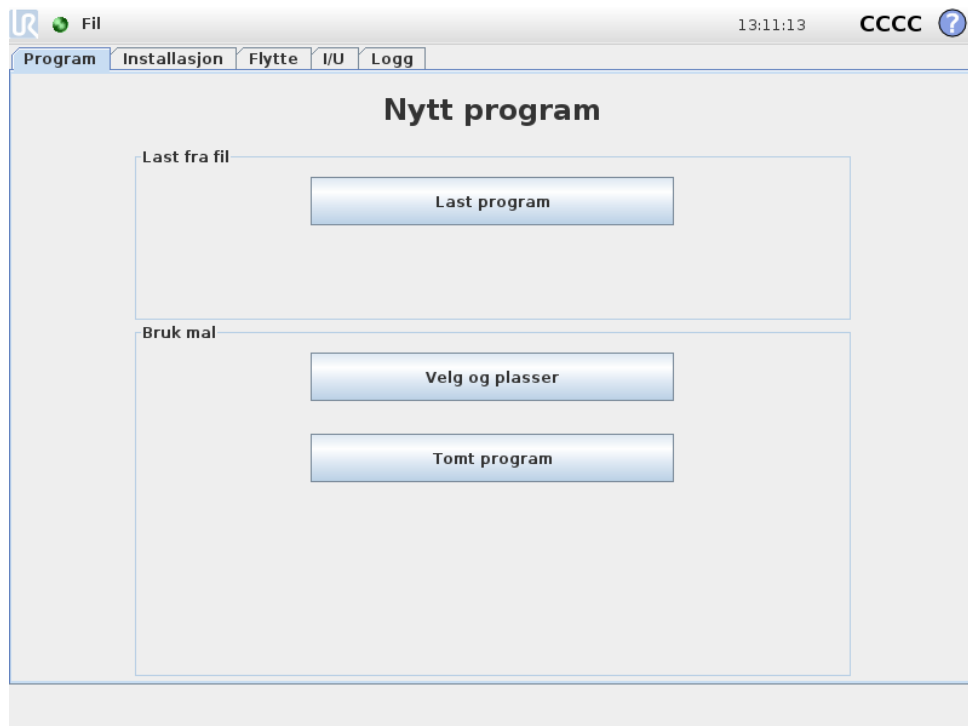


Denne kategorien gir en svært enkel måte å drive robotarmen og styreenheten på, med så få knapper og alternativer som mulig. Dette kan med fordel kombineres med å password-beskytte programmeringsdelen av PolyScope (se 15.3), for å gjøre roboten til et verktøy som utelukkende kan kjøre forhåndslagde programmer.

Videre i denne kategorien kan et standardprogram lastes inn automatisk og startes basert på et eksternt inngangssignal på kantovergang (se 13.14). Kombinasjonen av automatisk laste og starte et standardprogram og automatisk initialisering ved innkobling kan for eksempel brukes til å integrere robotarmen inn i andre maskiner.

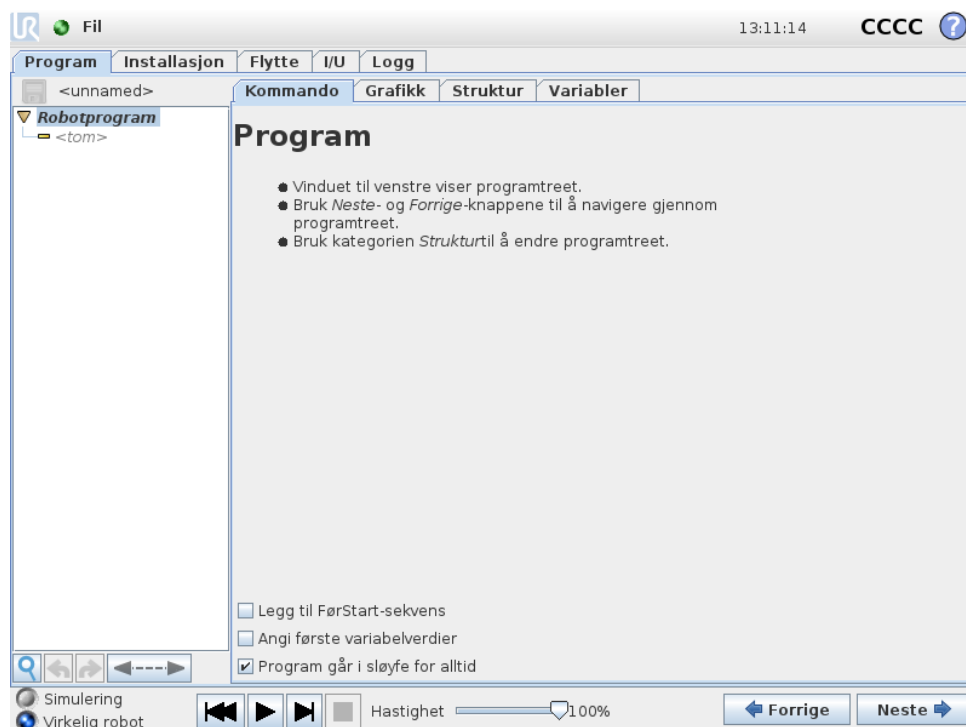
# 14 Programmering

## 14.1 Nytt program



Et nytt robotprogram kan starte fra enten en *mal* eller fra et eksisterende (lagret) robotprogram. En *mal* kan gi den totale programstrukturen, slik at bare detaljene til programmet må fylles inn.

## 14.2 Program-kategorien



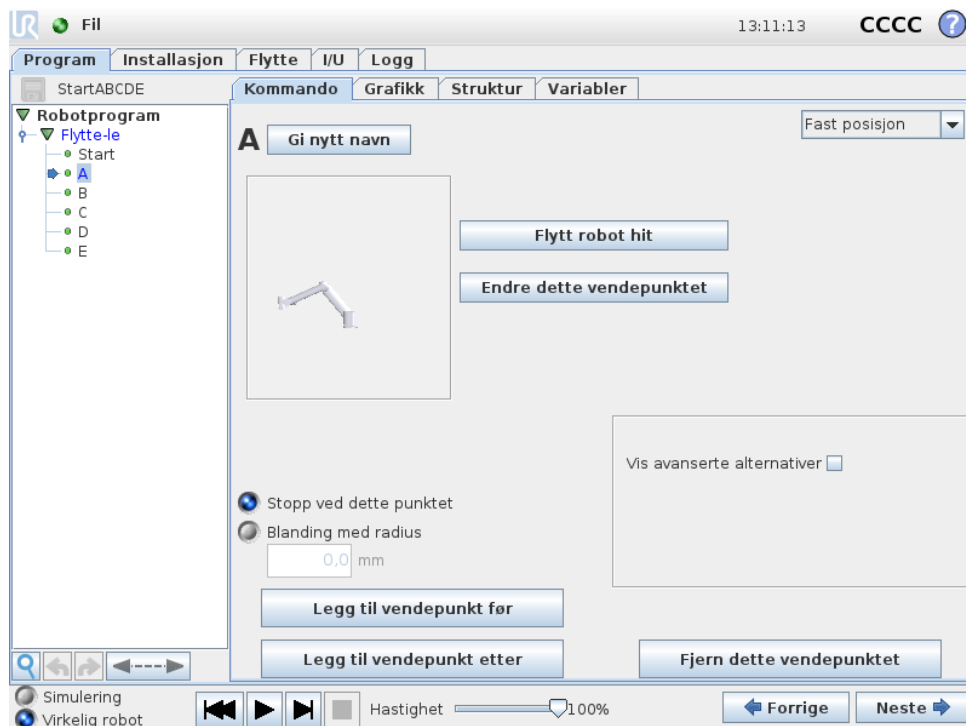
Program-kategorien viser programmet som redigeres.

### 14.2.1 Programtre

*Programtreet* på venstre side av skjermen viser programmet som en liste kommandoer, mens området på høyre siden av skjermen viser informasjon knyttet til aktuell kommando. Aktuell kommando velges ved å klikke på kommandolisten eller ved å bruke knappene *Forrige* og *Neste* nederst til høyre på skjermen. Kommandoer kan settes inn eller fjernes via kategorien *Struktur*, beskrevet i 14.30. Programnavnet vises direkte over kommandolisten, med et lite diskikon som kan klikkes for å lagre programmet raskt.

I programtreet er kommandoen som utføres for øyeblikket uthevet som beskrevet i 14.2.2.

### 14.2.2 Indikasjon av programkjøring



Programmet treet inneholder visuelle signaler som informerer om kommandoen som blir utført av roboten på gjeldende tidspunkt. Et lite  indikatorikon vises til venstre for kommandoikonet, og navnet på kommandoen som utføres og noen overordnede kommandoer (identifiseres vanligvis av kommandoikonene  / ) er uthevet i blått. Dette gjør det lettere for brukeren å finne kommandoen som utføres i dette treet.

Hvis for eksempel robotarmen beveger seg mot et veipunkt, er den tilsvarende vendepunkt-underkommandoen merket med -ikonet og dets navn sammen med navnet på flyttekommandoen (se 14.5) som den tilhører vises i blått.

Hvis programmet settes på pause, merker indikatorikonet for programkjøring den siste kommandoen som ble utført.

Når du klikker på -ikonet under programtreet, vil du gå direkte til kommandoen som kjøres for øyeblikket eller siste kommando ble kjørt i treet. Hvis du klikker på en kommando mens et program er i gang, vil kategorien *kommando* fortsette å vise informasjonen relatert til den valgte kommandoen. Når du trykker på -knappen, viser *Kommando*-fanen informasjon om kommandoene som kjøres kontinuerlig.

### 14.2.3 Søk-knapp

Knappen med ikonet  kan brukes til å utføre et tekst-søk i programtreet. Når trykket på, kan en søketekst bli skrevet inn og program-noder som er like vil bli uthevet i gult. Trykk på ikonet  for å gå ut av søkmodus.

### 14.2.4 Angre / gjøre om-knapp

Knappene med ikonene  og  under programtreet brukes til å angre og gjøre om endringer som er gjort i programtreet og i kommandoene i treet.

### 14.2.5 Programkontrollpanel

Den nedre delen av skjermen er *instrumentbordet*. *Instrumentbordet* har en rekke knapper som en gammeldags båndopptaker, der programmer kan startes og stoppes, styres med enkelttrinn og startes på nytt. *Hastighet-glidebryteren* lar deg justere programmets hastighet til enhver tid, noe som direkte påvirker hastigheten som robotarmen beveger seg med. I tillegg viser *hastighet-glidebryteren* i sanntid den relative hastigheten som robotarmen beveger seg med og tar hensyn til sikkerhetsinnstillingene. Den angitte prosentandelen er den maksimale, oppnåelige hastigheten for å kjøre programmet uten å bryte sikkerhetsgrensene.

Til venstre for *instrumentbordet* kan du veksle mellom simulering og å kjøre programmet på en ekte robot med knappene *Simulering* og *Ekte Robot*. Når du kjører i simulering flyttes ikke robotarmen, og kan dermed ikke skade seg selv eller utstyr i nærheten i kollisjoner. Bruk simuleringen til testprogrammer hvis du er usikker om hva robotarmen vil gjøre.



#### FARE:

1. Sørg for å oppholde deg utenfor robotens arbeidsområde når *Spill av*-knappen trykkes inn. Bevegelsen som du programmerte kan være annerledes enn forventet.
2. Sørg for å oppholde deg utenfor robotens arbeidsområde når *Trinn*-knappen trykkes inn. Funksjonen til *Trinn*-knappen kan være vanskelig å forstå. Bruk den kun når det er absolutt nødvendig.
3. Sørg for å alltid teste programmet ved å redusere hastigheten med *hastighet-glidebryteren*. Logiske programmeringsfeil som er gjort av integratoren kan føre til uventede bevegelser av robotarmen.
4. Når et nødstopp eller en vernestans har oppstått, vil robotprogrammet stoppe. Dette kan startes opp igjen så lenge ingen ledd har beveget seg mer enn 10°. Når man trykker på start, vil roboten bevege seg langsomt tilbake i banen sin igjen, og fortsette utførelsen av programmet.

Mens programmet skrives, vises bevegelsen av robotarmen illustrert ved hjelp av en 3D-tegning i kategorien *Grafikk*, beskrevet i 14.29.

Ved siden av hver programkommando er det et lite ikon som er rødt, gult eller grønt. Et rødt ikon betyr at det er en feil i kommandoen, gult betyr at kommandoen ikke er fullført og grønt betyr at alt er OK. Et program kan bare kjøres når alle kommandoer er grønne.

## 14.3 Variabler

Et robotprogram kan bruke variabler til å lagre og oppdatere ulike verdier under kjøring. To typer variabler er tilgjengelige:

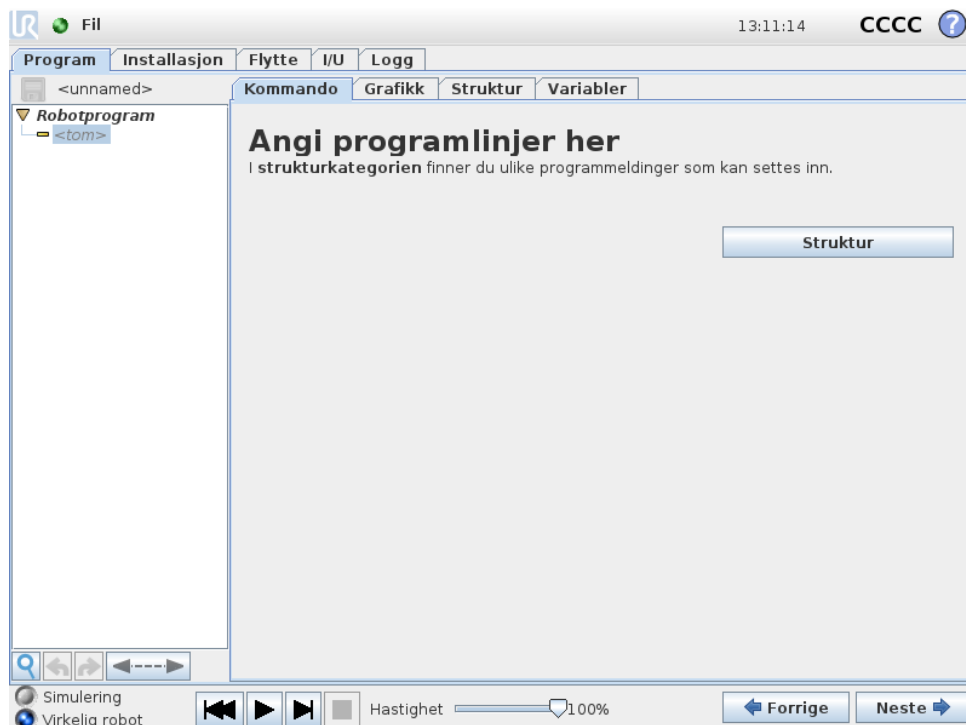
*Installasjonsvariabler:* Disse kan brukes av flere programmer og deres navn og verdier er faste sammen med robotinstallasjonen (se 13.10 for ytterligere detaljer). Variabler for installasjon beholder verdien sin etter at roboten og kontrollboksen har blitt startet på nytt.

*Vanlige programvariablene:* Disse er kun tilgjengelige for det kjørende programmet og deres verdier går tapt så snart programmet stoppes.

Følgende variabeltyper er tilgjengelige:

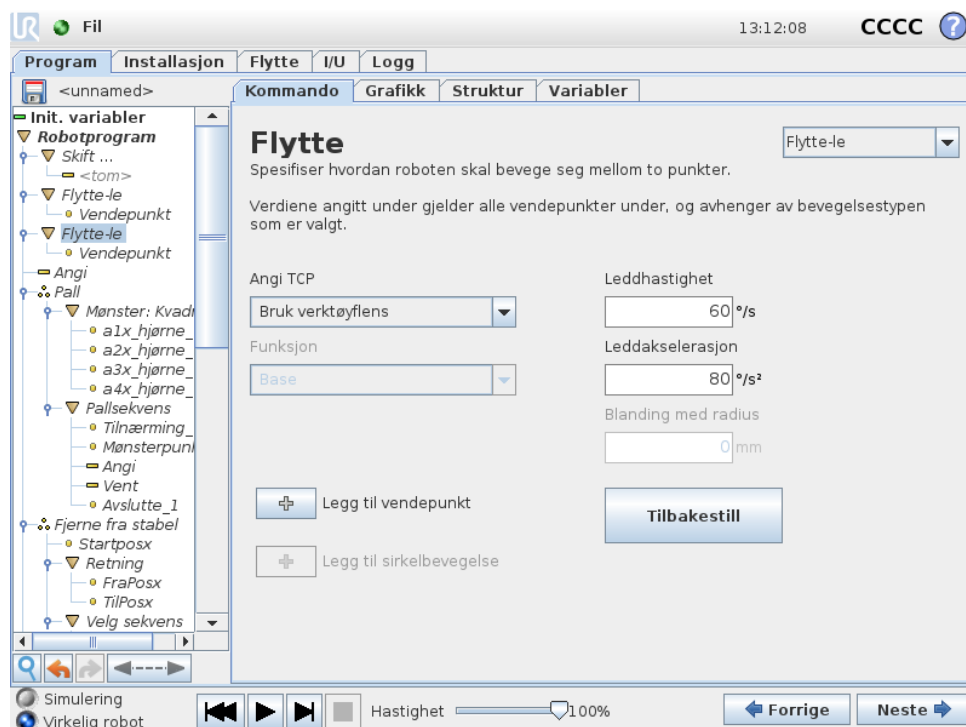
|                 |                                                                                                                                                                                                                                          |
|-----------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <i>bool</i>     | En boolsk variabel der verdien er enten <i>sann</i> eller <i>usann</i> .                                                                                                                                                                 |
| <i>int</i>      | Et heltall i området $-2147483648$ til $2147483647$ (32 bit).                                                                                                                                                                            |
| <i>flyt</i>     | Et nummer for flytende punkt (desimal) (32 bit).                                                                                                                                                                                         |
| <i>kjede</i>    | En sekvens av tegn.                                                                                                                                                                                                                      |
| <i>stilling</i> | En vektor som beskriver plassering og orientering i kartesisk plass. Det er en kombinasjon av en posisjonsvektor $(x, y, z)$ og en rotasjonsvektor $(rx, ry, rz)$ som representerer orienteringen skrevet som $p[x, y, z, rx, ry, rz]$ . |
| <i>liste</i>    | En sekvens av variabler.                                                                                                                                                                                                                 |

## 14.4 Kommando: Tom



Programkommandoer må settes inn her. Trykk på *Struktur*-knappen for å gå til kategorien struktur, hvor de ulike valgbare programlinjene er plassert. Et program kan ikke kjøre før alle linjer er spesifisert og definert.

## 14.5 Kommando: Flytte



Flytte-kommandoen kontrollerer robotbevegelsen gjennom de underliggende vendepunktene. Vendepunkter må være under en Flytte-kommando. Flytte-kommandoen definerer akselerasjonen og hastigheten som robotarmen beveger seg mellom disse vendepunktene.

### Bevegelsestyper

Det er mulig å velge én av tre bevegelsestyper: *MoveJ*, *MoveL* og *MoveP* hver av dem forklart under.

