

# **Blandet virkelighet basert tilbakemelding fra robot for virtuelle objekter**

## **Kravdokumentasjon**

**Versjon <1.3>**

*Dokumentet er basert på Kravdokumentasjon utarbeidet ved NTNU. Revisjon og tilpasninger til bruk ved IDER, DATA-INF utført av Carsten Gunnar Helgesen, Svein-Ivar Lillehaug og Per Christian Engdal. Dokumentet finnes også i engelsk utgave.*

## REVISJONSHISTORIE

Dato	Versjon	Beskrivelse	Forfatter
21/02/2023	0.1	Innledning, Prototype (Wireframes)	Fred
27/02/2023	1.0	Funksjonalitet, Domenemodell	Fred, Knut, Simen
06/03/2023	1.1	Oppdatert wireframes	Fred
07/03/2023	1.2	Oppdaterte brukstilfeller	Knut
22/05/2023	1.3	Siste finpuss	Knut

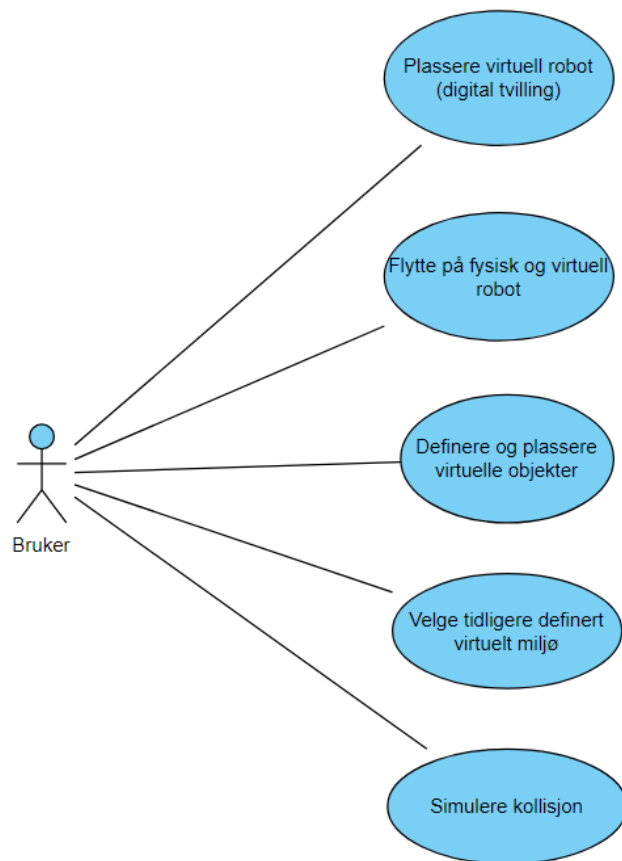
## INNHALDSFORTEGNELSE

<b>1</b>	<b>INNLEDNING .....</b>	<b>1</b>
<b>2</b>	<b>FUNKSJONALITET .....</b>	<b>2</b>
<b>3</b>	<b>DOMENEMODELL.....</b>	<b>6</b>
<b>4</b>	<b>PROTOTYPER.....</b>	<b>7</b>
4.1	WIREFRAMES.....	7
<b>5</b>	<b>REFERANSER .....</b>	<b>14</b>

# **1 INNLEDNING**

Prosjektet omhandler læring av roboter til å reagere på virtuelle objekter som blir laget på en MR-enhet. Dokumentet beskriver de forskjellige funksjonelle kravene knyttet til prosjektet, dette inkluderer funksjonalitet i form av brukstilfeller, samt domenemodell og prototyper i form av trådiskisser.

