

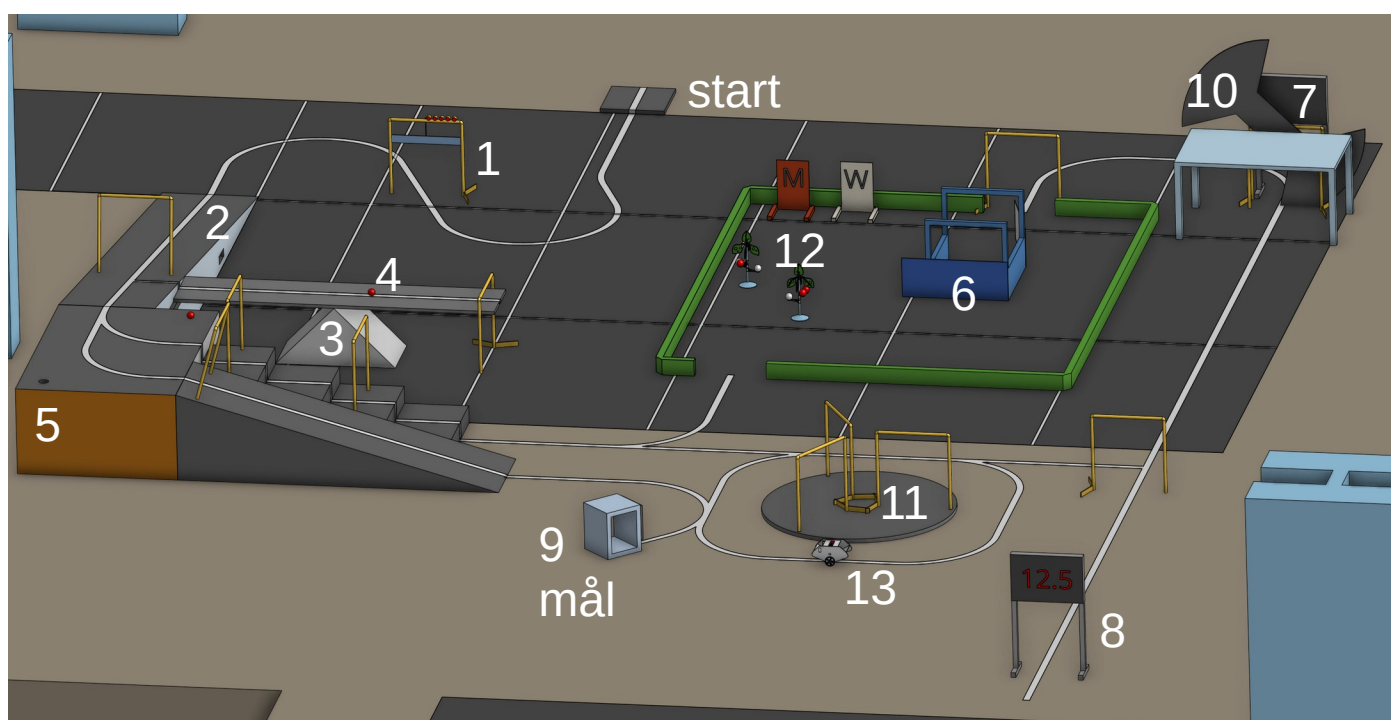
## Banens placering og udformning

Banen er ved DTU placeret i bibliotekssalen i bygning 101.

Banens layout vil i hovedtræk være som vist på baneskitsen (figur 1), men der kan forekomme mindre variationer, de øvrige figurer relaterer ikke alle til det gældende banelayout.

Banen er designet ud fra at køretøjet kan følge en tape-linje på gulvet, og holder man til højre på denne linje vil man nå mål, men opnår så kun relativt få point.

Bemærk at tape-striben er **hvid** på en relativt mørk gulvbelægning.



Figur 1: Baneskitse. Hver udfordring er markeret med et tal, som refereres i teksten. Skitsen findes også som 2D tegning på DTU Robocup siden. Skitsen er genereret med onshape og kan findes her: <https://cad.onshape.com/documents/a82458cb775129e90636dc5f/w/f5f322ebee2618fd0f24fbcf/e/25a83c5f130dc230b778f579>

### • Gulvet

Banen er placeret på et plateau der er hævet ca. 42 cm over gulvniveau.

Gulvet under banen har to typer belægning, en træbelægning (eg) - se figur 2, som er det lyse område på baneskitsen, og et centralt område der er sort. Det sorte område (ca. 5,5 x 6,8 m midt i området) er vist mørkere på baneskitsen – se figur 4 (området er normalt i gulvniveau, men er til lejligheden udfyldt med sorte paneler). Der kan være små niveauforskelle mellem træbelægningen og de sorte paneler – vi har set op til 5 mm. Panelerne er kantet med en smal aluminiumskant på ca. 5 mm, to aluminiumskanter giver således en overgang 10-15 mm, da der også kan være en mindre afstand mellem panelerne (se også figur 4).