- **moveJ** utfører bevegelser som kalkuleres i *leddområdet* til robotarmen. Hvert ledd kontrolleres for å nå ønsket endelokasjon samtidig. Denne bevegelsestypen resulterer i en buet bane for verktøyet. De delte parametre som gjelder for denne bevegelsestypen er den maksimale leddhastigheten og leddakselerasjonen som kan brukes for bevegelsesberegninger, angitt i henholdsvis *grader/s* og *grader/s²*. Hvis det er ønskelig å la robotarmen bevege seg raskt mellom vendepunktene, uten hensyn til banen for verktøyet mellom disse vendepunktene, er denne bevegelsestypen et gunstig valg.
- **moveL** gjør at verktøyet beveger seg lineært mellom vendepunktene. Dette betyr at hvert ledd utfører en mer komplisert bevegelse for å holde verktøyet i en rett bane. De delte parametrene som kan stilles for denne bevegelsestypen er ønsket verktøyhastighet og verktøyakselerasjon spesifisert i henholdsvis *mm/s* og *mm/s²*, og også en funksjon. Den valgte funksjonen vil avgjøre i hvilken funksjonsplass verktøyplasseringene for vendepunktene blir representert. Av spesiell interesse vedrørende funksjonsplasser er variable funksjoner og variable vendepunkter. Variable funksjoner kan brukes når verktøyplasseringen

for et vendepunkt må bestemmes av den faktiske verdien på variabelfunksjonen når robotprogrammet kjører.

- **moveP** beveger verktøyet lineært med konstant hastighet med sirkulære blandinger, og er tiltenkt for enkelte prosessbetjening, slik som liming eller dispensering. Størrelsen på blandingsradius er som standard en felles verdi mellom alle vendepunktene. En lavere verdi gjør at banen svinger skarpere, mens en høyere verdi gjør banen jevnere. Mens robotarmen beveger seg gjennom vendepunktene med konstant hastighet, kan robotens kontrollboks ikke vente på enten en I / O-operasjon eller en handling fra operatøren. Dette kan føre til stopp av robotarmens bevegelse, eller forårsake et beskyttende stopp.

En **sirkelbevegelse** kan legges til en Flytte-p-kommando, som består av to vendepunkter: det første angir et gjennomgangspunkt på sirkelbuen og det andre er sluttpunktet for bevegelsen. Roboten starter sirkelbevegelsen fra sin gjeldende posisjon, og beveger seg deretter gjennom de to spesifiserte gjennomgangspunktene. Endringen av verktøyets retning gjennom sirkelbevegelsen bestemmes kun av startretningen og retningen ved endepunktet. Dermed påvirker ikke gjennomgangspunktets retning sirkelbevegelsen. En sirkelbevegelse må alltid innledes av et gjennomgangspunkt under samme flytte-p.

## Delte parametre

Innstillingene for de delte parametrene nederst i høyre hjørne av flytte-skjermen gjelder bevegelsen fra robotarmens forrige posisjon til det første vendepunktet under kommandoen, og derfra til hver av de følgende vendepunktene. Innstillingene for Flytte-kommandoen gjelder ikke for banen som går *fra* det siste vendepunktet under den kommandoen.

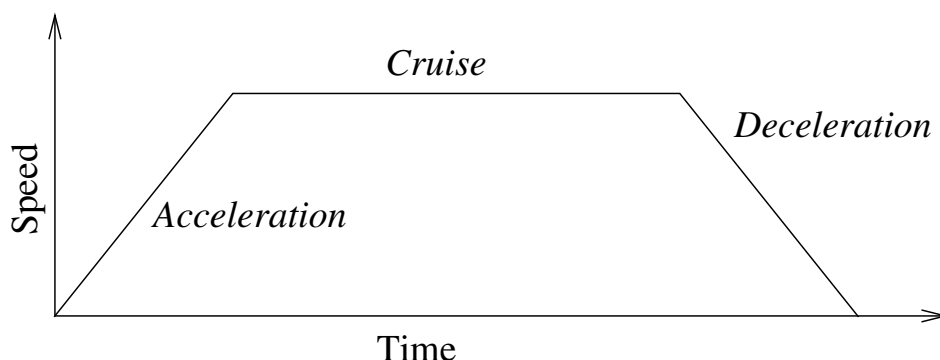
## TCP-valg

Du kan velge TCP som brukes til vendepunktene under denne flyttekommandoen fra nedtrekksmenyen. Du kan velge fra brukerdefinerte TCP-er fra installasjonen, den aktive TCP-en eller ganske enkelt ved å bruke verktøyflensen. Hvis en brukerdefinert TCP eller den aktive TCP-en er valgt, vil bevegelsen under denne flyttekommandoen justeres i forhold til dette. Hvis Bruk verktøyflens er valgt, vil ingen TCP brukes og bevegelsen under denne flyttekommandoen vil være i henhold til verktøyflensen (dvs. ingen justering på bevegelsen).

Hvis den aktive TCP for denne bevegelsen bestemmes mens programmet kjøres, må det angis dynamisk ved å velge Angi-kommandoen (se 14.10) eller ved hjelp av skriptkommandoer. Se 13.6 for ytterligere informasjon om konfigurering av navngitte TCP-er.

## Funksjonsvalg

Det er det mulig å velge hvilken funksjonsplass vendepunktene under flyttekommandoen bør være representert i for *MoveL* og *MoveP* når du angir disse vendepunktene (se i delen 13.12). Dette betyr at når du angir et vendepunkt, vil programmet huske verktøykoordinatene i funksjonsplassen for den valgte funksjonen. Det er noen få situasjoner som må forklares nærmere:



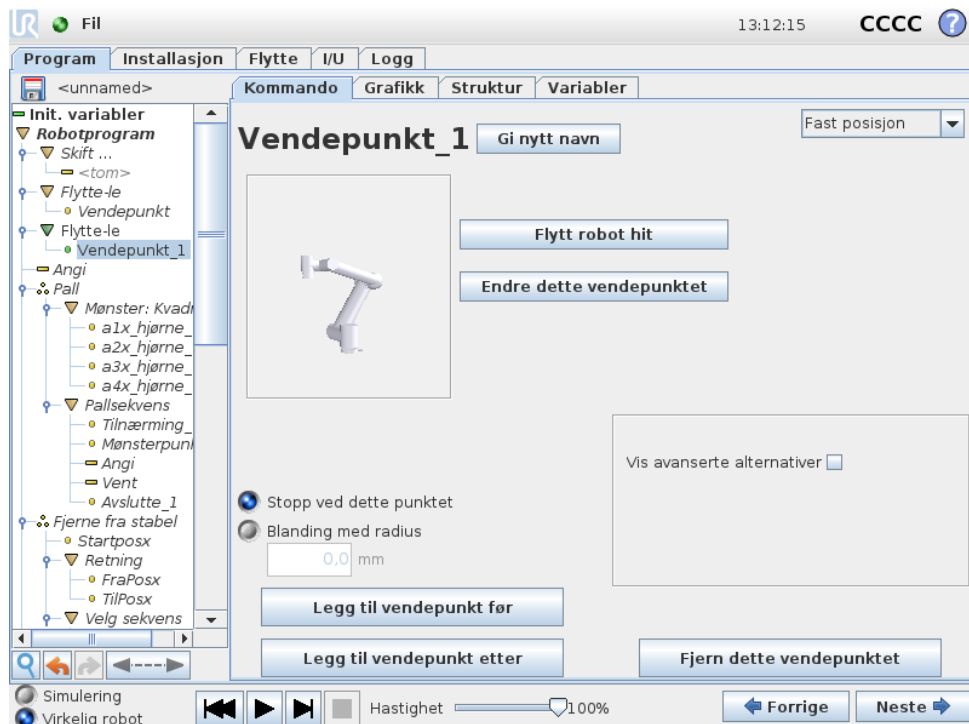
Figur 14.1: Hastighetsprofil for en bevegelse. Kurven er delt inn i tre segmenter: *akselerasjon*, *cruise* og *retardasjon*. Nivået for *cruise*-fasen er gitt ved hastigheten av bevegelsen, mens stigningen til *akselerasjon*- og *retardasjon*-faser settes med akselerasjonsparameteren.

*Relative vendepunkter:* Den valgte funksjonen har ingen innvirkning på relative vendepunkter. Den relative bevegelsen utføres alltid med hensyn til posisjonen av basen.

*Variable vendepunkter:* Når robotarmen beveger seg til et variabelt vendepunkt, beregnes verktøyets målposisjon som koordinatene til variabelen i plassen til den valgte funksjonen. Derfor vil robotarmens bevegelse for et variabelt vendepunkt endre seg hvis en annen funksjon blir valgt.

*Variabel funksjon:* Hvis noen av funksjonene i den gjeldende lastede installasjonen er valgt som variable, vil disse tilhørende variablene også være valgbare i funksjonsvalgmenyen. Hvis en funksjonsvariabel (oppkalt etter navnet på funksjonen med endelsen “\_var”) er valgt, vil robotarmens bevegelser (unntatt *relative* vendepunkter) avhenge av den faktiske verdien av variabelen når programmet kjører. Startverdien for funksjonsvariabelen er verdien av den faktiske funksjonen som konfigurert under installasjonen. Hvis denne verdien endres, endres også bevegelsene til roboten.

## 14.6 Kommando: Fast vendepunkt



Et punkt i robotbanen. Vendepunkter er den mest sentrale delen av et robotprogram, som forteller robotarmen hvor den skal være. Et fast vendepunkt gis ved å fysisk flytte robotarmen til posisjonen.

### Angi vendepunktet

Trykk på denne knappen for å gå inn i Flytt-skjermen hvor du kan spesifisere robotarmens posisjon for dette vendepunktet. Hvis vendepunktet plasseres under en Flytte-kommando lineært (Flytte-li eller Flytte-p), må en gyldig funksjon være valgt for denne Flytte-kommandoen for at man skal kunne trykke på knappen.

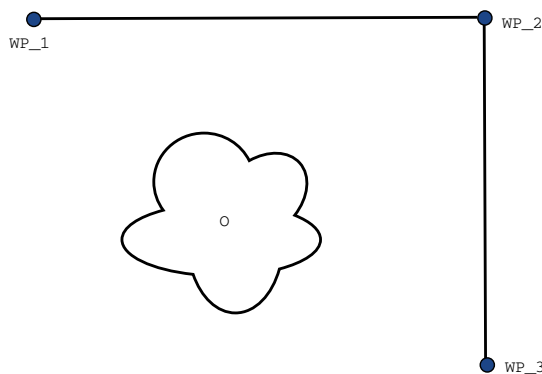
### Vendepunktnavn

Vendepunkter får automatisk et unikt navn når de blir definert. Navnet kan endres av brukeren. Vendepunkter med samme navn deler posisjonsinformasjon. Derfor, hvis du endrer posisjonen til et slikt vendepunkt vil dette også påvirke alle andre vendepunkter med samme navn. Annen vendepunktinformasjon slik som blanderadius, verktøy-/leddhastighet er konfigurert for individuelle vendepunkter, selv om de har samme navn.

### Blanding

Blanding gjør at roboten lett kan skifte mellom to baner uten å måtte stoppe ved vendepunktet mellom dem.

**Eksempel** Ta et plukk og plasser-program som et eksempel (se figur 14.2), hvor roboten er ved vendepunkt 1 (WP\_1), og den må plukke opp en gjenstand ved vendepunkt 3 (WP\_3). For å unngå kollisjon med gjenstanden eller hindringer (O), må roboten nærme seg WP\_3 i retningen fra vendepunkt 2 (WP\_2). Så tre vendepunkter introduseres for å lage en bane som oppnår kravene.



Figur 14.2: WP\_1: startposisjon, WP\_2: via punkt, WP\_3: plukkeposisjon, O: hindring.

Uten å konfigurere andre innstillinger, vil roboten stoppe ved hvert vendepunkt, før den fortsetter bevegelsen. Et stopp ved WP\_2 er ikke optimalt for denne oppgaven, siden en jevn sving krever mindre tid og energi og allikevel oppnår kravene. Det er til og med akseptabelt at roboten ikke når WP\_2 helt, så lenge overgangen fra den første banen til den andre skjer nær denne posisjonen.

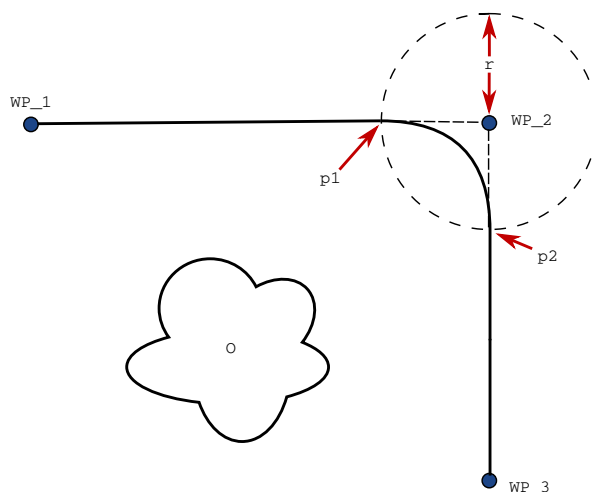
Et stopp ved WP\_2 kan unngås ved å konfigurere en blanding for vendepunktet, slik at roboten kan regne ut en jevn overgang inn i neste bane. Den primære parameteren for blandingen er en radius. Når roboten er inne i vendepunktets blanderadius, kan den begynne å blande og fravike fra den opprinnelige banen. Siden roboten da ikke trenger å sakke ned og øke hastigheten, får den raskere og jevnere bevegelser.

**Blandeparametre** I tillegg til vendepunktene, kan blandebanen også påvirkes av flere parametre (se figur 14.3):

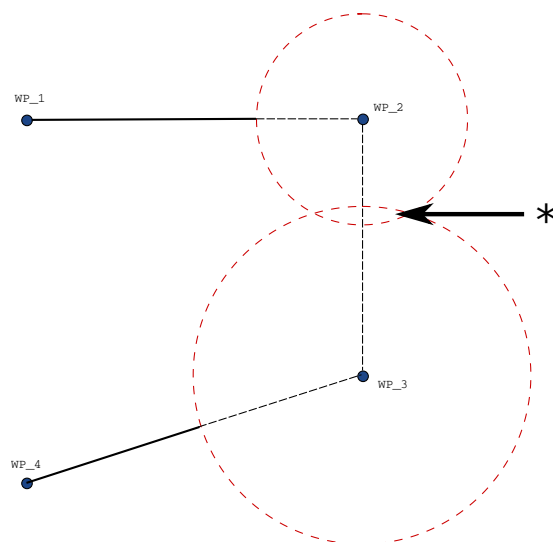
- blanderadiusen ( $r$ )
- robotens første og siste hastighet (ved posisjon  $p_1$  og  $p_2$ )
- bevegelsestiden (f.eks. hvis du angir en spesifikk tid for en bane, vil dette påvirke robotens første/siste hastighet)
- banetyper som roboten blander til og fra (MoveL, MoveJ)

Hvis blandingsradiusen er satt, blander robotarmen banen rundt vendepunktet slik at robotarmen ikke stopper på det punktet.

Blandinger kan ikke overlappe, så det er ikke mulig å angi en blandingsradius som overlapper en blandingsradius for et tidligere eller følgende vendepunkt, som vist i figur 14.4.



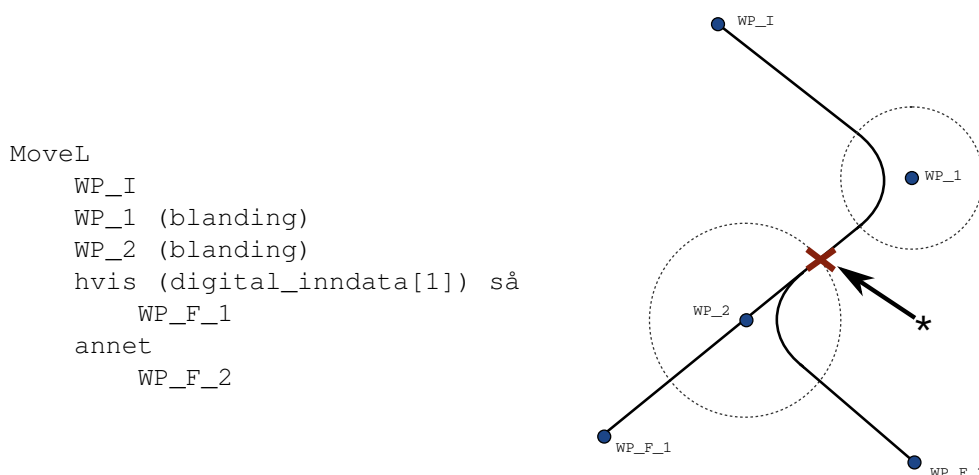
Figur 14.3: Bland over WP\_2 med radius  $r$ , første blandeposisjon ved p1 og siste blandeposisjon ved p2.  $\circ$  er en hindring.



Figur 14.4: Overlapping av blanderadius er ikke tillatt (\*).

**Forutsatte blandebaner** Blandebanen påvirkes både av vendepunktet hvor blanderadius er angitt og det neste vendepunktet i programtreet. For eksempel, i programmet i figur 14.5 er blandingen rundt WP\_1 påvirket av WP\_2. Konsekvensene av dette blir mer synlige når blandingen foregår rundt WP\_2 i dette eksempelet. Det fins to mulige siste posisjoner og for å finne ut hvilket vendepunkt som er det neste som skal blandes til, må roboten evaluere nåværende resultat for `digital_inndata[1]` allerede når den går inn i blanderadiusen. Det betyr at hvis...så-uttrykket (eller andre nødvendige uttrykk for å finne ut neste vendepunkt, f.eks. variable vendepunkter) evalueres før vi når WP\_2, som virker litt unaturlig når man ser på programsekvensen. Hvis et vendepunkt er et stoppunkt og etterfølges av forutsatte uttrykk for å finne ut neste vendepunkt (f.eks. I/O-kommandoen), vil dette utføres

når robotarmen har stoppet ved vendepunktet.



Figur 14.5: WP\_I er første vendepunkt og det er to potensielle siste vendepunkter WP\_F\_1 og WP\_F\_2, avhengig av et betinget uttrykk. Det betingede hvis-uttrykket blir evaluert når robotarmen går inn i andre blandesyklus (\*).