## 2 Funksjonalitet



<b>Navn:</b>	<i>Plassere virtuell robot (digital tvilling)</i>
<b>Aktører:</b>	<i>Bruker</i>
<b>Hensikt/Målsetting:</b>	<i>En bruker skal kunne plassere og validere den digitale tvillingen.</i>
<b>Normalflyt:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Brukeren starter programsystemet og tar på HoloLens 2</i></li> <li>• <i>Brukeren plasserer AR markør foran robot</i></li> <li>• <i>Brukeren ser at den virtuelle roboten er plassert</i></li> </ul>
<b>Alternativ flyt [#1]:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Brukeren ser ikke at den virtuelle roboten blir plassert</i></li> <li>• <i>Brukeren sikrer at kamera på HoloLens 2 ser AR markør</i></li> <li>• <i>Brukeren ser at den virtuelle roboten er plassert</i></li> </ul>
<b>Alternativ flyt [#2]:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Brukeren ser at den virtuelle roboten blir plassert, men er ikke riktig kalibrert i forhold til den ekte robotens plassering</i></li> <li>• <i>Brukeren justerer plasseringen ved hjelp av skyveknappene i menyen</i></li> <li>• <i>Brukeren ser at den virtuelle roboten er riktig plassert</i></li> </ul>
<b>Unntaksflyt [#1]:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>AR markør blir ikke plassert/funnet og den virtuelle roboten blir ikke plassert.</i></li> </ul>

<b>Navn:</b>	<i>Flytte på fysisk og virtuell robot</i>
<b>Aktører:</b>	<i>Bruker</i>
<b>Hensikt/Målsetting:</b>	<i>Brukeren skal kunne flytte den fysiske roboten, og den digitale tvillingen skal speile bevegelsene.</i>
<b>Normalflyt:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Når brukeren flytter den fysiske roboten skal den digitale tvillingen speile bevegelsene.</i></li> </ul>
<b>Alternativ flyt [#1]:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Brukeren vil ikke flytte roboten med hånden</i></li> <li>• <i>Brukeren bruker det integrerte systemet polyscope for å programmere bevegelsene</i></li> <li>• <i>Både den fysiske og virtuelle roboten beveger seg som forventet</i></li> </ul>
<b>Unntaksflyt [#1]:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Brukeren flytter robot armen og treffer en fysisk eller virtuell hindring.</i></li> </ul>

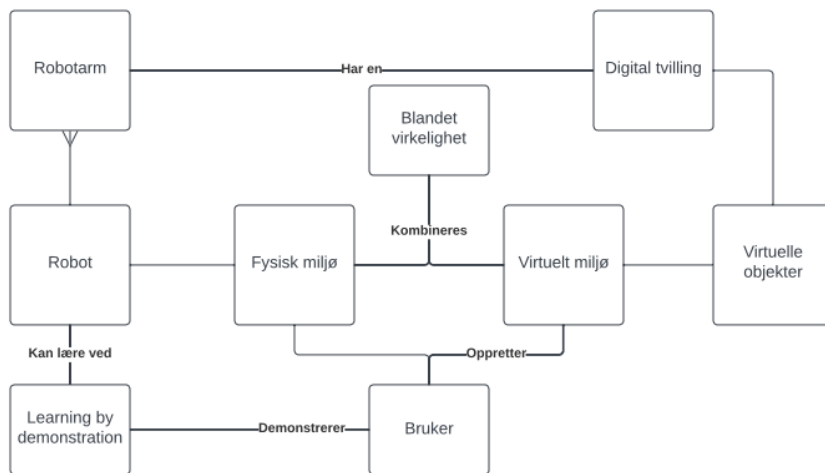
<b>Navn:</b>	<i>Simulere kollisjon</i>
<b>Aktører:</b>	<i>Bruker</i>
<b>Hensikt/Målsetting:</b>	<p><i>En bruker skal kunne simulere kollisjon mellom roboten og et virtuelt objekt ved hjelp av den digitale tvillingen slik at roboten skal kunne interagere med det virtuelle miljøet.</i></p> <p><i>En bruker skal kunne kjenne tilbakemelding fra den fysiske roboten ved kontakt med virtuelle objekter.</i></p>
<b>Normalflyt:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Brukeren definerer og plasserer virtuelle objekt(er)</i></li> <li>• <i>Brukeren flytter på roboten</i></li> <li>• <i>Roboten treffer et virtuelt objekt</i></li> <li>• <i>Roboten gir brukeren retningsbestemt tilbakemelding ved kollisjon</i></li> </ul>
<b>Alternativ flyt [#1]:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Brukeren velger et ferdig definert miljø</i></li> <li>• <i>Brukeren flytter på roboten</i></li> <li>• <i>Roboten treffer et virtuelt objekt</i></li> <li>• <i>Roboten gir brukeren klar tilbakemelding ved kollisjon</i></li> </ul>
<b>Unntaksflyt [#1]:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Brukeren beveger armen med for mye kraft slik at armen går gjennom det virtuelle objektet</i></li> <li>• <i>Roboten settes i "protective stop"</i></li> </ul>