### • Lærredstape og elkabler

Linjen er lavet med 38 mm bred hvid lærredstape (type Tesa-4651).

Tapen vil være placeret nogenlunde som vist på baneskitsen.

Ingen kurve vil være skarpere end en cirkel med en radius på 50 cm.

Elektriske udfordringer vil være forbundet med kabler. De vil være tapet til gulvet (med sort tape), og må godt passeres af robotten.

### • Linjesensor

Trægulvet er meget lyst set med en infrarød linjesensor og kan derfor være svært at skelne fra den hvide lærredstape. Det anbefales derfor at anvende synligt lys til linjesensoren.

### • Andre forhold

På nær guillotine (ved 1) og mål kan resten af udfordringerne gennemføres i vilkårlig rækkefølge.

Der er ikke krav om, at alle udfordringer skal gennemføres.

Hvis robotten består af flere enheder skal alle dele passere guillotine. Herefter kan dele (satellit-robotter) optjene point selvstændigt.

### • Portene

Portene er alle 45 cm brede (+/- 2 cm) med 47-50 cm frihøjde. Godstykkelsen på portene er ca. 16 mm (dette gælder dog ikke tunnelen og racerbanen).

Hver korrekt passeret gul port giver 1 point.

### • Starten

Starten foregår på en startplade (figur 3). Når pladen forlades, starter nedtælling til lukning af guillotineport (figur 2). Timing og afstand til guillotine er fastlagt således, at en gennemsnitshastighed på 25 cm/s vil være tilstrækkeligt til passage. Passage af porten giver 1 point.

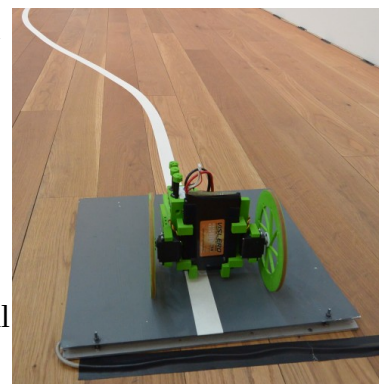
### • Rampen

Rampen (ved 2) leder op til et plateau i en højde af ca. 55 cm (se figur 4). Rampen starter minimum 3,5 m før plateauet (vandret afstand) og med samme stigning hele vejen. Bredden er 60 cm. Rampen er ligesom plateau, trappe og nedkørsel lavet af træ og er malet i en mørk farve. Rampen har desuden en ru overflade for øget friktion under opkørsel.

På den øverste del af rampen er der på venstre side monteret en vippe (ved 3). Vippens normalstilling er vandret, og den er understøttet ved rampen. Dette betyder, at vippet vil forblive vandret, når et køretøj kører fra rampen ned på vippet, indtil køretøjet når forbi understøttelsespunktet. Det vil kræve



Figur 2: guillotineport (1 på baneskitsen) og eksempel på hvid linje på trægulv.



Figur 3: Startpladen - her vist på trægulv.



Figur 4: Rampe, plateau, trappe og vippe. De orange golfkugler på plateauet og vippe er netop synlige. Gulvet er sorte felter med smalle aluminiumskanter.

ca. 200 g påvirkning 20 cm fra understøtningspunktet, før vippen vipper. Der er placeret en gul port ved den yderste ende af vippen. Ved kørsel fra rampe til vippe vil der være op til 6 cm højdeforskel (vippen er lavere end rampen).

Porten ved vippen skal passeres fra vippen.

#### • Golfkugle

På vippen ved 4, ca. 30 cm fra vippens understøtningspunkt samt på rampens plateau er placeret golfkugler. Disse kugler skal afleveres i hullet på plateauet (ved 5 og på figure 5) for at opnå point. Diameteren på kuglen er standard 42,7 mm, men af hensyn til vision-baserede løsninger anvendes golfkugler til vintergolf med en orange farve. For at sikre at kuglens placering er ensartet ved hver gennemkørsel, er der under tapen blive monteret en lille metalring (nøglering), i hvilken kuglen bliver placeret.

Hver kugle udløser et point (maksimalt 2 point). Hullets diameter er 52mm.



Figur 5: Plateau med hul til golfkugle.

#### • Nedkørsel fra plateauet

Nedkørslen fra plateauet kan finde sted ad 2 alternative veje. Rampen er 60 cm bred og slutter minimum 2 m fra plateauet (vandret afstand). På rampen findes en port, der giver 1 point for passage.