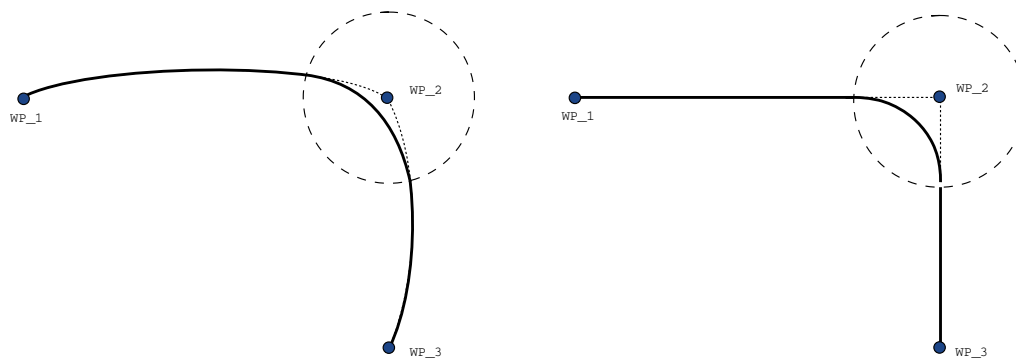
**Banetypekombinasjoner** Det er mulig å blande mellom alle fire kombinasjonene av bane typer for MoveJ og MoveL, men de spesifikke kombinasjonene vil påvirke blandebanen som er regnet ut. Det finnes 4 mulige kombinasjoner:

1. MoveJ til MoveJ (Ren Leddromsblanding)
2. MoveJ til MoveL
3. MoveL til MoveL (Ren kartesisk rom-blanding)
4. MoveL til MoveJ

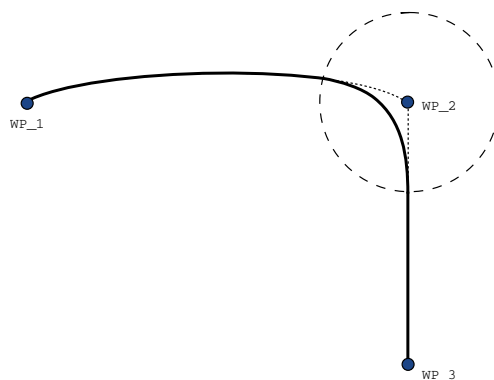
Ren leddromsblanding (punkt 1) vs. ren kartesisk rom-blanding (punkt 3) sammenlignes i figur 14.6. Det viser to potensielle baner for verktøyet med de samme vendepunktene.

Av disse forskjellige kombinasjonene, vil punkt 2, 3 og 4 resultere i baner som holder seg innenfor grensene til den opprinnelige banen i kartesisk rom. Du kan se et eksempel på en blanding mellom forskjellige banetyper (punkt 2) i figur 14.7.

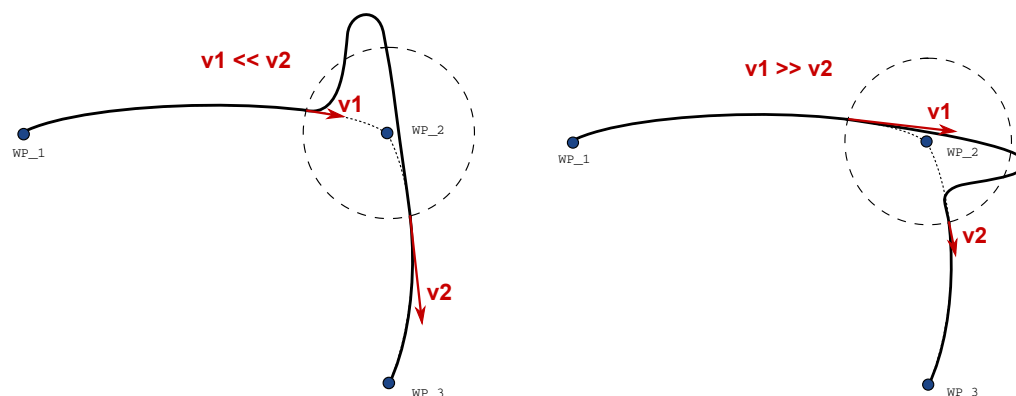
Rene leddromsblandinger (punkt 1) derimot, kan oppføre seg på en måte som virker litt unaturlig, siden roboten vil prøve å oppnå en så jevn bane som mulig i leddrom, og vil ta hensyn til hastighet og tidskrav. På grunn av dette, kan de fravike fra kursen som er spesifisert av vendepunktene. Dette gjelder spesielt hvis det er tydelige hastighetsforskjeller i et ledd mellom de to banene. *Advarsel:* hvis hastighetsforskjellen er veldig stor (f.eks. ved å spesifisere avanserte innstillinger - enten hastighet eller tid - for et spesifikt vendepunkt) kan dette resultere i store avvik fra den opprinnelige banen, som vist i figur 14.8. Hvis du trenger å blande mellom forskjellige hastigheter og ikke kan akseptere dette avviket, kan du vurdere å bruke en blanding i kartesisk rom ved å bruke MoveL i stedet.



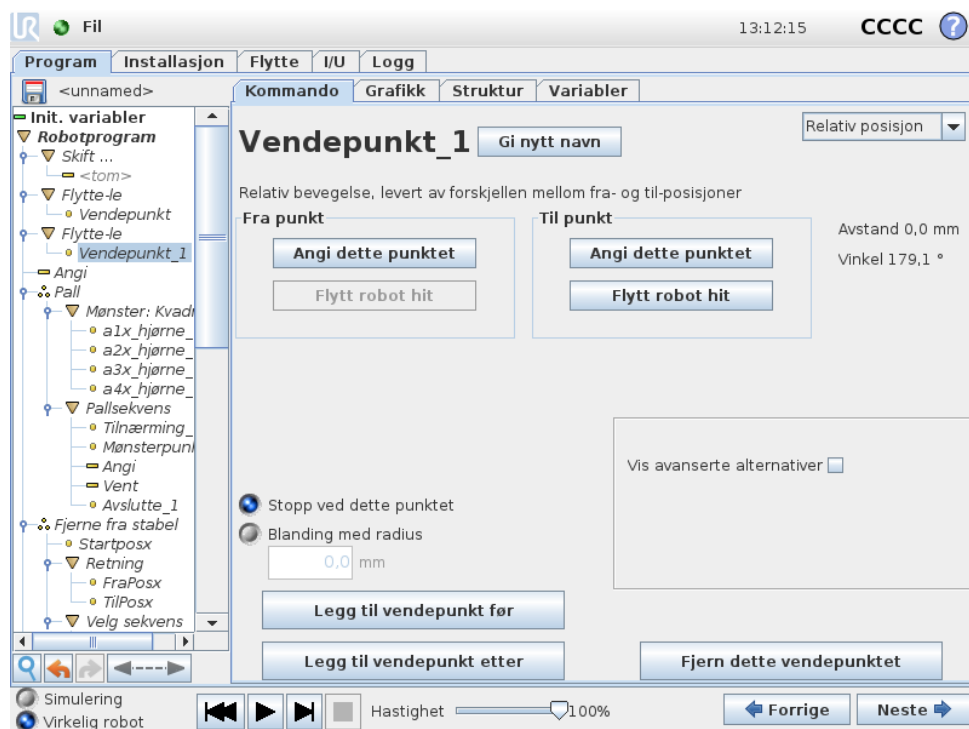
Figur 14.6: Leddrom (MoveJ) vs. kartesisk rom (MoveL) bevegelse og blanding.



Figur 14.7: Blanding fra en bevegelse i leddrom (MoveJ) til lineær verktøybevegelse (MoveL).

Figur 14.8: Blanding i leddrom når første hastighet  $v_1$  er betydelig mindre enn siste hastighet  $v_2$  eller omvendt.

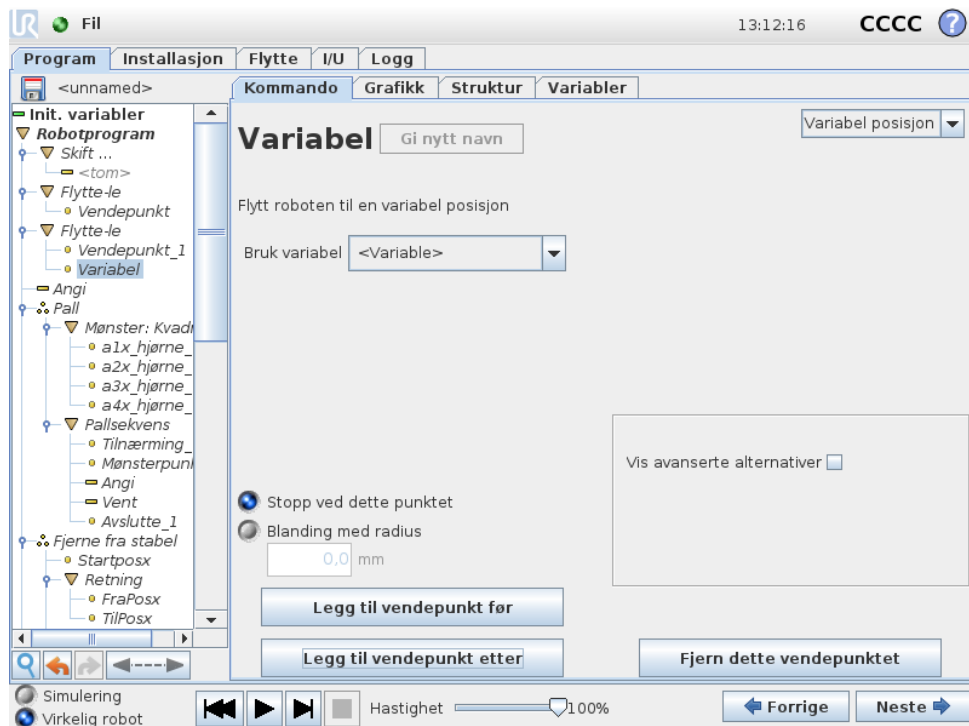
## 14.7 Kommando: Relative vendepunkt



Et vendepunkt med posisjonen gitt i forhold til robotarmens tidligere posisjon, slik som "to centimeter til venstre". Den relative posisjonen er definert som forskjellen mellom de to angitte posisjonene (venstre til høyre). Merk at gjentatte relative posisjoner kan flytte robotarmen ut av sitt arbeidsområde.

Avstanden her er den kartesiske avstanden mellom TCP-en i de to posisjonene. Vinkelen angir hvor mye TCP-retningen endres mellom de to posisjonene. Mer presist, lengden av rotasjonsvektoren som beskriver endringen i retning.

## 14.8 Kommando: Variabelt vendepunkt



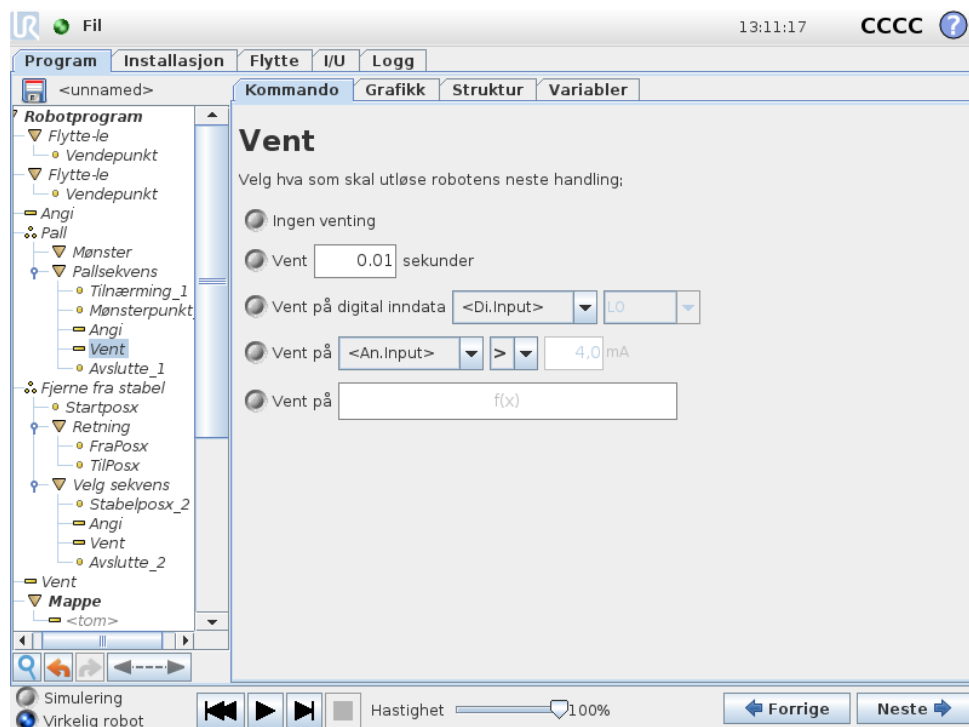
Et vendepunkt der posisjonen gis av en variabel, i dette tilfellet `beregnet_pos`. Variabelen må være en *positur* slik som

`var=p[0.5,0.0,0.0,3.14,0.0,0.0]`. De tre første er  $x$ ,  $y$ ,  $z$  og de siste tre er retningen angitt som en *rotasjonsvektor* gitt av vektoren  $rx$ ,  $ry$ ,  $rz$ . Lengden på aksene er vinkelen som skal roteres i radianer, og vektoren angir selv aksene som den skal rotere rundt. Posisjonen er alltid gitt i forbindelse med en referanseramme eller et koordinasjonssystem definert av den valgte funksjonen. Robotarmen beveger seg alltid lineært til et variabelt vendepunkt. Om blanderadius har blitt satt på et bestemt punkt og punktene som kommer før og etter er variable, eller hvis blanderadius er satt på et variabelt punkt, da vil blanderadius ikke bli sjekket for overflyt (se 14.6). Hvis, når programmet kjører, blanderadius flyter over et punkt, vil roboten ignorere dette og fortsette til neste punkt.

For eksempel, for å flytte roboten 20 mm langs  $z$ -aksen til verktøyet:

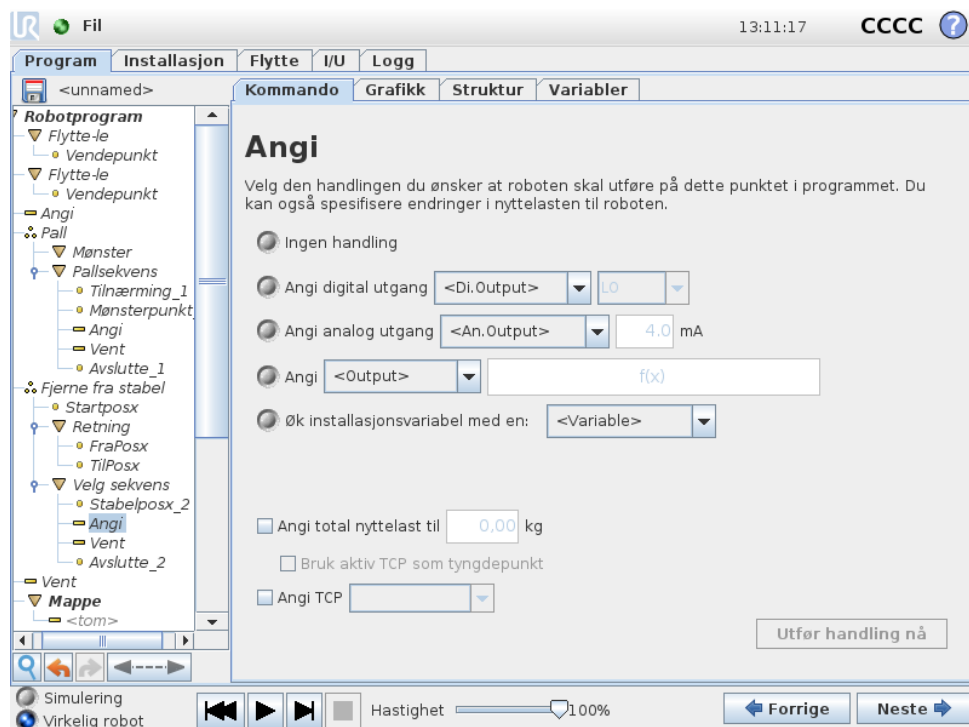
```
var_1=p[0,0,0.02,0,0,0]
Flytte-li
  Vendepunkt_1 (variabel posisjon):
    Bruk variabel=var_1, Funksjon=Verktøy
```

## 14.9 Kommando: Vent



Venter på et angitt tidsbeløp, I/O-signal eller uttrykk. Vil gjøre ingenting om Ingen venting har blitt valgt.

## 14.10 Kommando: Angi

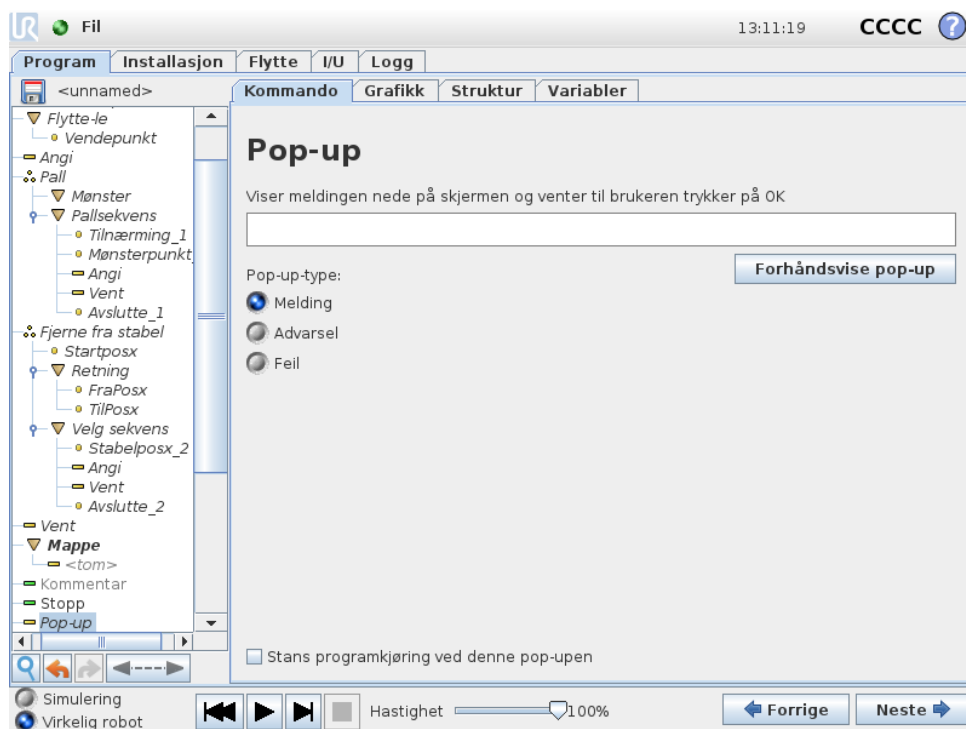


Setter enten digitale og analoge utganger til en gitt verdi.

Kommandoen kan også brukes til å angi robotarmens nyttelast. Det kan være nødvendig å justere nyttelasten for å forhindre at roboten uventet utfører et vernestopp når vekten på verktøyet er ulik den forventede nyttelasten. Den aktive TCP-en vil også brukes som tyngdepunkt som standard. Hvis den aktive TCP-en ikke burde brukes som tyngdepunkt, kan du fjerne merket fra avmerkingsboksen.