<b>Navn:</b>	<i>Definere og plassere virtuelle objekter</i>
<b>Aktører:</b>	<i>Bruker</i>
<b>Hensikt/Målsetting:</b>	<i>En bruker skal kunne velge mellom ulike objekter og plassere de i det virtuelle miljøet.</i>
<b>Normalflyt:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Brukeren velger "spawn object" fra menyen</i></li> <li>• <i>Brukeren blir vist en liste av objekter allerede integrert i programvaren</i></li> <li>• <i>Brukeren velger "spawn cube" og ser at en kube er lagt til i miljøet</i></li> <li>• <i>Brukeren tar tak i det virtuelle objektet ved å klype med hånden</i></li> <li>• <i>Brukeren får tak i objektet og kan plassere det hvor ham vil</i></li> </ul>
<b>Alternativ flyt [#1]:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Brukeren velger "spawn object" og deretter "size sliders"</i></li> <li>• <i>Brukeren justerer skyveknappene til ønsket størrelse</i></li> <li>• <i>Brukeren legger ut et objekt og ser at objektet er etter valgte spesifikasjoner</i></li> </ul>
<b>Alternativ flyt [#2]:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Brukeren velger "spawn object" og velger et objekt ham vil legge ut</i></li> <li>• <i>Brukeren vil endre størrelse på objektet, men trenger ikke være nøyaktig</i></li> <li>• <i>Brukeren klyper med begge hendene på hver side av objektet og skyver ut eller inn</i></li> <li>• <i>Brukeren ser at størrelsen endrer seg til ønsket størrelse</i></li> </ul>

<b>Navn:</b>	<i>Velge tidligere definerte virtuelle miljø</i>
<b>Aktører:</b>	<i>Bruker</i>
<b>Hensikt/Målsetting:</b>	<i>En bruker skal kunne lage egne definerte miljø i Unity og få de vist i MR miljøet sammen med både den fysiske og virtuelle roboten. Dette gjør det mulig for brukeren å lage detaljerte og presise virtuelle konstruksjoner som er nyttige for å lære roboter mer kompliserte oppgaver som krever kompliserte miljø.</i>
<b>Normalflyt:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Brukeren velger "Load preset" fra hovedmenyen</i></li> <li>• <i>Brukeren blir vist en ny meny med forhåndsdefinerte miljø fra 1 til 8</i></li> <li>• <i>Brukeren velger en av de forhåndsinnstilte miljøene</i></li> <li>• <i>Brukeren blir vist et nytt miljø i MR</i></li> </ul>
<b>Unntaksflyt [#1]:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Ingen tidligere miljøer finnes, og ingenting blir vist</i></li> </ul>



### 3 DOMENEMODELL

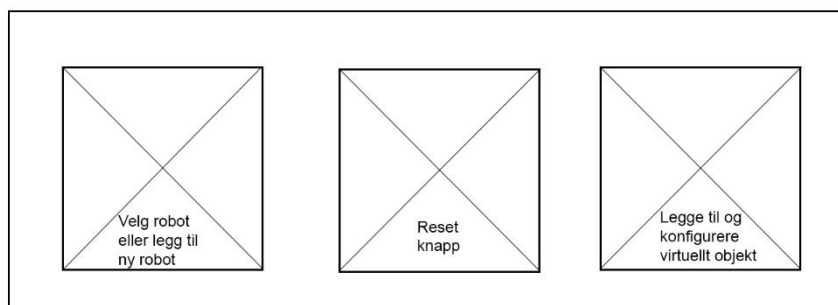


Figur 3.1 Domenemodell over prosjektet før oppstart av utvikling.