#### • Op- og nedkørsel af trappen

Den anden mulighed for nedkørsel er trappen (se figur 4), der har 4 trin og derfor 5 niveauspring på hver ca. 11 cm. Hvert trin er ca. 40 cm langt og 60 cm bredt. På trappen findes to porte, der hver giver 1 point for passage. Passage op af trappen giver selvstændigt point for hver passeret port (altså i alt op til 4 point for trappen).

#### • Lukket Tunnel

Tunnelen (ved 6) er monteret med en udadgående dør i hver ende. Dørene er 25 cm i højden (se figur 6). Den forreste dør er den bredeste - således at den kan skubbes op udefra. Døråbningerne har samme mål som en port, men de er ikke gule. Det giver 1 point for at åbne og passere af hver af dørene. Det giver yderligere 1 point pr dør, hvis dørene efterfølgende lukkes. Døren anses kun for lukket hvis åbningen er mindre end 2 cm (ialt 4 point).

Tunnelen er tapet til gulvet.

#### • Racerbanen

Racerbanen (fra 7 til 8) starter og slutter med en elektronisk port. Portene er aluminiumsprofiler, med indvendige mål svarende til de øvrige porte. Når en lysstråle brydes i startporten, starter tidtagning, og den stopper først, når en tilsvarende lysstråle brydes i slutporten. Lysstrålerne er placeret ca. 7,5 cm over gulvniveau. Der gives 0, 1, 2 eller 3 hastighedspoint. Det vil kræve en gennemsnitshastighed på mere end 1 m/s for at opnå maksimum point på denne udfordring.

Det skal være samme (satellit)-robot der skal aktivere start (ved 7) og slutporten (ved 8).

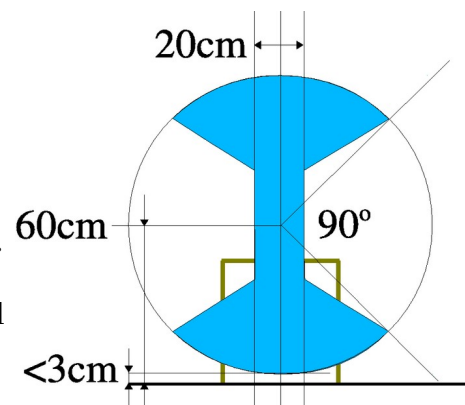


Figur 6: Tunnel med den brede dør åben. Dørene er af 1.5mm jernplade og åbnes begge udad.

Mindre end 0.5 m fra startporten er den roterende økseport.

### • Økseporten

Økseporten (ved 10) er en roterende økse, der i perioder spærrer gennemkørslen af 2 porte. Øksen er fremstillet af krydsfiner, med mål som vist på figur 7. Øksen roterer med ca. 1 omdrejning på 10 sekunder. Der er en port lige før og en lige efter øksen, afstanden mellem disse porte er ca. 10 cm. Øksen bæres af et understel fra et eksamensbord (90x60 cm) med 67 cm frihøjde. Hver af de 2 porte giver 1 point.



Figur 7: Økseport, vist med port bag øksen.

### • Treport

Treporten (ved 11) er 3 porte placeret på en rund plade. Portene har en indbyrdes vinkel på 120 grader. Pladen er ca. 25 mm tyk og har en diameter på 120 cm. Pladen er på oversiden malet i en mørk farve, kanten er (stort set) lodret og i en lysere farve. Hver passeret port giver 1 point.



Figur 8: Tre-port med 3 porte på et hævet platau

### • Æblehøst

To “æbletræer” (ved 12) har hver 3 æbler, 3 hvide og 3 røde. Disse skal sorteres og placeres i de to kurve der hver er markeret med en tilsvarende farve. Æblerne er golfkugler.

Æbletræerne (se figur 9) har en fod der er 11 cm i diameter (grøn) en stamme (8 mm sort kulfiberrør) og nogle grønne blade på toppen. Grenene ender i en lille ring (ca. 6 cm fra stammen) der bærer æblet. Det nederste æble er ca. 10 cm fra gulvniveau.

Træerne er relativt lette at vælte og det er tilladt.

Træerne er i en indhegning der er omkranset med et ca. 10 cm højt træhegn. Indhegningen er 2.5 m x 3 m og åbningerne er 45cm brede.

De to kurve er U-formede rammer i den fjerne ende af indhegningen. Hver kurv har en 20 x 20 cm åbning (rød og hvid i figur 1 og 9).