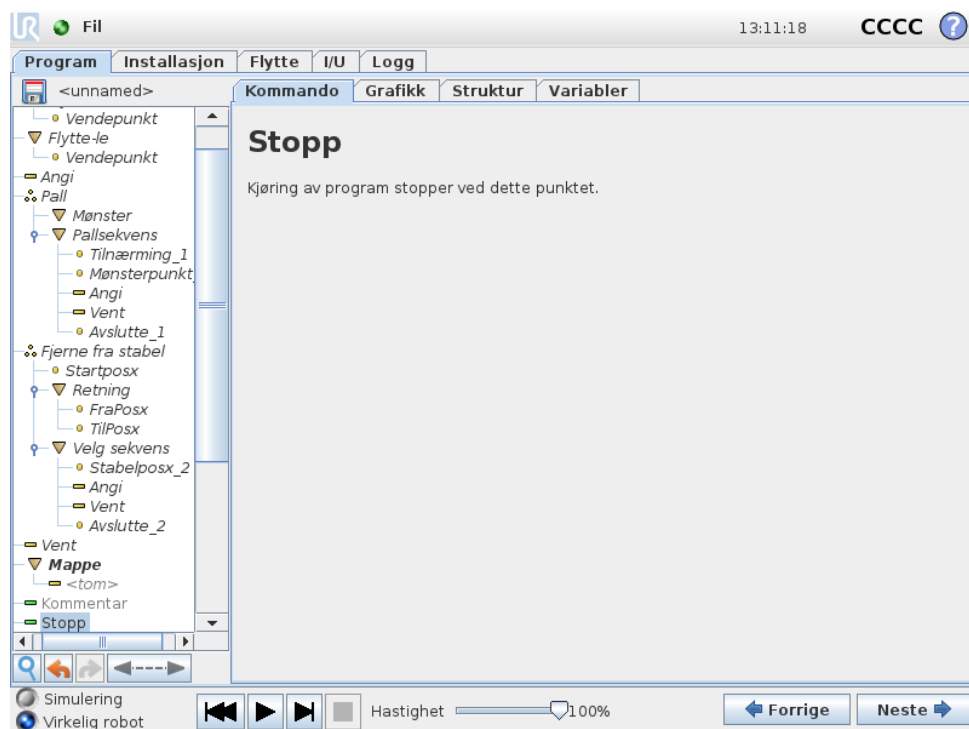
Den aktive TCP-en kan modifiseres ved bruk av en Angi-kommando. Bare kryss av i avmerkingsboksen, og velg en av TCP-forskyvningene fra menyen. Hvis den aktive TCP-en for en bestemt bevegelse er kjent når programmet skrives, kan du vurdere å bruke TCP-valgene på flyttekortet i stedet (see 14.5). Se 13.6 for ytterligere informasjon om konfigurering av navngitte TCP-er.

## 14.11 Kommando: Pop-up



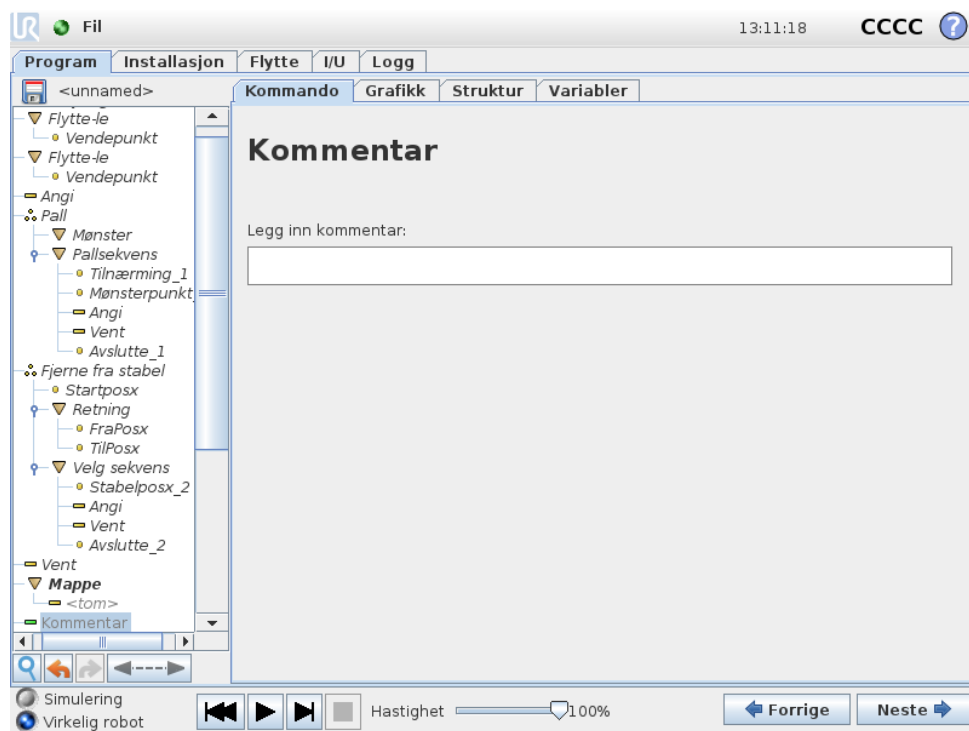
Pop-up er en melding som dukker opp på skjermen når programmet kommer til denne kommandoen. Stilen på meldingen kan velges, og teksten kan skrives inn med tastaturet på skjermen. Roboten venter på at brukeren/operatøren skal trykke på "OK" i en pop-up før programmet fortsetter. Hvis elementet "Stopp programutføring" er valgt, stopper robotprogrammet ved denne pop-up-meldingen.

## 14.12 Kommando: Stopp



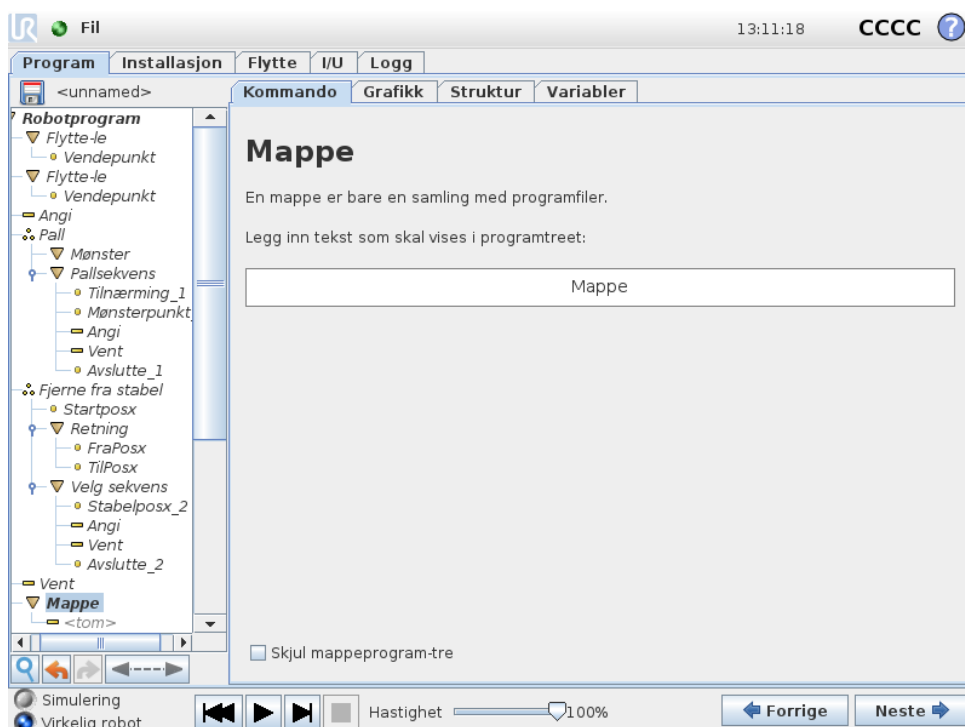
Kjøring av programmet stopper ved dette punktet.

## 14.13 Kommando: Kommentar



Gir programmereren valget om å legge en linje med tekst til programmet. Denne tekstlinjen gjør ingenting under utføring av programmet.

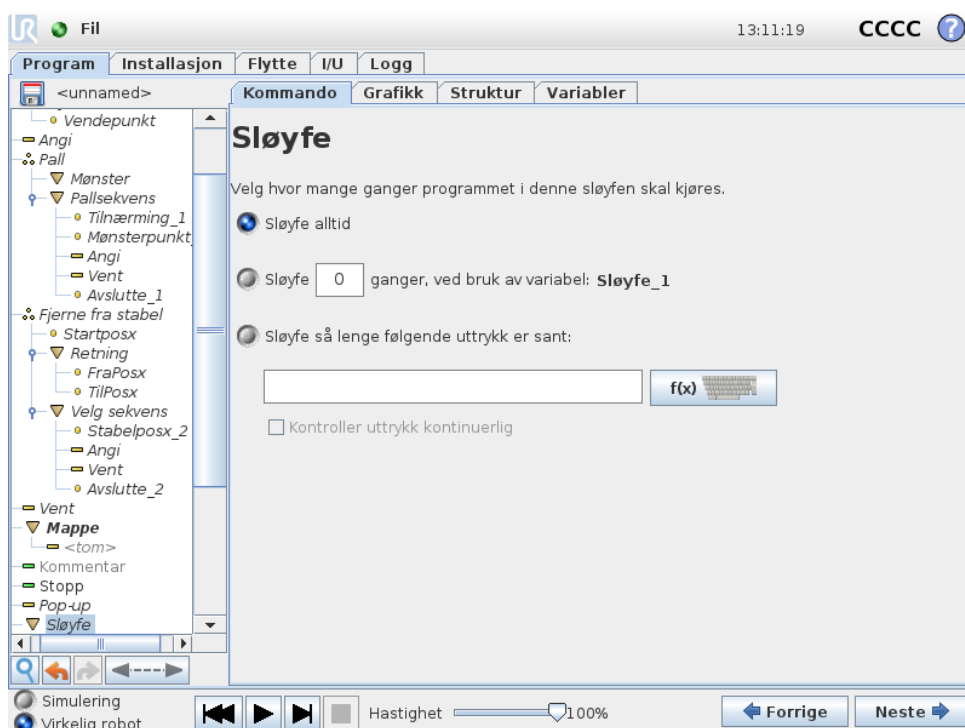
## 14.14 Kommando: Mappe



En mappe brukes til å organisere og merke spesifikke deler av et program, til å rense programtreet og gjøre det enklere å lese og navigere i programmet.

En mappe gjør ikke noe i seg selv.

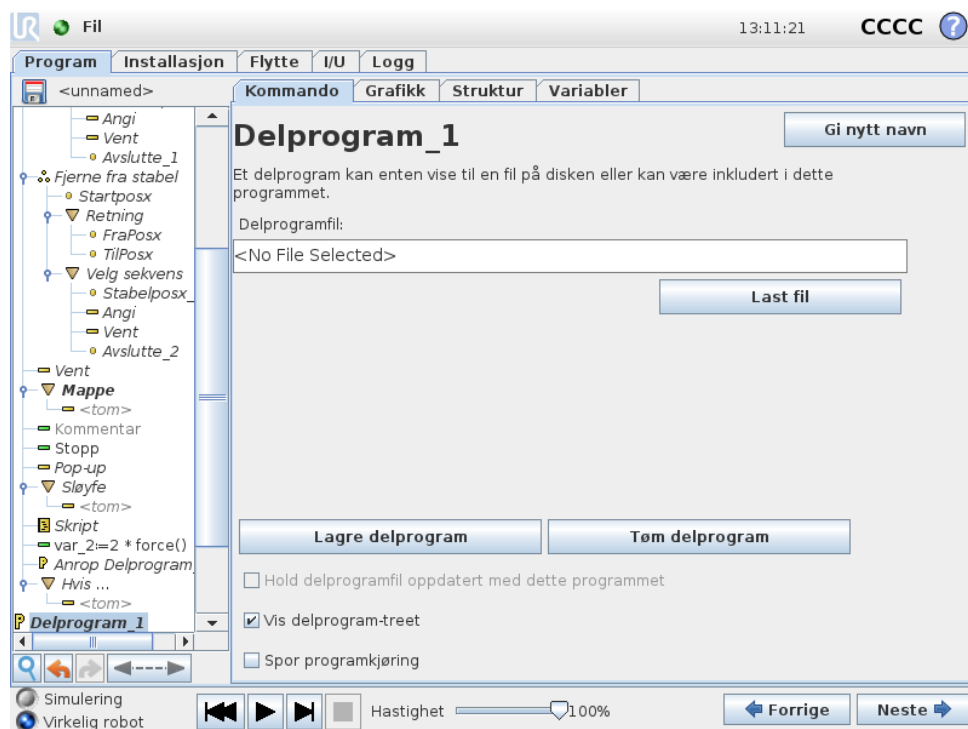
## 14.15 Kommando: Sløyfe



Sløyfer i de underliggende programkommandoene. Avhengig av valget er de underliggende programkommandoene enten satt i sløyfe uendelig, et visst antall ganger eller så lenge den gitte tilstanden er sann. Når sløyfen er på et visst antall ganger, opprettes en dedikert sløyfevariabel (kalt `sløyfe_1` i skjermbildet ovenfor), som kan brukes i uttrykk innen sløyfen. Sløyfevariabelen teller fra 0 til  $N - 1$ .

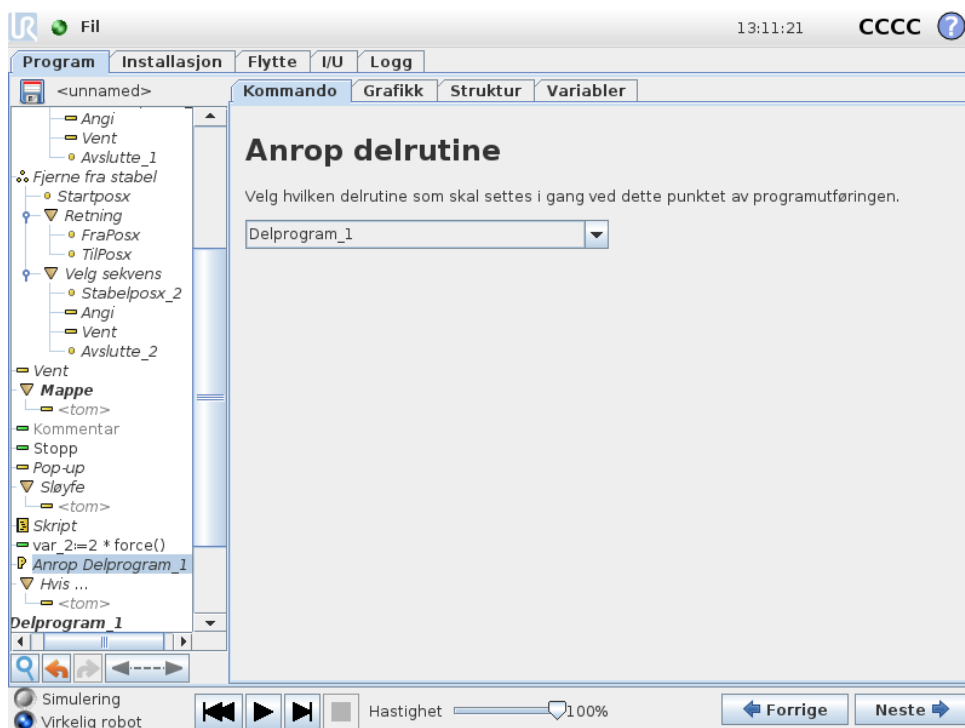
Når bruk av sløyfe bruker et uttrykk som slutttilstand, gir PolyScope et alternativ for kontinuerlig evaluering av dette uttrykket. På denne måten kan "sløyfen" avbrytes når som helst under utføring, og ikke bare rett etter hver gjentakelse.

## 14.16 Kommando: Delprogram



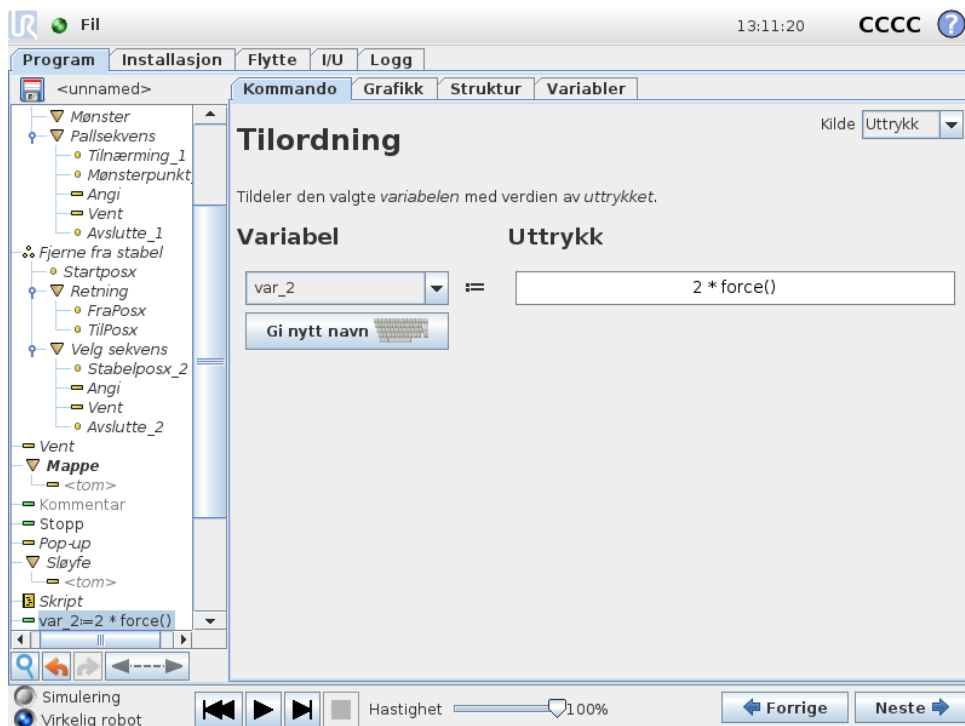
Et delprogram kan inneholde programdeler som trengs flere steder. Et delprogram kan være en separat fil på disken, og kan også være skjult for å beskytte mot tilfeldige endringer på delprogrammet.

## Kommando: Kall opp delprogram



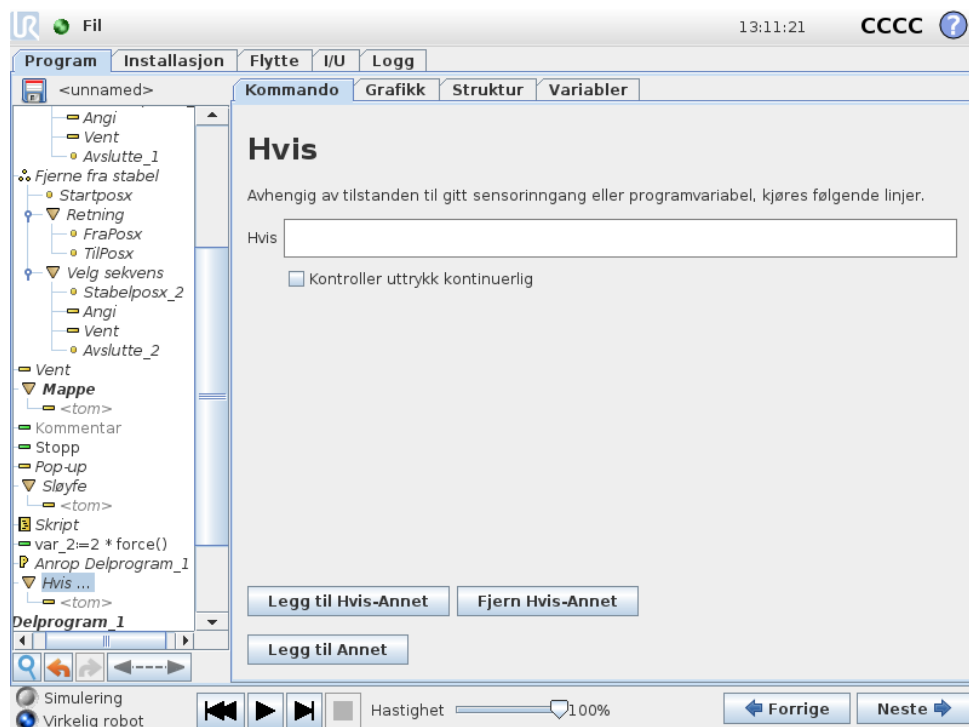
Et anrop til et delprogram kjører programlinjene inn i delprogrammet og returnerer deretter til følgende linje.