## 4 PROTOTYPER

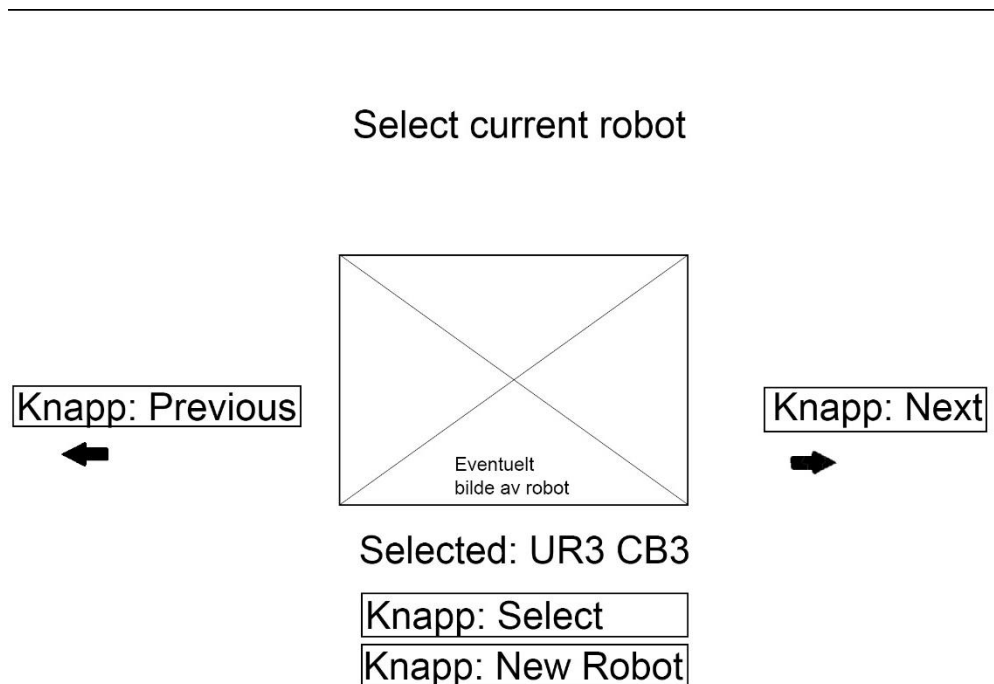
### 4.1 Wireframes

Meny wireframe:



Figur 4.1.1: «Kontrollpanel» Eksempel på startmeny som man ser gjennom AR-briller

Velge robot wireframe:



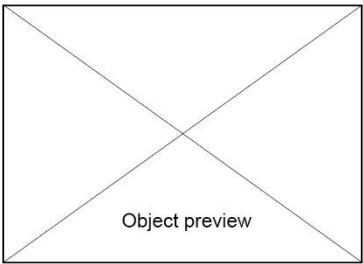
Figur 4.1.2: Valg av robot som er konfigurert tidligere eller legge til en ny robot.

### Ny robot wireframe:

New robot configuration	
Name	
Config parameter 1	
Config parameter 2	
Config parameter 3	
Config parameter 4	
Config parameter 5	
Knapp: Add	
Knapp: Cancel	
Knapp: Optional image	

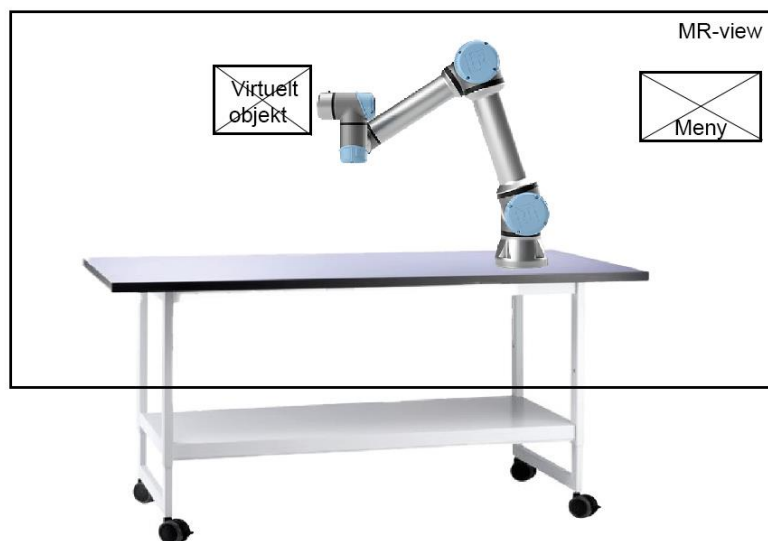
Figur 4.1.3: Konfigurasjon av en ny robot