Et æble er i en kurv, hvis det er helt indenfor 20 x 20 cm området. Der gives 1 point for hver æble i en kurv op til ialt 4 point. Der gives yderligere point hvis

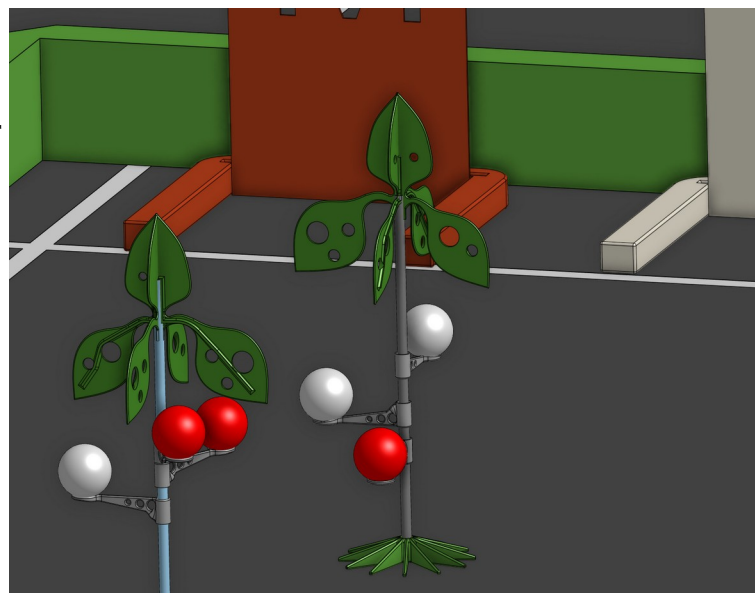


Figure 9: Apple tree details.

æblet er i den rigtige kurv (røde/orange æbler i den røde kurv og hvide æbler i den hvide kurv) op til 4 yderligere point. Maksimum er 8 point i denne udfordring.

Hver kurv er markeret med en lodret plade med en ArUco kode (og ikke med et W og M som i figure 1). ArUco koden er 15 x 15 cm og har nummer 442 for den røde og 281 for den hvide kurv, som vist i figur 10.

ArUco koder kan detekteres med f.eks. OpenCV, se f.eks.:

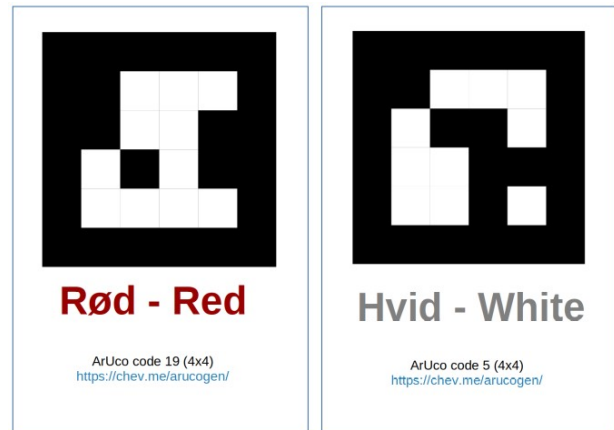


Figure 10: ArUco marks on the apple barskets. The markers are generated by: <https://chev.me/arucogen/>.

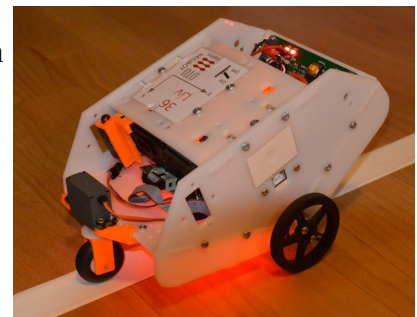
[https://docs.opencv.org/3.1.0/d5/dae/tutorial\\_aruco\\_detection.html](https://docs.opencv.org/3.1.0/d5/dae/tutorial_aruco_detection.html) ).

Indhegningen og kurvene er tapet til gulvet. Træerne vil være på en markeret position, men den relative placering af æblerne på træet kan ikke garanteres at være den samme fra kørsel til kørsel.

#### • **Autonom robot i rundkørsel**

En robot (ved 13) er fanget i en rundkørsel. Den kører højre om (med uret). Robotten er ca. 17cm bred og 25cm lang (se figur 11). Robotten må ikke røres, og sker det alligevel gives -1 point for hver berøring (dog maksimum -2 point). Hastigheden vil ikke være konstant, men være indenfor området fra 0 til 50 cm/sekund. Hvis robotten skubbes, eller af anden grund mister tape strengen, vil den stoppe, men må stadig ikke berøres.

Placering af forhindring eller andet der hindrer robotens kørsel tæller som berøring.



Figur 11: Autonom robot

#### • **Sirenen**

Sirenen ved mål (ved 9) aktiveres ved at trykke på frontpladen (der mekanisk aktiverer en kontakt). Frontpladen er ca. 15 cm bred, 10 cm høj og forsænket ca. 1 cm i forhold til rammen. Der gives 2 point for at komme i mål (og aktivere sirenen).

Når mål er aktiveret er kørslen slut.

#### • **Pålidelighed**

Banen gennemkøres to gange, og hvis der opnås samme pointantal i begge gennemløb gives et ekstra point.