## 14.17 Kommando: Tilordning



Tilordne verdier til variabler. En tilordning setter den beregnede verdien på høyre side inn i variabelen på venstre side. Dette kan være nyttig i komplekse programmer.

## 14.18 Kommando: Hvis

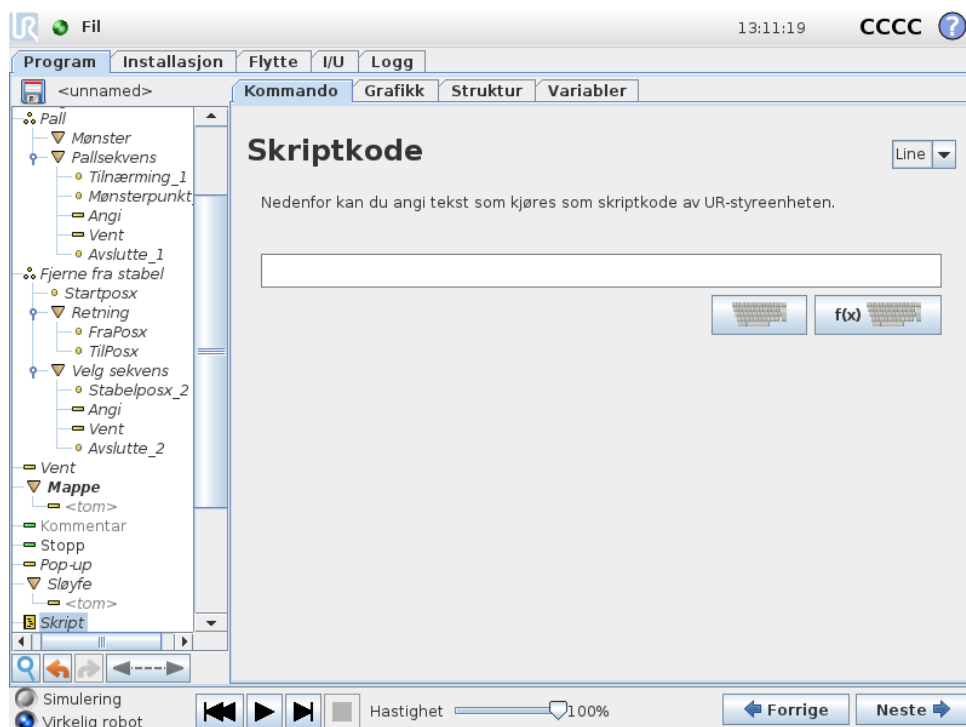


En “Hvis ... annet”-konstruksjon kan få roboten til å endre atferd basert på sensorinn ganger eller variable verdier. Bruk uttrykksredigeringsprogrammet til å beskrive under hvilken tilstand roboten skal fortsette til underkommandoene til dette Hvis. Hvis tilstanden er evaluert til Sann, blir linjene i Hvis kjørt.

Hver Hvis kan ha flere Annet-Hvis og en Annet-kommando. Disse kan legges til ved bruk av knappene på skjermen. En Annet-Hvis-kommando kan fjernes fra skjermen for den kommandoen.

Den åpne Sjekk uttrykk kontinuerlig gjør at forholdene i Hvis og Annet-Hvis-utsagnene skal evalueres mens de inkluderte linjene kjøres. Hvis et uttrykk evalueres til Usann mens i kroppen av Hvis-delen, vil følgende Annet-Hvis eller Annet-utsagn bli nådd.

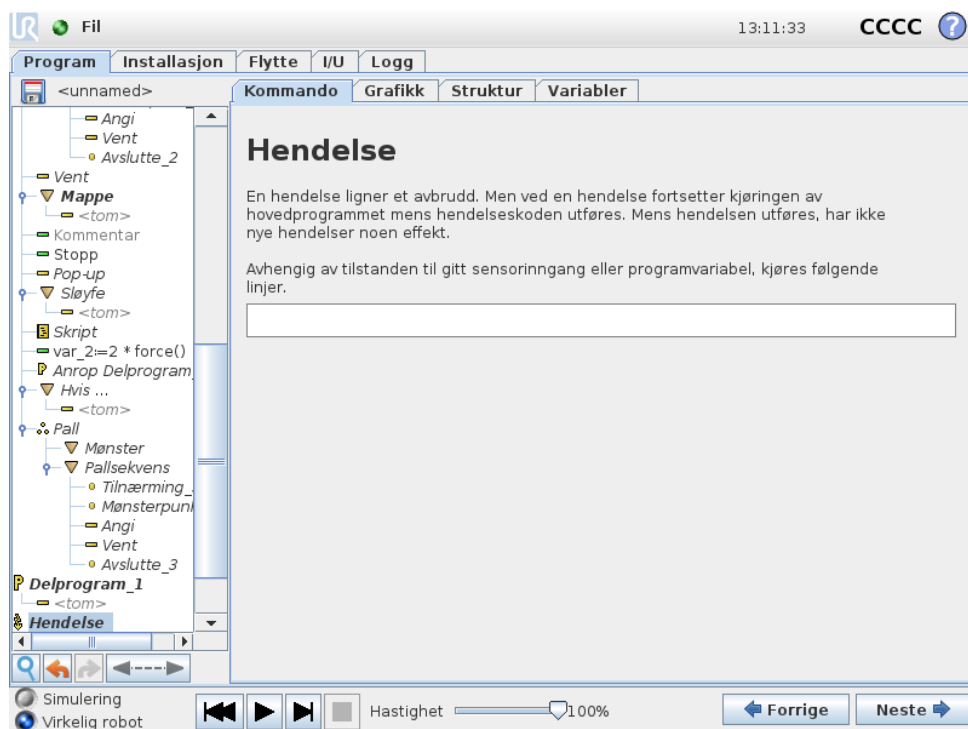
## 14.19 Kommando: Skript



Denne kommandoen gir tilgang til det underliggende sanntidsskriptspråket som utføres av styreenheten til roboten. Den er beregnet for avanserte brukere og instruksjoner om hvordan du bruker den kan finnes i Skript-håndboken på nettstedet for støtte (<http://www.universal-robots.com/support>).

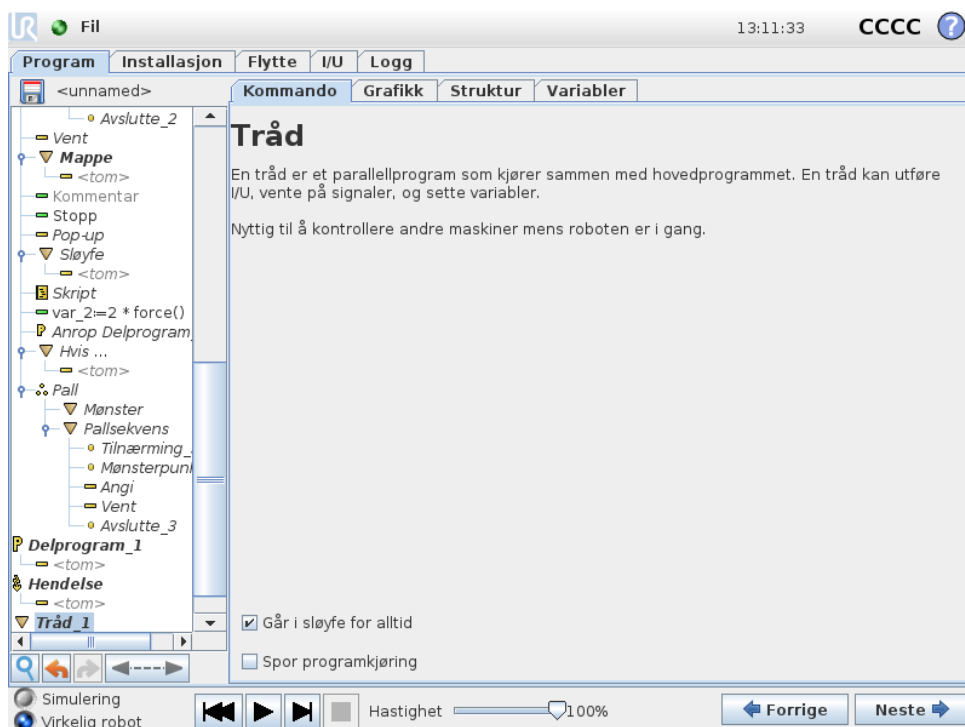
Hvis "Fil"-alternativet i øvre venstre hjørne er valgt, er det mulig å opprette og redigere skriptprogramfiler. På denne måten kan lange og komplekse skriptprogrammer brukes sammen med operatørvennlig programmering av PolyScope.

## 14.20 Kommando: Hendelse



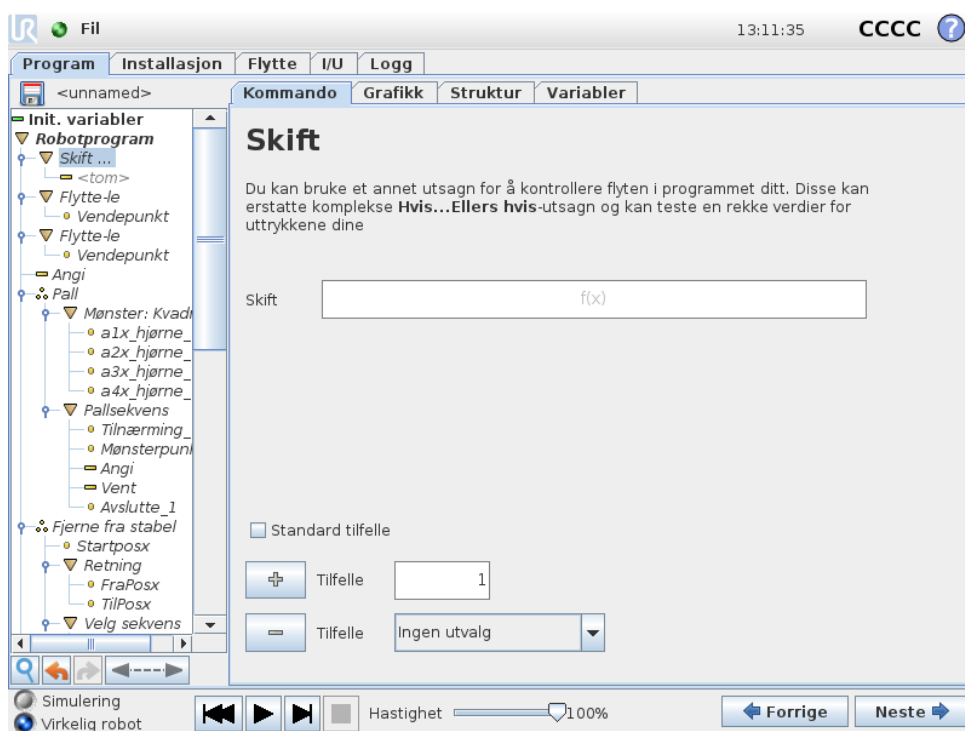
En hendelse kan brukes til å overvåke et inngangssignal og utføre en handling eller angi en variabel når inngangssignalet går høyt. Hvis for eksempel utgangssignalet går høyt, kan hendelsesprogrammet vente i 200 ms og deretter sette det tilbake til lavt igjen. Dette kan gjøre hovedprogramkoden mye enklere dersom en ekstern maskin utløses på en stigende flens i stedet for et høyt inngangsnivå. Hendelser vil bli sjekket en gang per kontrollsyklus (8 ms).

## 14.21 Kommando: Tråd



En tråd er en parallell prosess til robotprogrammet. En tråd kan brukes til å kontrollere en ekstern maskin uavhengig av robotarmen. En tråd kan kommunisere med robotprogrammet med variabler og utgangssignaler.

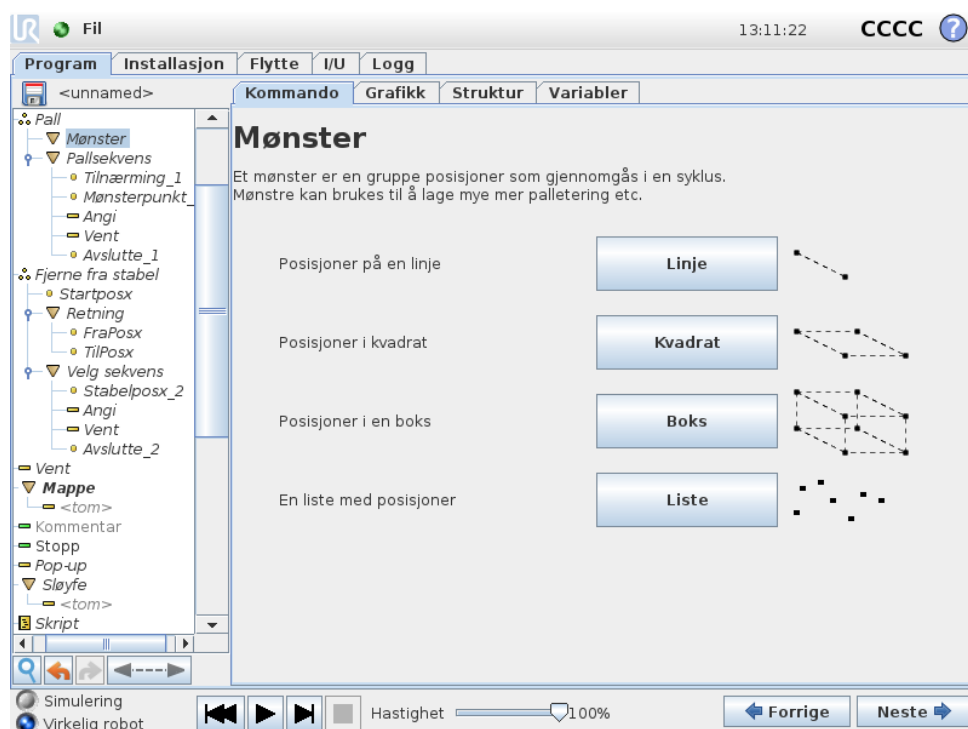
## 14.22 Kommando: Skift



En "Skifttilstand"-konstruksjon kan få roboten til å endre atferd basert på sensor-innganger eller variable verdier. Bruk uttrykks-redigeringsprogrammet til å beskrive under hvilken tilstand roboten skal fortsette til underkommandoene til dette skiftet. Hvis forholdet blir evaluert til å stemme overens med en av tilstandene, vil linjene inne i tilstanden bli kjørt. Hvis en standardtilstand har blitt spesifisert, vil linjene bli kjørt kun om ingen andre sanne forhold har blitt funnet.

Hvert skift kan ha flere tilstander og én standardtilstand. Skift kan kun ha ett tilfelle av hvilken som helst tilstandsverdi definert. Tilstander kan legges til ved bruk av knappene på skjermen. En tilstand-kommando kan fjernes fra skjermen for det skiftet.

## 14.23 Kommando: Mønster



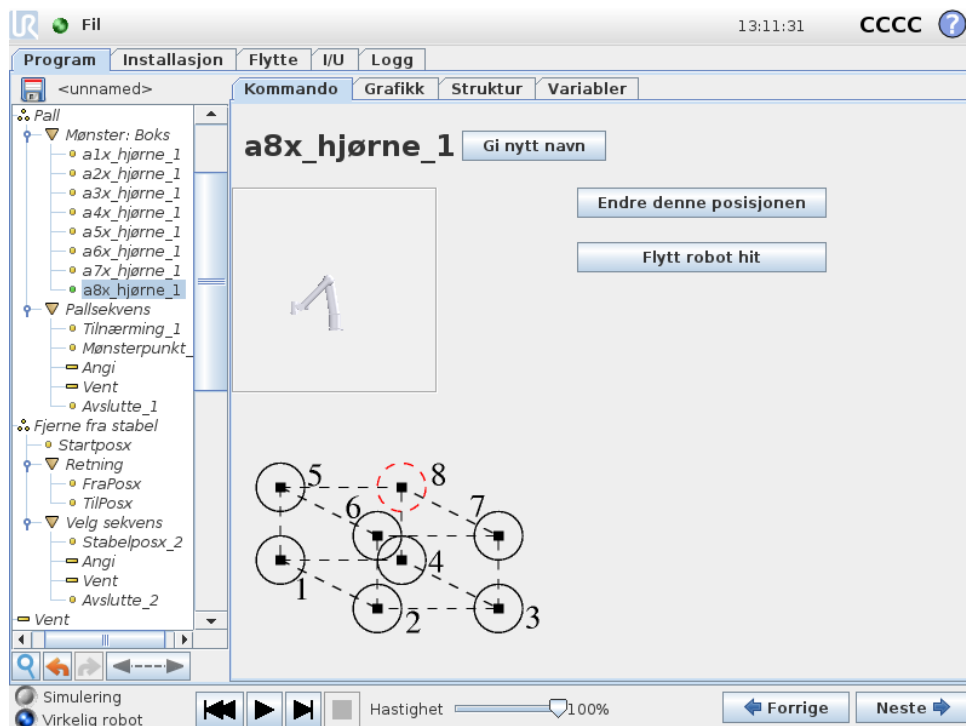
Mønsterkommandoen kan brukes til å bla gjennom posisjonene i robotprogrammet. Mønsterkommandoen korresponderer til en posisjon ved hver utføring.

Et mønster kan gis som én av fire typer. De første tre, "Linje", "Kvadrat" eller "Boks" kan brukes til posisjoner i et vanlig mønster. De vanlige mønstrene er definert av et antall karakteristiske punkter, hvor punktene definerer kantene til mønsteret. For "Linje" er dette de to endepunktene, for "Kvadrat" er dette tre av de fire hjørnepunktene, mens det for "Boks" er fire av de åtte hjørnepunktene. Programmereren angir antall posisjoner langs hver av kantene til mønsteret. Deretter beregner styreenheten til roboten de individuelle mønsterposisjonene ved å proporsjonalt legge sammen kantvektorene.

Hvis posisjonene som skal krysses, ikke faller inn i et vanlig mønster, kan alternativet "Liste" velges. Der finnes en liste over alle posisjonene som er lagt inn av programmereren. På denne måten kan alle ordninger av posisjonene realiseres.

## Definering av mønsteret

Når mønsteret "Boks" er valgt, endrer skjermen seg til slik det er vist nedenfor.



Et "Boks"-mønster bruker tre vektorer til å definere siden av boksen. Disse tre vektorene gis som fire punkter, der den første vektoren går fra punkt ett til punkt to, den andre vektoren går fra punkt to til punkt tre og den tredje vektoren går fra punkt tre til punkt fire. Hver vektor deles på antall intervallnumre. En spesifikk posisjon i mønsteret beregnes ved å legge sammen intervallvektorene proporsjonalt.

Mønstrene "Linje" og "Kvadrat" fungerer på samme måte.