### Konfigurer virtuelt objekt wireframe:

Shape selector		
		
Knapp: Previous ←		Knapp: Next →
Knapp: Select		

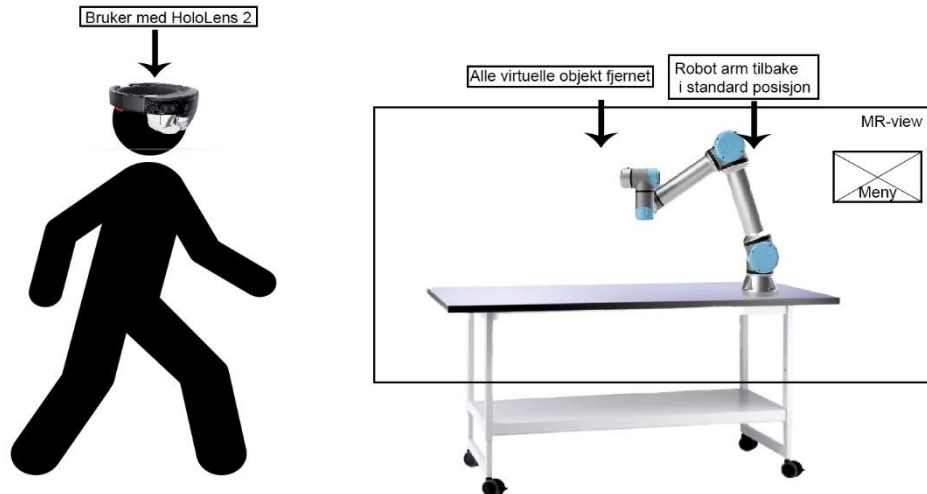
Figur 4.1.4: Nytt virtuelt objekt konfigurasjon skjerm

### Miljø med MR syn wireframe:



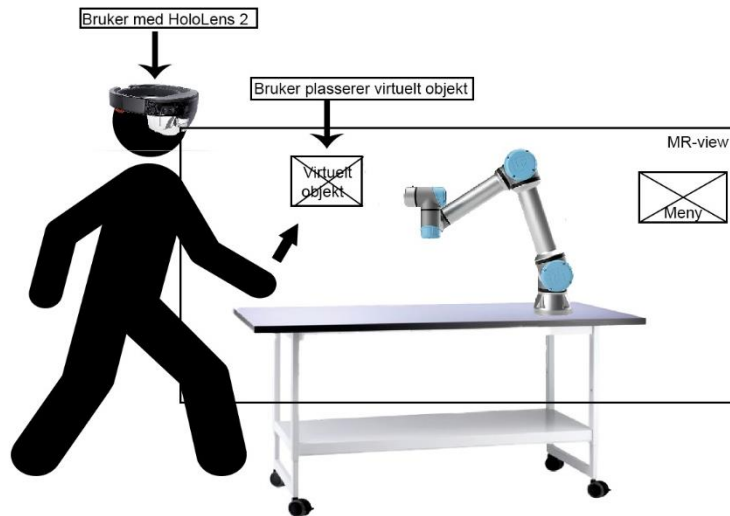
Figur 4.1.5: Miljø sett gjennom AR-briller med opprettet virtuelt objekt og eksempel på meny plassering

### Nullstilt miljø med MR syn wireframe:



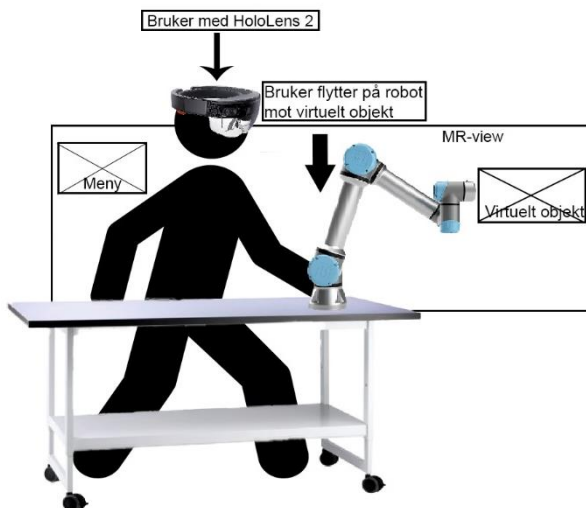
Figur 4.1.6: Miljøet sett gjennom AR-briller etter reset knappen er brukt.