En motvariabel brukes ved kryssing av posisjonene til mønsteret. Navnet på variabelen kan ses på Mønster-kommandoskjermen. Variabelen kjøres gjennom numrene fra 0 til  $X * Y * Z - 1$ , antall posisjoner i mønsteret. Denne variabelen kan manipuleres ved bruk av tilordning og kan brukes i uttrykk.

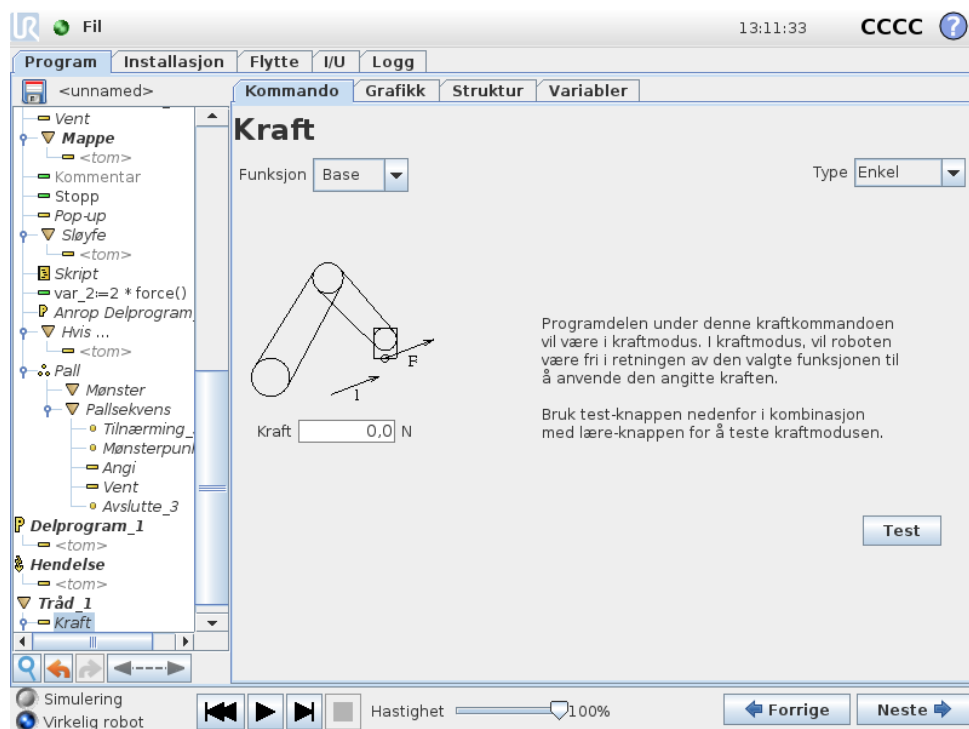
## 14.24 Kommando: Kraft

Kraft-modus gjør det mulig for etterlevelse og krefter i den valgbare aksens i robotens arbeidsområde. Alle robotarmbevegelser i henhold til en kraft-kommando vil være i kraft-modus. Når robotarmen beveger seg i kraft-modus, er det mulig å velge en eller flere akser der robotarmen er kompatibel. Langs/rundt kompatible akser vil robotarmen være i samsvar med miljøet, noe som betyr at den vil automatisk justere sin posisjon for å oppnå den ønskede kraften. Det er også mulig å la robotarmen påføre kraft til sine omgivelser, for eksempel et arbeidsstykke.

Kraftmodus er egnet for bruksområder der den faktiske TCP-posisjonen langs en forhåndsdefinert akse ikke er viktig, men det er nødvendig med en ønsket kraft

langs aksen. For eksempel hvis robot-TCP skal rulle mot en buet overflate, eller ved skyvning eller trekking av et arbeidsstykke. Kraftmodus støtter også visse dreiemoment rundt forhåndsdefinerte akser. Merk at hvis ingen hindringer møtes i en akse hvor en ikke-null kraft er satt, vil robotarmen prøve å akselerere langs / rundt den aksen.

Selv om en akse er satt til å være kompatibel, vil robotprogrammet fortsatt prøve å flytte roboten langs/rundt den aksen. Men, kraftkontrollen sikrer at robotarmen vil fortsatt nærme seg den angitte kraften.



## Funksjonsvalg

Funksjonsmenyen brukes for å velge koordinatsystemet (aksene) roboten bruker mens den arbeider i kraftmodus. Funksjonene i menyen er de som har blitt definert i installasjonen, se 13.12.

## Kraftmodustype

Det er fire forskjellige typer kraftmodus som alle bestemmer hvordan den valgte funksjonen blir tolket.

- **Enkel:** Kun én akse vil være kompatibel i kraftmodus. Kraften langs denne aksene er justerbar. Ønsket kraft vil alltid utøves langs z-aksen til den valgte funksjonen. For linjefunksjoner er det imidlertid langs y-aksen.
- **Ramme:** Rammetypen muliggjør mer avansert bruk. Her kan kompatibilitet og kraft i alle seks frihetsgrader velges uavhengig av hverandre.
- **Punkt:** Når punktet er valgt, peker y-aksen til oppgaverammen fra robot-TCP-en mot opprinnelsepunktet til den valgte funksjonen. Avstanden mellom robot-TCP-en, og opprinnelsepunktet til den valgte funksjonen må være minst 10 mm. Merk at oppgaverammen vil endres under kjøring ettersom

posisjonen til robot-TCP-en endrer seg. Oppgaverammens x- og z-akse er avhengige av den valgte funksjonens opprinnelige retning.

- **Bevegelse:** Bevegelse betyr at oppgaverammen vil endres i henhold til TCP-ens bevegelsesretning. X-aksen til oppgaverammen blir projeksjonen av TCP-bevegelsesretningen på planet som er dannet av x- og y-aksen for den valgte funksjonen. Y-aksen vil være vinkelrett i forhold til robotarmens bevegelse, og i x-y-planet til den valgte funksjonen. Dette kan være nyttig ved sliping langs en kompleks bane, hvor det er nødvendig med kraft loddrett i henhold til TCP-bevegelsen. Obs, når robotarmen ikke er i bevegelse: Hvis kraft-modus aktiveres når robotarmen står stille, vil det ikke være noen kompatible akser inntil TCP-hastigheten er over null. Hvis, senere mens den fortsatt er i kraft-modus, robotarmen igjen står stille, vil oppgaverammen ha den samme orienteringen som forrige gang TCP-hastigheten var større enn null.

For de siste tre typene kan den faktiske oppgaverammen vises i sanntid under grafikk-kategorien (14.29) mens roboten arbeider i kraftmodus.

---

## Valg av kraftverdi

Det kan velges kraftverdi for både kompatible og ikke-kompatible akser, men det har forskjellig effekt.

- **Kompatibel:** Robotarmen vil justere sin posisjon for å oppnå en valgt kraft.
- **Inkompatibel:** Robotarmen vil følge banen som er satt av programmet mens den tar høyde for en ytre kraft med verdien som er satt her.

For translasjonsparametere angis kraften i Newton [N], og for rotasjon spesifiseres dreiemoment i Newtonmeter [Nm].

---

## Valg av grenseverdier

En grenseverdi kan settes for alle akser, men disse har forskjellig betydning avhengig av om aksene er kompatible eller inkompatible.

- **Kompatibel:** Denne grensen er den maksimale hastigheten som TCP er tillatt å oppnå langs / rundt aksene. Enheter er [mm/s] og [grader/s].
- **Inkompatibel:** Denne grensen er det maksimale avviket fra programbanen som tillates før roboten utfører et beskyttende stopp. Enheter er [mm] og [grader].

---

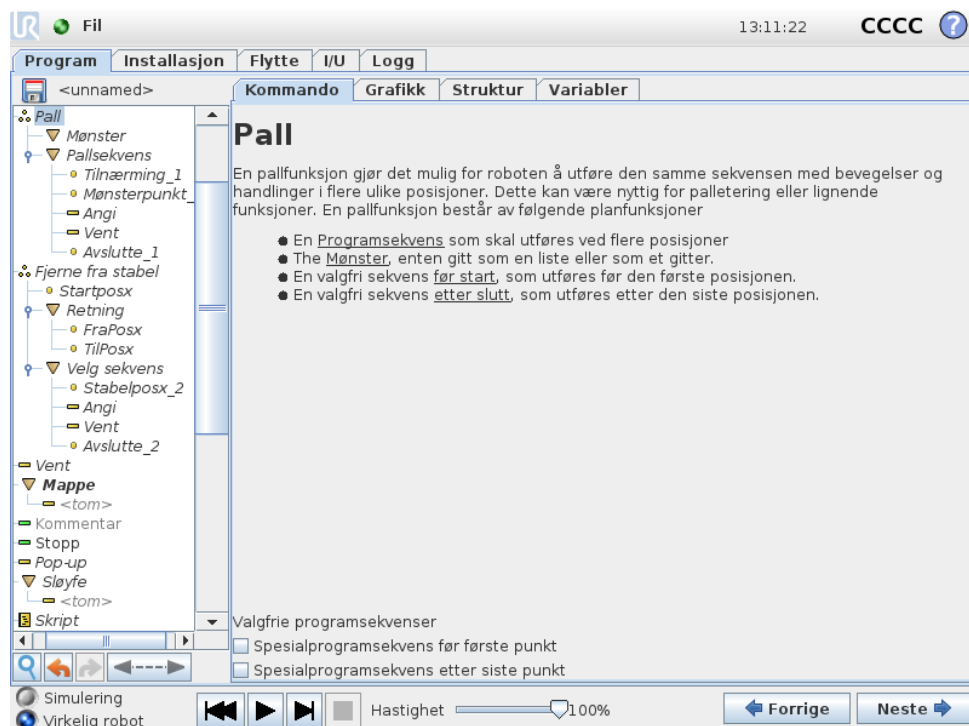
## Teste kraftinnstillinger

På-/av-knappen, merket med ordet "Test", endrer funksjonen til Freedrive-knappen på baksiden av Teach-delen fra normal Freedrive-modus til test av kraftkommandoen.

Når testknappen er på og Freedrive-knappen på baksiden av Teach-delen trykkes ned, vil roboten operere som om programmet hadde nådd denne kraftkommandoen, og på denne måten kan innstillingene bekreftes før programmet kjøres i sin hel-

het. Denne muligheten er spesielt nyttig for å bekrefte at kompatible akser og kref-ter er valgt korrekt. Hold robot-TCP med én hånd og trykk på Freedrive-knappen med den andre, og legg merke til i hvilke retninger robotarmen kan / ikke kan flyt-tes. Når du forlater dette skjermbildet, slås testknappen automatisk av. Dette betyr at Freedrive-knappen bak på Teach-delen igjen brukes til vanlig Freeride-modus. Merk: Freedrive-knappen vil kun være i effekt når en gyldig funksjon er valgt for Kraft-kommandoen.

## 14.25 Kommando: Pall



En palloperasjon kan utføre en sekvens av bevegelser i et sett av bevegelser gitt som et mønster, slik som beskrevet i 14.23. Sekvensen med bevegelser kjøres i henhold til mønsterposisjonen ved hver av posisjonene i mønsteret.

### Programmering av en pallfunksjon

Følg disse trinnene:

1. Definer mønsteret.
2. Lag en "Pallsekvens" for plukking/plassering for hvert enkelt punkt. Sekvensen beskriver hva som skal gjøres ved hver mønsterposisjon.
3. Bruk velgerinnretningen på sekvenskommandoskjermen for å definere hvilke av vendepunktene i sekvensen som skal korrespondere med mønsterposisjonene.

### Pallsekvens/ankersekvens

I en pallsekvensnode, står bevegelsene til robotarmen i forhold til palleposisjonen. Oppførselen til en sekvens er slik at robotarmen vil være på den posisjonen som

## 14.26 Kommando: Søk

er spesifisert av mønsteret ved ankerposisjonen / mønsterpunktet. Gjenstående posisjoner flyttes rundt slik at dette passer.

Ikke bruk `Flytte`-kommandoen i en sekvens, siden den ikke står i forhold til ankerposisjonen.

### “FørStart”

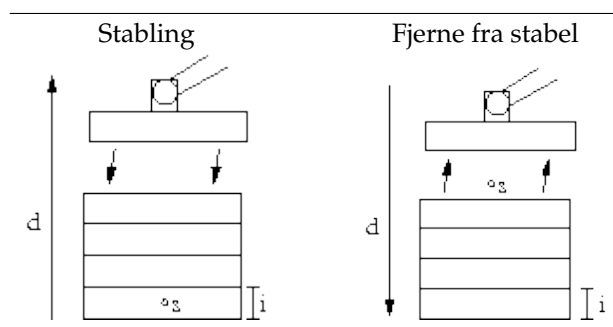
Den valgfrie `FørStart`-sekvensen kjøres rett før funksjonen starter. Denne kan brukes for å vente på klarsignaler.

### “EtterSlutt”

Den valgfrie `EtterSlutt`-sekvensen kjøres når funksjonen er fullført. Denne kan brukes til å signalisere at transportbåndet skal starte, for å forberede neste pall.

## 14.26 Kommando: Søk

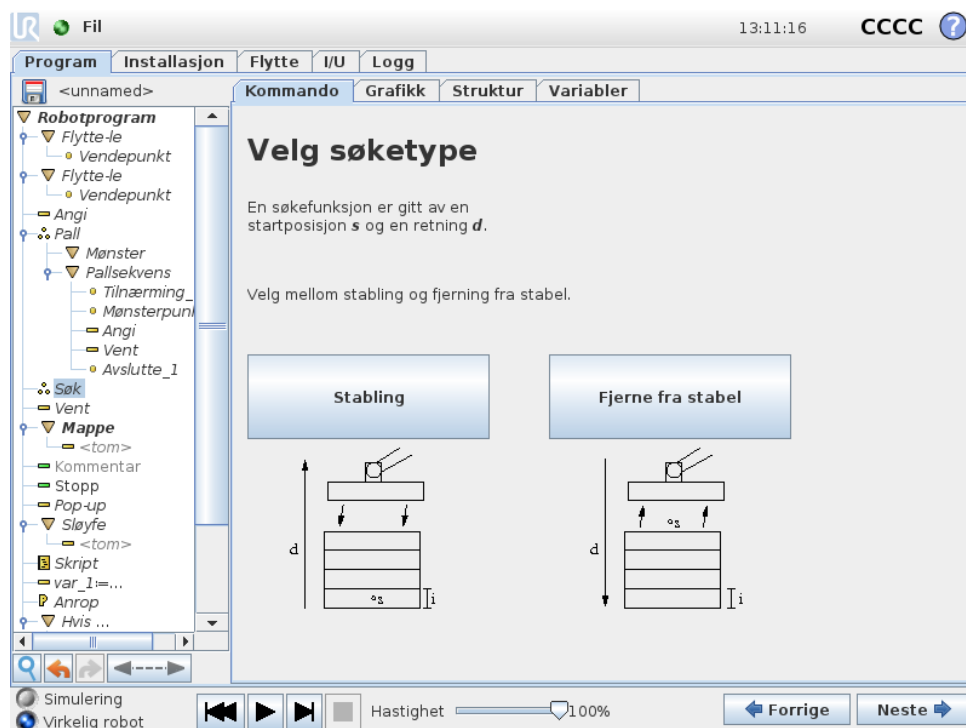
En søkefunksjon bruker en sensor til å avgjøre når den riktige posisjonen for å gripe eller slippe et element nås. Sensoren kan være en trykknappbryter, en trykksensor eller en kapasitiv sensor. Denne funksjonen er beregnet for arbeid med stabler med elementer med ulik tykkelse, eller der de nøyaktige posisjonene ikke er kjent eller er for vanskelig å programmere.



Ved programmering av en søkefunksjon ved arbeid på en stabel må man definere  $s$  startpunktet,  $d$  stabelretningen og  $i$  tykkelsen på elementene i stabelen.

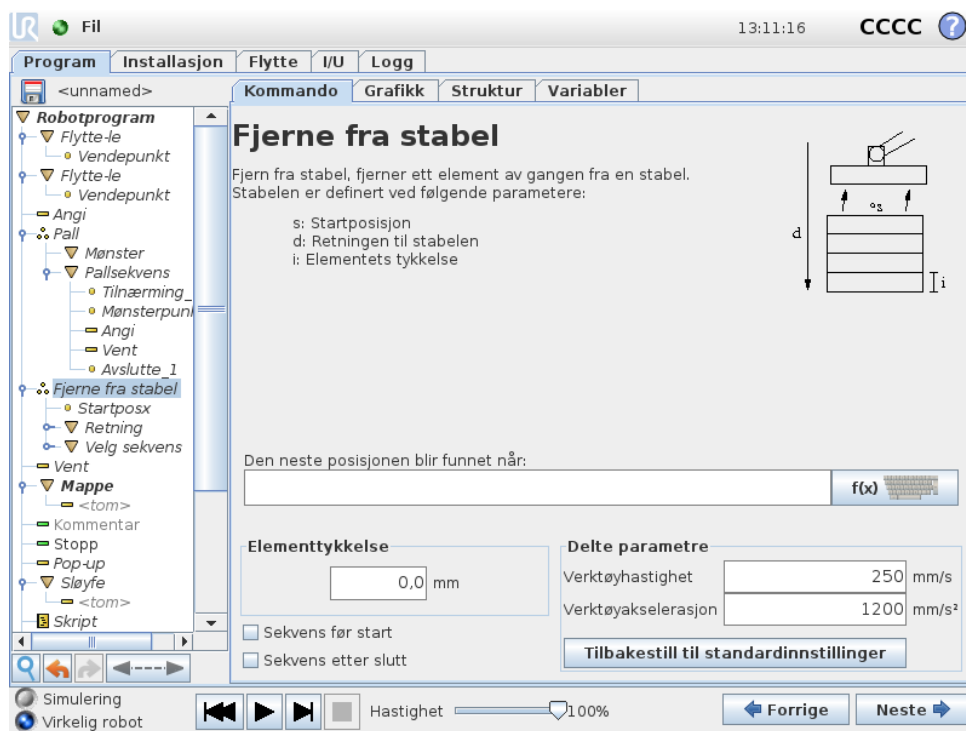
I tillegg til dette må man også definere tilstanden for når den neste stabelposisjonen nås, og en spesiell programsekvens som utføres ved hver av stabelposisjonene. Hastighet og akselerasjoner må også angis for bevegelsen som er involvert i stabelposisjonen.

## Stabling



Ved stabling beveger robotarmen seg til startposisjonen og beveger seg deretter i *motsatt* retning for å søke etter den neste stabelposisjonen. Når det blir funnet, husker roboten posisjonen og utfører spesialsekvensen. Neste gang starter roboten søket fra den lagrede posisjonen inkrementert etter tykkelsen på elementet langs retningen. Stablingen er ferdig når stabelhøyden er større enn et definert nummer, eller når sensoren avgir et signal.

## Fjerne fra stabel

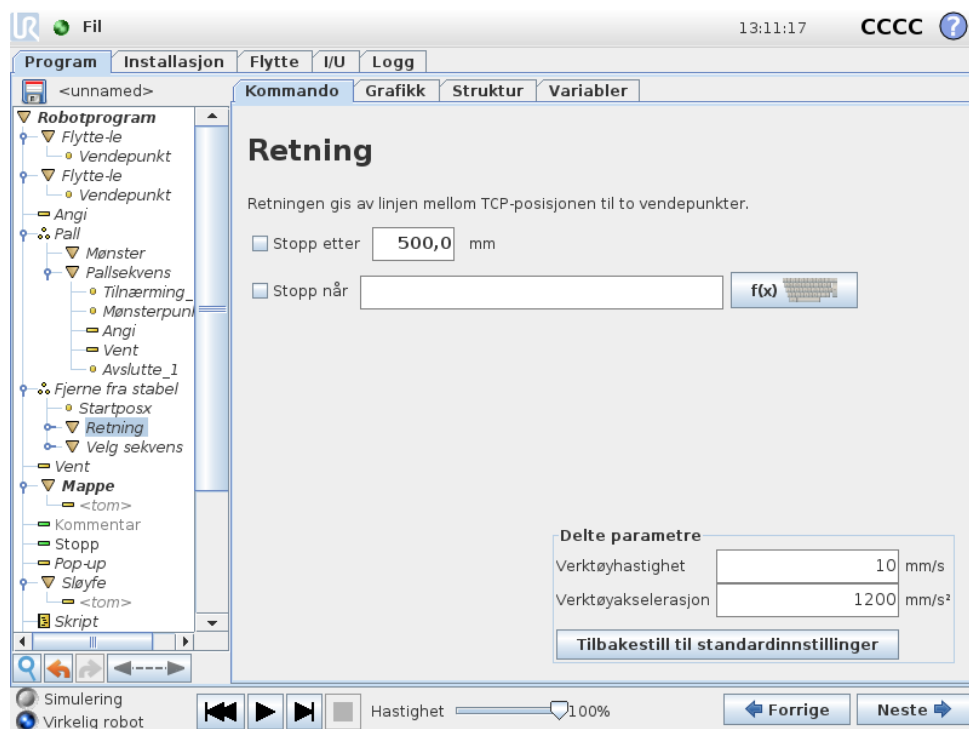


Ved ned-stabling beveger robotarmen seg fra utgangsposisjonen i angitt retning for å søke etter neste element. Tilstanden på skjermen bestemmer når neste element er nådd. Når betingelsen blir oppfylt, husker roboten posisjonen og utfører spesialsekvensen. Neste gang starter roboten søket fra den lagrede posisjonen inkrementert etter tykkelsen på elementet langs retningen.

## Startposisjon

Startposisjonen er der hvor stablingfunksjonen starter. Hvis startposisjonen er ute-latt, starter stabelen ved robotarmens nåværende posisjon.

## Retning



Retningen angis med to posisjoner og beregnes som differansen fra den første posisjons TCP til andre posisjons TCP. Merk: Retningen tar ikke hensyn til retningene til punktene.

### Uttrykk for neste stablingsposisjon

Robotarmen beveger seg langs retningsvektoren samtidig som den vurderer om den neste stablposisjonen er nådd. Når uttrykket er evaluert til `Sant` utføres spesialsekvensen.

### “FørStart”

Den valgfrie `FørStart`-sekvensen kjøres rett før funksjonen starter. Denne kan brukes for å vente på klarsignaler.

### “EtterSlutt”

Den valgfrie `EtterSlutt`-sekvensen kjøres når funksjonen er fullført. Denne kan brukes til å signalisere at transportbåndet skal starte, for å forberede neste stabel.

### Plukk/plasser-sekvens

Som for pallfunksjonen (14.25), utføres en spesiell programsekvens ved hver stabelposisjon.

## 14.27 Kommando: Transportbåndsporing

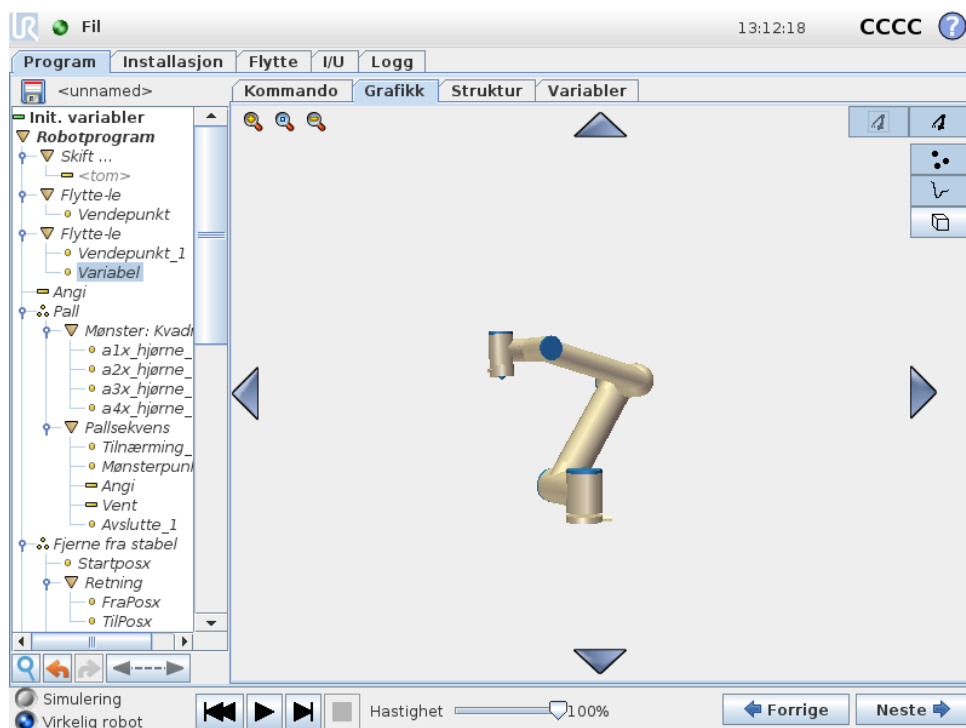
Når det brukes transportbånd, kan roboten stilles inn for å spore bevegelsene. En program-node er tilgjengelig for å spore et transportbånd, `Transportbåndsporing`.

Når transportbåndsporingen definert i installasjonen er stilt inn riktig, vil et lineært eller sirkulært transportbånd kunne spores. Node kan legges til fra installeringshjelperen for program-node under fanen Struktur. Mens programmet kjører under Transportbåndsporing-noden, vil roboten justere bevegelsene sine for å følge transportbåndet. Andre bevegelser vil være tillatt mens transportbåndet spores, men er relative til bevegelsen til transportbåndet.

## 14.28 Kommando: Sperre

Sperrede programlinjer hoppes bare over når programmet kjøres. En sperret linje kan åpnes igjen på et senere tidspunkt. Dette er en rask måte å gjøre endringer i et program på, uten at det originale innholdet ødelegges.

## 14.29 Grafikk-kategorien



Grafisk representasjon av gjeldende robotprogram. Banen til TCP vises i 3D-visningen, med bevegelsessegmenter i svart og blandingssegmenter (overganger mellom bevegelsessegmenter) vist i grønt. De grønne prikkene spesifiserer posisjonene til TCP ved hvert av vendepunktene i programmet. 3D-tegningen av robotarmen viser den aktuelle posisjonen til robotarmen, og "skyggen" av robotarmen viser hvordan robotarmen har til hensikt å nå vendepunktet som er valgt på venstre side av skjermen.

Hvis den aktuelle posisjonen til robot-TCP kommer nær et sikkerhets- eller utløserplan, eller retningen på robotens verktøy er nær verktøyets orienteringsendegrense (se 10.12), vil det vises en 3D-representasjon av den nærmeste endegrensen. Vær oppmerksom på at visualiseringen av endegrensene blir deaktivert når roboten kjører et program.

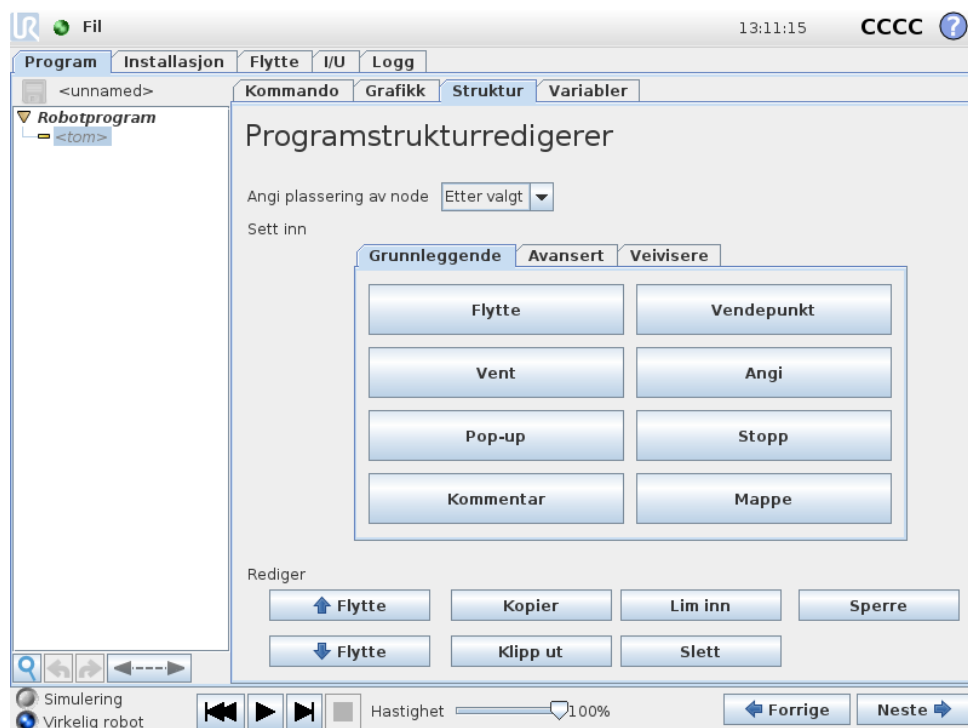
Sikkerhetsplanene er visualiseres i gult og svart med en liten pil som representerer planet normalt, noe som indikerer den siden av planet som robot-TCP er tillatt å bli posisjoneres på. Utløserplan vises i blått og grønt, og en liten pil som peker mot den siden av planet hvor grensene for *normal* modus er aktiv (se 10.6). Verktøyets orienteringsendegrense visualiseres ved hjelp av en sfærisk kjegle sammen med en vektor som angir den aktuelle retningen til robotverktøyet. På innsiden av kjeglen representerer den tillatte det området for verktøyets orientering (vektor).

Når målrobot-TCP ikke lenger er i nærheten av grensen, forsvinner 3D-representasjonen. Hvis TCP er i strid med eller svært nær å bryte en endegrense, blir visualiseringen av grensen rød.

3D-visningen kan zoomes og roteres for å få en bedre oversikt over robotarmen. Knappene øverst til høyre i skjermen kan deaktivere de ulike grafiske komponentene i 3D-visningen. Den nederste knappen slår på / av visualisering av proksimale endegrenser.

Bevegelsessegmentene som vises avhenger av den valgte programnoden. Hvis en *Flytte*-node er valgt, er den viste banen bevegelsen som er definert av den flyttingen. Hvis en *Vendepunkt*-node er valgt, viser displayet de følgende ~ 10 trinnene for bevegelsen.

## 14.30 Struktur-kategori



Kategorien programstruktur gir mulighet til å sette inn, flytte, kopiere og fjerne de ulike kommandoene.

Følg disse trinnene for å sette inn nye kommandoer:

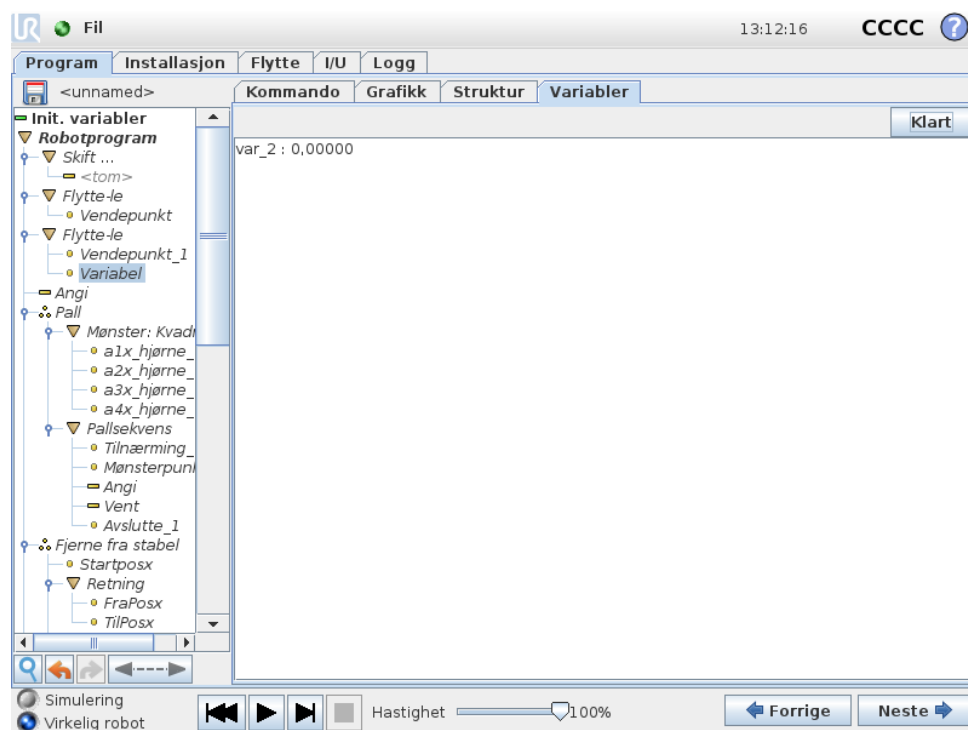
- 1) Velg en eksisterende programkommando.

- 2) Velg hvorvidt den nye kommandoen skal settes inn over eller under den valgte kommandoen.
- 3) Trykk på knappen for den kommandotypen du ønsker å sette inn. Gå til kategorien Kommando for å justere detaljene for den nye kommandoen.

Kommandoer kan flyttes/klones/slettes ved hjelp av knappene i redigeringsrammen. Hvis en kommando har delkommandoer (en trekant ved siden av kommandoen) er alle delkommandoer også flyttet/klonet/slettet.

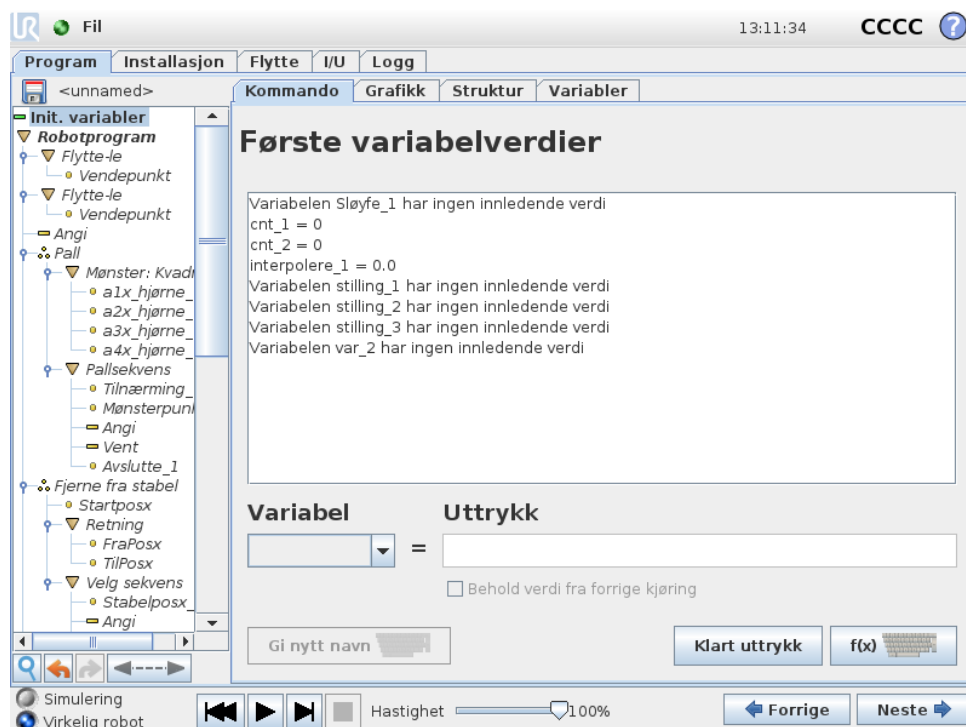
Ikke alle kommandoer passer alle steder i et program. Vendepunkt må være under en flytte-kommando (ikke nødvendigvis direkte under). Annet-Hvis- og Annet-kommandoene må være etter en Hvis. Det kan ofte være vanskelig å flytte Annet-Hvis-kommandoer rundt. Variabler må ha tilordnede verdier før de blir brukt.

## 14.31 Variabler-kategorien



Variabler-kategorien viser direkte verdiene av variablene i kjøreprogrammet, og holder en liste over variabler og verdier mellom kjøringer av programmer. Den vises bare når den har informasjon som skal vises. Variablene er sortert alfabetisk etter navn. Variabelnavnene på dette skjermbildet vises med maks. 50 tegn, og verdiene av variablene vises med maks. 500 tegn.

## 14.32 Kommando: Initialisering av variabler



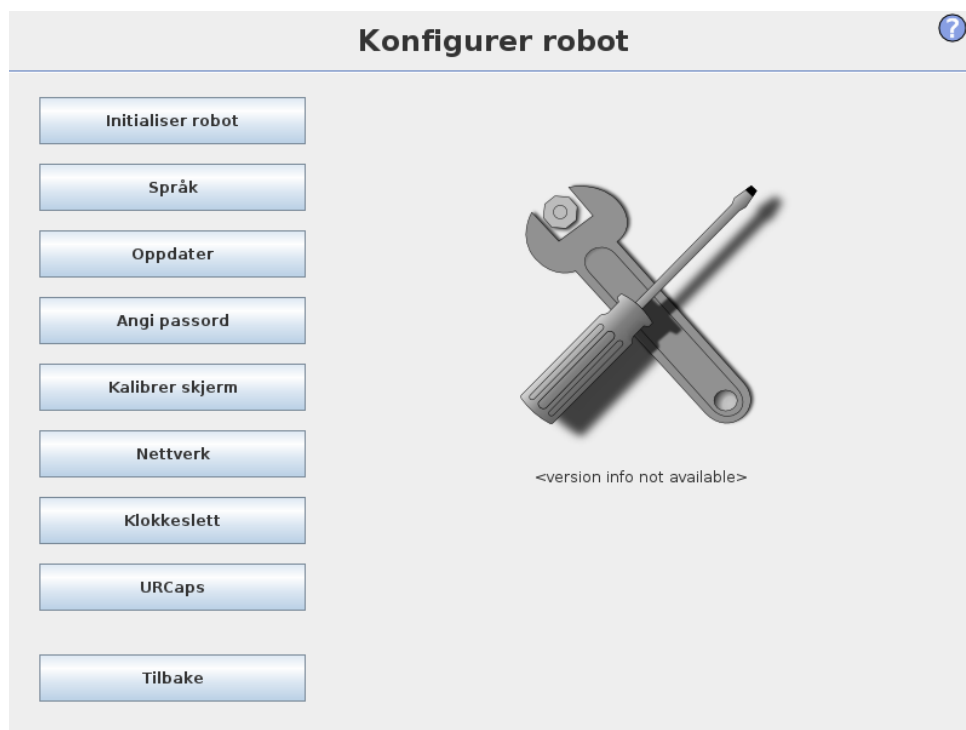
I dette skjermbildet kan du stille inn variable verdier før programmet (og eventuelle tråder) starter å kjøre.