### Miljø der virtuelt objekt blir plassert:



Figur 4.1.7: Miljøet sett gjennom AR der ett virtuelt objekt blir plassert.

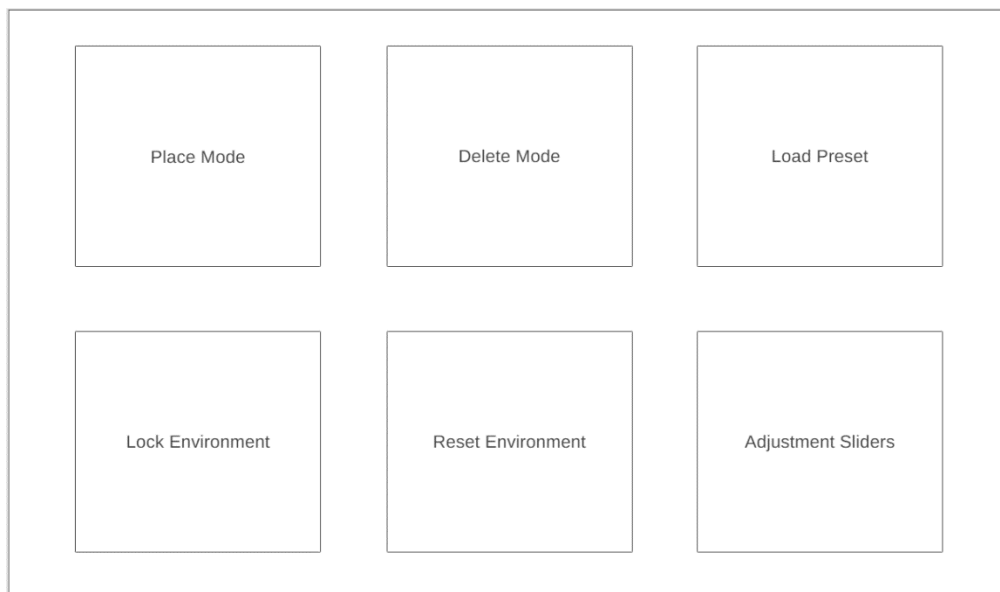
### Miljø med planlagt bane i MR syn wireframe:



Figur 4.1.8: Miljøet der bruker flytter robot mot virtuelt objekt

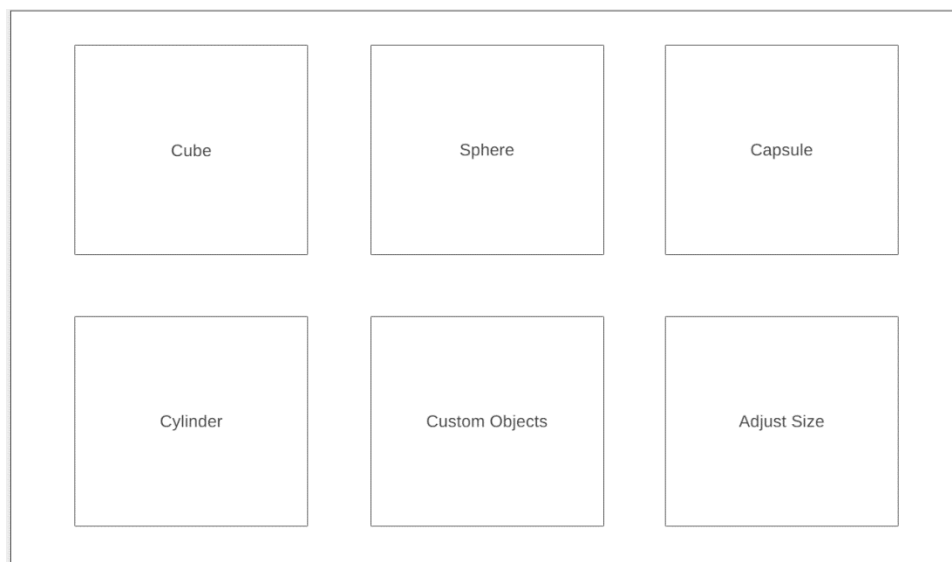
**Enderlig meny wireframes:**

**Hovedmeny:**



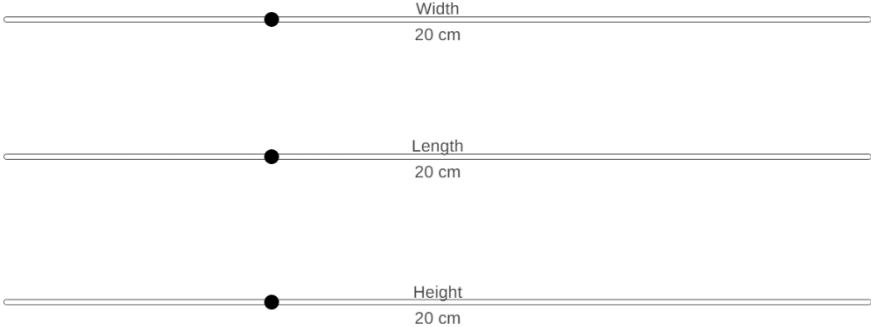
**Figur 4.1.9**

**“Place Mode” undermeny:**



**Figur 4.1.10**

**“Adjust Size” skyveknapp:**



Width  
20 cm

Length  
20 cm

Height  
20 cm

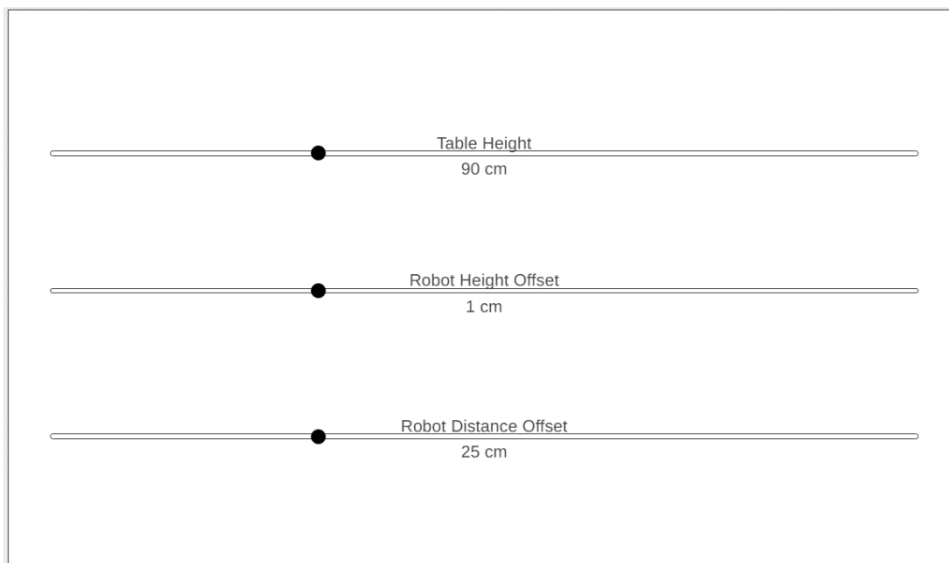
Figur: 4.1.11

**“Load Preset” undermeny:**

Empty Preset	Preset 1	Preset 2
Preset 3	Preset 4	Preset 5
Preset 6	Preset 7	Preset 8

Figur: 4.1.12

**“Adjustment sliders” skyveknapper:**



Figur: 4.1.13



## 5 REFERANSER

MyBotShop. (u.å.). Universal Robots UR5 & UR5e. Hentet fra <https://www.mybotshop.de/Universal-Robots-UR5-UR5e> 1

Sweden.lab.se. (2023). Bord, vågningsbord och ramar. Hentet fra <https://sweden.lab.se/produkt/basutrustning/laboratorieinredning/laboratorieinredning-fran-kottermann/bord-vagningsbord-och-ramar/>

Pixabay. (2014). Man person symbol. Hentet fra <https://pixabay.com/vectors/man-person-symbol-pictogram-304880/>

Pixabay. (2016). Hololens. Hentet fra <https://pixabay.com/photos/hololens-holo-lens-virtual-reality-1330225/>