Velg en variabel fra listen over variabler ved å klikke på den eller ved å bruke valgboksen for variabler. Et uttrykk kan angis for en valgt variabel som skal brukes til å angi variabelverdien ved programstart.

Hvis avmerkingsboksen “Foretrekker å beholde verdi fra siste kjøring” er merket, vil variabelen bli initialisert til verdien fra Variabler-kategorien, som er beskrevet i 14.31. Dette tillater variabler at opprettholder sine verdier mellom programkjøringer. Variabelen vil få sin verdi fra uttrykket hvis programmet kjøres for første gang, eller hvis verdikategorien har blitt tømt.

En variabel kan slettes fra programmet ved å angi navnet som tomt (kun mellomrom).

## 15 Konfigurasjonsskjerm



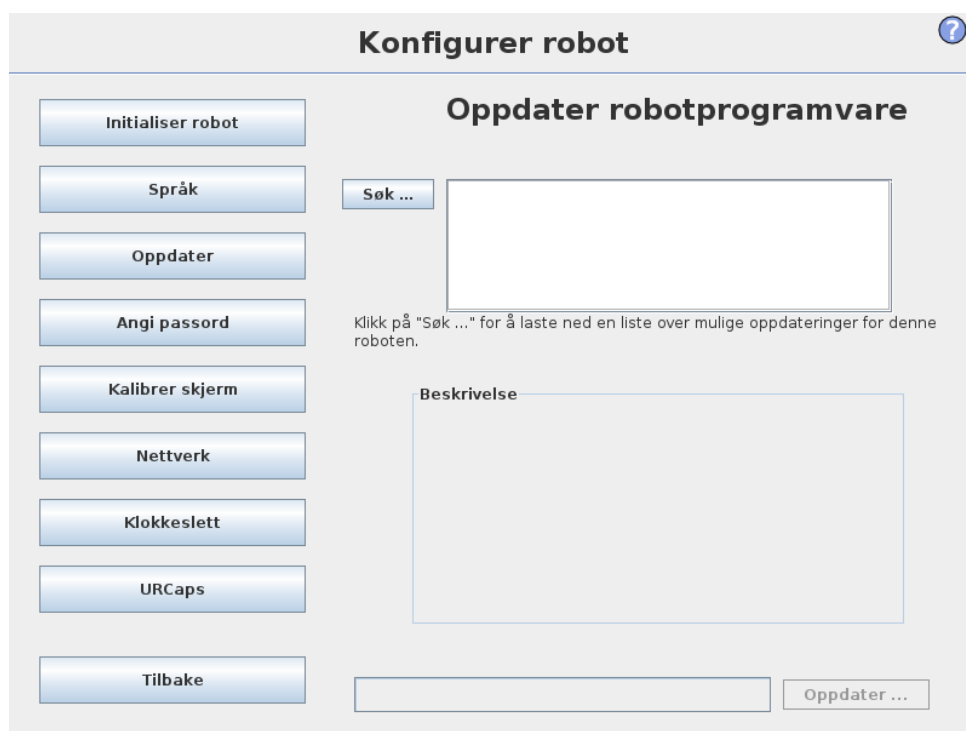
- **Initialiser robot** Går til skjermbildet initialisering, se 11.5.
- **Språk og enheter** Konfigurer språket og målenhetene for brukergrensesnittet, se 15.1.
- **Oppdater robot** Oppgraderer robotprogramvaren til en nyere versjon, se 15.2.
- **Sett passord** Gir mulighet til å låse programmeringsdelen av roboten for personer uten passord, se 15.3.
- **Kalibrer skjerm** Kalibrerer "berøringsdelen" av berøringsskjermen, se 15.4.
- **Konfigurer nettverk** Åpner grensesnittet for konfigurasjon av Ethernet-nettverket for robotens kontrollboks, se 15.5.
- **Still klokken** Angi klokkeslett og dato for systemet og konfigurer visningsformatene for klokken, se 15.6.
- **URCaps-konfigurasjon** Oversikt over installerte URCaps i tillegg til valg for installasjon og avinstallering, se 15.7.
- **Tilbake** Går tilbake til velkomstskjermen.

## 15.1 Språk og enheter



Språket og enhetene som brukes i PolyScope kan velges på denne skjermen. Det valgte språket vil bli brukt for den synlige teksten på de ulike skjermene til PolyScope så vel som i den innebygde hjelpeteksten. Kryss av “engelsk programmering” for å skrive navnene på kommandoer i robotprogrammene på engelsk. PolyScope må startes på nytt for at endringene skal tre i kraft.

## 15.2 Oppdater robot



Programvareoppdateringer kan installeres fra USB-flashminne. Sett inn en USB-minnepinne og trykk deretter **Søk** for å vise innholdet. For å utføre en oppdatering, velger du en fil, klikk **Oppdater**, og følg instruksjonene på skjermen.



### ADVARSEL:

Sjekk alltid programmene dine etter en programvareoppgradering. Oppgraderingen kan endre banene i programmet ditt. De oppdaterte programvarespesifikasjonene finner du ved å trykke på "?" knappen plassert øverst i høyre hjørne av GUI. Maskinvarespesifikasjonene er de samme, og kan finnes i den originale håndboken.

## 15.3 Angi passord



Konfigurer robot

Initialiser robot

Språk

Oppdater

Angi passord

Kalibrer skjerm

Nettverk

Klokkeslett

URCaps

Tilbake

### Systempassord

Nytt passord

Bekreft nytt passord

Bruk

### Sikkerhetspassord

Gjeldende passord

Nytt passord

Bekreft nytt passord

Bruk

To passord støttes. Det første er et *valgfritt* systempassord som forhindrer uautorisert endring av konfigurasjonen til roboten. Når systempassord er satt, kan programmer lastes og kjøres uten passord, men det kreves et passord for å opprette eller endre programmer.

Det andre er et *påkrevd* sikkerhetspassord som må angis korrekt for å kunne endre sikkerhetskonnfigurasjon.



### MERK:

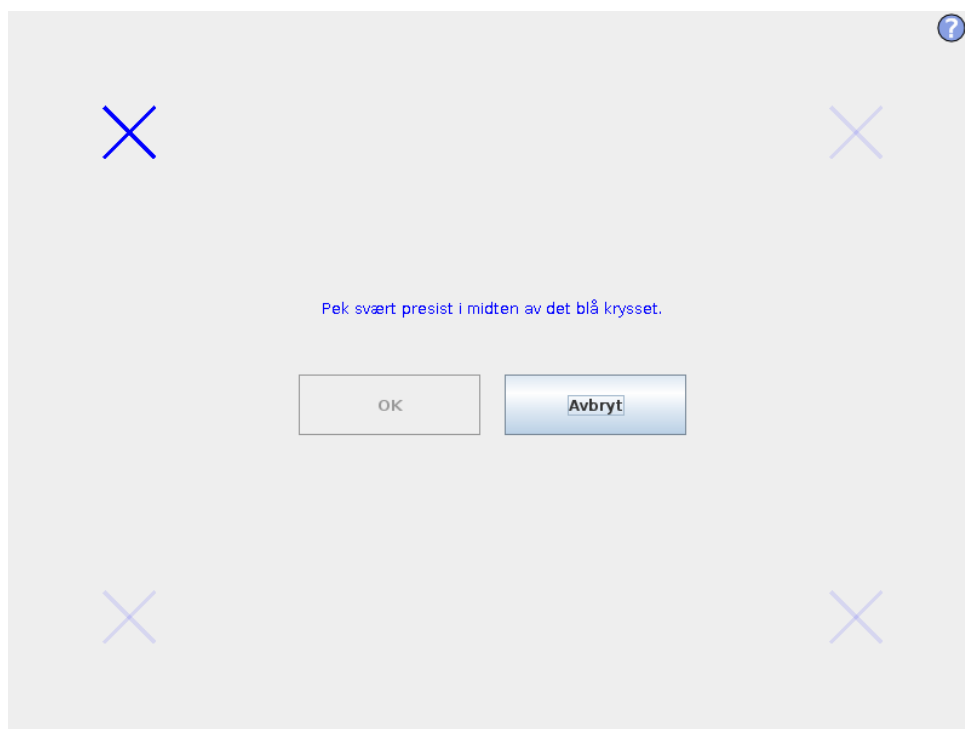
For å kunne endre sikkerhetskonnfigurasjon må et sikkerhetspassord angis.



### ADVARSEL:

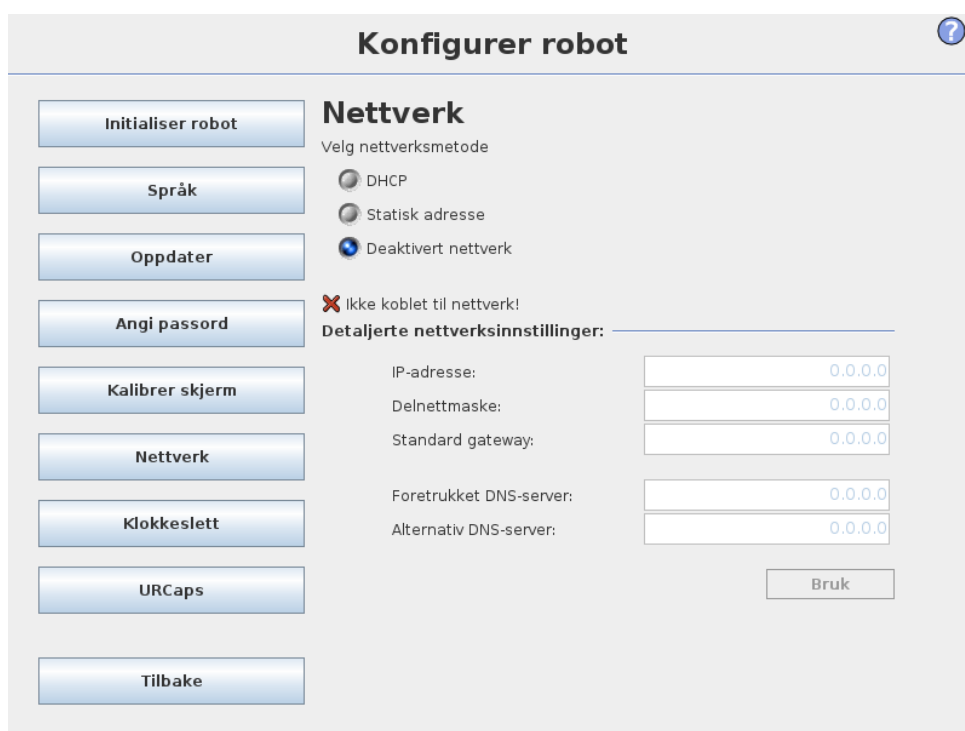
Legg inn et systempassord for å hindre at ikke-autoriserte personer kan endre robotinstallasjonen.

## 15.4 Kalibrer skjerm



Kalibrere berøringsskjermen. Følg instruksjonene på skjermen for å kalibrere berøringsskjermen. Det anbefales at du bruker et spisst objekt som ikke er av metall, slik som en penn. Tålmodighet og forsiktighet kan bidra til å oppnå et bedre resultat.

## 15.5 Konfigurer nettverk



Panel for konfigurasjon av Ethernet-nettverket. En Ethernet-tilkobling er ikke nødvendig for de grunnleggende robotfunksjonene, og er deaktivert som standard.

## 15.6 Angi klokkeslett

Initialiser robot

Språk

Oppdater

Angi passord

Kalibrer skjerm

Nettverk

Klokkeslett

URCaps

Tilbake

Konfigurer robot

Angi klokkeslett

Klokkeslettformat:

☒ 24 timer
 ☐ 12 timer

Velg aktuelt klokkeslett:

+

+

+

13

:

11

:

00

-

-

-

Angi dato

Velg dagens dato:

3. april 2017

Datoformat:

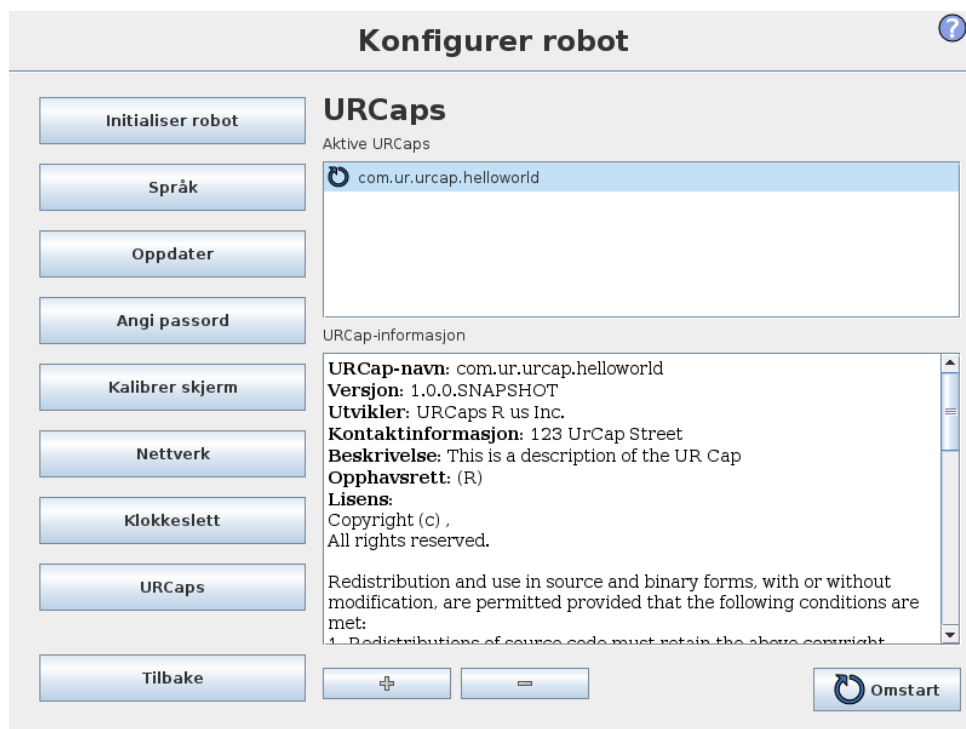
☒ 3. april 2017
 ☐ 03.apr.2017
 ☐ 03.04.17

Start PolyScope på nytt for at nye innstillinger skal tre i kraft

Omstart

Angi klokkeslett og dato for systemet og konfigurer visningsformatene for klokken. Klokken vises på toppen av skjermbildene *Kjør program* og *Programmer robot*. Ved å peke på den vises datoen kort. GUI må startes på nytt for at endringene skal tre i kraft.

## 15.7 URCaps-konfigurasjon



I listen øverst finner du en oversikt over alle installerte *URCaps*. Klikk på en *URCap* for en fremvisning av dens meta-informasjon (inkludert navnet på *URCap*en, versjonen, lisens, osv.) i området *URCap-informasjon* under listen.

Klikk på +-knappen nederst på skjermen for å installere en ny *URCap*. En filvelger vises hvor en `.urcap`-fil kan velges. Klikk på Åpne og PolyScope vil gå tilbake til konfigurasjon-skjermen. Den valgte *URCap*en vil bli installert og en korresponderende innførsel vil vises på listen like etterpå. Nylige installerte eller avinstallerte *URCaps* krever PolyScope for å kunne starte på nytt og Start på nytt-knappen vil aktiveres.

For å avinstallere en *URCap*, trenger du bare å velge *URCap*en fra listen og klikke på --knappen. *URCap*en vil forsvinne fra listen, men omstart er fortsatt nødvendig. Ikonet som vises ved siden av en innførsel på listen indikerer tilstanden til *URCap*en. De ulike tilstandene er beskrevet nedenfor:

-  **URCap ok:** *URCap*en er installert og kjører normalt.
-  **URCap-feil:** *URCap*en er installert, men kan ikke starte. Kontakt *URCap*-utvikler.
-  **URCap trenger omstart:** *URCap*en har akkurat blitt installert og krever en omstart.



# Ordliste

*Stoppkategori 0:* Robotens bevegelse er stoppet av umiddelbar fjerning av strøm til roboten. Det er et ukontrollert stopp, der roboten kan fravike fra den programmerte banen, ettersom hvert ledd bremses så raskt som mulig. Denne beskyttende stoppen brukes hvis en sikkerhetsrelatert grense overskrides eller i tilfelle av en feil i de sikkerhetsrelaterte delene av styresystemet. For mer informasjon, se ISO 13850 eller IEC 60204-1.

*Stoppkategori 1:* Robotens bevegelse stoppes med strøm tilgjengelig for roboten for å oppnå stans og deretter fjerning av strøm når roboten har stanset. Det er et kontrollert stopp, hvor roboten vil fortsette langs den programmerte banen. Strømmen blir fjernet så snart roboten står stille. For mer informasjon, se ISO 13850 eller IEC 60204-1.

*Stoppkategori 2:* En kontrollert stopp med strøm tilgjengelig for roboten. Sikkerhetsstyringssystemet overvåker at roboten forblir på stoppstillingen. For mer informasjon, se IEC 60204-1.

*Kategori 3:* Uttrykket “kategori” må ikke forveksles med uttrykket “stoppkategori”. “Kategori” refererer til typen byggestruktur som er blitt brukt som grunnlag for et spesielt “utførelsesnivå”. En viktig egenskap hos en “kategori 3”-byggestruktur er at en individuell feil ikke kan føre til tap av sikkerhetsfunksjoner. For mer informasjon, se ISO 13849-1.

*Ytelsesnivå:* Et ytelsesnivå (PL) er et diskret nivå som brukes til å angi muligheten for sikkerhetsrelaterte deler av kontrollsistemene til å utføre en sikkerhetsfunksjon i henhold til forventede bruksforhold. PLd er den nest høyeste pålitelighetsklassifikasjonen, noe som betyr at sikkerhetsfunksjonen er svært pålitelig. For mer informasjon, se ISO 13849-1.

*Diagnostisk dekning (DC):* er et mål av effektivitet til diagnosene som er implementert for å oppnå det relaterte ytelsesnivået. For mer informasjon, se ISO 13849-1.

*MTTFd:* Gjennomsnittlig tid til farlig svikt (MTTFd) er en verdi basert på beregninger og tester som brukes for å oppnå nominelt ytelsesnivå. For mer informasjon, se ISO 13849-1.

*Integrator:* Integratoren er den enheten som designer den endelige robotinstallasjonen. Integratoren er ansvarlig for å utføre den endelige risikovurderingen og må sørge for at den endelige installasjonen overholder lokale lover og bestemmelser.

*Risikovurdering:* En risikovurdering En risikovurdering er den generelle prosessen med å identifisere alle risikoer og redusere dem til et passende nivå. En risikovurdering skal dokumenteres. Konsulter ISO 12100 for ytterligere informasjon.

*Samkjørt robot-applikasjon:* Uttrykket “samkjørt” refererer til samarbeidet mellom operatør og robot i en robot-applikasjon. Se detaljerte definisjoner og beskrivelser i ISO 10218-1 og ISO 10218-2.

*Sikkerhetskonsfigurasjon:* Sikkerhetsrelaterte funksjoner og brukerflater kan konfigureres gjennom konfigurasjonsparametre for sikkerhet. Disse er definert gjennom programvare-brukerflaten, se del II.

# Hovedsiden